第９章　橋梁

９－１　適　用

１．本章の規定は、性能規定化の一層の推進を主な内容として改訂された道路橋示方書・同解説（平成 29 年 11 月）の規定の書式を基本として定めるものとする。橋梁の計画・設計は本章によるものとする。

２．本要領に記載のないものについては**表９．１**の関係基準に準拠する。

表９．１　関係基準

関　係　基　準	発行年月	発　行
道路構造令の解説と運用	R3.3	(公社)日本道路協会
道路橋示方書・同解説（Ⅰ共通編、Ⅱ鋼橋･鋼部材編、Ⅲコンクリート橋･コンクリート部材編、Ⅳ下部構造編、Ⅴ耐震設計編）	H29.11	(公社)日本道路協会
解説・河川管理施設等構造令	H12.1	(公社)日本河川協会
鋼道路橋設計ガイドライン（案）	H10.5	国土交通省
土木構造物設計ガイドライン	H31.3	国土交通省
土木構造物設計マニュアル（案）〔土工構造物・橋梁編〕	H11.11	(一社)全日本建設技術協会
土木構造物設計マニュアル（案）に係わる設計・施工の手引き（案）〔ボックスカルバート・擁壁編〕	H11.11	(一社)全日本建設技術協会
標準設計	R2.4	国土交通省 北陸地方整備局
防護柵の設置基準・同解説　ボラード設置便覧	R3.3	(公社)日本道路協会
車両用防護柵標準仕様・同解説	H16.3	(公社)日本道路協会
立体横断施設技術基準・同解説	S54.1	(公社)日本道路協会

（注）使用にあたっては最新版を使用するものとする。

橋梁の計画・設計にあたっては、上記の関係基準の他、これらを補完するものとして、設計要領［共通編］の参考資料に挙げられている適用示方書・指針等によるものとする。橋梁及び道路関係の主な関係図書を**表９．２**に示す。

表９．２　関係図書（１）

関　係　図　書	発行年月	発　行
鋼道路橋設計便覧	R2.9	(公社)日本道路協会
鋼道路橋施工便覧	R2.9	(公社)日本道路協会
鋼道路橋防食便覧	H26.3	(公社)日本道路協会
鋼道路橋疲労設計便覧	R2.9	(公社)日本道路協会
鋼床版の疲労（2010 年改訂版）	H22.12	(公社)土木学会
鋼道路橋の疲労設計指針	H14.3	(公社)日本道路協会
鋼構造架設設計施工指針〔2012 年版〕	H24.5	(公社)土木学会
2016 年制定　鋼・合成構造標準示方書【総則編、構造計画編、設計編】	H28.7	(公社)土木学会
2018 年制定　鋼・合成構造標準示方書【耐震設計編】	H30.9	(公社)土木学会
2018 年制定　鋼・合成構造標準示方書【施工編】	H31.1	(公社)土木学会
鋼道路橋の細部構造に関する資料集	H3.7	(公社)日本道路協会
コンクリート道路橋設計便覧	R2.9	(公社)日本道路協会
コンクリート道路橋施工便覧	R2.9	(公社)日本道路協会
杭基礎設計便覧（平成 26 年度改訂版）	R2.9	(公社)日本道路協会
杭基礎施工便覧（平成 26 年度改訂版）	R2.9	(公社)日本道路協会
鋼管矢板基礎設計施工便覧	H9.12	(公社)日本道路協会
道路橋支承便覧	H30.12	(公社)日本道路協会
鋼道路橋付属物の設計ガイドライン（案）	H10.8	国立研究開発法人 土木研究所
斜面上の深礎基礎設計施工便覧	H24.4	(公社)日本道路協会

表９．２　関係図書（２）

関　係　図　書	発行年月	発　行
道路橋床版防水便覧	H19.3	(公社)日本道路協会
道路橋耐風設計便覧（平成19年改訂版）	H20.1	(公社)日本道路協会
超早強コンクリート利用技術マニュアル	H12.8	(一財) 土木研究センター
ＰＣ床版設計の手引き	R3.10	(一社) 日本橋梁建設協会
鋼コンクリート合成床版設計施工の手引き	R3.1	〃
鋼道路橋計画の手引き	H20.11	〃
鋼橋伸縮装置設計の手引き	R1.5	〃
落橋防止システム設計の手引き（改訂版）	R1.6	〃
―ＰＣコンポ橋―ＰＣ合成げた橋（ＰＣ合成床版タイプ）設計施工マニュアル（案）	H9.9	(一社)ＰＣ建設業協会
ＰＣコンポ橋　設計施工の手引き【改訂版】	H19.5	〃
塩害に対するプレキャストとＰＣげたの設計・施工資料	H17.6	〃
ＰＣ構造物の維持保全－ＰＣ橋の更なる予防保全に向けて－	H27.3	〃
ＰＣ道路橋計画マニュアル【改訂版】	H19.10	〃
コンクリート橋のプレキャスト化ガイドライン	H30.6	橋梁等のプレキャスト化及び標準化による生産性向上検討委員会
広幅ＰＣ桁によるスラブ橋設計施工マニュアル	H10.10	(社)北陸建設弘済会
平成29年度道路橋示方書に基づく道路橋の設計計算例	H30.6	(公社)日本道路協会
道路橋の耐震設計に関する資料	H9.3	(公社)日本道路協会
既設道路橋の耐震補強に関する参考資料	H9.8	(公社)日本道路協会
道路橋の耐震設計に関する参考資料―ＰＣラーメン橋・ＲＣアーチ橋・ＰＣ斜張橋・地中連続壁基礎・深礎基礎等の耐震設計計算例―	H10.1	(公社)日本道路協会
既設道路橋基礎の補強に関する参考資料	H12.2	(公社)日本道路協会
セメント系材料を用いたコンクリート構造物の補修・補強指針	H30.6	(公社)土木学会
2018年制定　コンクリート標準示方書［規準編］	H30.10	(公社)土木学会
2017年制定　〃　［設計編］	H30.3	〃
2017年制定　〃　［施工編］	H30.3	〃
2018年制定　〃　［維持管理編］	H30.10	〃
2012年制定　〃　［基本原則編］	H25.3	〃
鋼コンクリート合成床版設計・施工指針（案）	H28.1	〃
コンクリートのひび割れ調査、補修・補強指針-2013-	H25.5	(公社) 日本ｺﾝｸﾘｰﾄ工学会
北陸構造物維持補修マニュアル（シリーズー１）【鋼橋編】	H19.6	(社)北陸建設弘済会
北陸構造物維持補修マニュアル（シリーズー２・３） 【コンクリート構造物塩害対策編】【道路橋コンクリート床版編】	H19.6	(社)北陸建設弘済会
橋梁撤去技術マニュアル	H29.9	(一社)北陸地域づくり協会

９－２　橋梁一般

９－２－１　設計の基本理念

橋の設計にあたっては、使用目的との適合性、構造物の安全性、耐久性、維持管理の確実性及び容易さ、施工品質の確保、環境との調和、経済性を考慮しなければならない。

９－２－２　橋の重要度

（１）橋の設計において実現すべき橋の性能は、物流等の社会・経済活動上の位置付けや、防災計画上の位置づけ等の道路ネットワークにおける路線の位置付けや代替性を考慮して決定する。

（２）耐震設計上の橋の重要度は、「道路橋示方書Ⅴ耐震設計編」２．１(２)によるものとする。

国道における車道橋（本線橋およびランプ橋）は、地震後の避難路や救助、救急医療、消火活動および被災地への緊急物資等の輸送路として必要とされる度合いが高いことから、「重要度の高いＢ種の橋」を標準とする。

また、一般の側道橋については、「重要度が標準的なＡ種の橋」を標準とする。

９－２－３　設計供用期間

橋の設計にあたっては、適切な維持管理が行われることを前提に、設計供用期間100年を標準とする。

９－２－４　設計の基本方針

設計の基本方針は、「道路橋示方書Ⅰ共通編」１．８によるものとする。

９－２－５　構造設計上の配慮事項

橋の設計にあたっては、次の事項に配慮して構造設計しなければならない。

（１）地域の防災計画や関連する道路網の計画との整合性の観点。

（２）橋の一部の部材や接合部の損傷等が原因となって、崩壊などの橋の致命的な状態となる可能性。

（３）施工品質の確認の確実性及び容易さの観点。

（４）供用期間中の点検及び事故や災害時における橋の状態を評価するために行う調査並びに計画的な維持管理を適切に行うために必要な維持管理設備の設置。

（５）供用期間中に更新することが想定される部材については、維持管理の方法等の計画において、あらかじめ更新が確実かつ容易に行えるよう考慮しなければならない。

９－２－６　設計図等に記載すべき事項

設計図等に記載すべき事項は、「道路橋示方書Ⅰ共通編」１．９によるものとする。

施工段階において設計で考慮されている前提条件と整合した適切な施工や、供用期間中の橋の補修、補強、その他の維持管理に必要なものとして最低限記載すべき事項を設計条件表にとりまとめ、橋梁一般図等に示すものとする。

設計条件表（案）

路線名		○○○○
橋名		○○○○
道路規格		第○種第○級
設計速度		V=○○km/ｈ
橋長		L=○○m（道路中心線上）
桁長		L=○○m（道路中心線上）
支間長		L=○○m+○○m+○○m（道路中心線上）
計画交通量		○○台/日/（○○センサスベース，○○推計）
大型車計画交通量		○○台/日/方向（○○センサスベース，○○推計）
交通区分		○○交通
幅員構成	総幅員	○○m＝○○+○○+○○（○○拡幅有り，路肩縮小有り）
	有効幅員	○○m
線形条件	平面線形	R＝○○○～A=○○○
	縦断線形	i＝○○% ↘
	横断線形	i＝○○%（片勾配）
	斜角	A1：○○°，P1：○○°，P2：○○°，A2：○○°
交差条件		○級河川○○川、市道○○線
添架物件		○○（φ○○×○条、○○N/m）
舗装		アスファルト舗装　t=○○mm（設計厚　t=○○mm） 表層　例）密粒度ｱｽﾌｧﾙﾄ混合物（13）ﾎﾟﾘﾏｰ改質ｱｽﾌｧﾙﾄⅢ型-W　t＝40mm 基層　例）密粒度ｱｽﾌｧﾙﾄ混合物（13）ﾎﾟﾘﾏｰ改質ｱｽﾌｧﾙﾄⅢ型-W　t＝40mm（平均厚）
耐荷性能条件	橋の重要度の区分	B種の橋
	設計供用期間	100年
	橋の耐荷性能	耐荷性能2
	設計活荷重	B活荷重
	地域別補正係数	○○地域：C_z=○.○、C_{Iz}=○.○、C_{IIz}=○.○
	地盤種別	○種地盤
	地盤の液状化	○○層：低減係数D_E=○○○（L2タイプⅡ）
	設計水平震度	レベル1地震動：Kh＝○○ レベル2地震動タイプⅠ：Kh＝○○　タイプⅡ：Kh＝○○
耐久性能条件	架橋環境条件	例）平地部（飛来塩分：無）、凍結抑制剤散布：有
	塩害対策区分	塩害対策区分○
	部材の設計耐久期間	［更新を前提としない部材］例）主桁、床版、橋台、橋脚、基礎：100年 ［更新を前提とする部材］　例）支承、舗装、伸縮装置、検査路、排水装置等
上部構造条件	形式	例）鋼○径間連続○桁橋（○○床版）
	材料 主要鋼材	例）SM400A，SM490Y，SM520C，SM570，SS400，S10T
	材料 コンクリート	σck＝○○N/mm2：RC床版，端支点巻立てコンクリート σck＝○○N/mm2：壁高欄，地覆
	材料 鉄筋	SD345
	架設方法	○○架設工法
下部構造条件	形式 橋台	例）逆T式橋台，場所打ち杭基礎（φ○○）（○○工法）
	形式 橋脚	例）張出し式橋脚，ケーソン基礎（○○工法）
	橋台裏込土	γ＝○○kN/m^3，φ＝○○°
	橋台背面アプローチ部	構造・延長等を記載
	材料 橋台躯体	σck＝○○N/mm2，SD345
	材料 橋脚躯体	σck＝○○N/mm2，SD345
	材料 基礎（○○）	σck＝○○N/mm2，SD345
	材料 基礎（○○）	SKK○○
	支持地盤	例）○○層（N≧50），○○岩層（岩級区分：D級）
支承形式		例）水平力分散ゴム支承，ゴム支承（免震支承：LRB）
落橋防止システム	落橋防止構造	上下部構造連結：○○橋台、○○橋脚、上部構造相互連結：○○橋脚
	横変位拘束構造	○○橋台、○○橋脚
維持管理条件	想定点検方法	例）梯子，橋梁点検車，リフト車，進入ルート等
	検査路	上部構造，下部構造検査路の有無
	補修時特記事項	・想定している主たる塑性部，被害予想箇所 ・舗装，床版部分補修時の交通規制等 ・その他
適用基準等		道路橋示方書・同解説Ⅰ～Ⅴ（平成29年11月）
		○○○○
		○○○○

注）河川等の交差（コントロール）条件がある場合には、設計条件表の欄外に交差条件を記述する。

図９．１　設計条件表（案）

９－２－７　橋梁計画の基本事項

１．橋梁計画の基本事項

（１）橋梁計画の前提となる路線計画にあたっては、次の点に留意する。

１）　鉄道、河川等には、可能な限り直交させる。

斜角は、構造性や走行性から、一般的には70°以上、やむを得ない場合でも60°以上を原則とする。

２）　橋梁は可能な限り直線とし、曲線は避けることが望ましい。

３）　河川を横架する位置は、河幅が前後に比べて極端に狭い場所、分合流点、河床勾配の変化点、水衝部等は可能な限り避け、良質な支持地盤の地点が望ましい。

４）凍結防止剤等による塩分を含んだ路面排水が橋梁区間に流下し、橋面に滞水しないよう道路縦断線形を計画する際には、以下の点に配慮する。

①橋梁部は、サグ部にならないよう縦断線形に配慮する。

②橋梁部の縦断勾配は、最小勾配（0.3%）より大きい勾配とする。

③平面線形変化点近傍において、縦断線形が緩い箇所に横断勾配の変化点がある場合には、排水ますを適切に配置する。

④周辺地形から橋に水が集まらない構造及び排水の計画を行う。

（２）河川を横架する橋梁は、「河川管理施設等構造令」を満足するよう計画する。

（３）交差する道路については、物流ネットワーク上の位置づけ（重要物流道路等）を確認し、適切に建築限界を確保する。また、交差道路の管理者と協議を行い、維持管理上において必要となる桁下空間（足場工・防護工の設置余裕）を確保することを検討する。

（４）道路橋示方書Ⅴ耐震設計編１．４の規定において、斜面変状及び断層変位が橋に及ぼす影響については、その影響を最小化できるように、橋の架設位置や構造形式に配慮して構造計画等を行う。

２．橋梁形式の選定

（１）橋梁形式の選定にあたっては、基礎構造、下部構造および上部構造の各要素について、経済性、構造性、施工性、走行性、環境への適応性、維持管理面等を考慮した比較設計を行い、総合的判断のもとに決定しなければならない。

（２）近年、コスト縮減を目指した新しい形式が開発されているが、採用にあたっては新技術情報（NETIS）に登録された技術であること、また耐久性などに十分留意するものとする。なお、採用の検討においては、NETISに登録されている有用な新技術（推奨技術、準推奨技術、評価促進技術、活用促進技術）を参考とすると良い。

新技術情報提供システム（NETIS）　https://www.netis.mlit.go.jp/netis/

３．計画における配慮

橋梁上部構造を計画するにあたり、設計・施工の省力化の促進を考え、構造上の基本諸元、形状等は極力単純な形式を採用するよう以下の基本的事項に配慮する。また、海岸線付近にあって波しぶきや潮風の影響を受ける構造物を計画する場合は、塩害対策に配慮する。

１）橋長は可能な限り１ｍ単位ごとのラウンド数値とする。

２）主げた間隔は可能な限り統一化する。

３）斜角はなるべくつけず直橋とするのが望ましいが、斜橋とする場合は以下のとおりとする。

一　般　的　な　橋　　…… 橋長は１ｍラウンド、斜角は５度ラウンド

制約条件を受ける河川橋等 …… 現地状況を踏まえ管理者と協議して決定

1．斜面変状及び断層変位が橋に及ぼす影響について、道路橋示方書Ⅴ耐震設計編１．４の規定のうち、構造計画をする際に考慮する「地形・地質・地盤条件」の中には、斜面変状及び断層変位も含まれることを明確化したものである。なお、ここでいう斜面変状及び断層変位とは、それぞれ以下を指す。

・斜面変状：地震などによって斜面の崩壊やゆるみに伴う地盤の変位が生じている状態

・断層変位：地震によって断層を境に地盤がずれることによって生じる変位

斜面変状及び断層変位が生じると考えられる場合の橋の構造計画及び橋の耐震設計に関して、特に留意すべき点は以下のとおりである。

イ．斜面変状が生じると考えられる場合の橋の構造計画及び橋の耐震設計に関する留意点

① 斜面変状の発生の有無・規模・範囲を推定するための山岳部における地形・地質・地盤調査

・架橋位置及び周辺斜面の災害履歴や地すべり土塊の分布、地層構成・地質構造などを調査する。

・平地部に比べて地盤構成が複雑である場合が多いため、調査位置や数量を増やすとともに、十分な調査深度を確保する。

・上記調査を踏まえ、支持層の長期的な安定性を適切に評価する。

② 斜面変状の種類・範囲とそれに応じた下部構造の設置位置、形式・形状の選定等（ⅰ，ⅱの順に検討し、ⅰ又はⅱ（ａ，ｂとも）を満たす）

ⅰ）斜面変状が生じると考えられる箇所への下部構造の設置を避ける。（基礎の直下の強度だけでなく、広い範囲の地層や亀裂等を調査して設置位置を選定）（**図９．２**参照）

ⅱ）やむを得ず斜面変状が生じると考えられる箇所に下部構造を設置せざるを得ない場合には、

ａ）通常橋を支持するには十分な強度を有していても、地震時に斜面変状が生じると考えられる層に基礎を支持させない。（基礎の直下の強度だけでなく、広い範囲の地層や亀裂等を調査して設置位置を選定）（**図９．３**参照）

ｂ）斜面変状に伴う作用に対して変形が生じにくいなど抵抗特性の優れた基礎形式・形状を選定する。（**図９．３**参照）

（なお、斜面変状が生じると考えられる箇所に下部構造を設置する場合、斜面安定施設による斜面安定対策は、道路土工構造物技術基準等に基づき別途実施。）

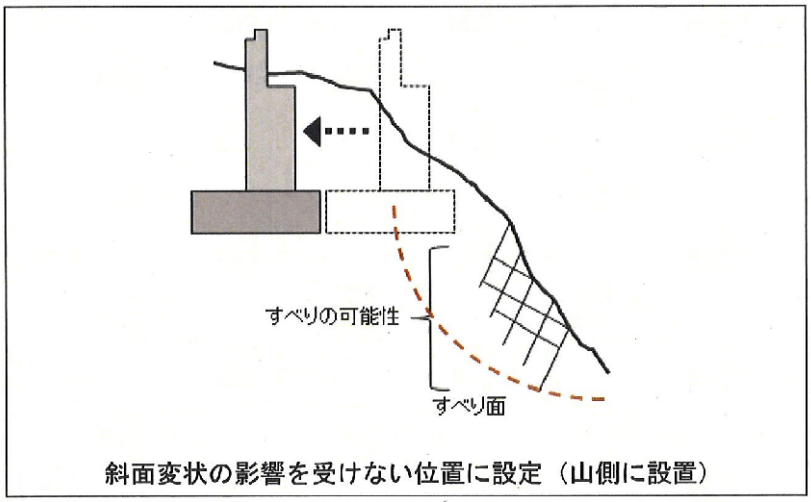


図９．２　下部構造の設置位置に関する留意点

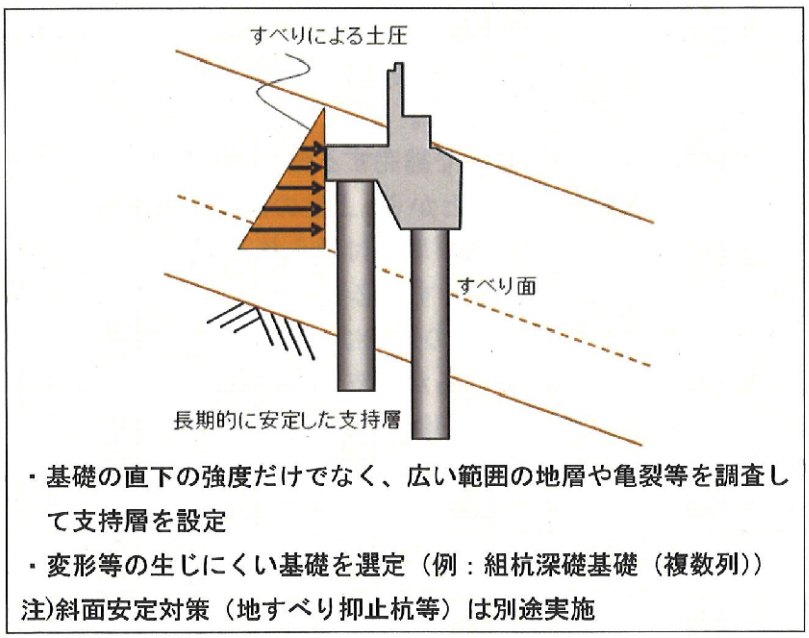


図９．３　基礎の支持層の設定及び基礎形式・形状の選定に関する留意点

ロ．断層変位が生じると考えられる場合の橋の構造計画及び橋の耐震設計に関する留意点

① 活断層の位置等の調査

・文献等に基づき、活断層の位置等を調査する。

② 橋の位置、橋梁形式・構造の検討（ⅰ，ⅱの順に検討し、ⅰ又はⅱを満たす）

ⅰ）活断層を避ける橋の位置となるよう計画する。

ⅱ）やむを得ずⅰ）によれない場合には、断層変位の影響を受けにくくするとともに、仮に断層変位の影響によって橋に機能的な損傷が生じても、できる限り早期に復旧することが可能な橋梁形式・構造の選定、下部構造の設置位置等に配慮する。その際、地質の専門家、橋梁の専門家の意見を踏まえ検討するのがよい。

２．橋梁形式の選定

≪　橋梁形式選定の手続き要領　≫

Ⅰ．本局事前確認

道路橋示方書にて設計する橋長 20m以上の橋梁を対象とし、橋梁形式選定の着手（橋梁予備設計業務契約後）にあたっては、橋梁形式選定手続き着手に係る本局事前確認書に計画平面図を添えて、本局審査の有無について、橋梁形式選定手続き事務局の事前確認を受けること。橋梁形式選定手続き事務局は**表９．３**のとおりとする。橋梁詳細設計業務にて一括で橋梁形式の選定を行う場合は、橋梁詳細設計業務契約後に事前確認を受けることとする。

Ⅱ．本局審査対象橋梁

道路橋梁（側道橋を含む）の設計にあたって、次に該当する橋梁構造を選定する場合は、橋梁形式選定伺に資料を添えて承認を得てから詳細設計を行うものとする。なお、本局審査対象橋梁以外の橋梁についても本要領に準じて経緯を明らかにしておくこと。

（１）下記諸元のいずれかに該当する橋梁

ア．橋長１３０m以上の橋梁

イ．支間長６０m以上の橋梁

ウ．３０m以上の高橋脚

（２）他の事業と関連する橋梁

ア．鉄道と交差する跨線橋

イ．高速自動車国道、直轄国道、または日交通量が１万台／日以上の道路と交差する跨道橋

ウ．河川改修と合わせて架設する橋梁（架け替えを含む）

（３）下記橋梁形式を採用するもの

ア．鋼橋

鋼少数鈑桁、鋼開断面箱桁、鋼細幅箱桁、合理化トラス

イ．コンクリート橋

橋台部ジョイントレス構造（ポータルラーメン橋、インテグラルアバット橋）、連続桁（セグメント方式）

ウ．複合構造

混合桁、波形鋼板ウェブＰＣ、複合トラス

エ．その他の特殊な構造の橋梁

斜張橋、吊橋、アーチ橋

※上記（１）～（３）以外で、判断が悩ましい橋梁の場合は、別途、道路工事課へ相談すること。

Ⅲ．手続きの時期

橋梁予備設計時とする。ただし橋梁予備設計を行わず、橋梁詳細設計と合わせて橋梁形式を選定する場合は、設計条件の確認時に実施すること。橋梁形式選定手続き完了後、決定した橋梁形式の変更が見込まれる場合は、変更内容や理由を整理し、必要となる手続きについて道路工事課へ相談すること。

Ⅳ．添付資料等

橋梁形式選定伺に添付する資料は次のとおりとする。

（１）位置図（１／50,000）

（２）平面図（１／1,000）

縦断面図（１／100、前後の縦平面線形、橋台、橋脚位置を明示）

（３）橋梁形式選定説明資料（「Ⅵ．橋梁形式選定説明資料作成手順」参照）

（４）比較案一般構造図（１／500 側面図、平面図、断面図、縦断図を一括して１案１葉とし橋長、支間長、幅員を明示する。なお、暫定施工となる場合は完成断面との関連を明確にしておく）

（５）地質調査資料

（６）その他

表９．３　橋梁形式選定の事務手続きフロー

事業区分	改築	交安・無電柱化	修繕
橋梁形式選定伺	事務所長　から　道路部長宛		
事務局（起案）	道路工事課　構造係	交通対策課　交通対策係	道路管理課　維持修繕係
審査	道路情報管理官		
	道路保全企画官		
	道路工事課長	交通対策課長	道路管理課長
	建設専門官	道路工事課　課長補佐	道路工事課　課長補佐
	計画第一係長	構造係長	構造係長
	道路工事課　課長補佐	道路構造保全官	道路構造保全官
	構造係長	維持修繕係長	維持修繕係長
	道路構造保全官	交通対策課　課長補佐	－
	維持修繕係長	交通対策係長	－
合　議	道路計画課長	道路計画課長	道路計画課長
	道路管理課長	道路工事課長	道路工事課長
承　認	道路部長　から　事務所長		

Ⅴ．橋梁形式選定フローチャート

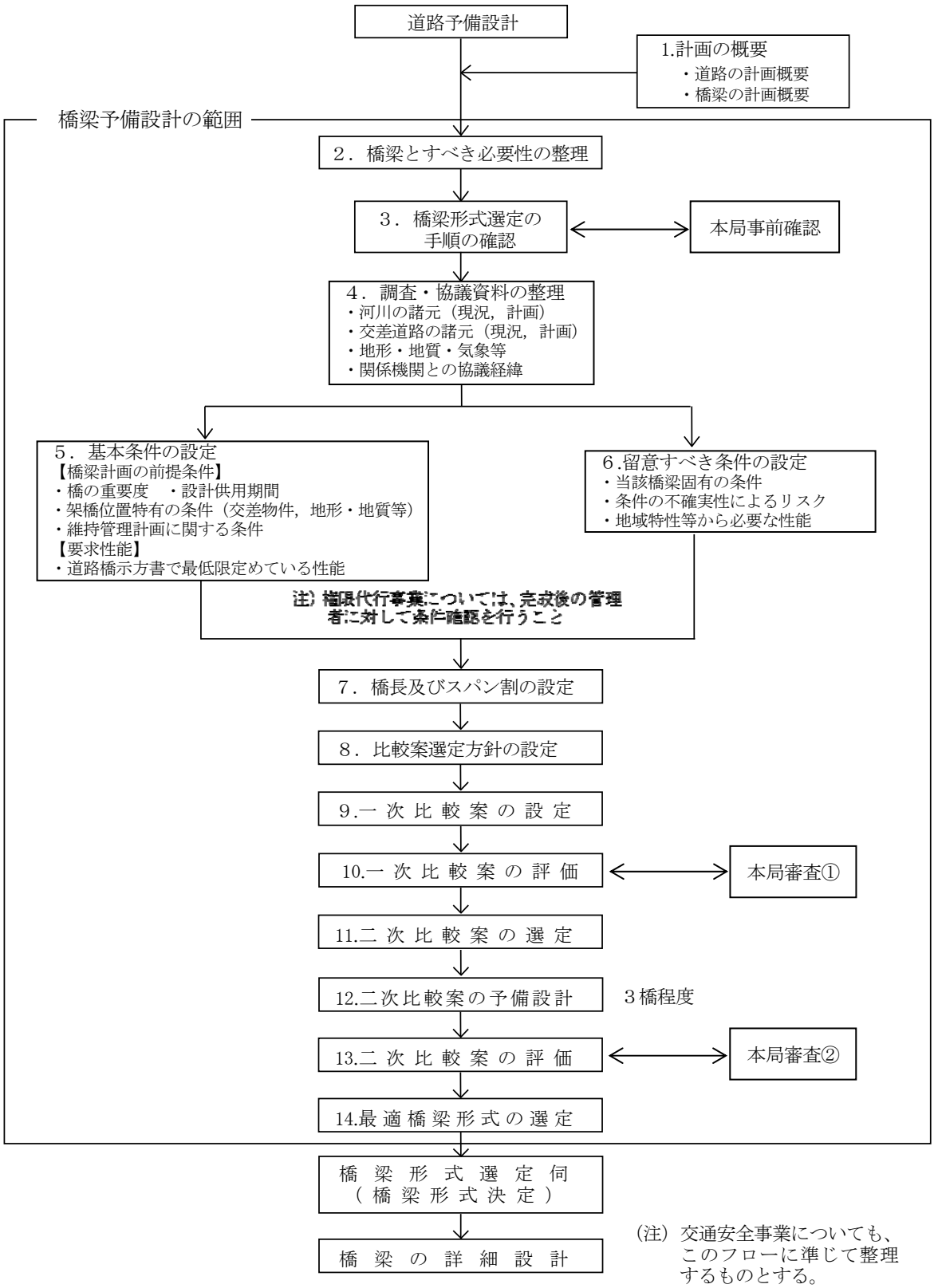


図９．４　橋梁形式選定フローチャート

Ⅵ. 橋梁形式選定説明資料作成手順

橋梁形式選定資料は次の手順に従い作成するものとする。

１．計画の概要

（１）道路の計画概要については、次の項目について整理する。

① 事業名　② 道路規格　③ 幅員構成　④ 計画交通量　⑤ 道路幾何構造　⑥ その他

（２）橋梁の計画概要について整理する。

① 橋梁名（仮称）　② 位置　③ 橋梁延長（概略）　④ 幅員構成　⑤ 幾何構造　⑥ 事業スケジュール

⑦ その他

イ．橋梁を含む道路の計画と当該橋梁の基本計画を明らかにする。

ロ．計画交通量は、現道拡幅事業や河川改修事業関連においても、将来計画交通量を明確にする。

２．橋梁とすべき必要性の整理

（１）高架橋・跨線橋・跨道橋・避溢橋等の場合は「橋梁とすべき必要性」及び「概略橋梁延長」について整理する。

（２）橋梁前後区間の土工部を含めた盛土形式と橋梁形式との経済比較を実施すること。

イ．「橋梁とすべき必要性」では河川を横過する橋梁を除き、下記要件を整理する。

① 高架橋の場合：バイパス事業等による関係地域の生活環境の変化（日照権、景観性の欠如等）や地域環境の変化（地域分断、生活関連道路の付替等）等を合わせて整理。

② 跨線橋及び跨道橋の場合：管理者との協議経緯、従道路等の将来計画を考慮した交差点設計、橋長と中央支間長のバランス。

③ 避溢橋の場合：過去の洪水履歴、避溢に必要な幅員（予測洪水量)、地元の意見等の整理。

ロ．高架橋では上記要件を整理するとともに、経済性についても整理する。

３．橋梁形式選定の手順の確認

・フローチャートに基づき、与えられる条件で橋梁形式選定の手順を示す。

４．調査・協議資料の整理

（１）河川橋梁は、河川の諸元を次の項目について整理する。

① 現況断面　② 計画高水量　③ 計画高水位　④ 桁下余裕高　⑤ 堤防構造

⑥ 低水敷・高水敷の区分の有無　⑦ 改修計画断面　⑧ 計画河床勾配　⑨ 最深河床　⑩ その他

（２）跨線橋、跨道橋、避溢橋その他の高架橋は次の項目について整理する。

① 交差する鉄道、道路の現況幅員および建築限界　② たん水等の流下断面　③ 確保すべき空間（断面）

④ 整備計画がある場合は計画内容　⑤ その他

（３）地形、地質の概要について整理する。

① 地形、地質は特に重要な要因であることから、既存資料等を可能な限り収集する。

②地質概要を把握するため、想定される下部工各１カ所程度の地質ボーリングを実施する。

（４）各関係機関との協議経緯及び結果について整理する。

イ．説明資料は、項目別に整理するとともに概略図等で分かり易く説明する。

ロ．河川橋梁について

① 現況平面及び断面：実測平面図（１/100～１/500 程度）及び横断測量図（１/50～１/500）とする。

② 計画高水量・高水位及び改修計画断面等の取り扱い

ａ．工事実施基本計画に基づき、直轄河川では河川改修計画で、又補助河川は河川改良工事全体計画で計画する。

ｂ．上記計画のない河川は、管理者との協議により決定する。

③ 計画河床勾配及び最深河床について

ａ．管理者が実施している河床変動調査（河川横断測量）に基づき、決定する。

ｂ．上記以外の河川は、河川横断測量（50ｍ～100ｍ）を上下流 250ｍ～500ｍ程度実施して、決定する。

ハ．跨線橋、跨道橋、避溢橋その他の高架橋について

① 現況平面及び断面：実測平面図（１/100～１/500 程度）及び横断測量図（１/50～１/500）とする。

② 他事業者の計画について

ａ．跨線橋の場合　：・増線計画及び電化計画の有無

・施工者の確認（下部工：国土交通省、上部工：ＪＲ○○）

※委託範囲は国土交通省にて施工(製作含む)が不可能な範囲のみを基本とする。

※下部工等が鉄道敷地に設置される場合は、鉄道用地の買収又は無償借地の手続きが必要となる。

・近接施工等の施工上の制約条件の有無。

ｂ．跨道橋の場合　：・都市計画、暫定計画、将来計画等の有無。

・立体交差の中央径間は、従道路との平面交差計画に基づき計画する。

ｃ．避溢橋等の場合：・地域分断等へ配慮した高架橋は、地元協議の経緯を踏まえて整理。

③ 跨線橋、跨道橋では維持管理の作業空間を確保する必要がある。そのための管理者協議では作業空間の決定根拠を整理（国土交通省が必要とする空間と相手管理者が要求する空間を整理）

ニ．地質概要の把握について

① 当該区間の地質把握のため、想定される下部工に各１カ所程度の地質ボーリングを実施する。なお、長大橋梁の場合や地盤状況が複雑な場合は、適切な橋梁形式選定が行えるよう地質ボーリングを追加して実施する。

② 杭基礎の必要な橋梁では、必要に応じて水平方向地盤反力係数、地盤液状化の判定に必要な調査を実施する。

５．基本条件の設定

（１）基本条件として、橋梁計画の前提条件及び要求性能を以下の通り設定する。

（２）前提条件

１）橋の重要度は、**「９－２－２　橋の重要度」**により設定する。

２）設計供用期間は、**「９－２－３　設計供用期間」**により設定する。

３）架橋位置特有の条件を設定する。

ⅰ）河川橋梁は、「河川管理施設等構造令」等から次の項目について整理する。

① 基準径間長　② 河積阻害率　③ 斜角、食込み角度及び食込み幅　④ 橋脚根入れ深さ

⑤ 区間毎（低水敷・高水敷）の必要径間長　⑥ 流心方向　⑦ 橋脚設置可能範囲

⑧ 船舶関係からの航路空間等　⑨ その他

ⅱ）跨線橋、跨道橋、避溢その他の高架橋は次の項目について整理する。

① 交差方式　② 必要径間長（中央支間長）　③ その他

ⅲ）その他の制約条件を整理する。

① 地形・地質（地すべり、軟弱地盤、液状化、断層等）　②周辺状況（民家、支障物件等）

③ その他（関係機関との協議結果、地元要望、景観条例等）

４）維持管理に関する条件を設定する。

（３）要求性能

道路橋示方書で最低限定めている性能を設定する。

① 耐荷性能　② 耐久性能　③ その他必要な性能

イ．説明資料は、項目別に整理するとともに概略図等で分かり易く説明する。

ロ．「河川管理施設等構造令」に基づいて整理する河川橋梁について

① 基準径間長：規則第 28 条「主要な公共施設に係る橋」に基づいて、計画する。

② 河積阻害率： 原則 5%以内とする。橋の構造上やむを得ない場合は 6%以内とする。

③ 橋脚根入深さ：ａ．低水敷（ｈ≧2.0m）及び高水敷（ｈ≧1.0m）とする。

ｂ．河川条件（管理者）により変更する場合は、その根拠を明確にする。

④ 航路空間等：関係管理者とは文書確認とする。

ハ．跨線橋、跨道橋、避溢橋その他の高架橋について

① 交差施設（交差点設計）からの設計条件の整理、検討する。

② 経済性等からの高架構造とすべき区間の整理、検討する。

6．留意すべき条件の設定

（1）当該橋梁固有の条件を設定する。

① 環境影響　② 景観条例　③ 漁業権　③ 交通特性　④ 気象状況　など

（2）設定した条件の不確実性によって構造形式や構造諸元が大きく影響を受ける項目をリスクとして設定する。

① 標準的な調査設計施工によっても払拭できない不確実性

② 橋梁計画の前提条件で、計画時点での限定された情報量等による不確実性

（3）地域特性等から必要な性能を設定する。

① 維持管理の確実性及び容易さ　② 施工の確実性及び容易さ　③ 景観性　④ 環境性　など

イ．留意すべき条件とは、基本条件以外で、特に構造上、配慮すべき条件のことであり、設定した条件は一次比較及び二次比較の評価に反映させることとなる。

ロ．設定したリスクは、事象の発生する可能性・頻度と影響に応じて評価を行い、比較の評価に反映させる。なお、設計、施工、供用の期間において事象が発生する頻度が大きく、また、その事象が発生したときの影響（対応に必要な予算や期間、社会に与える影響等）が大きい場合は、比較案を選定する上での前提条件として再設定する。

一般に以下に示す不確実性について検討するものとする。

①標準的な調査設計施工によっても払拭できない不確実性

・新しい材料、新しい工法など新技術による不確実性

・災害による不確実性

②橋梁計画の前提条件で、計画時点での限定された情報量等による不確実性

・関係機関との協議の不足による不確実性（ＪＲ施工が必要な場合等）

・調査の不足による不確実性

ハ．塩害対策、防音壁の設置等その橋梁固有な施工条件、現場条件等について、特に留意すべき条件がある場合は整理、検討する。

7．橋長及びスパン割の設定

（1）橋台位置の設定では、盛土高・背面地盤条件等を勘案のうえ、決定するものとする。

（2）スパン割の設定では、橋脚設置可能位置等のコントロールポイントを設定のうえ、橋種毎の最適スパン割を設定する。

イ．橋台位置の設定について

① 橋台形式・前後区間の盛土高・構造物形式・地盤条件等を比較・検討して、設定する。

② 比較・検討では、Ｌ．Ｃ．Ｃ．を考慮した経済比較の他、施工性や周辺環境への影響等を総合的に評価する。

③ 跨線橋、跨道橋、避溢橋等の高架橋では、橋台背面の盛土費用（軟弱地盤処理を含む）、橋梁の建設費用及び用地費等を含めた総合的な経済比較（グラフ比）で決定する。

ロ．橋脚位置の設定について

① 高架橋の場合：交差する道路の計画を把握し、橋台・橋脚設置可能位置を選定する。

② 河川橋梁の場合：橋脚位置決定の根拠を概略図等で判りやすく表現する。

ハ．スパン割について

① 高架橋の場合：　ａ．最適スパン割は、複数案のスパン割を検討の上、決定する。

※最適スパン割の決定根拠をその前後のスパン割から説明する。

ｂ．複数の橋種を検討する場合についても、ａ．と同様の手続きとする。

② 河川橋梁の場合：ａ．最適スパン割は、基準径間長を基に複数案のスパン割を検討の上、決定する。

※最適スパン割の決定根拠をその前後のスパン割から説明する。

ｂ．複数の橋種を検討する場合についても、ａ．と同様の手続きとする。

8．比較案選定方針の設定

（1）４、５および６の条件に基づき、選定方針を整理する。
（2）比較案設定の留意事項および視点について整理する。

イ．調査・協議資料、基本条件及び留意すべき条件等を整理する。

ロ．整理された条件に基づき、比較案の選定方針を設定する。

ハ．選定方針の設定では、下記項目を参考に整理する。

① 鉄道、河川等には可能な限り直交させ、斜角を付ける場合でも通常 70°以上、やむを得ない場合でも 60°以上とする。

② 北陸地方整備局管内は、積雪寒冷地であることから以下の橋種は極力選定しない。

ａ．冬期の落雪 ―――――― 下路形式の橋梁

ｂ．路面凍結 ―――――― 鋼床版

③ 高耐久性床版（ＰＣ床版・鋼コンクリート合成床版）を用いた少数主桁橋等は、コスト縮減効果、交通規制の可否など、一定の条件を満たす場合にのみ採用する。

（詳細は**「９－４－１　上部工形式の選定」**を参照）

④ 単純形式は極力避け、連続形式を選定するものとする。

⑤ 鋼橋の選定では「鋼道路橋設計ガイドライン」による。

⑥ コンクリート橋の選定では「コンクリート橋のプレキャスト化ガイドライン」による。

⑦ 耐候性鋼材は、塩害の影響や架橋地点の地形条件等、環境条件に対する適合性が確認できる場合に採用することができる。

⑧ 採用可能なコスト縮減施策は、積極的に採用する。

⑨ 工事発注ロットを考慮する。

9．一次比較案の設定

（1）選定方針及び橋梁規模等に基づき、一次比較案として 10 橋種程度を適切に設定する。
（2）下部工、基礎工についても複数案を経済比較のうえ下部工形式及び基礎形式を決定する。

イ．選定方針に沿う橋種は原則としてすべて選定する。なお、選定橋種とはその橋種における最適径間数をもって１案とし、径間数、下部工形式、基礎形式の違いは橋種の違いに含まない。

（設定例：径間数の場合）
案－１　５径間連続鋼鈑桁
◎案－２　４径間連続鋼鈑桁

※ 設定例では、経済性から最適径間の第２案「４径間連続鋼鈑桁」を一次比較案とする。

ロ．コンクリート橋の形式選定にあたっては、プレキャスト化の可能性検討も行うものとする。

ハ．一次比較案を設定する場合、設計条件により、10 橋種程度の設定が困難な場合は、この限りでない。（10 案とする必要はない。）。

ニ．一次比較案の設定において、特に重要と思われる事項は局担当課と協議する。

ホ．下部工、基礎工についても複数の形式、杭種、杭径を設定し、経済比較を行い決定する。

10．一次比較案の評価

（1）次の評価項目別に評価を行い一覧表に整理する。各々の評価は、構造上の配慮事項としての達成状況を優劣で評価する。

① 経済性　② 構造性　③ 施工性　④走行性　⑤ 環境への適応性　⑥ 維持管理面

（2）総合評価により順位を付ける。

イ．工事費は既存データから単位当たり鋼重と単位当たり単価より算出する程度の精度とする。

ロ．比較案の設計精度は、橋梁概略設計程度とする。（概略設計とは、経験および既存の文献、資料等に基づき行う設計。）

ハ．一覧表は、**表９．５**を参考に作成する。

ニ．総合評価は、留意すべき条件（当該橋梁固有の条件や条件の不確実性によるリスク、地域特性等から必要な性能といった留意すべき条件）を勘案し、各々の評価項目及び評価項目のウェイト付けから評価する。評価項目及び配点等については、理由を明確にする。

（配点例）

（a）評価項目の配点は、100 点満点で次を目安とする。

① 経済性　40～50 点　② 構造性　10～15 点　③ 施工性　10～15 点　④ 走行性　０～５点

⑤ 環境への適応性　0～5 点　⑥ 維持管理面　20～25 点

表９．４　評価項目と評価のポイント

評価項目	評価のポイント
①経済性	設計供用期間のライフサイクルコスト（LCC）を評価する。
②構造性	不確定要素に対する柔軟性や構造上の補完性や代替性を評価する。
③施工性	全体工程の他、施工の確実性や容易さ、生産性の向上を評価する。
④走行性	使用性能や走行安全性を評価する。
⑤環境への適応性	振動･騒音等の環境性や景観等、周辺環境への影響を評価する。
⑥維持管理面	維持管理の確実性や容易さを評価する

（b）評価の方法

① 経済性

１　　位　――――　最大値（40～50 点）

２位以降　――――　最大値 －［(当該案の工事費／１位案の工事費－１）×　最大値］

② 構造性～⑥ 維持管理面

良　い　――――――　最大値

中　間　――――――　最大値×１／２

悪　い　――――――　０

評価は、相対評価で行うものとし、必ずしも３段階評価に限定するものではない。

ホ．評価にあたっては、次の視点を参考に評価を行い、どの視点に基づき評価したかを明確にしておくこと。

① 経済性　・ライフサイクルコスト（建設費＋維持管理費）

なお、ライフサイクルコストの算出は次の資料等を参考として行うとよい。

＊土木研究所資料 第3506号「ミニマムメンテナンス橋に関する検討」、平成９年６月

＊共同研究報告書 整理番号第273号「ミニマムメンテナンスＰＣ橋の開発に関する共同研究報告書(Ⅰ)」-ライフサイクルコスト算出手法に関する検討-、平成13年３月

＊「鋼橋上部工基本計画検討資料」（一社）日本橋梁建設協会〔廃版〕

＊「鋼橋ライフサイクルコスト 新しい命題への第一歩」（一社）日本橋梁建設協会〔廃版〕

＊「鋼道路橋計画の手引き」（一社）日本橋梁建設協会、2008.11

＊「鋼道路橋の工事費実績」（一社）日本橋梁建設協会

＊「PC橋のライフサイクルコストと耐久性向上技術」

（一社）プレストレスト・コンクリート建設業協会、2005.5

② 構造性
- 構造の一般性（実績の有無）
- 現場条件の変更に対する柔軟性
- 構造全体としての補完性又は代替性等
- 施工品質の確認の確実性及び容易さ（施工段階の安全性、品質確保）
- 性能低下後の復旧性

③ 施工性
- 供用までの全体工期（事業全体スケジュール）
- 施工時期の制約、影響度
- 暫定施工となる場合の二期線の施工法
- 技能労働者の確保
- 一般工法あるいは特殊工法等の信頼性・施工時の安全性
- 現場の施工期間

④ 走行性
- 連続桁等により伸縮継手数を極力減らす
- 冬期の走行の安全性（路面凍結、落雪への配慮）

⑤ 環境への適応性
- 騒音、振動、水質汚濁等の周辺環境への影響
- 橋体としての美観及び周辺環境との調和

⑥ 維持管理面
- 補修の難易（想定される損傷の補修方法が一般的か、代替路の必要性等）
- 補修の頻度（想定する補修の回数、定期的なメンテナンスの必要性等）
- 冬期管理への配慮（除雪の容易さ、凍結防止材の影響等）
- 交差物件等の制約条件（補修時の施工時間、施工ヤード、交通規制、外部機関委託等）
- 定期点検の確実性及び容易さ（近接点検の方法、点検の動線、制約等）

11. 二次比較案の選定

（1）一次比較案の評価結果により、原則として上位から３案程度を選定する。

（2）二次比較案の選定橋種について、選定の主旨と理由を明確にする。

イ．原則として上位から３案程度とするが、一次比較案の段階では、上部工・下部工・基礎工の関連が的確に把握できないことから、鋼橋とコンクリート橋の両タイプを選定しておくことが望ましい。

ロ．二次比較案の選定にあたっては、原則として担当課と協議する。

ハ．跨線橋は工事やメンテナンスを他機関へ委託するため、点数だけでは選定できない要素がある場合も想定される。このように点数だけの評価が困難な橋梁形式を、上位３案以外で二次比較案に選定する場合は、その特有の設計条件や選定経緯等について、**表９．５**（様式－１）とは別途、理由を明確にしておくこと。

12. 二次比較案の予備設計

二次比較案について橋梁予備設計を行う。

イ．二次比較案の評価を適正に行うため、与えられた条件により、上部工・下部工及び仮設工について予備設計を行う。なお、比較一般構造図は１案１葉とする。

① 上部工 ―― 支間割、主桁配置等を想定し、主要点（主桁最大曲げモーメント又は、軸力の生じる箇所等）の概略応力及び概略断面検討を行い、支間割、主桁配置、主構を決定するほか、構造決定に必要な検討を行い、概略数量及び概算工事費を算出する。

② 下部工 ―― 上部工・二次比較案から基礎工の形式規模を想定し、概略応力計算および安定計算を行い、概略数量及び概算工事費を算出する。

③ 仮設工 ―― 土留、締切り、仮橋等及び仮設工法の間接工事が必要な場合は、概略応力計算を行い、概略数量及び概算工事費を算出する。

ロ．下部工施工位置において、必要数のボーリング調査を行い、地質を十分把握しておく必要がある。

13. 二次比較案の評価

（1）比較案について、一次選定と同様に次の項目別に評価を行い一覧表に整理する。各々の評価は、構造上の配慮事項としての達成状況を優劣で評価する。

① 経済性　② 構造性　③ 施工性　④ 走行性　⑤ 環境への適応性　⑥ 維持管理面

（2）各種要因、社会経済情勢等も考慮し総合的に評価し最良案を選定する。

イ．一覧表は、**表９．６**を参考とする。

ロ．総合評価は画一的ではなく個別に判断することも必要である。また、一次比較と同様、留意すべき条件（当該橋梁固有の条件や条件の不確実性によるリスク、地域特性等から必要な性能といった留意すべき条件)）を勘案し、各々の評価項目及び評価項目のウェイト付けから評価する。

(配点例)

（a）評価項目の配点は、100 点満点で次を目安とする。

① 経済性　40～50 点　② 構造性　10～15 点　③ 施工性　10～15 点　④ 走行性　０～５点

⑤ 環境への適応性　０～５点　⑥ 維持管理面　20～25 点

（b）評価の方法

① 経済性

１　　位 ――― 最大値（４０～５０点）

２位以降 ――― 最大値 －［(当該案の工事費／１位案の工事費－１）× 最大値］

② 構造性～⑥ 維持管理面

良　い ――― 最大値

中　間 ――― 最大値×１／２

悪　い ――― ０

評価は、相対評価で行うものとし、必ずしも３段階評価に限定するものではない。また、どの様な視点から評価を行ったかを項目毎に明確にしておくこと。

ハ．建設費の算定は、特に直接工事費に加え、現場作業日数による仮設資機材の損料や交通安全誘導員など、積みあげ可能な間接工事費用を考慮する。

ニ．全体工程は、概略の工事工程表を作成し定量的に評価する。

ホ．生産性の向上や施工の確実性・容易さは、現場施工の期間や必要な技能労働者等により可能な限り定量的に評価する。

ヘ．環境への適応性は、振動・騒音の影響度合いや水質汚濁の恐れがある期間等により可能な限り定量的に評価する。

作成例

様式-1　一次橋梁形式選定（その　　）

比較案		側断図	断面図	概算工事費 評価項目		評価項目に対する評価の視点・所見	総合評価
案	橋種						
第 案				工事費（百万円）	上部工 （ /㎡） 下部工 維持管理費 合計		
				評価項目	①経済性		
					②構造性		
					③施工性		
					④走行性		
					⑤環境への適応性		
					⑥維持管理面		
第 案				工事費（百万円）	上部工 （ /㎡） 下部工 維持管理費 合計		
				評価項目	①経済性		
					②構造性		
					③施工性		
					④走行性		
					⑤環境への適応性		
					⑥維持管理面		
第 案				工事費（百万円）	上部工 （ /㎡） 下部工 維持管理費 合計		
				評価項目	①経済性		
					②構造性		
					③施工性		
					④走行性		
					⑤環境への適応性		
					⑥維持管理面		

表９．５　一次橋梁形式選定表

作成例

様式-２　二次橋梁形式選定

比較案 案	比較案 橋種	側　断　図	断　面　図	概　算　工　事　費（百万円・千円）	評価項目に対する評価の視点・所見		総合評価
第１案				上　部　工 橋体工 橋面工 小　計　（　/㎡） 下　部　工　※躯体と基礎工に区分 A1橋台 ～ P1橋脚 ～ 仮　設 小　計 維持管理費 ﾗｲﾌｻｲｸﾙｺｽﾄ　合　計	①経済性		
					②構造性		
					③施工性		
					④走行性		
					⑤環境性		
					⑥維持管理面		
第２案				上　部　工 橋体工 橋面工 小　計　（　/㎡） 下　部　工　※躯体と基礎工に区分 A1橋台 ～ P1橋脚 ～ 仮　設 小　計 維持管理費 ﾗｲﾌｻｲｸﾙｺｽﾄ　合　計	①経済性		
					②構造性		
					③施工性		
					④走行性		
					⑤環境性		
					⑥維持管理面		
第３案				上　部　工 橋体工 橋面工 小　計　（　/㎡） 下　部　工　※躯体と基礎工に区分 A1橋台 ～ P1橋脚 ～ 仮　設 小　計 維持管理費 ﾗｲﾌｻｲｸﾙｺｽﾄ　合　計	①経済性		
					②構造性		
					③施工性		
					④走行性		
					⑤環境性		
					⑥維持管理面		

表９．６　二次橋梁形式選定表

９－２－８　関連協議

１．道路協議

道路と交差する橋梁は、道路管理者との協議に基づく必要条件を充足する他、事前に確認すべき主な事項は次のとおりである。

（１）道路現況（道路規格、道路幅員、建築限界、縦横断等）

（２）道路将来計画（都市計画決定の有無、歩道の有無等）

（３）埋設物件

また、主な協議事項は次のとおりである。

イ）　橋長、支間長　ロ）　橋台、橋脚位置　ハ）　基礎根入れ深さ　ニ）　桁下高

ホ）　付替道路（迂回路含む）　ヘ）　施工方法（防護方法を含む）

２．河川協議

河川を横過する橋梁は、河川管理者との協議に基づく必要条件を充足するとともに構造上安定であり、経済的で施工性のよいものでなければならない。

河川占用協議に先立ち確認すべき主な事項は次のとおりである。

（１）河川現況（横断形状寸法、高さ、高水流量、高水位等）

（２）河川改修計画の有無

（３）流下方向、計画断面寸法、高さ、計画高水流量、計画高水位、河床勾配、管理用道路等

（４）施工可能期間等の施工条件

また、主な協議事項は次のとおりである。

イ）　径間長　ロ）　橋台の位置および底面高　ハ）　橋脚形状、河積阻害率およびフーチング根入れ高

ニ）　けた下余裕高（橋脚に検査路を設ける場合は、検査路がけた下余裕高以上となるよう計画すること。なお、やむを得ず計画高水位以上でけた下余裕高未満に設置する場合は、検査路の手すりを着脱できる構造とすること。）

ホ）　管理用通路　ヘ）　護岸　ト）　堤内地の堤脚付近に設置する工作物の位置等（2Hルール）

３．鉄道協議

鉄道と交差する場合、鉄道管理者との協議に基づく必要条件を充足する他、事前に確認すべき事項は次のとおりである。

（１）鉄道現況（線路種別、線路等級、軌道幅、建築限界、レール高、車両限界、電化の有無等）

（２）改良または線増計画

また、主な協議事項は、次のとおりである。

イ）　橋梁形式　ロ）　橋長、支間長　ハ）　橋台位置　ニ）　根入れ深さ　ホ）　桁下高

ヘ）　施工計画（鉄道施設移設、鉄道防護工等）　ト）　工事委託の有無　チ）　監督員派遣等

リ）　防護柵

４．その他

その他の関連施設として、空港、漁港、送電線、電波施設および都市計画等があり、各々の対象法律によって規制条件が定められているので、路線全体としての協議をするとともに、橋梁計画の場合にも必要な調査を行う必要がある。

１．法律に決められている地域を通過する場合は、計画および工事等の制限を受けるため、路線全体として協議が必要である。

それらの関連公共地域の例を以下に示す。

表９．７　主な関連公共地域と適用法

主な関連公共地域	適　用　法（主　な　事　項）
河川保全区域、河川予定地	「河川法」（第 18、24、26 条）
砂　防　指　定　地	「砂防法」（第４条）
海　岸　保　全　地　域	「海岸法」（第７、８条）
自 然 環 境 保 全 地 域	「自然環境保全法」（第 14、17、22 条）
国 立 公 園 、 国 定 公 園	「自然公園法」（第 17、18、20 条）
埋蔵文化財を包蔵する地域	「文化財保護法」
地 す べ り 防 止 地 域	「地すべり等防止法」、「急傾斜地崩壊による災害の防止に関する法律」（第 3、7 条）

２．「河川管理施設等構造令」および同施行規則によるものとし、協議にあたっては、「河川管理施設等構造令」および同施行規則を十分理解し、実施する必要がある。

９－２－９　比較設計のフロー

比較設計は、**図９．５**に示す橋梁の比較設計のフローチャートにしたがって実施する。

図９．５のフローチャート内の各項目については以下のとおりである。

（１）径間長から上部工の反力、概算工事費を求める。

（２）橋台、橋脚を選定し底版下面に作用する外力、下部工の概算工事費を求める。

（３）基礎工種、数量、概算工事費を求める。

（４）取付盛土部の工事費を求める。この場合、擁壁費、盛土費、軟弱地盤対策費等も求める。

（５）用地費、維持管理費を求める。（１～５を各検討ケースにつき求める。）

以上の各検討ケースでの経済比較を行う。

（６）施工性、維持管理、走行性、景観等を総合的に判断し形式を決定する。

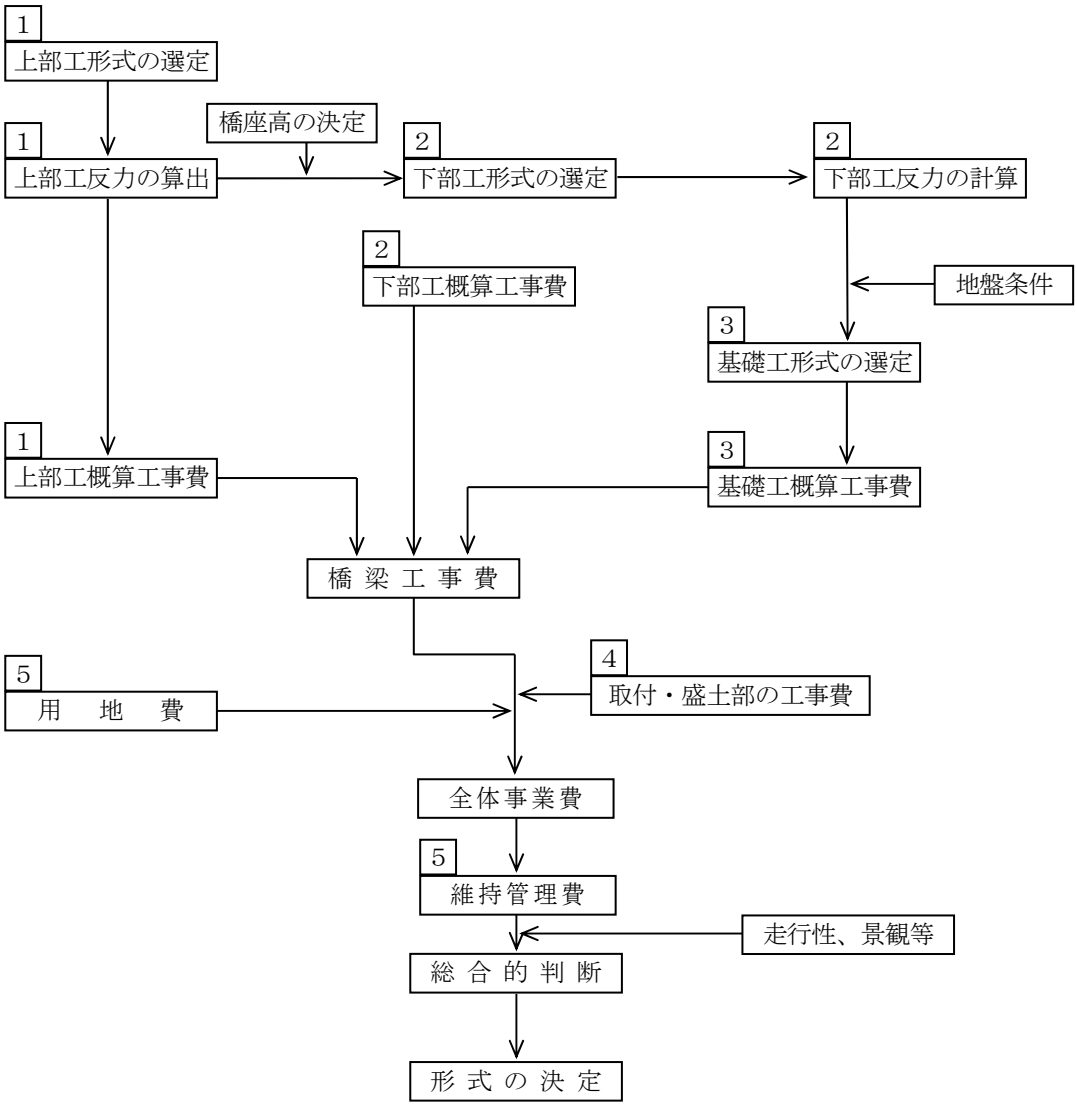


図９．５　橋梁の比較設計のフローチャート

９－２－１０　荷重一般

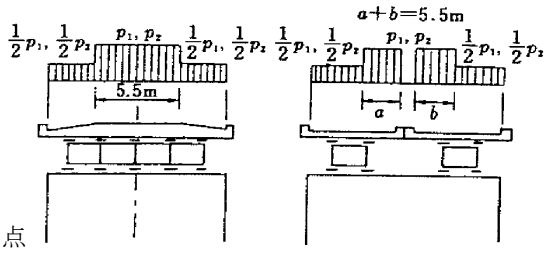
１．設計にあたっては、「道路橋示方書Ⅰ共通編」表-解３．１．１に示す作用（荷重または影響）を考慮する。

２．活荷重（Ｌ荷重）の載荷方法は次のとおりとする。

（１）中央分離帯には原則として活荷重は載荷しない。

（２）主載荷荷重幅（5.5m）は可分なものとして、考えている点または部材にもっとも不利となるように載荷する。

（３）上下線が別々な構造の場合は、上部構造は上下線それぞれ主載荷荷重幅 5.5m、下部構造は上下線主載荷幅合計 5.5m（**図９．６**参照）とする。



上部構造一体形　　上部構造分離形

(a) 一般的な載荷方法

図９．６　下部構造の活荷重載荷方法

３．舗装荷重

車道部における舗装荷重は、鋼床版、ＲＣ床版、ＰＣ床版とも施工厚 80㎜ 施工余裕厚 20㎜ を見込み 100㎜ とする。なお、特殊な橋梁については別途考慮する。

４．雪荷重

（１）除雪される橋梁

圧雪 150㎜程度に相当する荷重（圧雪荷重）を載荷させるものとし、荷重の大きさは１kN/m^{2}の等分布荷重とする。

（２）除雪されない橋梁

地域の積雪特性に応じ、次式で算定される等分布荷重（積雪荷重）を載荷する。

qs＝　γs×Hs（kN/m^2）

ここに　qs：積雪荷重（kN/m^2）

γs：積雪の単位重量（kN/m^3）

Hs：設計積雪深（m）

（３）地震時に考慮する雪荷重

従来、地震時（レベル１地震動、レベル２地震動）においては、雪荷重および圧雪荷重の１／２を死荷重として扱い設計を行うこととしていたが、道示Ⅰ共通編 表-３．３．１に準じ、変動作用支配状況におけるＤ＋ＴＨ＋ＥＱの組合せにのみ雪荷重による地震の影響を考慮する。この場合、ＥＱ算出時のγp（荷重組合せ係数）は0.5、γq（荷重係数）は1.0となる。なお、偶発作用支配状況におけるレベル２地震動との組合せには雪荷重による地震の影響は考慮しない。

５．歩道除雪車荷重

歩道幅員が２m以上の側道橋等は、除雪車荷重による照査を行わなければならない。除雪車荷重の大きさは、65kN/台を標準とし、１橋につき１台を載荷させる。

６．遮音壁荷重

高架橋等で将来の騒音対策上、遮音壁を設置する見込みのある場合は、あらかじめ遮音壁荷重を見込む。設計は本要領により行う。

７．衝突荷重

防護柵に作用する衝突荷重は、「防護柵の設置基準・同解説」（平成 28 年 12 月）並びに「車両用防護柵標準仕様・同解説」（平成 16 年 3 月）によるものとし、防護柵の種別に応じて設定する。

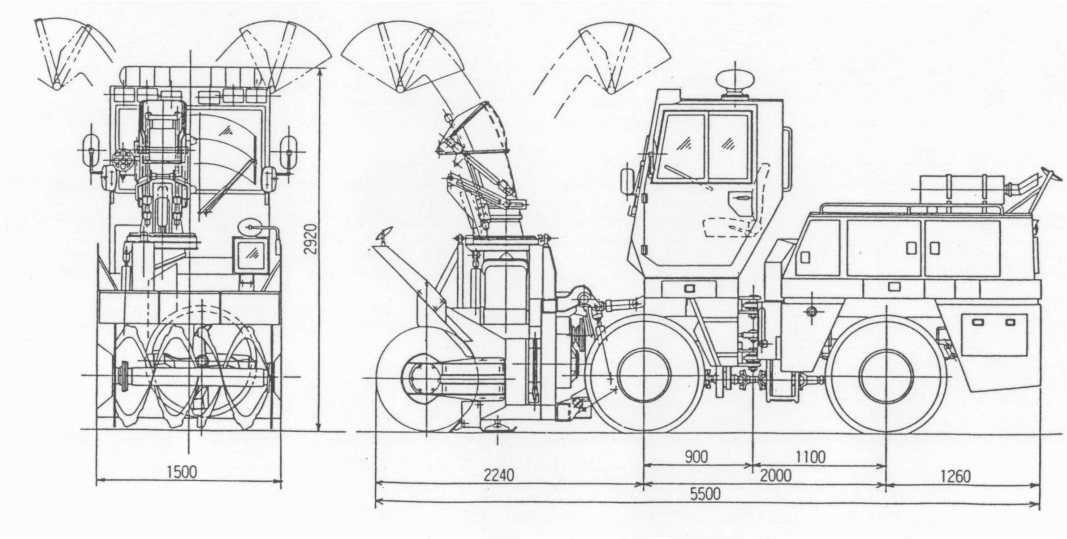
４．除雪されない橋梁の設計積雪深（Hs）は、過去の積雪を考慮して決めなければならないが、一般に 10 年確率再現値とする。再現値は、**本要領第１章　図１．２、図１．３**参照。

積雪の単位重量（γs）は、積雪深、気象条件、観測時期、雪質等によって異なるが、実測値や資料が得られない場合は、建築荷重基準に基づき最大積雪深４ｍまでは3.5 kN/m^{3}とし、４ｍを超え７ｍまでは4.5 kN/m^{3}とする直線補間で求めることができる。

表９．８　積雪荷重

積雪深（m）	5	6	7
密度（kN/m^3）	３．８	４．２	４．５

５．除雪車荷重の諸元を**図９．７**に示す。



前輪荷重　40kN

後輪荷重　25kN

総 重 量　65kN

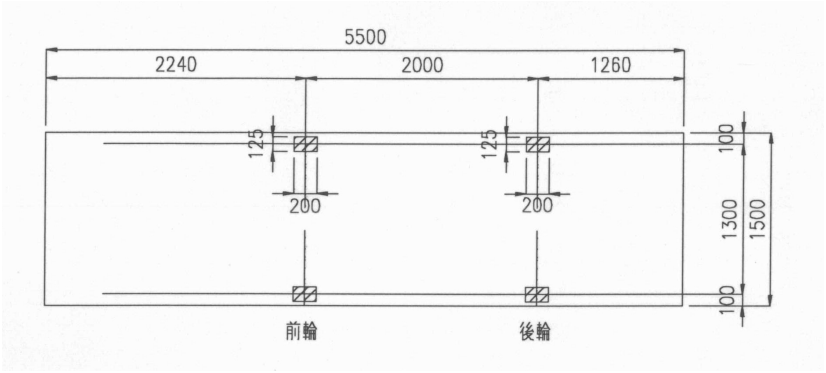


図９．７　歩道除雪車諸元

９－２－１１　橋の耐荷性能

１．橋の耐荷性能の設計においては(1) から(3) の異なる３種類の状況を考慮する。

（１）永続作用による影響が支配的な状況（永続作用支配状況）

（２）変動作用による影響が支配的な状況（変動作用支配状況）

（３）偶発作用による影響が支配的な状況（偶発作用支配状況）

表９．９　作用の区分の観点

作用の区分	作用の頻度や特性	例
永続作用	常時又は高い頻度で生じ，時間的変動がある場合にもその変動幅は平均値に比較し小さい	構造物の自重，プレストレス，環境作用等
変動作用	しばしば発生し，その大きさの変動が平均値に比べて無視できず，かつ変化が偏りを有していない	自動車，風，温度変化，雪，地震動等
偶発作用	極めて稀にしか発生せず，発生頻度などを統計的に考慮したり発生に関する予測が困難である作用。ただし、一旦生じると橋に及ぼす影響が甚大となり得ることから社会的に無視できない	衝突，最大級地震動等

２．設計供用期間中に生じることを考慮する橋の状態は、道路橋示方書Ⅰ共通編２．２による。

３．橋の耐荷性能は、道路ネットワークにおける路線の位置付けや代替性、架橋位置や交差道路との関係等を勘案し、耐荷性能１又は耐荷性能２とする。

４．橋の耐荷性能の照査方法については、道路橋示方書Ⅰ共通編５章による。

３．国道における車道橋（本線橋およびランプ橋）は、地震後の避難路や救助、救急医療、消火活動および被災地への緊急物資等の輸送路として必要とされる度合いが高いことから、要求する耐荷性能は耐荷性能２とする。

表９．10　要求する橋の耐荷性能

状態 (2.2) ＼ 状況 (2.1)	主として機能面からの橋の状態		構造安全面からの橋の状態
	橋としての荷重を支持する能力が損なわれていない状態	部分的に荷重を支持する能力の低下が生じているが，橋としてあらかじめ想定する荷重を支持する能力の範囲である状態	致命的な状態でない
永続作用や変動作用が支配的な状況	状態を所要の信頼性で実現する		所要の安全性を確保する
偶発作用が支配的な状況		状態を所要の信頼性で実現する	所要の安全性を確保する

９－２－１２　橋の耐久性能

橋の耐久性能に関する基本事項と照査方法は、「道路橋示方書Ⅰ共通編」第６章によるものとする。

９－２－１３　橋の使用目的との適合性の観点からの性能

橋の使用目的との適合性を満足させるために必要な検討は、「道路橋示方書Ⅰ共通編」第７章によるものとする。

９－２－１４　橋の限界状態

橋の耐荷性能を照査するにあたって考える橋の限界状態は、「道路橋示方書Ⅰ共通編」４．１により設定する。

９－３　耐久性の検討

本要領では道路橋示方書の照査式を満足させるため及び設計思想、構造細目を実現するために必要な検討項目を記述する。

９－３－１　一　般

橋梁部材の設計にあたっては、塩害による影響や経年的な劣化による影響を考慮し、十分な耐久性を保持できるように配慮するものとする。

１．鋼橋・鋼部材の設計では、繰り返し荷重による疲労の影響を受けにくくなるように、疲労耐久性の高い継手構造の採用に留意する他、鋼材の腐食による機能低下を防止するため防せい・防食方法の選定に留意する。

２．コンクリート橋・コンクリート部材の設計では、所用の耐久性が損なわれないよう飛来塩分による塩害や凍結防止剤散布による塩害の影響および活荷重等による疲労の影響を考慮し、適切な対策を行うものとする。

橋梁の設計では、耐用期間内における架け替えや大規模補修等によって、道路としての機能が一時的にでも失われることがないように疲労損傷や塩害・経年劣化などの影響について十分に配慮し、設計することを基本とした。

１．鋼橋の疲労設計では、疲労耐久性に著しく劣る継ぎ手や過去に疲労損傷が報告されている構造の採用を避けるとともに、疲労耐久性に優れる構造が明らかな場合にはなるべくそれらを採用するのが望ましい。

２．北陸管内では、海岸線に面する道路延長が長く、冬期季節風による飛来塩分の影響や路面凍結による交通障害など固有の地域特性を有し、構造物の塩害対策が維持管理上の大きな課題になっている。このためコンクリート上部工・床版及び下部工・付属物（施工時金具等含む）の設計では、道路橋示方書に示す塩害に対する耐久性を確保する他、路面凍結防止剤の散布による塩害対策についても独自の運用規定を示し、これを考慮することとした。

３．コンクリート部材に設置する吊り金具等の施工上必要な部材が損傷する可能性があるため、防食対策を検討すること。

９－３－２　塩害に対する検討

１．塩害に対する検討は、「道路橋示方書Ⅰ共通編」６章、「道路橋示方書Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」６．２、「道路橋示方書Ⅳ下部構造編」６．２及び本要領の規定に準じて行う。また、コンクリート水セメント比は、**表９．13** に示す値以下とする。

２．本線橋梁及びランプ橋梁における凍結防止剤（塩化物）散布路線では、凍結防止剤による塩害の影響を考慮し、**表９．14** に示す「塩害対策区分Ⅰの標準値」以上の鋼材純かぶりを確保する。

なお、上部構造の鋼材純かぶりを確保する部位は**表９．11** のとおりとし、箱桁の内面などの密閉された部分は除くものとする。

表９．11　上部構造の鋼材純かぶり

	塩害対策区分Ⅰ　のかぶりを確保する部位
ＲＣ桁、ＰＣ桁	桁の全周（箱けたの内面は除く）
ＰＣ床版、ＲＣ床版	床版の上面、下面、側面
合成床版	床版の上面、（鋼板で覆われる下面・側面除く）

３．地覆及び壁高欄は、点検や補修が比較的容易にできる部位であることから海洋飛来塩分による「道示 塩害に対する検討」の塩害対策を基本とし、上記２項の規定は適用しない。

４．飛来塩分量の多い場所では付着面積の少ない主桁形状・構造形式の選定に留意する。また、路面排水からの漏水防止や路面排水管からの飛沫影響の防止等に十分に配慮する。

（１）塩害耐久性に関する規定は、道路橋示方書に示す「塩害の影響地域区分」及び「鋼材の最小かぶりの確保」・「水セメント比の抑制」を基本に、本要領においてもこれを準用することとした。

道路橋示方書に示す規定は、コンクリート構造物内の鋼材位置での塩化物イオン濃度が、鋼材の腐食発生限界濃度

（1.2 kg／m^3）を超えるとさびが発生することに着目し、示方書に示す水セメント比を条件に 100 年の耐用年数を想定し、飛来塩分の付着や内部への浸透時間の予測から「最小鋼材かぶり」として定めたものである。

なお、コンクリート橋や鋼橋のＲＣ床版では、死荷重増加やひび割れ幅の進展等から鋼材かぶりを 70 ㎜程度以下に抑えることが望ましい。

架橋地点の地形、気象・海象条件や付近の既設コンクリート構造物の塩害状況等に応じて、塩害影響が大きいと判断される場合には、**表９．14** に示す対策区分を１段階ずつ変更することができる。

表９．12　塩害の影響地域区分（北陸地方整備局管内）

地域区分Ｂ	海岸線からの距離	対策区分	塩害の影響度合い
新潟県 富山県 石川県	海上部及び海岸線から 100m	S	影響が激しい
	100mをこえて 300mまで	Ⅰ	影響を受ける
	300mをこえて 500mまで	Ⅱ	
	500mをこえて 700mまで	Ⅲ	

※海岸線が明確でない場合は、海岸管理者に確認すること。

表９．13　想定水セメント比

構　　造	（１）工場で製作されるプレストレストコンクリート構造	（２）（１）以外のプレストレストコンクリート構造	（３）鉄筋コンクリート構造
想定している水セメント比	36%	43%	50%

表９．14　塩害の影響による最小純かぶりの標準値（㎜）

構造 ／ 影響の度合い ／ 対策区分		コンクリート上部構造及び鋼橋床版			下部構造
		（１）工場で製作されるプレストレストコンクリート構造	（２）（１）以外のプレストレストコンクリート構造	（３）鉄筋コンクリート構造	はり、柱、壁
影響が激しい	S	70※1			90※2
影響を受ける	Ⅰ	50	70	70※1	90
	Ⅱ	35	50	70	70
	Ⅲ	25	35※3	50	50(※4 70)

※１：塗装鉄筋の使用又はコンクリート塗装を併用する。（凍結防止剤対応には適用しない）

※２：かぶりと塗装鉄筋、コンクリート塗装、埋設型枠のいずれかを併用する。（　同　上　）

※３：支間が 10mをこえる床版橋を含む。

※４：常に水中又は土中にある柱、壁、フーチングの最小かぶりは、対策区分にかかわらず 70 ㎜とする。

※５：鋼・コンクリート合成床版の取り扱いは、上表の（３）鉄筋コンクリート構造に含める。

（２）この規定は、凍結防止剤（塩化物）を含む路面排水の浸透や空中飛散・浮遊に対する塩害対策として、本線橋梁及びランプ橋梁を対象に北陸地方整備局管内の固有規定として定めたものである。

なお、日本道路協会「塩害対策区分Ｓの具体的対策例」2004.1 では、海岸線付近の対策区分Ｓの適用を受ける場合に、“コンクリート床版の最小純かぶりは、アスファルト舗装下に防水層を設ける場合には塩害の影響を受けない鋼材かぶりの規定を用いてよい”という事例を紹介しているが、現状では、防水層の耐久性が明確でないこと、また、凍結防止剤散布の影響についても不明な点が多いことから、長期的な耐久性向上に配慮し、上部工の本体部分の全周面について対策区分Ⅰ相当の最小純かぶりを確保することとしたものである。

ただし、スラブ桁のように間詰めや地覆水切りにより外気に触れることがない主桁側面については**図９．８**に示すよう塩害の影響を受けない鋼材かぶり（通常かぶり）としてよい。

なお、凍結防止剤の塩害対策は鋼材最小純かぶりの確保を基本とし、塗装鉄筋、コンクリート塗装を併用しないこととする。ただし、橋座部の支承台座補強筋など、対策区分Ⅰ相当の最小純かぶりの確保が困難な部位では、塗装鉄筋またはコンクリート塗装を部分的に併用することができる。また、ＰＣ鋼材は被覆鋼材の採用を検討する。

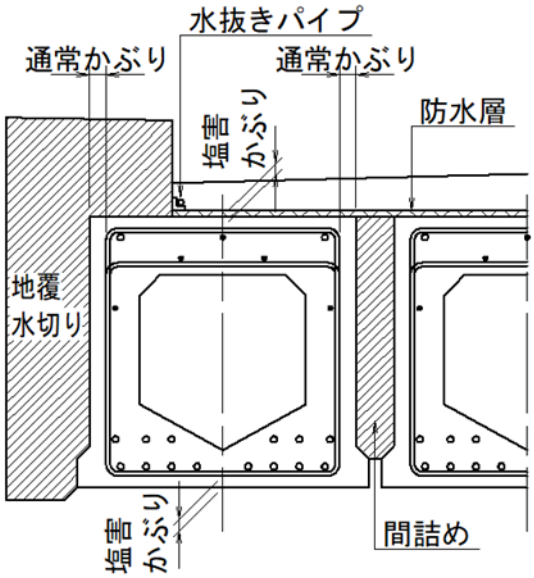


図９．８　スラブ桁のかぶり例

（３）飛来塩分による塩害は、床版橋や箱げた橋に比べてＴげた橋やＩげた橋に多く生じている事例が報告されている。また、構造部位別の損傷では、けた下のフランジ隅角部に多く見られることが報告されている。これより、主桁の断面形状は隅角部の少ない構造が望ましく、付着面積の少ない橋梁形式を採用することが望ましい。

また、凍結防止剤の散布に対しては、橋面防水工や水抜き工の施工に留意する他、桁端部や壁高欄の隙間からの漏水等がないように伸縮装置や目地部シール材等の付属物の設計・管理にも十分に配慮する必要がある。

９－３－３　鋼橋の防せい防食

９－３－３－１　防せい防食法の選定

１．鋼橋の防食法は、「道路橋示方書Ⅱ鋼橋・鋼部材編」７章及び「鋼道路橋防食便覧」によるものとし、橋梁の形式選定、構造設計、施工の段階ごとに防食設計を実施し、現地環境に即した防食方法および防食仕様について選定するものとする。

２．鋼橋の防食法は「鋼道路橋防食便覧」に示す「塗装」を基本とし、重防食塗装系を標準とする。

３．ＪＩＳ耐候性鋼材の無塗装仕様は当面使用しないものとする。ただし、飛来塩分の影響が少ない地域および凍結防止剤を散布しない路線においてはこの限りではない。

また、橋梁附属物については、環境条件や凍結防止剤散布の影響を考慮の上、溶融亜鉛メッキとの組み合わせ、ステンレス鋼、合成樹脂材等を使用することができる。

４．溶融亜鉛メッキは、亜鉛メッキ槽による部材寸法の制限・メッキ時のやけ・変形等に配慮するとともに、凍結防止剤散布の影響についても考慮するものとする。

１．鋼橋の防食法及びその仕様の選定では、「鋼道路橋防食便覧」共通編、塗装編、耐候性鋼材編、溶融亜鉛メッキ編、金属溶射編の各編によることを基本とした。

特に、橋の形式選定段階や上部工設計段階では、防食方法によって部材形状や継手形式などの細部仕様が異なるため、「鋼道路橋防食便覧」に示す防食設計を実施し、防食方法と防食仕様を決めるのが望ましい。防食設計にあたっては、同便覧・共通編　第４章の防食設計による。

２．鋼道路橋の防食法として「普通鋼材と塗装による組み合わせ」を基本とした。また、塗装仕様は同便覧に示す重防食塗装系の仕様を標準とした。

北陸管内では、冬期通行の安全確保を目的に機械除雪や融雪の他、凍結防止剤の散布を行っており、凍結防止剤を含む雪だまりや融雪水の飛散、走行車輪の巻き上げによる空中飛散等の影響について配慮する必要があり、従来からの実績を重視し、このように定めたものである。

３．ＪＩＳ耐候性鋼材の無塗装使用は、上記の地域特性に鑑み、緻密なさび層の形成が既往実績などから確実に確認されるまでの間は当面採用しないこととした。

ただし、凍結防止剤の影響が少ない路線（散布頻度及び散布量の少ない路線）では、道路橋示方書に規定する飛来塩分量が 0.05mdd を超えない地域あるいは海岸線から 20 ㎞を超える地域を条件に、ＪＩＳ耐候性鋼材を無塗装で使用することができる。その場合は、「鋼道路橋防食便覧」を参考に部分塗装を施すことが望ましい。

４．溶融亜鉛メッキは、440℃前後の溶融した亜鉛中に鋼材を浸せきし、鋼材の表面に鉄と亜鉛の合金層からなる被膜を形成し、鋼材の腐食を抑制する防食方法である。

亜鉛メッキの耐久性は、メッキの膜厚が経年的に減少することから、亜鉛の付着量（JIS　H8641　２種 55 が標準であるが、厚さ 3.2㎜ 以上 6㎜ 未満の鋼材は２種 45、ボルト類は２種 35）や腐食環境によって異なる。

このため、飛来塩分の影響地域や凍結防止剤散布の影響を受ける部位では注意が必要であり、環境条件によっては、塗装との組み合わせや他の防食方法を検討するのが望ましい。

なお、橋梁検査路（沓まわり検査路、橋軸方向検査路）や橋梁排水工の取付金具は溶融亜鉛メッキを標準とし、支承、橋梁用防護柵、排水桝等についても経済性、維持管理で有利となる場合には、溶融亜鉛メッキを使用することができる。

９－３－３－２　塗　装

１．新設橋の塗装及び既設橋の塗替え塗装は、「鋼道路橋防食便覧」に示す塗装系を標準とする。
２．塗装仕様は、ライフサイクルコスト低減の観点から防食下地には耐食性に優れたジンクリッチペイントを、下塗りには遮断性に優れたエポキシ樹脂塗料を、上塗りには耐候性に優れたふっ素樹脂塗料を使用した重防食塗装系を基本とする。
３．塗装の塗替えでは、現橋の腐食状況を踏まえた上で、全面塗替え・部分塗替えの塗替え方式の検討、塗替え周期を考慮した維持管理費用の検討、景観・美観性の検討を行い、塗装仕様と塗替え周期を決定する。

「鋼道路橋防食便覧」の平成 26 年 3 月の発刊を受け、本要領も同便覧に示す塗装系及び仕様を標準とした。

この他、便覧に示される以外の環境負荷を低減することを目的とした塗料や、一層のライフサイクルコストの低減を目的とした塗料などの新しい塗装材料については、その性能や効果が確認されたものに限り、協議の上、その採用を検討することができる。

便覧のＡ５塗装系（有害金属を有しない）の新設橋への使用は、一般環境下にある橋（既設橋の実績などから腐食耐久性が十分であると判断される場合）また、２０年程度以内に架け替えが予定されている場合などに限り、使用することができる。

また、隠ぺい性の劣る有機顔料を用いなければならない塗装色（制限色）は適用しないことが望ましい。
制限色については、「鋼道路橋防食便覧」を参照のこと。

９－３－４　桁端部および添接部

９－３－４－１　鋼橋

鋼橋の桁端部においては、伸縮装置からの漏水等による鋼材の腐食を防止するため、以下の対策を実施することとする。また、表面の凹凸により腐食しやすい添接部や主桁の下端部についても同様とする。ただし、現地状況やその他の条件により、これによりがたい場合は、別途検討するものとする。将来の支承取替えや損傷に備え、ジャッキアップスペースを確保する。

（１）桁端部・添接部の塗装の増塗り

鋼橋の桁端部（横桁、対傾構、横構含む）や添接部及び主桁の下端部は、塗装を増塗りする。

（２）桁端部の形状

桁端部には、通気性と維持管理用スペースを確保するため、切り欠きを設けることとする。また、支点上には、通気性を確保するため、構造上可能な場合は横組みを対傾構で設計することも検討する。

（３）構造細目

伸縮装置からの漏水が主桁や支承にかからないよう、桁端部のウェブに水切りを設けるとともに、縦断勾配が低い側の支承部前面には、主桁の下フランジに水切り板を設けること。また、ＲＣ床版を貫通する鋼部材を設ける場合には、開口部を設け通気性を確保することを基本とする。

（４）その他

①排水管、床版水抜き孔の排水を桁下へ放流する場合、導水管の吐き口は、桁下より下側にする。
②床版水抜き孔からの流末を排水管へ接続する場合は、導水管を急激に曲げないように配慮する。
③使用材料において異種金属を採用する場合は接触しないように配慮する。
④トルシア形高力ボルトのピンテール跡の仕上げを行う。
⑤支承取替え時にジャッキを設置する箇所は、ジャッキアップ受けに必要な補剛材の設置を考慮するとともに、ジャッキアップポイント（位置及び反力）を明示する。

（1）桁端部・添接部の塗装の増塗り

①塗装の増塗り範囲

具体的な増塗り範囲を**図９．９**に示す。

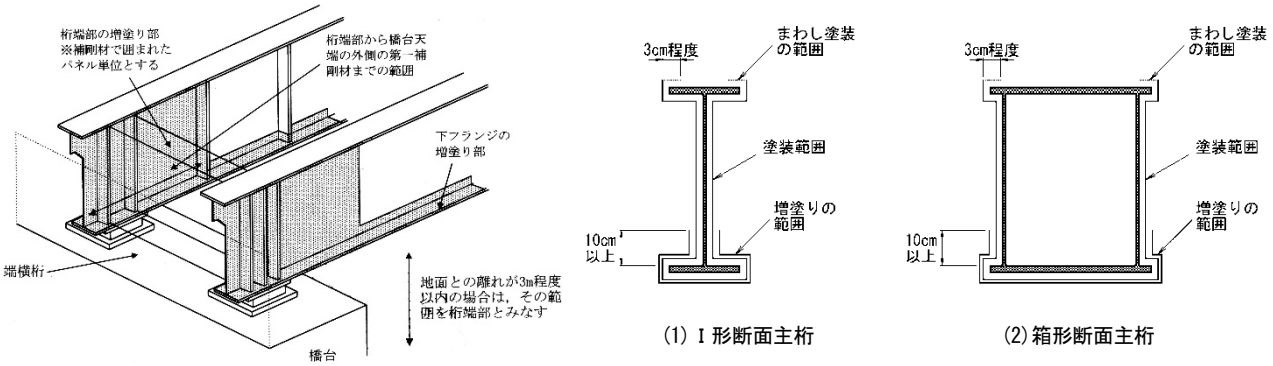


図９．９　塗装の増塗り範囲

②塗装増塗り部の仕様

増塗り部の塗装仕様は、**鋼道路橋防食便覧**（日本道路協会）に示される下塗りを１層多く施す。

表９．15　特殊部（桁端部等）の塗装仕様（C-5 塗装系）

		塗料名	使用料 (g/m²)	目標膜厚 (μm)	備考
製鋼工場	素地調整	ブラスト処理 ISO Sa2 1/2			
	ﾌﾟﾗｲﾏｰ	無機ジンクリッチプライマー	160	(15)	
橋梁製作工場	2次素地調整	ブラスト処理 ISO Sa2 1/2			
	防食下地	無機ジンクリッチペイント	600	75	
	ﾐｽﾄｺｰﾄ	エポキシ樹脂塗料下塗	160	－	
	下塗	エポキシ樹脂塗料下塗	540	120	
		エポキシ樹脂塗料下塗	540	120	増塗り
	中塗	ふっ素樹脂塗料用中塗	170	30	
	上塗	ふっ素樹脂塗料上塗	140	25	

表９．16　高力ボルト連結部の塗装仕様（F-11 塗装系）

塗装系		一般部塗装系	前処理素地調整	プライマー	間隔	工場塗装		現場塗装							
						2次素地調整	下塗り	素地調整	ミストコート	間隔	下塗り	間隔	中塗り	間隔	上塗り
F	11	C－5	ブラスト処理 ISO Sa2 1/2	無機ジンクリッチプライマー 160 g/m² (15 μm)	～6ヶ月	ブラスト処理 ISO Sa2 1/2	無機ジンクリッチペイント 600 g/m² 75 μm	動力工具処理 ISO St3	変性エポキシ樹脂塗料下塗 160 g/m² (130 g/m²)	1日～10日	超厚膜形エポキシ樹脂塗料 1100 g/m²×2 (500 g/m²×2) ×2 300 μm×2	1日～10日	ふっ素樹脂塗料用中塗 170 g/m² (140 g/m²) 30 μm	1日～10日	ふっ素樹脂塗料用上塗 140 g/m² (120 g/m²) 25 μm
	12	D－5		無機ジンクリッチプライマー 160 g/m² (15 μm)	～6ヶ月		無機ジンクリッチペイント 600 g/m² 75 μm		変性エポキシ樹脂塗料下塗 160 g/m² (130 g/m²)	1日～10日	超厚膜形エポキシ樹脂塗料 1100 g/m² (500 g/m²×2) 300 μm	(1日～10日)			

1）塗装使用量：スプレーとし、（***）ははけ・ローラー塗りの場合を示す。

2）母材と連結板の接触面は、工場塗装の無機ジンクリッチペイントまで塗布する。

3）内外面に超厚膜形エポキシ樹脂塗料を適用することで防食性の向上と工程短縮を図ることが出来るが、一般面と比べて仕上がり外観は劣る。

4）摩擦接合用防錆処理ボルトの場合はミストコートから塗装する。

（3）構造細目

①水切り板の設置

具体的な水切り板の設置例を**図９．10、図９．11** に示す。なお、設置位置については、第三者や下部工検査路への影響を踏まえ適切に設定する。

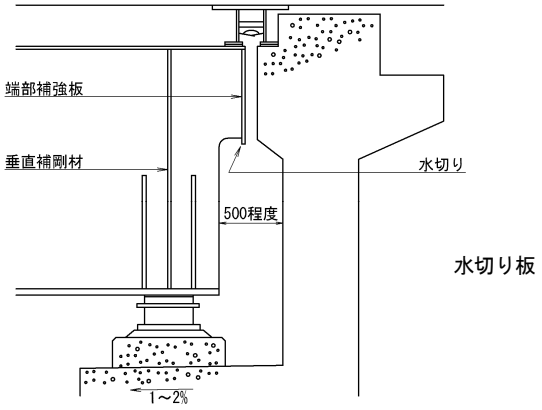


図９．10　水切り板の設置例（桁端部ウェブ）

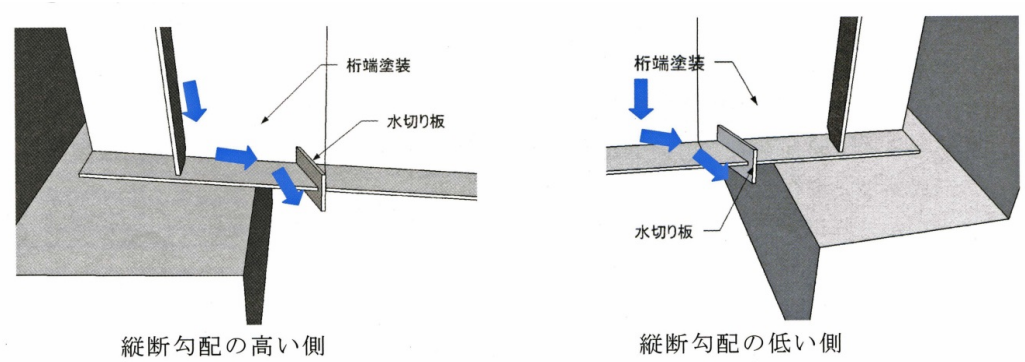


図９．11　水切り板の設置例（下フランジ）

②　鋼材周辺のコンクリート開口

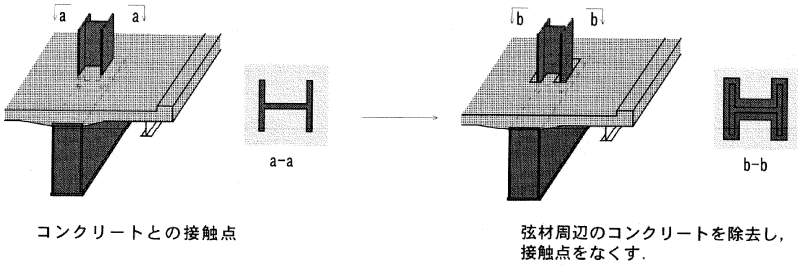


図９．12　通気性の確保に配慮した構造詳細の例

（4）その他

①ジャッキアップポイントの表示例

ジャッキアップポイントは塗装や耐候性に優れたシートにより明記するものとする。

図９．13　ジャッキアップポイントの表示例

９－３－４－２　コンクリート橋

ＰＣ橋の桁端部は、伸縮装置からの漏水等によるコンクリートの凍害や凍結防止剤による塩害損傷を防止するため、以下の対策を実施することとする。ただし、現地状況やその他の条件により、これによりがたい場合は別途検討するものとする。将来の支承取替えや損傷に備え、ジャッキアップスペースを確保する。

（１）表面含浸材によるコンクリート表面の保護

伸縮装置の非排水構造が損傷した場合に影響を受けやすいコンクリート橋の桁端部を対象に、表面含浸材（シラン系を標準とする）によるコンクリート表面の保護を実施すること。

（２）桁端部の形状

桁端部には、通気性と維持管理用スペースを確保することに努めることとする。

（３）構造細目

表面保護工による対策の他にも、伸縮部からの漏水が桁端部より側面・底面に伝わらないよう、桁端部に水切りを設けた事例もあるので参考とすること。

支承取替え時にジャッキを設置する箇所の主桁や横桁は、ジャッキアップによる作用荷重に対して、補強鉄筋を検討し配筋すること。

（１）表面含浸材によるコンクリート表面の保護

伸縮装置の止水効果が低下した場合におけるフェールセーフとしての役割を考慮し、桁端部の劣化損傷抑制対策としてあらかじめ表面含浸材による表面保護工法を施すこととした。

コンクリート標準示方書・維持管理編（土木学会）では、補修工法の設計と施工の中で、コンクリートの表面処理（保護）工法として表面被覆工法と表面含浸工法の二つを示している。このうち、表面含浸工法については、寒地土木研究所報告第 133 号で主な長所を下記のように挙げている。

1)少ない工程でかつ短期間で施工が行えるため、簡便で安価。

2)材料が液状のため、隅角部や狭小部での施工ムラが生じにくい。

3)施工範囲を劣化の発生・進行が懸念される特定の部位に限定することが可能であり、効率的な対策が行える。

4)コンクリートの質感・外観を大きく変えることがないため、施工後も目視による日常点検・維持管理が可能。

5)材料を被せる被覆材とは異なり、材料を含浸させる工法であるため、表面では紫外線劣化を受けても、含浸部（表層）では紫外線の影響をほとんど受けない。

これらの長所は、どれも橋梁の維持管理には重要で、更に 4)および 5)は表面被覆工法では得られない利点であることから、本設計要領ではコンクリートの表面保護工法として表面含浸工法を採用したものである。

①適用範囲

表面保護工法の適用範囲は、伸縮装置の排水機能の劣化等により漏水が発生した場合、橋座面に滞水しやすくその湿気等による劣化の進行が懸念されるため、横桁の全面を含めた橋台前面までを標準とした。具体には、**図９．14**を参考とすること。なお、地覆・壁高欄については、現地状況に応じて表面保護を施すこととする。

また、鋼橋におけるコンクリート床版やコンクリートで巻き立てられる端横桁、下部工の橋座部についても、本項を参考に同様に表面保護を施すこととする。

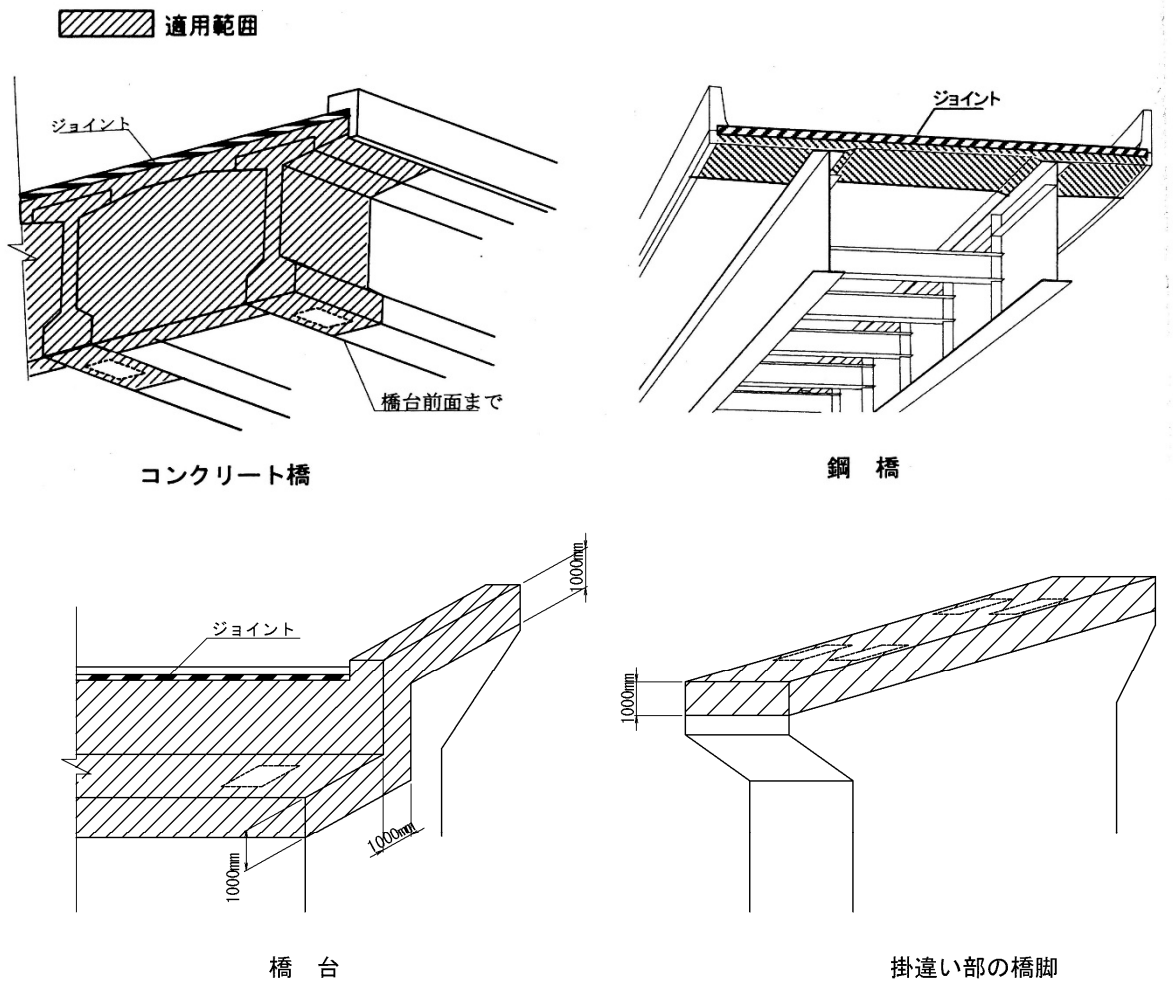


図９．14　表面保護工の適用範囲の例

また、設置範囲は桁端部周辺の漏水に対する水処理対策と合わせて適切な範囲とすることが重要である。例えば、橋座部から現地盤までの高さが低い場合、上部工排水ますと近接する場合などがあるため、橋梁の架橋条件や排水装置との取り合い等を考慮して表面保護工の設置範囲を検討する必要がある。

②表面保護工の仕様

表面含浸材の材料を選定する際は、塩化物イオンの侵入抑制、凍結融解抵抗性、防水性等についての要求性能を検討し、施工時も含め現地の条件や使用目的等を整理し、表面含浸材の種類による適用性や経済性等も考慮すること。

また、経年劣化等による表面含浸材の性能が低下した際の将来の再含浸を見据えた選定を行う必要がある。例えば、シラン系を施工した表面へのケイ酸塩系の上塗り施工は、内部に残存するシラン成分がケイ酸塩成分の浸透を拒むか検討の上､各々の材料に対しての異なる種類の再含浸が可能か否かの判断も考慮し選定しなければならない。将来の再含浸に備え、工事完成図等の工事記録に表面含浸材の仕様を明記し、保存することも重要である。

（2）桁端部の形状

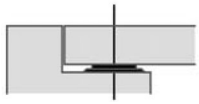
支承部は滞水や塵埃等が堆積しやすいにも関わらず、点検や交換が困難となる場合が多く、橋の他の部材と同等の耐久性を確保するために十分な配慮が必要な箇所である。そのため、少なくとも支承部においては、供用中の補修や更新等について、構造設計上の考慮を行うかどうかの検討を行う必要がある。

以上より、桁端部には、鋼橋の場合と同様に、架設時における作業空間の確保や、支承や落橋防止装置の点検・維持管理及び取替え時などに必要な通路を確保することを原則とする。

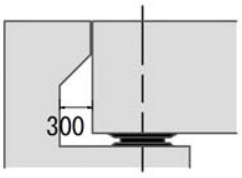
ただし､PC プレテン桁橋、PC ポステン桁橋で桁高が高い場合は、橋台胸壁に切り欠きを設けるなどにより、目視点検が行える維持管理スペースの確保に努めることとする。

また、桁高の低い PC プレテンスラブ桁・PC ポステンスラブ桁や場所打ち中空床版桁等のかけ違い部では、上部構造による対応が困難なため、下部構造の橋座幅（橋脚梁幅）を広げて維持管理スペースを確保することが考えられるが、伸縮装置が大型化となり走行性の悪化や橋梁本体及び支承等の付属物の損傷劣化の原因となる漏水を助長する恐れがあること、下部構造重量の増加に伴う耐震性能の低下などが懸念されることから、維持管理スペースの確保ができないこともやむを得ないと判断した。ただし、近年掛け違い部の損傷によりコンクリート片が落下するなどの事例が発生しており、将来の維持管理を考慮し、目視点検が不可能とならないよう配慮することとする。

具体的な対策事例を以下に示す。



a)桁高 0.8m 未満の例



b)桁高 0.8m 以上の例

図９.15　PC プレテンション桁の例

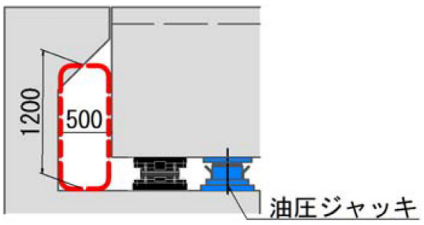
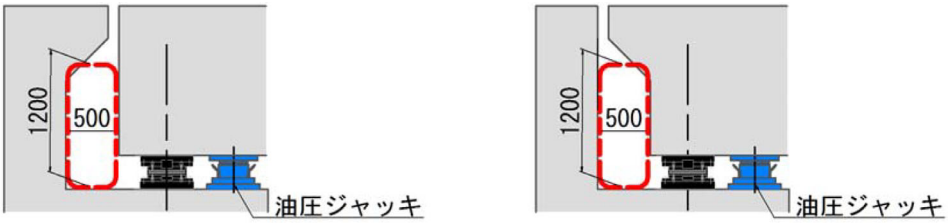


図９.16　PC ポストテンションＴ桁の例



a) 胸壁を切欠く場合　　b) 桁を切欠く場合

図９.17　PC 場所打ち桁の例

（３）　構造細目

その他の対策として、表面保護工以外に、伸縮部からの漏水が桁端部より側面・底面に伝わらないよう、桁端部に水切りを設けた事例を以下に示す。なお、コンクリート部をＶカットすることにより水切りを設ける場合は、かぶり不足による損傷事例が散見されることから、コンクリートのかぶりを十分確保することとする。

図９.18　桁端部水切り配置の模式図

図９.19　桁端部水切り配置実施例

９－３－５　疲労設計

１．鋼橋の設計にあたっては、「道路橋示方書Ⅱ鋼橋・鋼部材編」８章の規定に従い、「鋼橋の疲労」を参考に疲労設計を行うものとする。

２．疲労設計にあたっては、疲労強度が著しく低い継手や過去に疲労損傷が報告されている構造の採用を避けることを原則とする。

３．鋼製橋脚隅角部の設計に当たっては、応力集中を緩和するためのウエブ形状（フィレット）や良好な溶接品質が確保できるよう板組に配慮し、設計図面に溶接詳細（開先形状、寸法、仕上げ方法及び範囲等）を明示するものとする。

１．鋼部材に外力が繰り返し作用すると、部材接合部の溶接継手あるいは切欠き部等の応力の集中しやすい部分から小さな亀裂が発生し、徐々に進展・拡大する現象が起きる。このようにダメージが蓄積されて亀裂が発生・進展していく現象を疲労といい、それによって構造物が受ける損傷が疲労損傷である。

一般的な鋼道路橋の場合は、自動車荷重の繰り返し載荷と風による振動や大規模地震時の作用力が疲労損傷の要因となる外力であり、1 回作用するだけでは構造物に影響を与えない小さな荷重でも、何十万回、何百万回繰り返し作用することで、**図９.20** のようなき裂発生につながる。発生部位によっては、進展すると脆性的な破壊を引き起こし、橋の安全性に重大な影響を与える恐れがある。

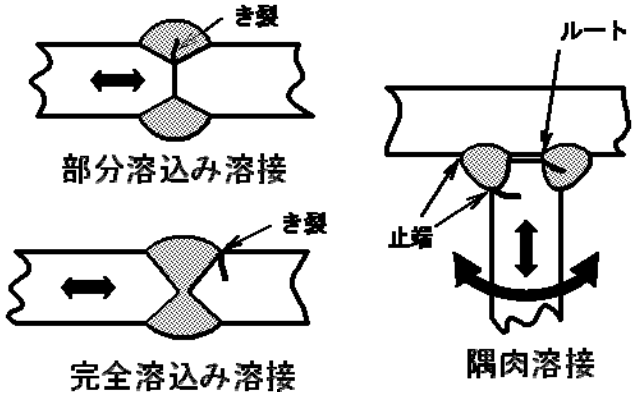


図９．20 模式図

なお、斜張橋のケーブル定着部や下路式ランガー桁の吊り材取付部等、風による振動に伴う疲労については、「道路橋耐風設計便覧」を参考に、制振方法を検討する必要がある。

２．疲労損傷は、二次応力や構造的な要因で生じる応力集中等によって生じることが多く、これらに対しては、設計において応力度による疲労耐久性の照査を行うことが困難な場合が多い。

そのような場合にも、過去に疲労損傷を生じたことがある構造あるいはこれと類似した構造の採用を避け、より疲労耐久性に優れる継手や構造を採用することが望ましい。（損傷事例については、「鋼橋の疲労」を参照）

なお、やむを得ず過去に疲労損傷を生じたことがある構造と類似の構造を採用する場合には、二次応力や応力集中の影響について、とくに慎重な検討が必要である。

３．鋼製橋脚の隅角部は、梁及び柱のフランジ、ウエブが交差し、せん断遅れによる影響や応力伝達方向が急変する等、応力集中が起こりやすい部位であることから、原則として柱と梁の角部のウエブにフィレットを設けて応力集中を緩和することとした。また、３方向からの溶接線が集中する箇所では、溶接困難な接合面や不完全溶け込みが生じないように、施工順序や開先形状等について検討を行い、設計図書に溶接詳細を明示しなければならない。

なお、鋼製橋脚隅角部の品質確保の徹底を図るためには、製作段階における品質管理（施工計画書における溶接方法や検査方法の照査・確認）にも十分留意する必要がある。

９－４　上部工

９－４－１　上部工形式の選定

９－４－１－１　選定の基本方針

上部構造形式の選定にあたっては、使用目的との適合性、構造物の安全性、耐久性、施工品質の確保、維持管理の確実性及び容易さ、環境との調和、経済性を考慮の上、総合的に判断するものとする。

1．原則として、上路形式とする。また、多径間橋梁は、原則として連続形式とする。

2．理論的な妥当性を有する手法、実験などによる検証がなされた手法など適切な知見にもとづいた設計により、示方書の要求性能を満足する範囲で、新材料、新構造形式を採用することができる。

3．鋼橋は、床版コンクリートの合成作用を適切に考慮する。

4．鋼床版橋およびＰＲＣ橋は、原則として採用しない。

5．プレテンション方式床版橋については、通常のホロー桁に比べ、桁高を低くできるダブルホロー桁も含めて最適な形式を検討するものとする。また、ＰＣ桁については、プレキャストセグメント化した構造形式も使用することができる。

6．プレキャスト部材を用いた橋梁については、プレキャスト部材を用いた橋梁の特性等を正しく理解した上で、場所打ちコンクリート部材を用いた橋梁と適正に比較検討すること。なお、検討する際には、「コンクリート橋のプレキャスト化ガイドライン」を参照のこと。

1．中路形式や下路形式の場合、冬期に上部構造からの落雪の危険があるため、上路形式を原則とした。また、連続形式を原則としたのは、耐震性および走行性を重視したためである。

2．上部工形式は、橋種、形式の組合せによって多くの形式があり、それぞれの特徴を有している。
最近の実施例などを参考にした構造形式と標準適用支間の関係を示すと**表９.17～表９.18**のようになるが、このほかにも鋼コンクリート複合構造などの新しい構造形式がある。コスト縮減などに資する新しい知見の導入促進を図るため、示方書の性能規定を満足する材料、構造などを採用できることとしたが、形式の選定にあたっては、各々の形式のもつ特徴を的確に判断し、架橋地点の諸条件に照らして最も妥当な形式を選定するものとする。

とくにコンクリート部材は、飛来塩分や凍結防止剤散布の影響により所要の耐久性が損なわれない構造が求められ、仮に耐用年数以前に損傷が生じた場合でも、補修対策が講じられることが重要である。

3．コンクリート系床版を有する鋼橋は、「道路橋示方書Ⅱ鋼橋・鋼部材編」14 章の規定に従い、床版コンクリートの合成作用を適切に考慮した設計を行うことを原則とし、コンクリート床版と鋼桁との間のずれ止めは頭付きスタッドを標準とする。なお、設計供用期間を 100 年とした耐久性能照査や防水層の設置、塩害対策区分Ⅰ相当のかぶり確保等により、コンクリート床版の耐久性能が向上し床版取り換えのリスクが低減されていることから、従来実施していた非合成構造としての断面確保は行わないこととする。これを踏まえ、新設橋設計時には将来の床版打ち換えを想定した交通の切り回しや半断面施工の可否、桁補強の実現性等を十分に検討し、対応可能な構造形式を採用することとする。なお、代替路が無い場合や跨線橋等において交通の切り回しや事前の桁補強等が困難となる場合は、床版コンクリートの合成作用を考慮しない非合成構造としての照査や、床版取り換え時の施工ステップを再現した桁断面の照査の実施について別途協議する。

コスト縮減効果が期待される鋼少数主桁橋などの比較的新しい構造形式は、橋種選定で検討されることが多くなってきている。しかし、前提となる高耐久性床版（ＰＣ床版、鋼コンクリート合成床版）は、きめこまかな施工管理や維持管理が必要である。このため、採用を検討する場合には、以下の①，②を目安とする。

①コスト縮減効果が大きい連続形式であることが原則であり、鋼少数主桁橋については、支間長 30～60m程度（た

だし、曲線半径1000m以上とする）とする。鋼細幅箱桁橋については、支間長40～80m程度とする。

②高耐久性床版は、土木研究所などの実験により耐久性が確認されたものを採用し、支間は６m程度とする。

ただし、完成後の維持管理が他管理者となる場合には、この規定にかかわらず管理者との協議によるものとする。

４．鋼床版橋は路面凍結をおこし易いことから、原則として採用しないこととした。

また、ＰＲＣ橋はひび割れを許したＰＣ構造であり、凍結防止剤（塩化物）を散布する地域においては、塩害に対する十分な耐久性が保持できないため、原則として採用しないこととした。

表９.17(1)　鋼橋の標準適用支間

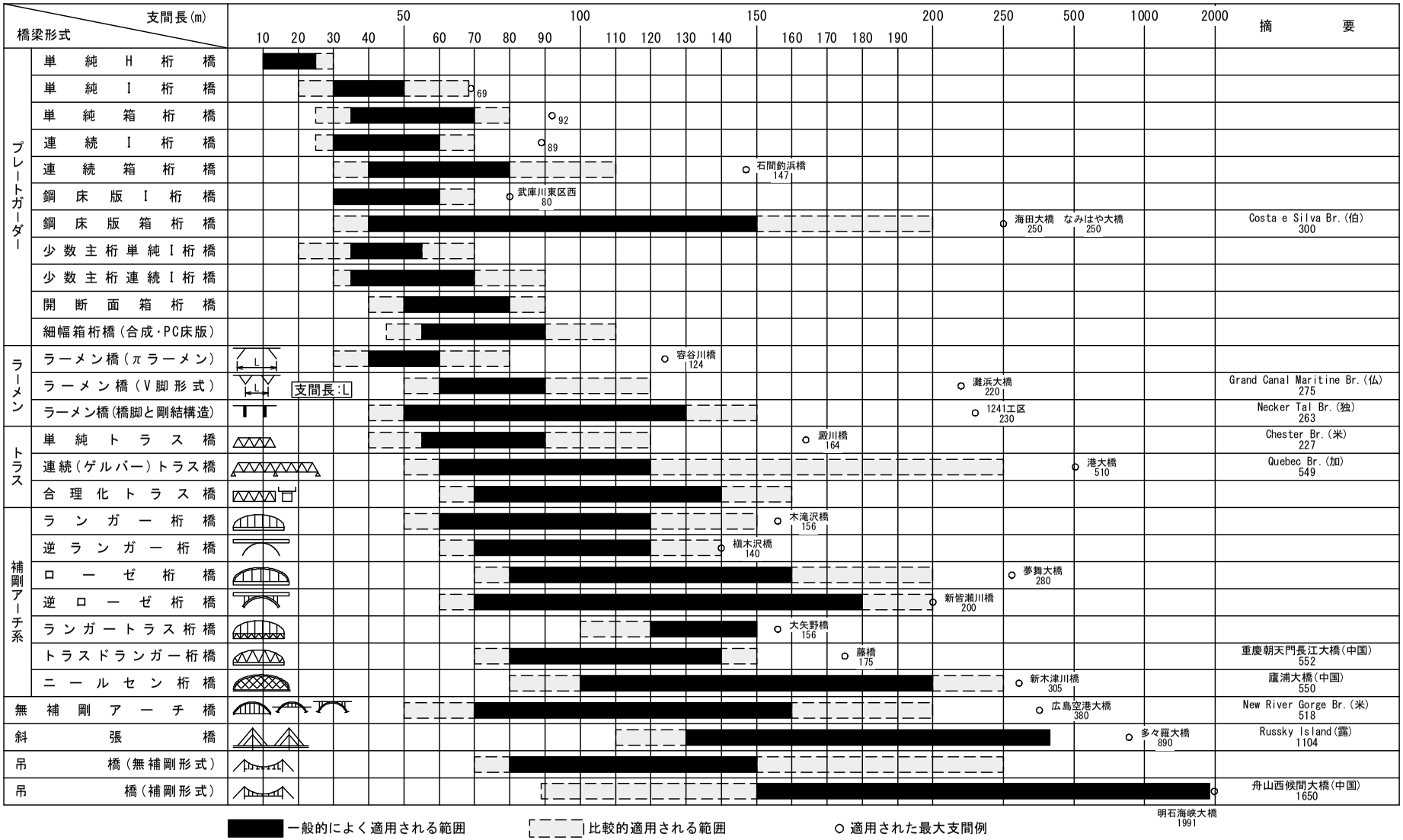
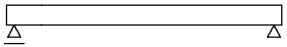
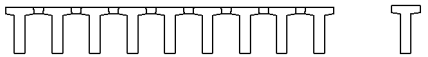
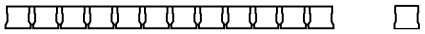
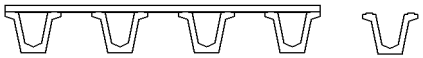
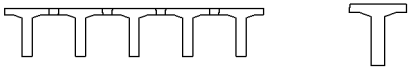
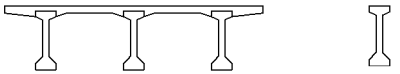
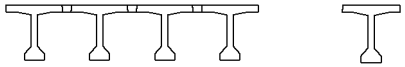
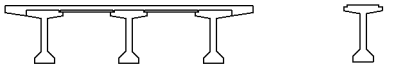


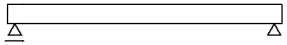
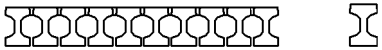
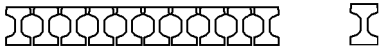
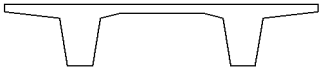
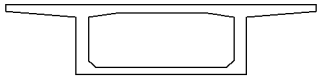
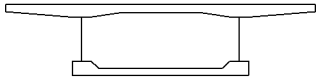
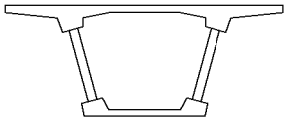
表９.17(2)　ＰＣ橋の標準適用支間　(1)

分類	構造形式	断面形状	主たる架設方法	標準支間(m)	実績最大支間(m)	桁高支間比の目安
単純桁橋 プレキャスト桁 プレテンション方式		スラブ桁橋（スラブ橋桁）　JIS A 5373-2004	クレーン架設	5～24	（ 24 ）	1/14～1/24
		Ｔ桁橋（桁橋）　JIS A 5373-2004 	クレーン架設	18～24	（ 24 ）	1/18～1/20
		軽荷重スラブ桁橋 JIS A 5373-2004 	クレーン架設	5～13	（ 13 ）	1/22～1/33
		Ｕコンポ橋 	クレーン架設	15～20	19.2 常磐新線 (鉄道橋)	1/14～1/16
単純桁橋 プレキャスト桁 ポストテンション方式 現場製作		Ｔ桁橋（旧建設省制定） 	クレーン架設 架設桁架設	20～45	49.0 かもめ大橋	1/13～1/18
		合成桁橋（Ｉ桁タイプ） 	クレーン架設 架設桁架設	20～40	(40) ---	1/15
単純桁橋 プレキャスト桁 ポストテンション方式 セグメント方式		バルブＴ桁橋 	クレーン架設 架設桁架設	25～45	49.4 久之浜跨道橋	1/14～1/19
		ＰＣコンポ橋 JIS A 5373-2004 	クレーン架設 架設桁架設	25～45	46.4 大吹沢橋	1/13～1/17
		スラブ桁橋	クレーン架設 架設桁架設	25～45	45.0 馬場橋	1/23～1/26
		Ｕコンポ橋	クレーン架設 ベント式架設 架設桁架設	40～60	55.5 第一戸奈瀬高架橋	1/16～1/18

注）（　）内数値は標準設計の最大支間を示す。

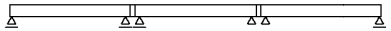
一般的な適用支間　　検討対象支間

表９．17（3）ＰＣ橋の標準適用支間（2）

分類			構造形式	断面形状	主たる架設方法	標準支間(m)	実績最大支間(m)	桁高支間比の目安
単純桁橋	プレキャスト桁	バイプレ工法 現場製作		スラブ桁橋	クレーン架設 架設桁架設	25～35	43.3 向田橋	1/28～1/32
				Ｉ桁橋 	クレーン架設 架設桁架設	25～50	54.0 新和久野橋	1/28～1/32
		セグメント方式		スラブ桁橋	クレーン架設 架設桁架設	25～35	49.3 浜北2号橋	1/28～1/32
				Ｉ桁橋 	クレーン架設 架設桁架設	25～50	55.2 里見丸山橋	1/28～1/32
	場所打ち桁			中空床版橋	固定支保工	20～30	37.8 新滝川橋	1/22
				版桁橋 	固定支保工	20～35	33.7 宮野橋	1/15～1/17
				箱桁橋 	固定支保工	30～60	70.7 落葉松橋	1/17～1/20
				波形ウエブ橋 	固定支保工	30～60	50.0 白沢橋	1/17～1/20
				複合トラス橋 	固定支保工	30～60	51.8 山倉橋 （鉄道橋）	1/12～1/18

一般的な適用支間　検討対象支間

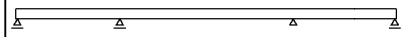
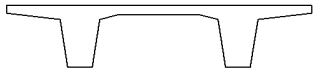
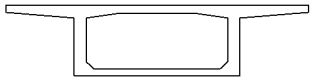
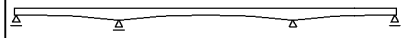
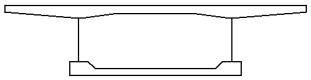
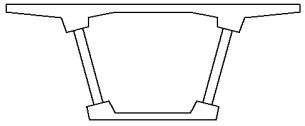
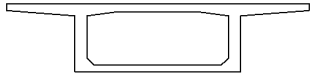
表９．17（4）　ＰＣ橋の標準適用支間（3）

分類			構造形式	断面形状	主たる架設方法	標準支間(m)	実績最大支間(m)	桁高支間比の目安	最大桁長【径間数】
プレキャスト桁架設方式連続桁橋	プレキャスト桁	プレテンション方式		スラブ桁橋	クレーン架設	5～24	（ 24 ）	1/14～1/24	167.1 【7】 引水高架橋
				T桁橋（桁橋）	クレーン架設	18～24	（ 24 ）	1/18～1/20	217.6 【9】 甚目寺佐織線橋梁
				Uコンポ橋	クレーン架設	15～20	16.2 上乃木高架橋	1/14～1/16	171.7 【10】 上乃木高架橋
		ポストテンション方式 現場製作		T桁橋（旧建設省制定）	クレーン架設 架設桁架設	20～45	（ 45 ）	1/13～1/18	262.9 【6】 佐波川大橋
				合成桁橋（Ｉ桁タイプ）	クレーン架設 架設桁架設	20～40	41.9 犀川橋	1/15	154.4 【4】 深川大橋
				Uコンポ橋 （現場製作 セグメント）	クレーン架設 ベント工法 架設桁架設	40～60	42.0 茄子作地区高架橋	1/16～1/18	789.5 【20】 茄子作地区高架橋
		ポストテンション方式 セグメント方式		バルブT桁橋	クレーン架設 架設桁架設	25～45	47.2 竜西橋	1/14～1/19	363.6 【8】 竜西橋
				ＰＣコンポ橋	クレーン架設 架設桁架設	25～45	42.9 笠名ＩＣ高架橋	1/13～1/17	407.0 【11】 矢部南高架橋
				スラブ桁橋	クレーン架設 架設桁架設	25～45	（ 45 ）	1/23～1/26	---
				Uコンポ橋	クレーン架設 ベント工法 架設桁架設	40～60	42.7 第二戸奈瀬高架橋	1/16～1/18	331.3 【10】 兵道高架橋
		バイプレ工法 現場製作		スラブ桁橋	クレーン架設 架設桁架設	25～35	39.2 広田橋	1/28～1/32	114.0 【3】 広田橋
				Ｉ桁橋	クレーン架設 架設桁架設	25～50	39.0 東オホーツク橋	1/28～1/32	76.0 【2】 東オホーツク橋
		バイプレ工法 セグメント方式		スラブ桁橋	クレーン架設 架設桁架設	25～35	28.4 実橋	1/28～1/32	58.7 【2】 実橋
				Ｉ桁橋	クレーン架設 架設桁架設	25～50	38.6 札内橋	1/28～1/32	79.2 【2】 札内橋

注）【 】内数値は連続構造形式の径間数を示す。

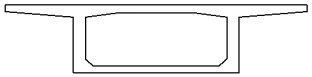
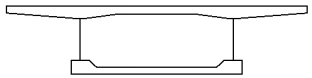
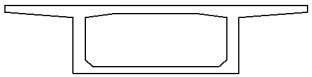
一般的な適用支間　検討対象支間

表９.17 (5)　ＰＣ橋の標準適用支間 (4)

分類		構造形式	断面形状	主たる架設方法	標準支間(m)	実績最大支間(m)	桁高支間比の目安	最大桁長【径間数】
連続桁橋	場所打ち桁		中空床版橋	固定支保工	20～30	49.3 大洲南ランプ橋	1/22	725.0 【29】 大仁高架２号橋
				移動支保工	20～30	40.9 太田下町高架橋	1/22	612.0 【20】 敷地高架橋
			版桁橋 	固定支保工	20～35	36.5 阿賀野川東高架橋	1/15～1/17	851.0 【32】 東高架橋
				移動支保工	20～35	39.0 岸ノ上高架橋	1/15～1/17	722.7 【24】 中和会高架橋
			箱桁橋 	固定支保工	30～60	77.3 大鐘１９号線	1/17～1/20	716.0 【11】 入野高架橋
				移動支保工	30～45	50.0 七色高架橋	1/17～1/20	300.0 【6】 七色高架橋
				片持架設	50～110	170.0 平原大橋	※1/15～1/35	1585.0 【23】 天竜川橋
				押出し架設	30～60	66.6 玖波高架橋	1/15～1/18	833.0 【13】 大平高架橋
			波形ウエブ橋 	固定支保工	30～60	115.0 千代川橋	1/17～1/20	1432.0 【23】 宮ヶ島高架橋
				片持架設	50～110	150.0 朝比奈川橋	※1/15～1/35	1005.0 【16】 鬼怒川橋
				押出し架設	30～60	56.0 鳥崎川橋	1/15	554.0 【11】 鳥崎川橋
			複合トラス橋 	固定支保工	30～60	60.0 志津見大橋	1/12～1/18	279.4 【5】 志津見大橋
				片持架設	50～110	119.0 巴川橋	※1/10～1/30	625.0 【7】 猿田川橋
	セグメント方式		箱桁橋 	固定支保工	30～60	---	1/17～1/20	---
				片持架設	50～100	87.5　弥富高架橋 100.0　中部空港連絡橋(鉄道橋)	※1/15～1/35	717.0 【15】 山切1号高架橋
				スパンバイスパン	40～50	66.3 木戸川橋	1/17～1/20	1048.2 【21】 内牧高架橋

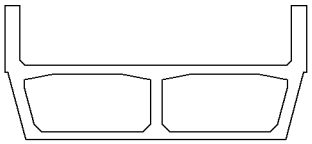
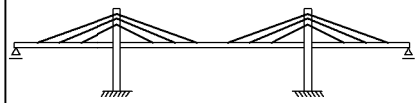
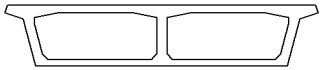
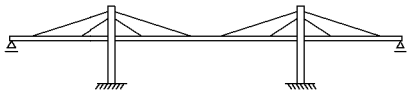
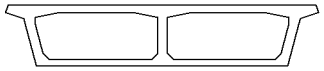
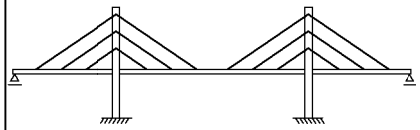
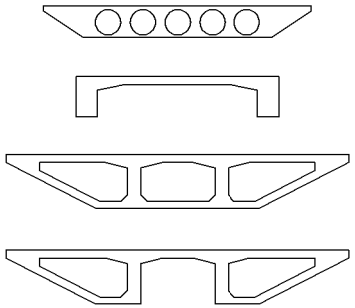
注）※（中間支点桁高）～（支間中央桁高）

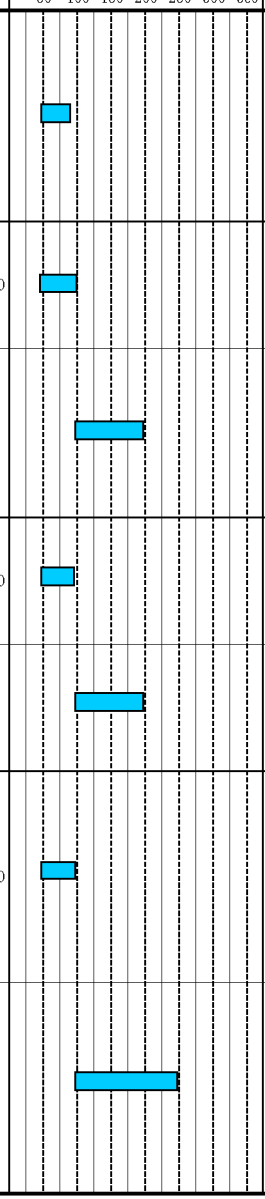
表９．17（6）　ＰＣ橋の標準適用支間（5）

分類			構造形式	断面形状	主たる架設方法	標準支間(m)	実績最大支間(m)	桁高支間比の目安	最大桁長【径間数】
ラーメン橋	場所打ち桁	Tラーメン		中空床版橋	固定支保工	20～30	67.5 町島大橋	1/22	136.8 【2】 町島大橋
						30～55		1/17～1/20	
					片持架設	40～80	121.2 夕日の里大橋	※1/10～30	240.0 【2】 夕日の里大橋
		連続ラーメン			固定支保工	20～30	71.0 野沢橋	1/22	355.2 【9】 平間橋
						30～55		1/17～1/20	
					片持架設	50～140	220.0 新旅足橋	※1/15～1/35	1146.0 【11】 国分川原橋
		有ヒンジラーメン		箱桁橋	片持架設	60～180	250 江島大橋	※1/15～1/50	660.0 【5】 江島大橋
		単径間ラーメン			固定支保工	30～55	89.0 大坪川橋	---	---
					片持架設	40～80	130.0 ポロト橋	※1/15～1/50	---
		その他ラーメン　V脚ラーメン		波形ウエブ橋	固定支保工	20～30	---	---	---
						30～55			
					片持架設	40～80	70.0 十王川橋	---	250.0 【5】 十王川橋
		方杖ラーメン			固定支保工	20～30	---	---	---
						30～55			
					片持架設	40～80	95.0 うすゆき大橋	---	---
		斜材付きラーメン　π型		標準支間に示す支間長 上段　：　中空床版橋標準支間 下段　：　箱桁橋，波形ウエブ橋標準支間	固定支保工	20～30	---	---	---
						30～55			
	セグメント方式	連続ラーメン		箱桁橋	固定支保工	30～55	---	1/17～1/20	---
					片持架設	40～100	100.0 東名足柄橋東	※1/15～1/35	951.0 【12】 阿賀野川橋
					スパンバイスパン	40～50	51.5 茂辺地高架橋	1/17～1/20	533.6 【11】 茂辺地高架橋

注）※（中間支点桁高）～（支間中央桁高）

表９．17（7）　ＰＣ橋の標準適用支間（6）

分類	構造形式	断面形状	主たる架設方法	標準支間(m)	実績最大支間(m)	桁高支間比の目安
ＰＣフィンバック橋			固定支保工 片持架設 架設桁併用片持架設	50～80	51.4 久礼橋 85.0 鳴瀬川橋 （鉄道橋）	---
エクストラドーズド橋		箱桁橋 	固定支保工	50～100	85.0 田上館町線橋梁	※1/25～1/30
			片持架設	100～200	220.0 徳之山八徳橋 275.0 木曽川橋 （混合桁橋）	※1/30～1/60
斜版橋		箱桁橋 	固定支保工	50～100	108.5 名取川橋梁 （鉄道橋）	---
			片持架設	100～200	167.0 第二吾妻川橋梁 （鉄道橋）	---
斜張橋			固定支保工	50～100	96.0 松ヶ山橋	1/40～1/100
			片持架設	100～250	261.0 矢部川橋	



注）※（中間支点桁高）～（支間中央桁高）

表９.17（8）　ＰＣ橋の標準適用支間（7）

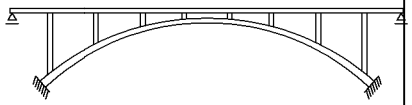
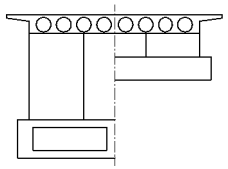
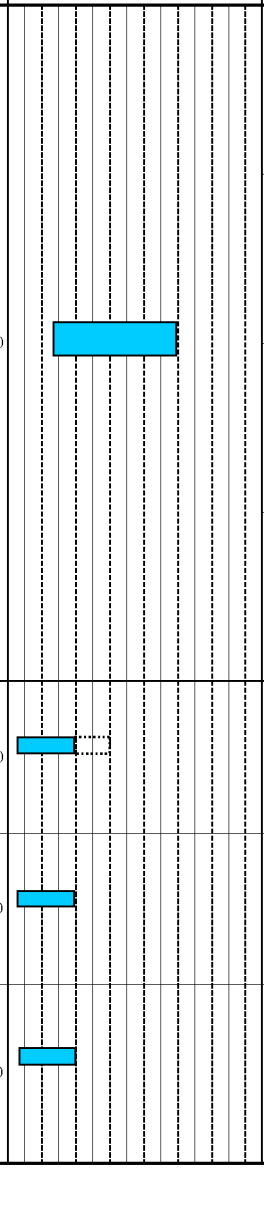
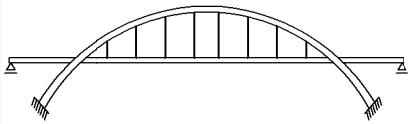
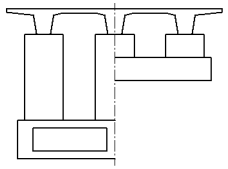
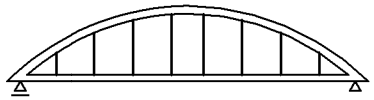
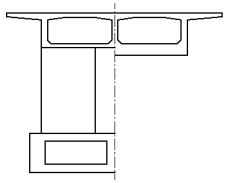
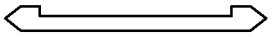
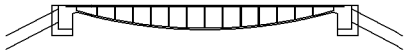
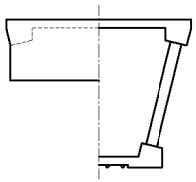
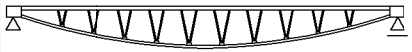
分類		構造形式	断面形状	主たる架設方法	標準支間(m)	実績最大支間(m)	桁高支間比の目安
アーチ橋	上路式アーチ		中空床版橋 	固定支保工		150.0 水晶山橋	支間ライズ比 1/4～1/8
	中路式アーチ		版桁橋 	片持架設		265.0 富士川橋	
	下路式アーチ		箱桁橋 	ロアリング		135.0 神原渓谷大橋	
				メラン架設	70～250	181.0 国見大橋	
吊床版橋	直路式吊床版橋		床版構造 	懸垂架設	20～100	147.6 夢吊橋 (歩道橋)	支間ザグ比 1/10～1/25
	上路式吊床版橋			懸垂架設	20～100	90.0 のぞみ橋 (車道橋)	---
	自碇式吊床版橋			懸垂架設	20～100	93.8 青雲橋 (車道橋)	---

表９.18　その他の橋梁の標準適用支間

形式		支間 50m										100m
RC桁	ホロースラブ											
	ラーメン											
プレビーム合成桁												
門型ラーメン橋												
インテグラルアバット橋												

表９.19　鋼橋の桁高・支間比の目安

形　　式	桁高／支間
Ｉ　　桁	１／15～１／25
箱　　桁	１／20～１／30
トラス桁	１／5.5～１／10
アーチ（ライズ）	１／４～１／10
吊　橋（サ　グ）	ほぼ１／10
斜　　張　　橋	１／60～１／80

９－４－１－２　鋼　　橋

１．鋼橋の形式選定にあたっては、あらかじめ施工条件（架設工法、架設機械の能力など）および輸送条件について検討するものとする。

　また、飛来塩分及び凍結防止剤による塩害、経年劣化に対して、十分な耐久性が保持できる構造・防食対策を選定する。

２．鉄筋コンクリート床版を用いる桁橋は、床版コンクリートの合成作用を適切に考慮する。

　曲線橋や斜橋を採用する場合は、「鋼道路橋設計便覧」６．５、６．６、７．２．１が参考にできる。

　また、曲線内にＩ桁を採用する場合、支点上でのみ折れ点を設けることを標準とするが、張出し長などの関係からやむをえず曲線Ｉ桁とする場合は十分検討の上、採用を決定するものとする。

３．鋼箱桁の採用にあたっては、経済性、車両載荷位置などを考慮の上、２箱桁あるいは１箱桁を選定する。なお、広幅員の場合は別途考慮する。

４．トラス橋は、原則として直橋で採用する。やむをえず曲線内にトラス桁を採用する場合は、支点上でのみ折れ点を設けるものとし、格点で折れ角を設ける場合は、十分な検討を要する。

１．鋼橋の場合、架設条件によって選定する形式に制約をうけることもあるため、架設工法に適した形式を採用し、経済的な設計となるよう努める必要が有る。とくに、大ブロック一括架設のように、架設の１ブロック質量を大きくし、架設工期の短縮をはかる傾向が強く、機械能力も大型化してきているので、架設用機械能力の実状を予め把握しておく必要がある。また、輸送条件は現場継手箇所及び桁高、箱桁の幅の制限などの構造形式に大きな影響を与えることに注意が必要である。

４．斜角を有するトラス橋は主構と床組との取り付け構造が複雑となり、景観上も好ましくないので、採用しないことが望ましい。

９－４－１－３　コンクリート橋

１．飛来塩分及び凍結防止剤による塩害、経年劣化に対して、十分な耐久性が保持できる構造・防食対策を選定する。
２．片持工法で施工するＰＣ箱桁は、原則として連続ラーメン形式および連続桁形式とする。
３．移動式支保工、押し出し工法やプレキャストセグメント工法による施工を考慮する場合は、あらかじめ線形条件、施工規模、架設上の制約条件などについて検討の上、採用を決定するものとする。
４．ＰＣ箱桁橋には、外ケーブル構造を適用することができる。

２．片持ち工法で施工するＰＣ箱桁は、柱頭部を剛結する連続ラーメン形式と支承を有する連続桁形式がある。連続ラーメン形式は支承が少ない、不静定次数が高く耐震性に優れているなどの特徴があるが、橋脚高が低い場合には、温度、乾燥収縮、クリープなどによる不静定力が大きくなることや、橋脚剛性の差が大きい場合の慣性力の分担などに対して、十分検討を行う必要がある。

３．移動支保工による施工、押し出し施工、プレキャストセグメント工法は施工管理、品質管理面で、すぐれた工法といえるが、施工規模、架設条件によってその有利性が異なるものであり各種の施工条件について事前の検討が必要である。とくに平面曲線、縦断曲線がある区間では、施工上問題が多いので十分な検討が必要である。

９－４－２　鋼　　橋

９－４－２－１　設計一般

１．一　般

鋼橋の設計にあたっては、施工の条件や塩害、経年劣化による影響、景観、構造の簡素化・統一化を適切に考慮し、橋全体に要求される諸性能を満足するものとする。また、設計図等には、使用材料に関する事項、設計の前提とした施工の条件、設計で考慮した維持管理に関する事項などを記載するものとする。

２．鋼種の選定

鋼種は、部材の応力状態、製作方法、架橋位置の環境条件、防せい防食法などに応じて、適切に選定する。ただし、溶接を行う鋼材には、溶接性が確認された鋼材を用いるものとし、ＪＩＳ Ｇ 3106 およびＪＩＳ Ｇ 3114、ＪＩＳ Ｇ 3140 の規格に適合するものを標準とする。

３．板厚による鋼種の選定

（１）鋼種は板厚により「道路橋示方書Ⅱ鋼橋・鋼部材編」表－１．４．１に示す鋼材を使用することができる。

（２）気温が著しく低下する地方では、とくに低温じん性に注意して鋼種の選定を行うものとする。

（３）溶接により拘束力を受ける主要部材で、板厚方向に主として引張力を受ける場合には、鋼材の板厚方向の特性に配慮するものとする。

（４）特別な性能を有する鋼材を使用する場合には、その仕様を表す“－Ｚ25Ｓ”や“－Ｈ” などの記号を設計図書に明記する。

（５）ＳＳ400 の橋梁への適用は非溶接部材に限定することとする。

ただし、板厚 22 ㎜以下のＳＳ400 を仮設資材に用いる場合や、二次部材に用いられる形鋼や薄い鋼板などでＳＭ材の入手が困難な場合は、事前に溶接性に問題がないことを確認した上で使用することができる。

４．二軸応力を受ける鋼材

二軸応力が支配的な部材に用いる鋼材は、圧延直角方向の機械的性質を確認して用いるものとする。

５．２次部材の選定

２次部材の設計にあたっては、組立部材の使用よりも形鋼類を使用するのがよい。また、形鋼のサイズは市場性を考慮すること。

６．部材の連結用材料

部材の現場継手は、原則として高力ボルト摩擦接合によるものとする。また使用する高力ボルトの種類は、Ｓ10Ｔ、Ｓ10ＴＷ、Ｆ10ＴまたはＦ10ＴＷとするが、メッキ橋梁を採用する場合には、Ｆ８Ｔを標準とする。「道路橋示方書Ⅱ鋼橋・鋼部材編」９.５.２より、Ｓ14Ｔは屋外使用の実績が乏しく、鋼材腐食に起因する遅れ破壊の防止を考慮し、凍結防止剤（塩化物）を散布する地域においては、点検と補修の確実性が確保できないため、当面使用しない。

７．桁端部

（１）桁端部の張出し量

桁端部における支点からの張出し量は、主桁および支承構造のほか、伸縮装置、排水装置、落橋防止構造、ジベルなどの取り合いを考慮して定める。また、「道路橋示方書Ⅴ耐震設計編」13. ３．５の 桁かかり長の規定について確認するものとする。

（２）桁端部の遊間

桁端部の遊間については、「道路橋示方書Ⅴ耐震設計編」13. ２．１によるものとする。

８．連　結

（１）連結位置

部材の連結位置は、以下の事項に留意して決定するものとする。

１）輸送、架設から制限される部材長および質量内となる位置とする。

２）断面配置上より適切な箇所とする。

３）主桁の現場継手位置は、垂直補鋼材間に配置することを原則とする。

（２）継手の計算に用いる曲げモーメントおよびせん断力は、接合線位置の値でよい。

（３）連結板の幅は、フランジの面取り仕上げを考慮して、フランジ端部より５㎜控えることを標準とする。

９．溶　接

溶接線に直角な方向に引張応力を受ける継手には完全溶込み溶接を用いることを原則とする。また、図面には溶接種別を明確に記載する。

１．構造物を要求される性能どおりに、経済的に設計するためには設計詳細の問題とともに適切な鋼種の選定が必要である。また、ひとつの構造物の中に幾種類もの鋼種を使用して、いたずらに煩雑化することは、鋼材発注の際の手数を増し、製作に際しての誤りを増すことになると考えられるので注意を要する。

２．ＪＩＳ以外の溶接構造用規格鋼材については、「道路橋示方書Ⅱ鋼橋・鋼部材編」20．８．４の溶接施工試験により、溶接性の確認を行った上で、使用することができる。

３．鋼板の厚さは、主たる構造に適用するものであって、二次部材などについては必ずしも「道路橋示方書Ⅱ鋼橋・鋼部材編」表－１．４．１によらなくてもよい。なお、伸縮継手、ソールプレートは耐久性に配慮し、同表を適用するものとする。

板厚により鋼種を選定する際は、部材の重要度、生じる応力度、製作の難易度を判断して行うが、現在のＪＩＳでは、板厚が厚くなるにつれて降状点又は耐力が低下することに留意し、40㎜を越える板厚を使用する際には、板厚により降伏点または耐力が変化しないことを保証された“－H”鋼材の使用を検討する必要がある。

「道路橋示方書Ⅱ鋼橋・鋼部材編」20．６．１において鋼材の板厚公差に関する規定がある。これは従来ＪＩＳ規格の公差に準拠してきた道路橋において、連続桁の腹板、鋼床版等で著しく安全性を損なう場合があるので（－）側の公差を（＋）側にシフトさせたかたちとなるもので、ＪＩＳ規格中の特記事項でもあり、橋梁用鋼材の発注に際してはこの趣旨を徹底させる必要がある。

５．鋼橋の２次部材あるいは１次部材であっても対傾構や縦桁などについては、省力化、コスト低減などの目的から、ビルトアップの部材よりも形鋼類を使用することが望ましい。ただし市販の形鋼においてもカタログどおりの製品が常時在庫されているわけではないので、入手の難易を考慮して標準的なサイズを選定するのがよい。

６．鋼橋の現場継手は、高力ボルト摩擦接合によることを原則とした。また、使用する高力ボルトの種類は、原則としてトルシア形高力ボルト（Ｓ10Ｔ）とするが、ボルト位置によっては、締付け機械がセットできないので注意しなければならない。「道路橋示方書Ⅱ鋼橋・鋼部材編」９．５．２で、トルシア型ボルト S14T が新たに規定された。しかし、解説文では、「飛来塩分により腐食が生じる環境では使用してはならないことを示しており、塩分環境が厳しい環境とは，例えばⅢ編６．２．３ による地域区分 A から C の地域での暴露環境が該当する。」とあり、凍結防止剤散布地域が該当すると考えられる。

7．上部構造端部においては、レベル１地震動及びレベル２地震動に対して、原則として上部構造と橋台又は橋脚の段違い部、あるいは、隣接する上部構造どうしが衝突しないように、必要な遊間を設けることを原則とする。ただし、免震橋以外で、上部構造端部の衝突が橋の耐震機能を損なわないことを確認する場合には、レベル１地震動に対して衝突が生じないような遊間としてもよい。上部構造端部の遊間を設ける場合は、式（９－１）による値以上とする。

$$S_{BR}= \begin{cases} u_S+L_A & \text{（上部構造と橋台又は橋脚の段違い部の間）} \\ c_B u_S+L_A & \text{（隣接する上部構造の間）} \end{cases} \quad \cdots\cdots \text{式（9－1）}$$

ここに、

S_{BR}：**図９.21** に示す上部構造の必要遊間量（㎜）

u_S：レベル２地震動が作用したときに遊間量を算出する位置において生じる上・下部構造間の最大相対変位（㎜）

L_A：遊間量の余裕量（㎜）

c_B：遊間量の固有周期差補正係数で、隣接する２連の上部構造の固有周期差ΔＴに基づいて**表９．20** の値とする。

表９.20　遊間量の固有周期差別補正係数 c_B

固有周期差比　ΔＴ／Ｔ１	c_B
$0 \leqq \Delta T / T_1 < 0.1$	1
$0.1 \leqq \Delta T / T_1 < 0.8$	$\sqrt{2}$
$0.8 \leqq \Delta T / T_1 \leqq 1.0$	1

注）ここで、ΔＴ＝Ｔ１－Ｔ２で、Ｔ１、Ｔ２は、それぞれ、隣接する２連の桁の固有周期を表す。ただし、Ｔ１≧Ｔ２とする。

実際の遊間量 $S_B \geqq$ 必要遊間量 S_{BR}

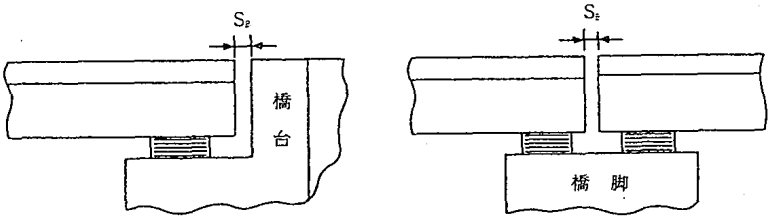


図９.21　上部構造端部の遊間

8．運搬、架設方法を考慮した部材長の決定と連結位置

(1) 製鋼工場から橋梁工場、橋梁工場から架設現場までの輸送方法は、自動車、鉄道、船舶等が考えられるが、橋梁工場、架設現場への搬入条件によって、輸送可能な鋼板形状や部材寸法が制限される場合もあるので、まず、現況の調査が必要である。国道および地方道を利用する場合には、予め車両制限令をはじめとする関係官公庁署の条例、取締規約、細則などを調査し、運搬可能な空積を決めておく必要がある。**表９.21** に鋼板車両輸送の車種と積載条件を、**図９.22** に自動車輸送の場合の最大部材寸法検討手順を示す。なお、部材寸法は製作キャンバー等に配慮し、余裕を持った計画とすることが望ましい。

表９.21　鋼板車両輸送の車種と積載条件

車　種	数量	製　品　幅	製　品　長	製　品　重　量（参　考）
車種Ａ　基準内車両	複数	2.491m以下	13.5m以下	最大28ｔ－車両重量＝約14ｔ～20ｔ
	単体	2.491m超～3.5m以下	13.5m以下	最大28ｔ－車両重量＝約14ｔ～20ｔ
車種Ｂ　基準内車両 傾動台車（新規）	複数	3.3m以下 傾動時2.5m以下	13.0m以下	最大28ｔ－車両重量＝約17ｔ～18ｔ
				最大28ｔ－車両重量＝約17ｔ～18ｔ
車種Ｃ　基準緩和車両 分割可能貨物	複数	スタンション幅以内 （≒2,050～2,200）	荷台長以下	最大36ｔ－車両重量＝約24ｔ～28ｔ
車種Ｄ　基準緩和車両 幅緩和	単体	3.5m以下	13.5m以下	
車種Ｅ　基準緩和車両 幅緩和傾動台車	単体	傾動時3.5m以下	11.0m以下	

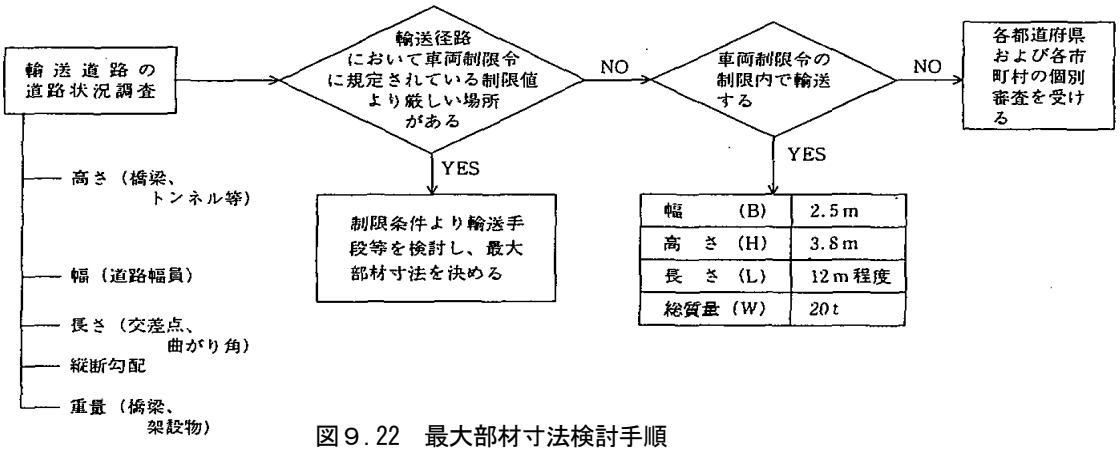


図９.22　最大部材寸法検討手順

1)　架設部材としては、架設方法、工場内の製作方法にもよるが、あまり、長い部材長とすると剛性がないことから、変形を生じやすくなり、ひいては内部応力が発生することになるので十分な照査が必要である。

2)　連結位置は、輸送できる寸法及び重量にて計画するものとし、垂直補剛材等との干渉にも留意する。

3)　断面補強を行う場合は、孔引きによる断面欠損を補強するため、一般に板厚を増す設計を行う。この場合、「道路橋示方書Ⅱ鋼橋・鋼部材編」９．５．５により、限界状態１における純断面積は、孔引き後断面の 1.1 倍まで割り増してよい。

4)　トラス橋、連続桁などでは、架設方法による部材割を検討して連結位置を決める必要があるが、輸送が可能な範囲内で連結箇所はなるべく少なくするようにする。

(2) 連結部に働く断面力は、厳密には接合線とボルトとの水平方向の距離の影響も考えなければならないが、一般的にはこの影響が小さいので無視してよい。ただし、連続桁の中間支点付近ではこの影響が 0.5%以上となるので、継手位置での応力に余裕のないときには注意が必要である。

連結板縁では、連結板をフランジ母材縁に合わせても施工誤差で揃わないことが多く、また、主桁フランジの角部がガス切断や切削仕上げによって鋭いエッジになっていると塗料が十分に付着せず、早期発錆の原因になりやすい。

このため**図９.23** のように、連結部においてもグラインダーや専用加工機による曲面仕上げを行い、連結板の幅は**図９.24** に示すようにフランジ幅の端部から５㎜控えることとした。

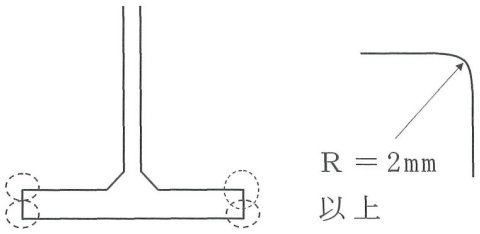


図９．23　角部の曲面仕上げの例

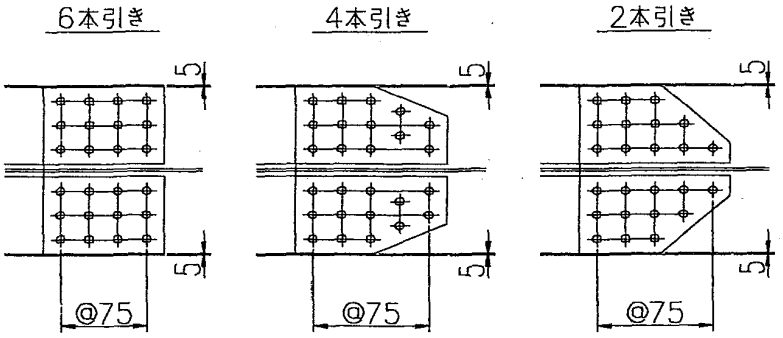


図９．24 フランジ連結板の事例

９．図面に記載する溶接種別の詳細については、**９－７－５－４**を参照のこと。

９－４－２－２　強度の特性値

強度の特性値および部分係数は、「道路橋示方書」による。

なお、雪荷重の取り扱いについては、本章**９－２－１０荷重一般**によるものとする。また、防護柵の設計については、「防護柵の設置基準・同解説」（平成 28 年 12 月）並びに「車両用防護柵標準仕様・同解説」（平成 16 年 3 月）、「道路橋示方書Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編　9.6」による。

９－４－２－３　設計計算

１．設計計算の基本

設計計算にあたっては、荷重状態に応じた部材の材料特性、構造の幾何学的特性、支持条件などを適切に評価できる解析理論および解析モデルを用いるものとする。

なお、鋼桁の設計計算においては、任意形格子理論（変形法等）によることを標準とする。

２．疲労設計

鋼橋の設計にあたっては、疲労の影響を考慮し、適切な構造詳細とする。

３．計算細目

（１）斜橋の計算モデル

斜橋の場合は、端対傾構および端対傾構（横桁）および支点上対傾構（横桁）も含めた計算モデルで解析する。

（２）荷重分配

荷重は一般的にはすべて荷重分配を行うものとする。

（3）仮定剛度

計算に用いる主桁および分配横桁の仮定剛度と実部材の剛度差は、５～10%以下とするのがよい。

（4）仮定鋼重

仮定鋼重と実鋼重との差は5%以下が望ましい。

1．鋼桁については、最も汎用性がある任意形格子理論（変形法）を標準としたが、橋の規模や構造形式、照査の目的に応じて、立体モデルや動的解析などの高度な解析方法を適宜選択の上使用することが望ましい。

2．荷重の大型化、交通量の増大に伴い、鋼道路橋においても部材接合部などに疲労き裂の発生が報告されている。疲労設計にあたっては、「道路橋示方書Ⅱ鋼橋・鋼部材編」８章を参考として、疲労強度が著しく劣る継手や過去に疲労損傷が報告されている構造詳細を避け、疲労耐久性を確保するものとする。

3．計算モデルと荷重条件

（1）通常直橋における端対傾構および、端対傾構（横桁）および支点上対傾構（横桁）の有無は、主桁の断面力等の計算に影響することはないが、斜橋の場合には、主桁モーメントがこれらの対傾構にある程度伝達されることになるので計算モデルに含めるものとする。また、主桁との取合い部（**図９．25**○印部分）の構造も断面力に大きな影響を及ぼすので、これらの細部構造に対しても主桁のねじり剛性を評価できる忠実な計算モデルによるものとする。

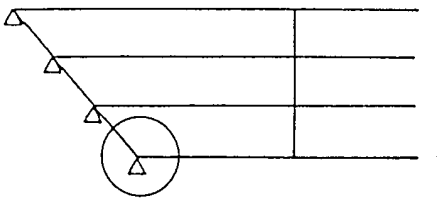


図９.25　斜橋の計算モデル

（2）一般に荷重はすべて分配させるが、架設工法によっては死荷重をすべて分配させると不合理な場合もあるので注意を要する。

（3）仮定剛度と実剛度の差が大きい場合には、主桁のたわみ計算結果が不正確となり、各主桁間または主桁と分配横桁間の相対剛比が実際と異なる場合には荷重分配が異なることになる。したがって仮定剛度と実剛度との差を極力小さくするよう適切な仮定断面を設定しなければならない。主桁の場合には、各格点間における剛度変化の影響は比較的小さいので、支間の平均剛度を用いてよい。

９－４－２－４　主桁の縦・横断骨組

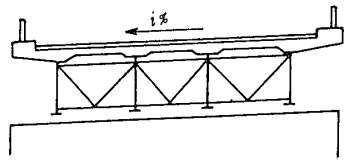
1．桁の縦・横断骨組は、原則として路面勾配に合わせるものとし、床版のハンチ量ができるだけ均等となるように定めることが望ましい。また、ハンチ高は横組の維持管理が行いやすいように配慮すること。

2．横断勾配によって主桁（または主構）左右の基準高さが著しく異なる場合には、各桁相互の基準高さを所定勾配に沿わせることが望ましい。

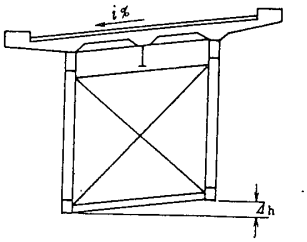
1．床版の施工性、荷重の均等などを考えて、できるだけハンチ高を一定とするものとした。

曲線区間などで路面が曲線となる場合、桁面は必ずしも同一平面に配置しなくてもよいが、対傾構の取り合いに十分注意する必要がある。なお、縦断曲線が凹形の場合は、桁の縦断勾配を路面勾配に合わせると景観上好ましくないので路面勾配に合わせる必要はない。

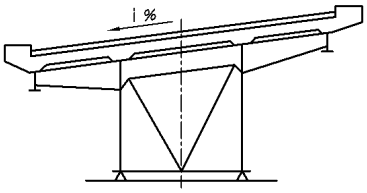
2．２%の片勾配がある場合、横断面の骨組は**図９.26**（ａ）、（ｂ）のように配置するのが一般的である。また、曲線半径の小さい橋梁に箱桁を用いる場合は**図９.26**（ｃ）のようにすると有利である。



(a) プレートガーター橋の例



(b) トラス橋の例



(c) 箱桁の場合

図９.26　主桁の横断骨組

９－４－２－５　主桁の断面構成

１．一般的事項

断面は、構造物全体として要求される事項を検討して、設計、製作、輸送ならびに維持管理上最適の断面となるよう決定するものとする。

２．桁高の選定

桁高は、最も経済的な高さとなるように検討するものとする。

３．断面変化

主桁の断面変化は連結位置とし、１部材１断面を基本とする。

９－４－２－６　曲線橋

１．主桁の形式

曲線桁には、Ｉ桁および箱桁があるが、曲線半径の小さい場合は箱桁を用いるのが望ましい。

曲線桁は、直線桁に比べてねじりモーメントが大きくなるので、ねじり剛性の大きい箱桁にするのが望ましい。しかし、支間が小さく曲線半径が大きい曲線桁に対しては、主桁に作用するねじりモーメントも小さいので経済性を考慮してＩ桁並列橋を用いることができる。

２．曲線区間の桁配置

曲線半径の比較的大きな区間については、主桁はなるべく直線桁として検討するのが望ましい。

１）平面骨組を直線桁とするか曲線桁とするかについては、床版張出し量、外縦桁（ブラケットを含む）の設置を検討したのち、止むを得ない場合のみ曲線桁にするのが望ましい。張出し量の決定にあたっては、各主桁の剛度が均等に

なるように配置する。

2）曲線区間で橋梁が何連にもなる場合も、直線桁でできるだけ検討を行い橋脚上で折線となるように配置するのが望ましい。その場合対傾構の配置は主桁に直角方向とする。

3）曲線半径の比較的小さい区間で、単純形式となる場合、**図９.27**（ｂ）のように端部パネルだけバチ形とし、ａａ’//ｂｂ’としてよいが、斜橋と同じように橋脚、橋台上で支障がなければ、なるべく直橋としての骨組にすることが望ましい。(**図９.27**)

4）連続トラスなどで橋脚上のみの折線では曲線形を処理できない場合は、支間中央で折線とした例もあるが、この場合は解析方法を十分確認して設計を進める。

5）隣接桁との配置は、原則として、橋脚線にて外側桁の延長線が交わるようにするのがよい。

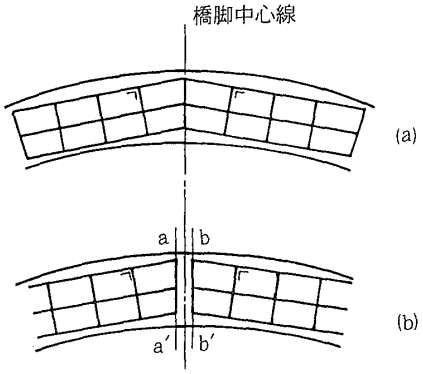


図９.27　主桁配置

クロソイド区間のように曲率が変化する場合においても、外側および内側桁の延長線と橋梁線は、落橋防止構造等の設置が可能なようにそろえるようにするのがよい。

３．付加応力

Ｉ桁並列の曲線橋を格子桁理論で計算する場合には、フランジプレートに通常の曲げ応力のほかに、曲がりによって生じる付加応力を考慮するものとする。

格子桁理論では、部材は接点間において直線であるとして取扱われるため、曲がりの影響が考慮されない。しかし、曲線橋では、主桁の曲がりによって、**図９.28** に示すような法線方向の付加応力を受け、フランジプレートの円周方向に、圧縮または引張力を生じるので、断面算定に考慮するものとする。

この値は曲線半径に反比例し、格間長λの２乗に比例して増大するので、フランジ固定点間距離には留意する必要がある。付加応力は次式により算出することができる。

$$\sigma s = \pm 0.106 \frac{\sigma}{R \cdot Zf}\left(Af + \frac{Aw}{3}\right) \lambda^2$$

ここに、σｓ：付加応力度

σ　：上または下フランジの曲げ応力度

Ｒ：主桁の曲線半径

Ａｆ：上または下フランジの断面積

Ａｗ：中立軸より上または下フランジまでの腹板の断面積

Ｚｆ：フランジ幅の中央における垂直軸に関する上または下フランジの断面係数

λ：フランジの固定点間距離

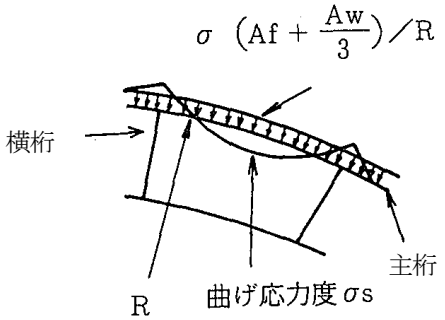


図９.28

箱桁では式の中のＺｆ が著しく大きくなるためσｓは、ほとんど計算する必要がない。したがって、曲線半径の小さい橋では箱断面が望ましい。

なお、格子桁理論では、一般に各部材のそりねじり剛性を考慮に入れないので個々の部材としてのそりねじりによる応力度は算出されないが、Ｉ形断面の主桁で抵抗するねじりモーメントの量は非常に小さく、また発生するそりねじり応力度も小さいため、一般の設計では無視することができる。

しかし、フランジの幅が広い場合には必ずしも無視できない場合もあるので注意を要する。

４．横桁の設計

Ｉ桁並列の曲線桁橋では、橋桁の剛度は直線桁より大きくすることが望ましく、横桁の変形が主桁の荷重分配に及ぼす影響を小さくするような剛な断面の設計を行うことが望ましい。

曲線桁の横桁は一般に充腹構造が望ましく、主桁との連結は曲げモーメントの伝達に注意しなければならない。

また横桁の設計には格子計算による断面力のほかに、主桁の曲がりによって生じる法線方向の水平反力を考慮するものとする。主桁の曲がりによる水平反力は、次式により算出することができる。

$$P_U = \frac{1}{R}\sigma_{bu}\left(A_{fU} + \frac{A_{wu}}{3}\right) \cdot \left(\frac{\ell_1 + \ell_2}{2}\right)$$

$$P_t = \frac{1}{R}\sigma_{bt}\left(A_{ft} + \frac{A_{wt}}{3}\right) \cdot \left(\frac{\ell_1 + \ell_2}{2}\right)$$

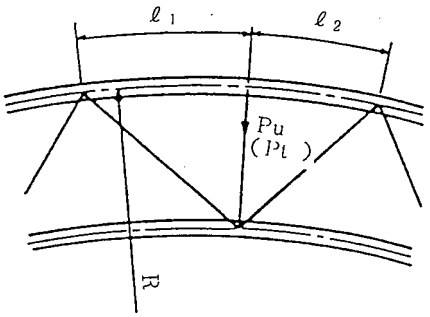


図９.29　対傾構・分配横桁の水平力

ここに、Ｐu、Ｐt：着目フランジの水平力（N）

Ｒ：曲線半径（㎜）

σbu、σbt：着目フランジの曲げ応力度（N／㎜^{2}）

Afu、Aft：着目フランジの断面積（㎜^{2}）

Awu、Awt：中立軸より着目フランジまでの腹板断面積（㎜^{2}）

主桁の曲がりによる分配横桁の断面力は次式による。

曲げモーメント：$M = \frac{Pu + Pt}{2} \cdot h$

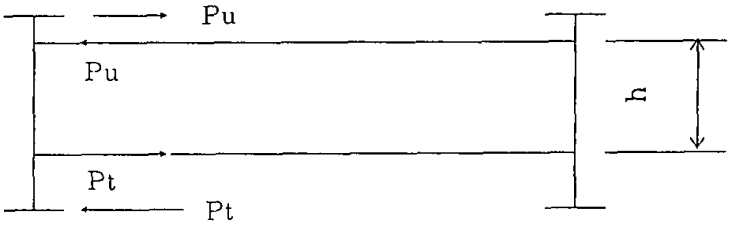


図９.30　分配横桁の断面力

５．横構の設計

Ｉ桁並列の曲線桁橋では上下に横構を設けることを原則とする。

構造の設計にあたっては、通常の横荷重のほかに主桁の曲がりによって生じる上下フランジの法線方向の水平力と横構を設けることにより生じるねじりモーメントからのせん断力を考慮した１次部材として設計するものとする。

曲がりによる付加応力は次式により算出することができる。

$$P_1 = \frac{\sin\theta_2}{\sin(\theta_1 + \theta_2)} \bullet Po$$

ただし、

$$P_2 = \frac{\sin\theta_1}{\sin(\theta_1 + \theta_2)} \bullet Po$$

$$Po = \frac{\sigma\left(Af + \frac{1}{3}Aw\right)}{R} \bullet \frac{\lambda_1 + \lambda_2}{2}$$

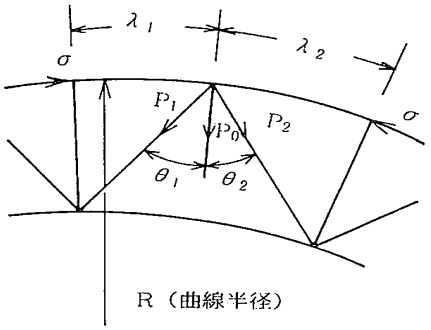


図９.31　曲線桁横構の付加応力

ここに、σ：曲げによるフランジの垂直応力度（N／㎜^{2}）

Ａｔ：上または下フランジの断面積（㎜^{2}）

Ａｗ：中立軸より上または下フランジまでの腹板の断面積（㎜^{2}）

また、横構の断面には準箱桁作用を考慮して純ねじりモーメントによるせん断力を加算するものとする。

6．上揚力および支承配置

（1）曲線桁は、載荷状態によって内桁支点に上揚力が生じることがあるが、なるべく内外桁に反力差が起こらないよう注意する必要がある。

（2）支承の配置および構造については、温度変化や風および地震による水平力が、ある断面または支承に集中的に作用しないようにするのが望ましい。

９－４－２－７　床　　版

1．適用範囲

ここに規定する事項は、鋼橋の鉄筋コンクリート床版の設計に適用する。

2．耐荷性能の照査

鉄筋コンクリート床版の耐荷性能の照査は、「道路橋示方書Ⅱ鋼橋・鋼部材編」11．３と11．４、14．６、14．７による。

3．床版の最小全厚

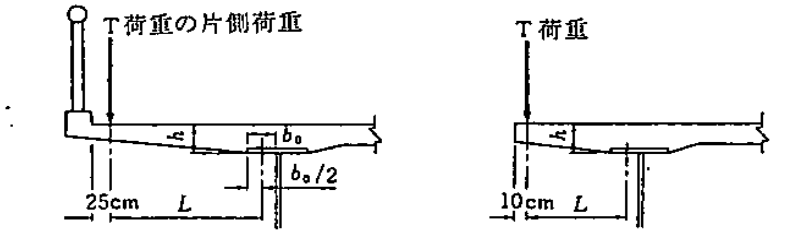
（1）疲労に対する所要の床版の耐久性能を満足する車道部分の床版の最小全厚は**表９.22** に規定する値とする。また片持版における最小全厚は、**図９.32** に示す床版厚に対する値とする。ただし、車道部分の床版の最小全厚は160㎜を下回ってはならない。この他、塩害対策としては本章**９−３　耐久性の検討**によるものとする。

また、大型車の交通量が多い道路の橋、床版を支持する桁の剛性が著しく異なるため大きな曲げモーメントが付加される橋等については、**表９.22** に規定する床版の最小全厚より厚さを増加させて設計するのが望ましい。

表９.22　車道部分の床版の最小全厚（㎜）

版の区分	床版の支間の方向		
	車両進行方向に直角		車両進行方向に平行
単純版	40Ｌ＋110		65Ｌ＋130
連続版	30Ｌ＋110		50Ｌ＋130
片持版	Ｏ＜Ｌ≦0.25	280Ｌ+160	240Ｌ＋130
	Ｌ＞0.25	80Ｌ+210	

ここに、Ｌ：**図９.32** に示すＴ荷重に対する床版の支間（m）



(a)　主鉄筋が車両進行方向に直角な場合　　(b)　主鉄筋が車両進行方向に平行な場合

図９．32　片持版の最小全厚ｈ

（2）歩道部床版の最小全厚は140㎜とする。なお、塩害影響地域にあっては、車道部同様の注意が必要である。

（1）**図９.32** に示す車道部分の床版の最小全厚は、一般的な条件下にある橋の床版厚の最小値の基準である。したがって大型車交通量が多い道路の橋、床版を支持する桁の剛性が著しく異なるため大きな曲げモーメントが付加される橋など、特殊な条件下にある橋に対しては、床版の耐久性能の観点から**表９.22** に示す床版の最小全厚より厚さを増加させて設計するものとした。この場合、床版厚は大型車の交通量、支持構造物の特徴等を考慮し「道路橋示方書Ⅱ鋼橋・鋼部材編」11. ５の解 11.５.１式によるものとする。

また、飛来塩分による塩害影響地域にあっては「道路橋示方書Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」６．２．３によるものとし、凍結防止剤散布影響への対策としては、本章**９−３ 耐久性の検討**にもとづいた床版厚の決定が必要となる。

床版支間や大型車交通量により定まる床版厚に、塩害への対応上必要な純かぶりを考慮しなければならない場合、床版鉄筋径が増加したり鉄筋間隔が狭くなり、施工性に悪影響を及ぼすことがないよう注意が必要である。

（2）歩道部の最小全厚 140 ㎜は、床版の施工性を考えて最小全厚を定めた。

４．材料、応力度の制限値

（1）床版コンクリートの設計基準強度σ_{ck}は「道路橋示方書Ⅱ鋼橋・鋼部材編」11.２.６および 14.３.２の規定により、耐荷性能を満足させる上で必要となる強度を確保するほか、床版の耐久性能を満足するように定めるものとする。

（2）床版コンクリートの床版作用に対する耐荷性能を満足する曲げモーメントの制限値は、**「道路橋示方書Ⅱ鋼橋・鋼部材編」11.３、11. ４による。**

（3）床版コンクリートの主桁断面の一部としての床版の耐荷性能を満足する応力度の制限値は、**「道路橋示方書Ⅱ鋼橋・鋼部材編」14.６.２と 14.７.２による。**

（4）床版コンクリートの疲労に対する耐久性能を満足する曲げ圧縮応力度の制限値は、**「道路橋示方書Ⅱ鋼橋・鋼部材編」11.５（８）による。**

（5）床版に用いる鉄筋はＳD345 とし、疲労に対する耐久性能を満足する応力度の制限値は、**「道路橋示方書Ⅱ鋼橋・鋼部材編」11.２.６による。**

（1）床版コンクリートの耐久性能を確保するためには、水セメント比を 50%以下にする必要があり、これを条件として配合を行った場合、整備局管内で確実に製造できる呼び強度は 30Ｎ／㎟である。

床版支持桁の不等沈下の影響を無視できる場合は「道路橋示方書Ⅱ鋼橋・鋼部材編」11.２.３に規定される設計曲げモーメントを用いて断面設計を行う。引張側鉄筋の応力度の制限値については、過大なひび割れの発生を防ぐ意図からこの規定を設けている。

また、「道路橋示方書Ⅱ鋼橋・鋼部材編」11.２.３に規定される設計曲げモーメントと付加曲げモーメントの合計に対して断面設計を行う場合で、「道路橋示方書Ⅱ鋼橋・鋼部材編」巻末の付録－１により付加曲げモーメントを算出する場合は、応力度の制限値を低減させる必要はない。ただし建設省土木研究所資料第 771 号および第 1338 号に示される算定図表は T-20 荷重に基づくものであるため、A 活荷重で設計する橋はこのまま用いても良いが、B 活荷重で設計する橋は算定図表から求められる値を 1.25 倍した値を付加曲げモーメントとする。

また、この条に示した制限値は、車道部分の床版に用いる鉄筋に対して適用するほか、車道部分以外の床版についても適用する。これは、車道部分とそれ以外の区分を、単に位置だけでなく、設計の対象とする荷重との組合せで考える必要があり、煩雑になることを避けたことによる。

５．鉄筋の配置

（１）鉄筋の直径は、原則として 13 ㎜から 19 ㎜とする。

（２）鉄筋の中心間隔は 100 ㎜以上でかつ 300 ㎜以下とする。ただし、引張主鉄筋の中心間隔は、床版の全厚をこえてはならない。

（３）１方向連続版の主鉄筋は、断面内の圧縮側にも、引張側の鉄筋量の少なくとも１／２の鉄筋を配置することを原則とする。

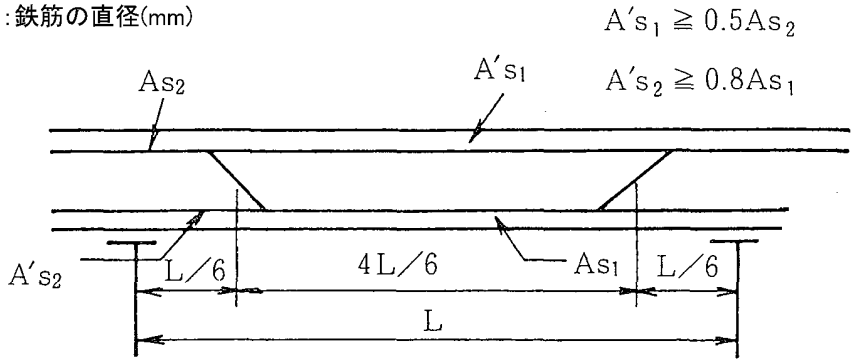
（４）１方向連続版の主鉄筋を曲げる場合には**図９.33** に示すように支点からＬ／６の断面で曲げるものとする。ただし、床版の支間の中央部の引張鉄筋量の 80%以上および支点上の引張鉄筋量の 50%以上は、それぞれ曲げずに連続させて配置するものとする。

（５）配力鉄筋は、床版の支間方向にその量を変化させて配置してよい。この場合、「道路橋示方書Ⅱ鋼橋・鋼部材編」11.２.３によって求めた曲げモーメントに対して**表９.25** の低減係数を用いてよい。

（６）鉄筋の重ね継手長 La は、「道路橋示方書Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」５.２.７に従い、鉄筋の直径の２０倍以上、かつ下記の算出式以上とする。

$La=\sigma sa/(4\tau 0a)\cdot\phi$

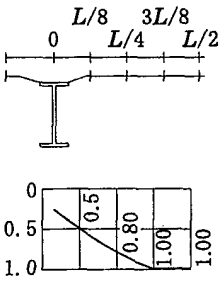
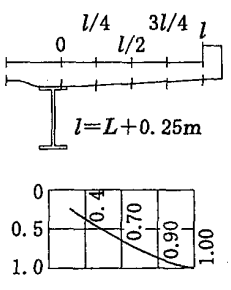
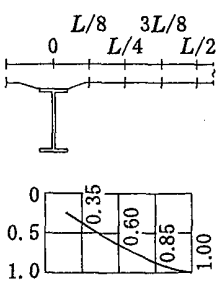
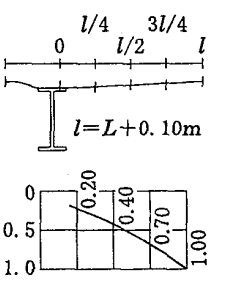
La ：付着応力度より算出する重ね継手長(mm)
σsa：鉄筋の引張応力度の基本値 (N/㎟)
$\tau 0a$：コンクリートの付着応力度の基本値 (N/㎟)
ϕ ：鉄筋の直径(mm)



L：支持桁の中心間隔

図９.33　鉄筋の配置

表９.25　床版の配力鉄筋量の低減係数

床版の支間が車両進行方向に直角な場合		床版の支間が車両進行方向に平行な場合	
連続版および単純版	歩道のない片持版	連続版および単純版	片　持　版
			

（１）端部床版については、施工性を考慮してD22 を上限としてもよいが、純かぶりに注意が必要である。
鉄筋の定尺は 12m を基本とし、曲げ加工を要するものは 10m 程度までとする。

6．床版のハンチ

床版には、支持桁上でハンチをつけるものとする。ハンチの傾斜は、１：３よりゆるやかにするのが望ましい。
また、フランジ上面からハンチを取るものとする。

ハンチは、**図９.34**（ａ）に比べて（ｂ）の構造の方がひび割れが生じにくく、局部応力も緩和される。

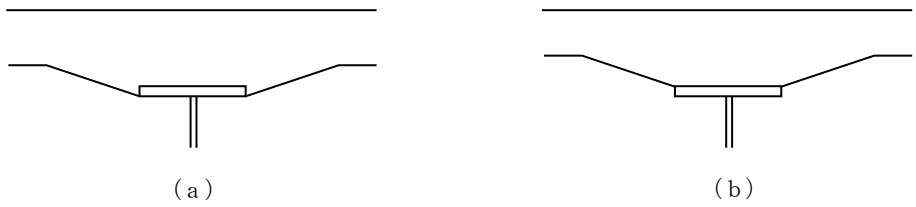
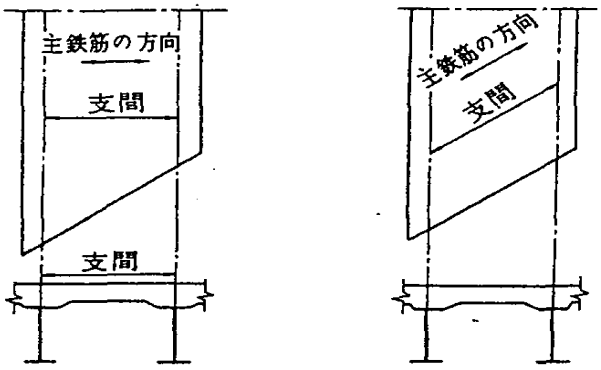


図９.34　ハンチ構造

7．桁端部の床版

（1）桁端部の車道部中間床版は端床桁で支持し、張り出し床版は必要に応じて端ブラケットで支持させるものとする。
（2）桁端部の片持部の床版を端ブラケットなどで支持しない場合、床版のＴ荷重（衝撃を含む）による設計曲げモーメントは「道路橋示方書Ⅱ鋼橋・鋼部材編」11.２.３表-11.２.１に規定する値の２倍を用いるものとする。なお、一般的にこの部分には、桁端部以外の片持部の床版の必要鉄筋量の２倍を配置すればよい。なお、この部分には桁端部以外の床版の上側の配力鉄筋量の２倍の配力鉄筋を上側に配置するものとする。
（3）斜角が 70°以上の主鉄筋は斜角方向に配置し、斜角が 70°未満の主鉄筋は直角方向に配置することを原則とする。この場合ピッチはいずれも橋軸方向にとるものとする。
　斜橋の端部斜筋については、張出し部のみ斜筋方向の張出し長さで、応力照査を行うものとする。

（3）斜床版の主鉄筋方向



斜角 70°未満の場合　　斜角 70°以上の場合

図９.35　斜橋の床版の支間および主鉄筋の方向

９－４－２－８　床　　組

１．縦桁

（１）設計荷重

「道路橋示方書」によるものとする。

（２）付加応力

連続桁の中間支点上の縦桁については、主桁（主構）の死荷重（鋼重を除く）によるそりの変化に伴う付加応力を考慮する。この場合、応力度の制限値の割増しは行わないものとする。

（３）桁断面

１）　桁断面は同一断面を原則とする。

２）　腹板の最小厚は９㎜とする。

（４）縦桁の連結

１）　縦桁の連結は、床桁上で行うのを原則とする。

２）　連結については、曲げモーメントはフランジで分担し、せん断力を腹板で分担する簡便法により設計するものとする。この場合、フランジの連結については、曲げモーメントを腹板高で割った値をフランジ軸力としてボルト本数を求め、腹板の連結ボルト本数については、せん断力のみから求まる必要ボルト本数の 20%増しとする。なお、縦桁下フランジのコネクションプレートは、完全溶込み溶接とする。

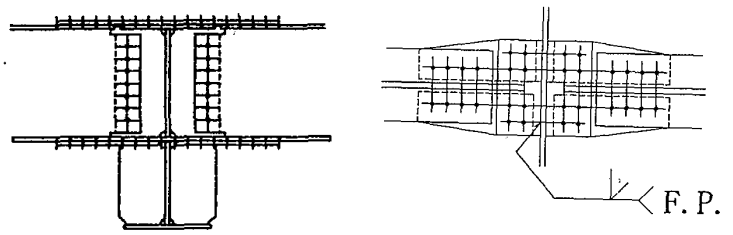


図９.36　縦桁の連結構造

（４）縦桁スパン５～10m間（但し、６m以上の場合には中間対傾構を設けなければならない）で、断面変化を行って溶接継手を増すことは「ガイドライン型設計」の主旨に反して製作工数が増え不経済となるため、断面変化を行わないことを原則とした。また、同様の理由から、連結構造の設計は部材数（腹板の連結板）を削減できる簡便法によることとした。

縦桁の腹板は、Ｉ桁の最小腹板厚が９㎜であることを考慮して最小厚を９㎜と規定した。なお、断面決定に際しては、ビルトアップ材とH形鋼との経済比較を行って断面決定することが望ましい。

縦桁下フランジのコネクションプレートの継手は、“荷重伝達型十字溶接継手”であるため、完全溶込み溶接（Ｆ．Ｐ.）を原則とした。また、溶接仕上げ方法は、「道路橋示方書Ⅱ鋼橋・鋼部材編８章　疲労設計」により照査して決定する。

２．床桁

床桁の平面配置は、主桁に直角に配置するのを原則とする。ただし、斜角 70°以上の斜橋については、斜角方向に配置してよい。

３．ブラケット

（１）ブラケットの平面配置

ブラケットは主桁に直角に配置するのを原則とする。ただし、斜橋の端ブラケットは斜角方向に配置する。

（２）ブラケットのたわみ

ブラケットの活荷重（衝撃を含まない）によるたわみは、ゲルバー桁の片持部に準じてブラケットの支間の１／1,200 以下とする。

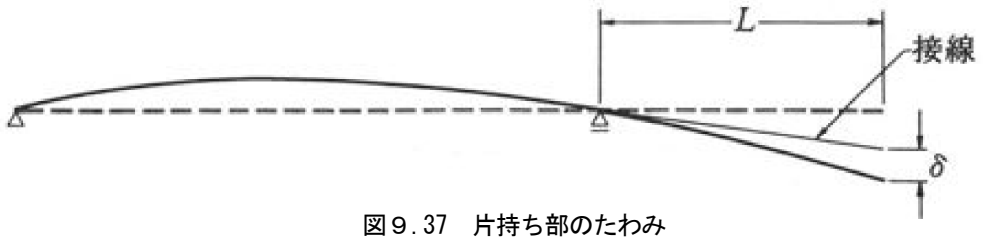


図９.37　片持ち部のたわみ

９－４－２－９　Ｉ桁橋

１．桁の平面骨組

（１）斜角 70°以上の橋梁については、対傾構の配置は斜角方向とし、斜角 70°未満の橋梁については主桁直角方向に配置する。

（２）幅員が一定で、橋梁支承線が台形上のバチ形橋となる場合には、対傾構は主桁に直角方向とする。

（３）幅員が橋梁上で変化する場合には、その状況に応じて主桁を放射状にするか側縦桁（ブラケット含む）とするか検討を行う。

（１）橋梁の場合、製作上は斜角配置の方が容易であるが、斜角が小さくなると**図９.38** に示すように格子剛度が著しく低下するため、斜角 70°を境として**図９.39** に示すような配置とすることとした。

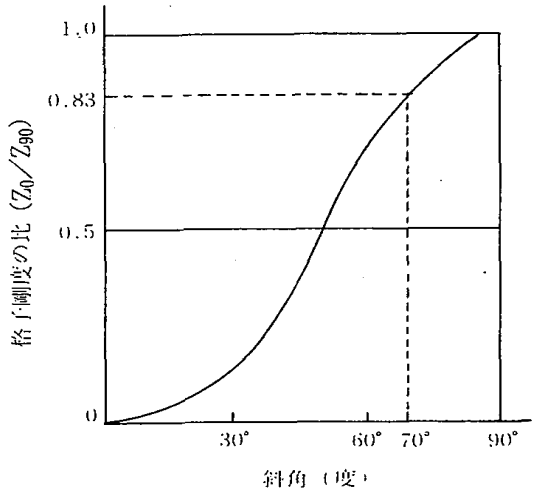


図９.38　斜角と格子剛度

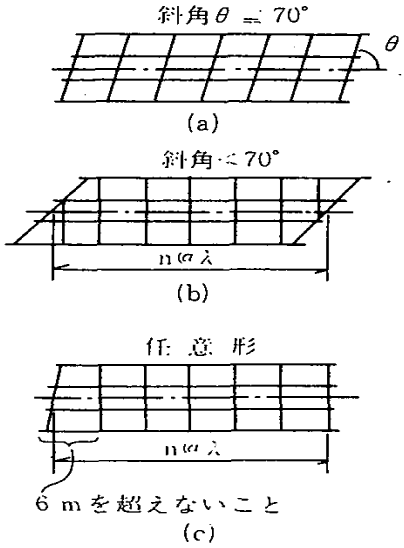
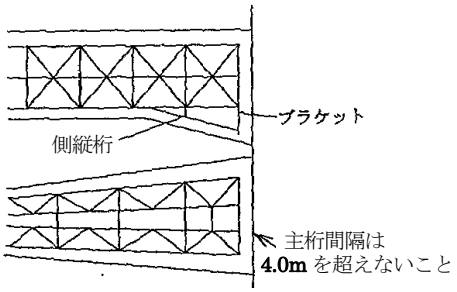


図９.39　分配対傾構の配置

図９.39（ｂ）のようにＩ断面の直交格子形式で斜角が小さい場合には、主桁相互にたわみ差が生じるので、主桁と横桁の連結が非常に困難となる。このような場合には、工場で組立時に主桁を所定の寸法までねじり、対傾構、横構を組込み、主桁の倒れを確認した後、対傾構取付け部の拡孔を行って現場の作業を少なくする方法や、主桁と対傾構の取付けボルト孔を長孔にして床版打設後に高力ボルトを締め直す方法等の対策がとられる。このため、施工法に十分考慮した設計を行う必要がある。

（３）幅員が変化する場合の一般的な処理方法は**図９.40** に示すとおりである。ただし、主桁を放射状に配置できる場合は、**図９.40** 下図のような配置とするのがよい。放射状配置が困難な場合は、**図９.40** 上図のように縦桁・ブラケット処理とするか枝桁処理とするか検討を行う。なお、縦桁・ブラケット処理の場合は、ブラケットに隣接する対傾構は横桁形式とする。



主桁を放射状に配置する場合
（各主桁の剛度が均等になるように配置する）

図９.40　幅員が変化する場合

２．主桁断面

（１）腹板厚は９㎜を最小とする。
（２）フランジ幅は、桁高の１／３～１／５を目安とする。
（３）フランジの最小幅は、桁高の１／８（ただし、200 ㎜以上）とする。
（４）上フランジの板厚変化は、下逃げとする。

（３）フランジ幅を腹板高に比べてあまり大きくすると、せん断おくれ（ｓｈｅａｒｌａｇ）によりフランジ断面の応力分布が均一でなくなるおそれがあるため、フランジの最大幅を規定した。

逆にフランジ幅が小さいと、輸送、架設中の主桁としての剛性確保、あるいはボルト、ジベル配置などに問題が生じるおそれがあるため、最小幅についても限定した。

（４）フランジ板厚を変化させる場合は、床版構造による現場施工性を考慮して上フランジの板厚変化方法として、フランジ上面をそろえることを標準とする。

図９.41　フランジの板厚変化

３．補　剛　材

（１）垂直補剛材

１）支点上の垂直補剛材および対傾構取付部の補剛材の板厚は 12 ㎜以上とし、その他は８㎜以上とする。

２）中間補剛材は、とくに必要な場合を除いて桁の外面に設けないことが望ましい。

３）支点上の補剛材は、桁の両面に設置するのを原則とする。

４）対傾構が斜角となる場合、その取付部の補剛材は斜角方向に取付け、ガセットは折り曲げないことが望ましい。

５）垂直補剛材と上・下フランジの接合については「道路橋示方書Ⅱ鋼橋・鋼部材編」13．４．５の規定に従うものとする。

（2）水平補剛材

1）水平補剛材は1段とすることを原則とする。ただし、連続桁の中間支点部などにおいて、極端な鋼重増加を避けることができる場合には2段を限度として段数を増やすことが望ましい。

2）垂直補剛材と水平補剛材の取合では、水平補剛材を垂直補剛材から純間隔で35㎜離すのを標準とする。

3）水平補剛材の上下のラップは、少なくとも垂直補剛材間3パネル以上とする。

設計上注意すべき要点は、次のとおりである。

① 水平補剛材の突出幅は溶接の施工が容易になるように垂直補剛材より短くするが、板厚については「道路橋示方書Ⅱ鋼橋・鋼部材編」 5．4．2 軸方向圧縮力を受ける自由突出板、13．4．7水平補剛材の剛度、鋼種及び板厚によるものとする。ただし、主桁に 570N鋼を使用する場合の水平補剛材には、実際には相当高い応力が生じることから板厚の規定を1／10 としたり、490N鋼を使用したりすることも必要となることに注意しなければならない。

② 水平補剛材は、連続桁の支点付近では下フランジ側につくので、横構ガセットとの関連を明確にする必要がある。また、上フランジ側につく場合でも対傾構のガセットとの関連に注意する必要がある。

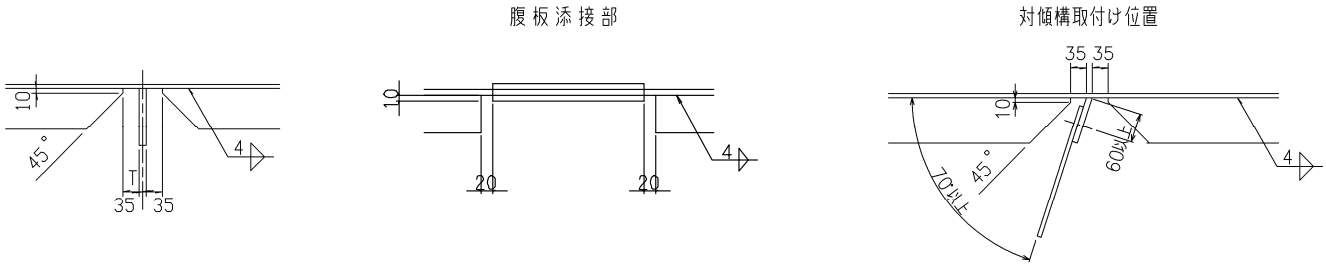


図9．42 補剛材の一般的構成

（1）垂直補剛材の幅は、主に桁高により決定され、板厚はその幅の1／13 以上であれば、最小厚を満足する。また疲労耐久性を考慮し、格点部垂直補剛材と主桁のすみ肉溶接サイズSは従来の6㎜から8㎜にアップするとともに、すみ肉溶接サイズと同等な板厚である 12 ㎜を格点部垂直補剛材の最少板厚とした。

（2）ガイドライン型設計においては、主桁腹板厚を桁全長に渡って同一とし、水平補剛材は1段とすることを原則としているが、これを理由とした極端な鋼重増加は避けなければならない。

このため、連続桁の中間支点部などのように部分的に応力が卓越する箇所においては、補剛材段数を増やすことにより、高強度の中間支点部腹板厚を前後のブロックと同一にできる場合には、補剛材の段数を2段まで増やしてよいものとした。また、中間支点上のブロック数は限られており、全体への影響は少ないことから、フィラープレートの板厚に注意を要するが、腹板厚を部分的に厚くすることも方法として考えられる。

水平補剛材の上下ラップは、腹板の座屈の照査を行い、ラップパネル数を決定するのが原則であるが、計算結果にかかわらず、最低ラップパネル数の基準を示したものである。

4．対 傾 構

（1）鋼桁橋の端支点では、各主桁間に端対傾構を設けるものとする。また、中間支点上には中間支点対傾構を設ける。

（2）Ⅰ形断面およびπ形断面の鋼桁橋では、6ｍ以内で、かつフランジ幅の 30 倍をこえない間隔で中間対傾構を設けるものとする。箱形断面の鋼桁橋でもこれに準じることが望ましい。

（3）床版を３本以上の桁で支持し、かつ、桁の支間が 10mをこえる場合は、それらの桁の間に剛な荷重分配横桁を設けるものとする。荷重分配横桁の間隔は 20mをこえてはならない。

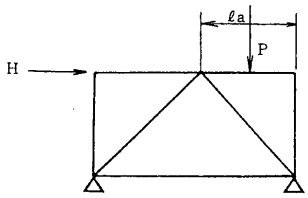
（4）荷重分配作用をさせる対傾構は主要部材として設計するものとする。

（5）端対傾構は、**図９．43** に示すようなトラス構造とし、その上弦材に床版を打ち下ろし、固定するのを標準とする。

端対傾構は、横荷重に抵抗できる断面とし、鉛直荷重には単独で抵抗するものとする。

鉛直荷重は､100ＫＮとする。

活荷重（衝撃を含まない）による端対傾構上弦材の最大たわみは、ℓａ／4,000 以下とする。



ℓａ：スパン

Ｐ：活荷重（100ＫＮ）

Ｈ：地震荷重または水平荷重

図９．43　端対傾構の計算

（5）端対傾構上には、床版端部の補強、伸縮継手への影響を考えて床版を打ち下ろすことにした。なお、斜橋あるいは、桁間隔に比べて腹板高が高く、トラス構造が不適当となる場合は、充腹構造とすることができる。

横荷重Ｈは１桁の場合は、ほとんど地震力によって決まるが、地震荷重は次のように考えることができる。

$$H = Rd \times Kh \times 1 / n$$

ここに、Ｒｄ：支点全反力（死荷重）

Ｋｈ：設計水平震度

ｎ：（主桁本数－１）

なお、端および中間支点上の対傾構は、地震荷重に対しては全ての対傾構で均等に受け持つ（ｎ＝主桁本数－１）ものとするが、風荷重に対しても、全ての対傾構で受け持つものとする。

５．横　構

（1）風荷重、地震荷重などの水平荷重に対しては、床版と横構で必要な剛性を確保できるよう、荷重の載荷状態に配慮する。

（2）横構の各部材は、横荷重に対して、横構をトラスとして解いた部材力に対して設計するものとする。

（3）支点上の横構のガセットは応力集中を考慮して、溶接部の応力照査を行うものとする。

（1）遮音壁に作用する風荷重は「道路橋示方書Ⅰ共通編」 8.17 によって算出するものとする。

(社)日本橋梁建設協会・設計部会：プレートガーター橋の下横構の省略に関する一考察、橋梁と基礎、1989.10 等によれば、横荷重はそのほとんどが床版を介して支点部に伝えられる傾向にあるとされ、H29 年道路橋示方書に基づく道路橋の設計計算例（p108）を参考にできる。

（2）横構の標準的な骨組配置は**図９.44** に示すとおりである。横構に作用する荷重を、２組の横構ＡＢＣＤ・・・・、およびA’Ｂ’Ｃ’Ｄ’・・・・でそれぞれ等しく負担するものとする。

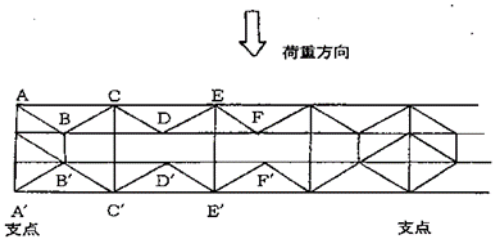


図９．44　横構の配置図

図９．45 は横構の配置例である。

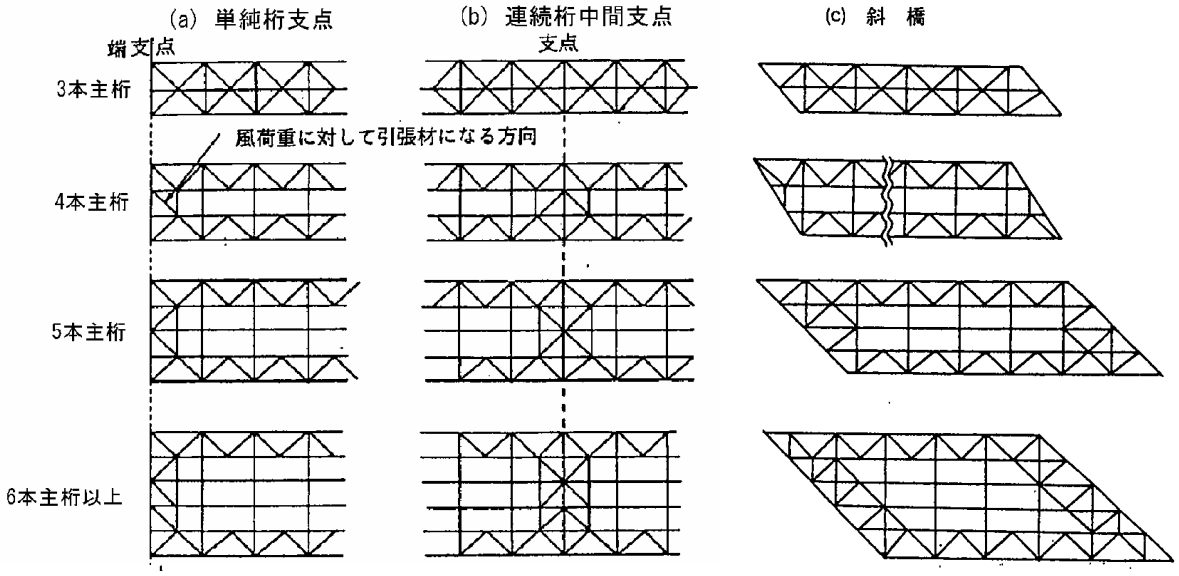


図９．45　横構の骨組配置

（３）橋軸直角方向地震力は端および中間支点に集中して作用する。したがって、ここでは、支点部のガセットに対して次のような溶接部の応力照査を行って、安全性を確かめるものとする。

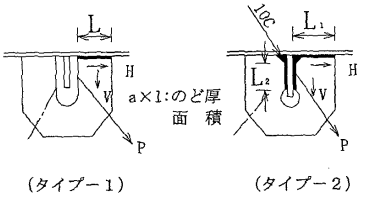


図９．46　ガセットの応力照査

１）地震力が小さい場合（タイプ-1）

溶接部に、のど厚方向引張応力σとせん断力τが生じるものとしσ、τがそれぞれの　$\sigma = \frac{r \times V}{a \times \ell}$、$\tau = \frac{H}{a \times \ell}$　として「道路橋示方書Ⅱ鋼橋・鋼部材編」９．３と９．４の応力度の制限値に対して安全であることを確かめる。なお、ｒは応力集中係数であり、ｒ＝2.0 とする。

２）地震力が大きい場合（タイプ-2）

溶接部に、せん断力τのみが生じるものとし、τが「道路橋示方書Ⅱ鋼橋・鋼部材編」９．３と９．４の応力度の制限値に対して、安全であることを確かめる。

$$\tau 1 = \frac{H}{a1 \times L1}、\ \tau 2 = \frac{V}{a2 \times L2}$$

３）疲労の影響

ガセットの形状や溶接止端仕上げの要否については、疲労の影響を考慮し、安全であることを確かめる。

腹板側では、　$\tau^1 = \frac{H}{a_1 \times \ell_1}$　ここに、a_1：腹板の溶接のど厚

$\tau^2 = \frac{H}{a_2 \times \ell_2}$　ここに、a_2：垂直補剛材の溶接のど厚

6．構造細目

対傾構および横構は、次の点に考慮して設計するものとする。

（1）部材はできるだけ軸線の交点の近くまで延ばし、ガセット部の剛性を大きくする。

（2）部材軸の偏心はできるだけ小さくする。

（3）ガセットプレートの最小板厚は８㎜とする。

（1）部材はできるだけ軸線の交点の近くになるように取り付けることが望ましい。（**図９．47**）また、ガセットとの溶接部は応力照査を行い、十分な溶接長および接合部の剛度を持つように設計するものとする。

（2）部材軸の偏心がないように設計するのが望ましい。**図９．48**、**図９．49** は対傾構の設計例である。

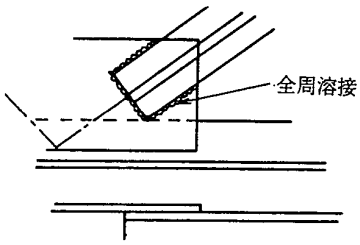


図９．47 ガセット詳細

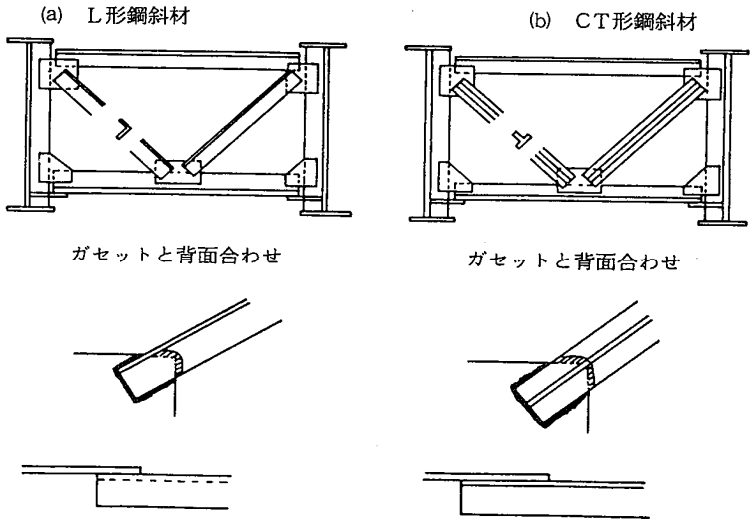


図９．48　作用力が比較的小さい場合（中間対傾構）

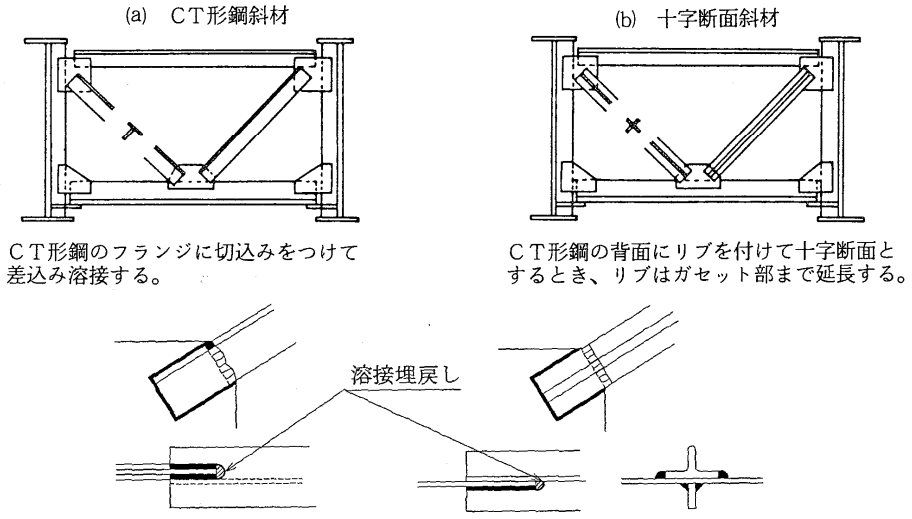


図９．49　作用力が比較的大きい場合（中間支点対傾構）

（3）支点上対傾構を一次部材として取り扱う場合には、この部分のガセットプレートの最小板厚は９㎜とする。

7．その他

（1）吊り金具は、床版打設時の支保工の固定、塗装作業および維持管理を考慮してつけておく必要がある。

（2）吊り金具は、床版形式により、取付の有無や形状・配置を決定するものとする。

鉄筋コンクリート床版の場合は、**図９.50(1)**に示す形状を標準とし、**図９.50（2）～図９.50（4）**に示す吊金具方式か木材またはパイプサポートなどを主体とした支持方式によることを原則とする。なおＡタイプの設置間隔は1.8m、およびＢタイプＣタイプの設置間隔は0.9mを標準として、工場製作時に取り付けるものとする。

（2）通常の、主桁フランジ上に溶接される支保工吊り金具は、段違い型であっても既定のかぶり（70mm）を保てないため、以下に示す形状を標準とする。なお、下フランジに足場チェーン用クランプを利用しての足場チェーン取付は、フランジ塗装面の損傷およびチェーンの引張方向によってはクランプの脱落等の懸念があることから、腹板取付金具を用いることとした。

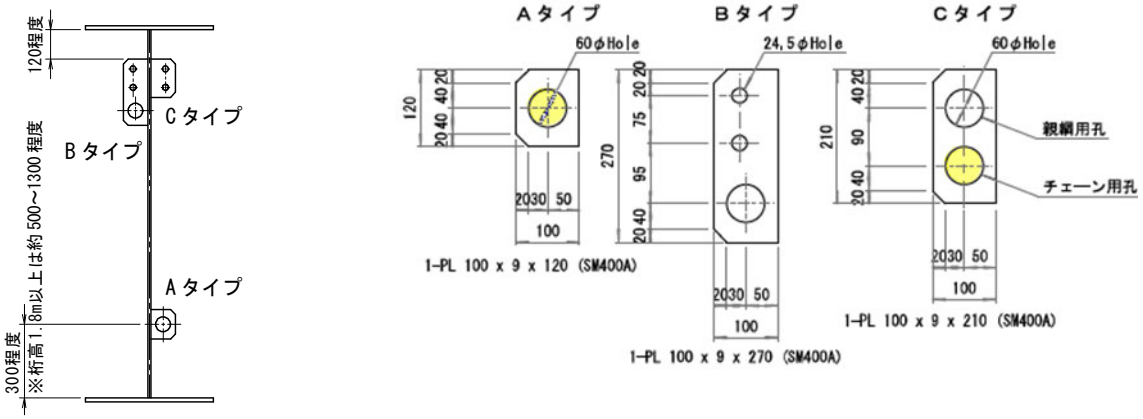


図９.50（1） 金具標準図

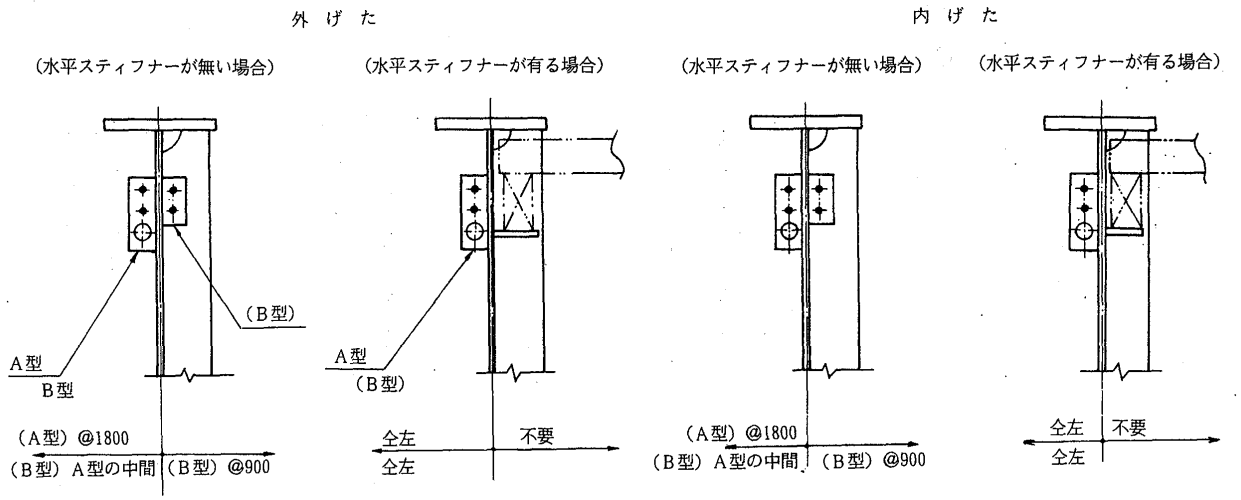


図９.50（2） 吊り金具配置要領

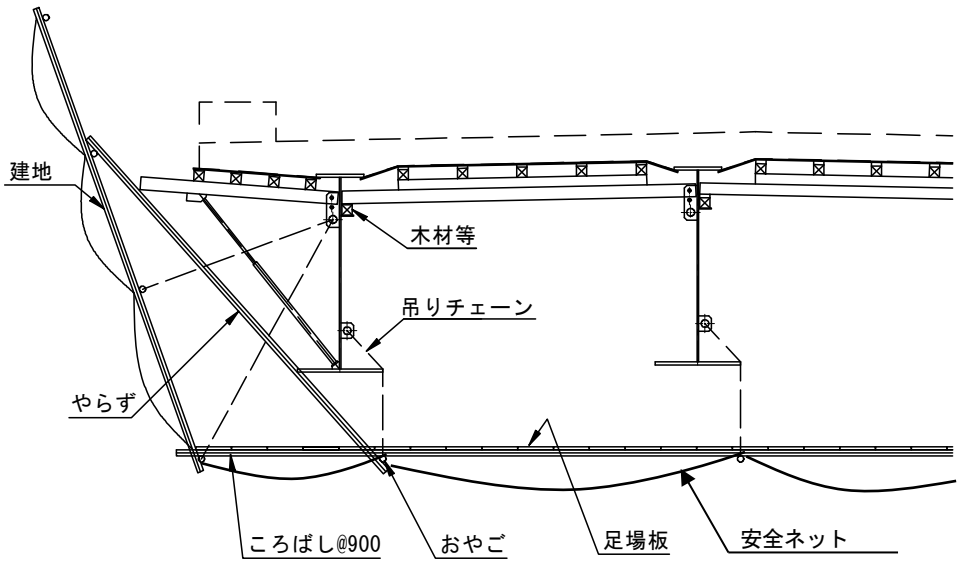


図９.50（3） 吊り金具使用例（中段足場なし）

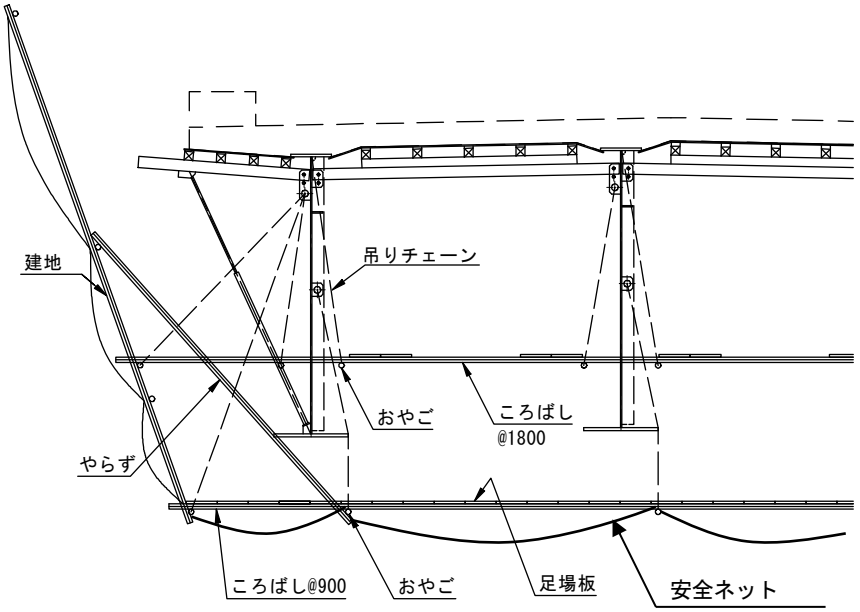


図９.50（4） 吊り金具使用例（中段足場あり）

９－４－２－10　箱桁橋

１．基本構造

箱桁橋の主桁本数は、床版応力および経済性を考慮して決定するものとする。

箱桁橋を計画する場合、１箱桁橋とするか並列箱桁とするかは、経済性に大きな影響をおよぼす。一般的にはできるかぎり１箱桁橋とした方が鋼重も軽減でき、かつ下部工の寸法も小さくなるため経済的に有利となる。

しかし、道路幅員がある程度広くなると、１箱桁橋とした場合、腹板間隔が大きくなり、床版支間の関係から箱断面内に縦桁を配置する必要があること、ブラケットの張出量が大きくなること、また輸送のために箱断面を分割する必要があることなどを考えれば、通常は、道路幅員（地覆内面間の距離）が８ｍ程度を目安として、それ以下であれば１箱桁橋とするのがよいと考えられる。

2．計算理論

（1）単一箱桁橋は、局部的なものを除き棒理論によって設計することができる。ただし、多室箱桁橋の場合には、せん断流理論によるのを標準とする。

（2）並列箱桁橋の設計は、任意形格子理論によるのを標準とする。

（1）多室箱桁橋の場合は、せん断応力の流れが複雑となるので、厳密な薄肉構造理論（せん断流理論）に基づいて計算を行うものとする。

（2）極端な曲線橋を除けば、並列箱桁橋の設計は、主桁の荷重分配を考慮した格子構造としてよい。ただし、この場合は、剛度の大きな分配横桁を配置する必要があるので注意しなければならない。

3．箱桁断面

（1）断面形状

箱桁の断面形状は、次の事項を検討の上決定する。

1）縦断勾配、横断勾配、建築限界などの桁下制約

2）経済性

3）輸送

4）工場製作時の作業性

（2）断面変化

箱桁の断面変化は、現場継ぎ手位置でのフランジの板厚変化や腹板高を変化させることを標準とする。腹板間隔はダイアフラムを共通とするために一定とし、腹板板厚の変化は外側逃がしとすることが望ましい。

（1）断面形状を計画する場合の留意点

1）路面に横断勾配がある場合、箱断面は**図９.51** のような形状とする。一般的に横断勾配が小さい（２%以下）のときは（a）のような構造とし、床版のハンチ量を変化させる。横断勾配が大きい場合には左右のハンチ部の重量差が大きくなるため、（b）あるいは（c）のような構造とするのがよい。

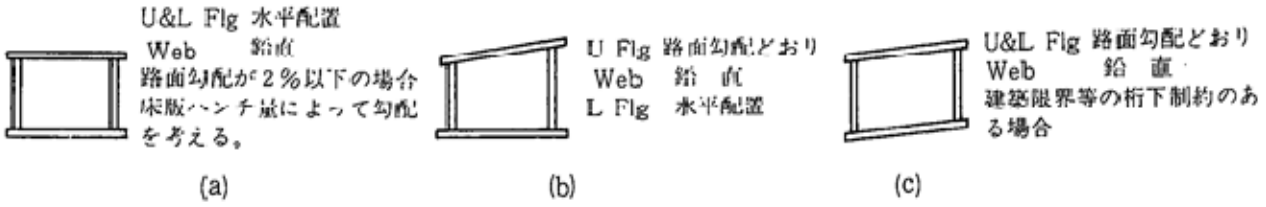
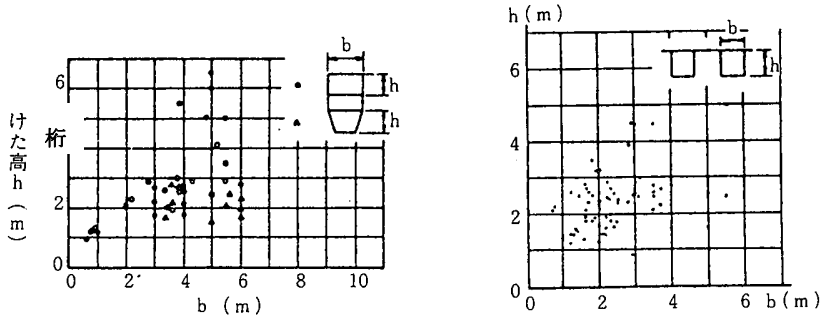


図９.51　箱桁の断面形状

2）箱断面の場合、フランジ幅（腹板間隔）、腹板高の選定が経済的に大きな影響をおよぼすことになるので、適切な断面形状を選定しなければならない。従来用いられている断面形状は**図９.52**（a）および（b）に示すとおりである。



(a) 単一箱げた　　(b)並列箱桁

図９.52　箱桁の断面形状

3）箱断面形状の決定にあたっては、輸送上の制限も考慮する必要がある。とくに陸上輸送による場合、箱の幅（B）あるいは、高さ（H）が特認限度を越えるときは、箱断面を適当なブロックに分割して輸送し、現場架設時に連結する必要がある。**図９.53** に箱の幅が限度を超えるときの分割の例を示す。

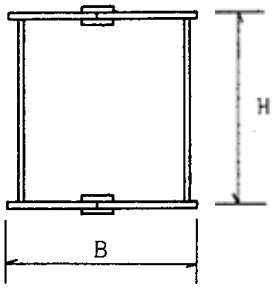


図９.53　箱断面の分割例

4）箱桁の幅と高さについては、箱内での作業性から**図９.54** の寸法を最小とするのが望ましい。

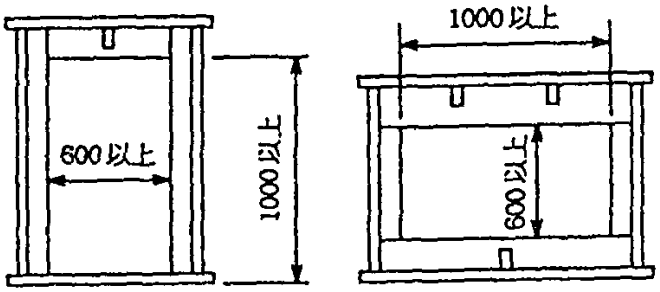


図９.54　箱桁の最小寸法

（2）フランジ板厚を変化させる場合は、床版構造による現場施工性を考慮してフランジの板厚変化方法として、フランジ上面をそろえることを標準とする。

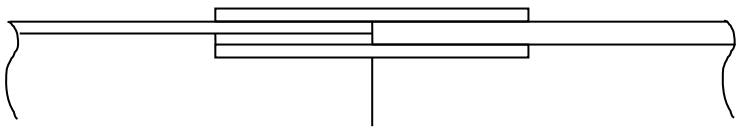


図９. 55　フランジの板厚変化

4．縦リブおよび横リブ

（1）縦リブ

縦リブはフランジと同材質とし、原則として主桁の断面性能に加算するものとする。

（2）横リブ

引張側フランジには横リブを設ける必要はないが、製作架設時の断面変形を防ぐ目的で適当な間隔で横リブを設けることが望ましい。

（1）縦リブの断面が主桁全体に占める割合が大きいので、経済性を考慮して、主桁の断面性能に加算するものとした。

（2）引張側フランジは、座屈の問題を生じないので横リブを設ける必要はないが、製作架設時の断面変形を防ぐ目的で規定した。一般的に、箱桁の断面変形を防ぐために引張側フランジに設ける横リブは、圧縮フランジ側の横リブと同じ位置に設けている。

5．ダイアフラム

（1）ねじれ変形拘束のためのダイアフラム

箱桁には、ねじれ変形を拘束するためのダイアフラムを設けるものとする。

（2）中間ダイアフラム

（1）に規定するダイアフラムのほか、６m以下の間隔で中間ダイアフラムを設けることを標準とする。

（3）支点上ダイアフラム

支点上ダイアフラムは、支承直上に必ず補剛材を設けるものとする。

（4）ダイアフラムの配置

斜橋の場合のダイアフラムは、支点上のダイアフラムを除き、主桁に直角に設けるのを原則とする。

（1）箱桁に偏心荷重が作用すると、箱断面は元々の形状を保持し得ずに、**図９.56** のような断面変形を生じることになり、これに伴って主桁に付加応力（そりねじり応力）が発生する。この付加応力を小さくおさえるためには、十分な剛性を有するダイアフラムを適当な間隔で配置する必要がある。

ダイアフラムの間隔および剛性については、「鋼道路橋設計便覧」６．４．４が参考にできる。

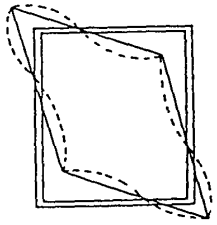


図９.56　箱桁の断面変形

（2）ダイアフラムは、箱桁の断面変形を防ぐばかりでなく、製作・架設上からもある程度の間隔で必要となる。また、中間対傾構が６m以下の間隔で設けられるので、中間ダイアフラムも６m以下の間隔を標準とした。

この場合、中間ダイアフラムの剛度は（1）の規定によらなくてもよい。

（3）支点上ダイアフラムの応力度照査は、「鋼道路橋設計便覧」６．４．５が参考にできる。

6．分配横桁

並列箱桁橋の場合は、20m以下の間隔で剛度の大きな荷重分配横桁を設けるほか、６m以下の間隔で中間対傾構を設けるものとする。

箱桁は、Ｉ桁と比べて曲げ剛度が大きいので、荷重分配横桁は対傾構方式とせず、できるだけ充腹構造とし、剛度の大きな横桁を数本配置することが望ましい。

また、横桁の曲げ剛度は次式で求めることができる。

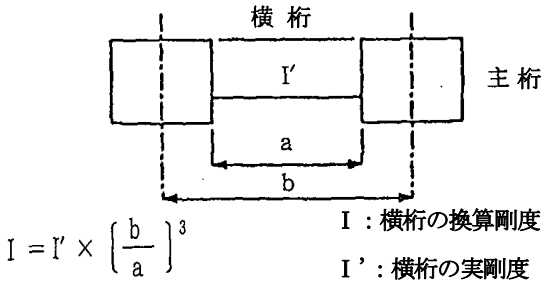


図９.57　横桁の剛度

７．構造細目

（1）箱桁の下フランジ突出長は、床版支保工が必要な場合には、下フランジ上面への連結板の幅（80 ㎜程度）の取付け、すみ肉溶接および腹板厚（10 ㎜程度）を考慮して、下フランジ縁と基本線の間隔の最小値を 110 ㎜とする。

支保工を用いず、下フランジを突出させる必要のない場合は、下フランジの突出長さは溶接代を考慮して腹板外面から 15 ㎜程度とする。

（2）縦リブと横リブの取合い部は、主桁断面の一部として加算される縦リブを優先し、横リブ内を貫通させる構造とすることが望ましい。

（3）塗装、ボルト締め、検査などに必要なマンホールは、応力上支障のない箇所に設けるものとし、その最小寸法は、0.6m×0.8mの楕円形を標準とする。ただし、構造上困難な場合は 0.4m×0.6mとしてもよい。また、マンホール蓋には施錠機能を設けるものとする。

（4）連結部付近には、ボルト締め作業のためのハンドホールを設けるのがよい。構造は図９.58 を標準とする。

（単位：㎜）

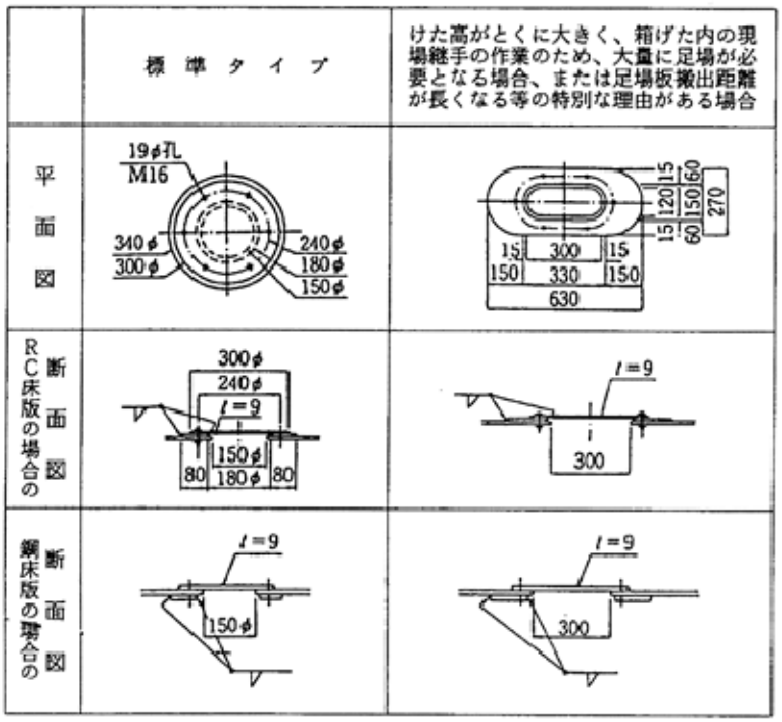


図1．ボルト連結の場合、供用後連結部から雨水等が浸入しないよう配慮する。シール材を充てんするなどの処理を施すのが望ましい。

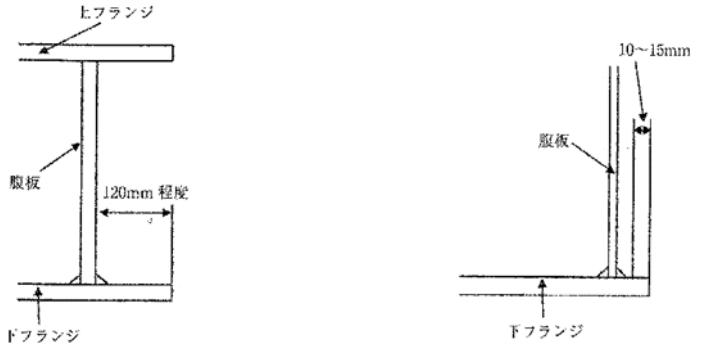
2．補強板（リングプレート）は、母材厚と同等以上のものを用いる。

図９.58　ハンドホールの構造

（5）箱桁の上フランジ上面の埋殺し型枠部および箱桁内部には、水が溜まるのを防ぐため原則として水抜きを設けることとする。

（6）大断面箱桁は、維持管理性に配慮し、必要に応じて近接点検用の治具、ステップ、歩廊等を桁内に設置することとする。これらの設置については、道路橋検査路設置要領（案）を参考として良い。

（1）床版施工時の支保工設置を考慮して規定した。



a） 支保工が必要な場合　　(b) 支保工が不要な場合

図９.59　下フランジの突出長（単位：mm）

（2）縦リブと横リブとの取合部では、縦リブを優先し、**図９．60** に示すような構造とすることが望ましい。なお、縦、横リブ間の溶接は、圧縮側であっても実用上問題となるような耐荷力の低下は発生しないため、圧縮・引張りにかかわらず行わないことを原則とする。

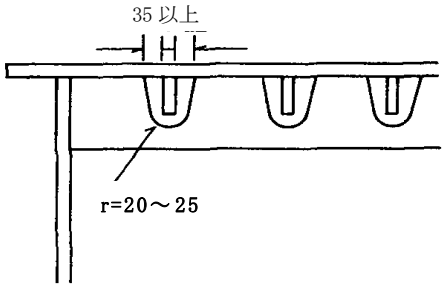


図９．60　縦リブと横リブの取合い

（3）マンホールの構造例を**図９.61** に示す。

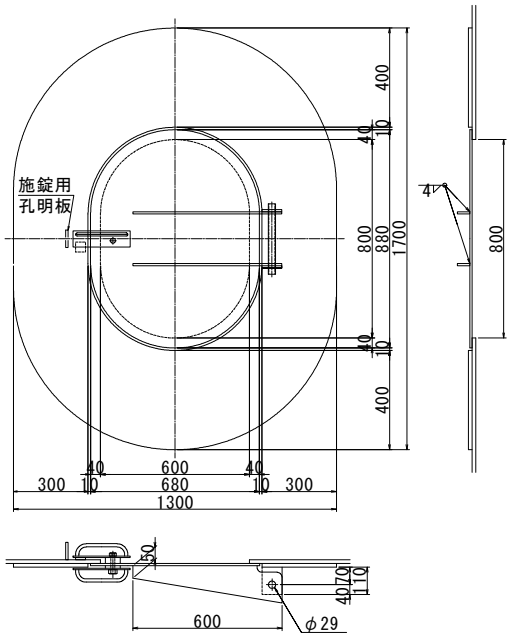
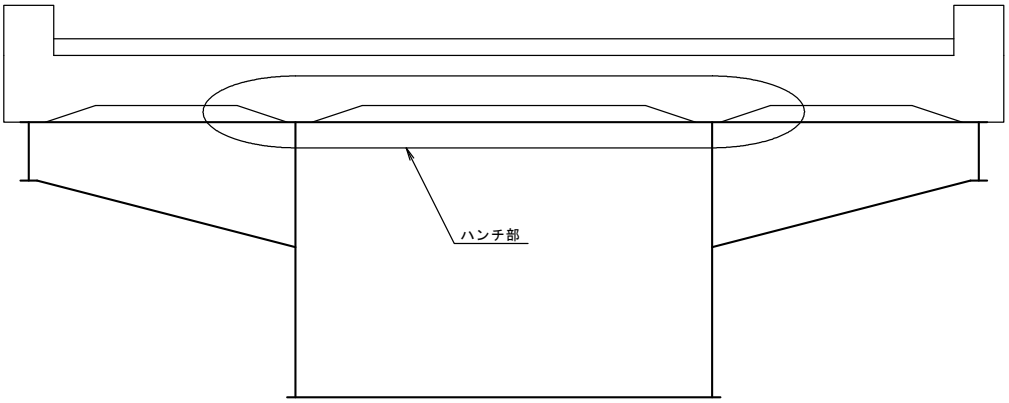
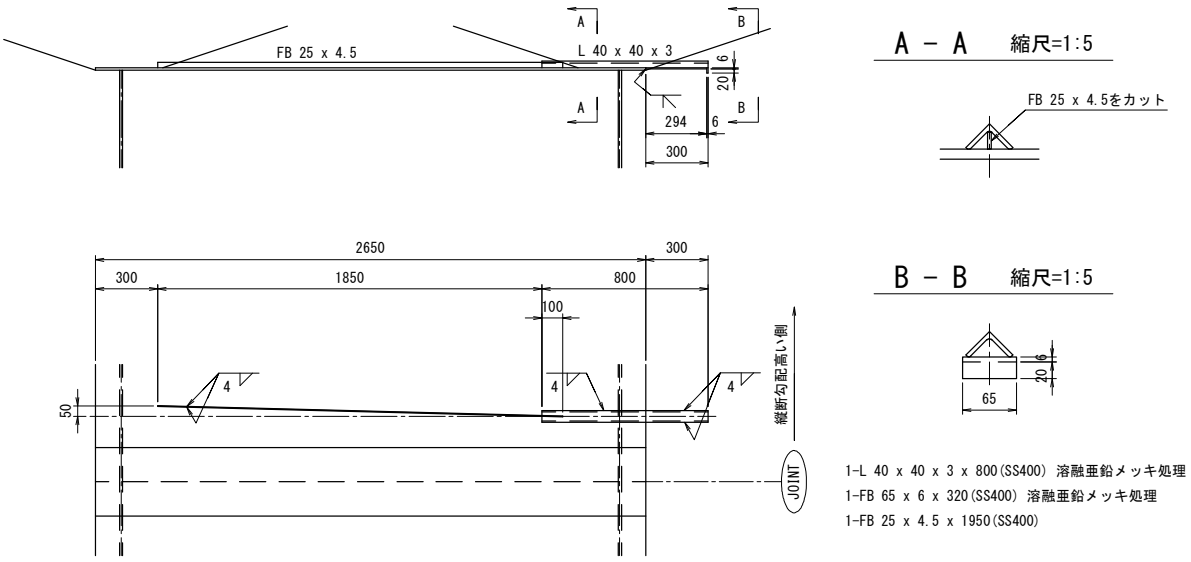


図９.61 マンホールの構造例

（5）箱桁の上フランジ上面には、鉄筋コンクリート床版を通過する水が溜まるのを防ぐために、ハンチ部分あるいは上フランジの適当な箇所に例に示す等辺山形鋼による水抜きを設けることを原則とした。また、箱桁内部に水が溜まるのを防ぐため、縦断勾配の低い側の下フランジ端部に水抜孔を設けるものとした。



（ａ）箱桁断面



（ｂ）ハンチ部詳細

図９.62　水抜きの例

８．支承の配置

並列箱桁の場合、１主桁１支承を原則とする。

箱桁の場合、支承の据付け高の誤差が反力に大きな影響を及ぼすことや、偏心載荷を受けたときに支承に大きな負反力を生じる可能性があることなどを考慮して、１主桁１支承（機能分離型支承は、２種類とはみなさない）を原則とした。

９－４－３ ＰＣ橋

９－４－３－１ 設計一般

（1）橋の設計にあたっては、使用目的との適合性、構造物の安全性、耐久性、維持管理の確実性及び容易さ、施工品質の確保、環境との調和、経済性を考慮しなければならない。
（2）本編は、主としてJIS R 5210に適合する普通ポルトランドセメントおよび早強ポルトランドセメントを使用したコンクリート製の上部構造への適用を目的とする。
（3）橋梁形式選定では、設計・施工の省力化促進を考慮した形式についても検討する。また、耐久性の検討については本編の**９－３**の規定によるものとする。
（4）コンクリート片が剥落し第三者被害が発生する恐れのある橋梁のうち、特に鉄道や国道等を跨ぐ橋梁では、コンクリート片が落下した場合の社会的影響が大きいため、剥落防止対策を実施するものとする。また、その他の橋梁についても第三者被害リスクの大きさを踏まえ、必要に応じて、あらかじめ剥落防止対策または剥落予防を実施するものとする。
（5）コンクリート橋では滞水や漏水による床版、主桁及び箱桁内の損傷を防止するための対策を実施するものとする。
（6）箱桁内面は暗く、損傷を見つけ難い環境にある上、点検機会が少ないため、点検時に損傷が確実に発見できるよう配慮するものとする。

９－４－３－２ 使用材料

１．材料の条件

（1）設計の前提となる材料の条件は、「道路橋示方書Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」１．４による。
（2）施工に関する材料の条件は、「道路橋示方書Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」17．６による。

２．コンクリート

（1）コンクリートに関する品質、規格については、「道路橋示方書 Ⅰ共通編」９．２による。
（2）使用材料の特性及び製造に関する調査については、「道路橋示方書Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」２．２による。
（3）コンクリートの圧縮強度の特性値については、「道路橋示方書Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」４．１．３による。
（4）コンクリートに関する定数等は、「道路橋示方書Ⅰ共通編」８．５及び８．６、並びに「道路橋示方書Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」４．２．３及び５．１．１（４）による。

ＰＣ橋の部材の設計基準強度は以下を標準とする。配合等については、共通編に準じること。

1） 工場製作のプレテンション方式ＰＣ桁、プレキャストセグメント工法の桁、コンポ橋のＰＣ板は、設計基準強度50 N/mm^{2}とする。

2） ポストテンション方式ＰＣＴ桁、場所打ち架設工法桁（固定式支保工架設工法、張出し架設工法、押出し架設工法）は、設計基準強度40 N/mm^{2}とする。

3） プレストレスが導入される場所打ちの横桁や床版、コンポ桁の床版、プレキャスト桁架設方式連続桁の連結部は、設計基準強度30 N/mm^{2}とする。

4） ＲＣ床版の設計基準強度は30 N/mm^{2}とし、地覆・壁高欄は24 N/mm^{2}とする。

ＲＣ部材の設計基準強度は、飛来塩分の他、路面凍結防止剤の使用による塩害の影響に配慮し、「道路橋示方書 Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」６．２．３で規定されている水セメント比以下としてコンクリートの品質を高め、塩害に対する耐久性を確保するため30 N/mm^{2}とした。地覆・壁高欄については、本編**９－３－２塩害に対する検討**で記すような理由により設計基準強度は24 N/mm^{2}とした。

３．鉄　筋

（１）鉄筋はＳＤ345 を用いるものとする。
（２）鉄筋に関する品質、規格については、「道路橋示方書　Ⅰ共通編」９．１による。
（３）鉄筋の強度の特性値については、「道路橋示方書 Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」４．１．２による。
（４）鉄筋の定数等については、「道路橋示方書 Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」４．２．２及び５．１．１（３）による。

鉄筋は原則としてＳＤ345 とするが、供給の少ないD10 はＳＤ295 として良い。また連続ラーメン形式等の地震時設計において、ＳＤ345 では所定の耐震性能の確保が困難な場合ＳＤ390、ＳＤ490 材の採用を検討して良い。

４．ＰＣ鋼材

（１）ＰＣ鋼材は、定着工法、橋種、架設工法などを踏まえて、原則として経済性、市場性に問題なく、設計・施工上の利点を有するものを選定する。
（２）ＰＣ鋼材に関する品質および規格については、「道路橋示方書　Ⅰ共通編」９．１によるものとする。
（３）場所打ち床版横締めについては、施工の省力化およびグラウト充填の確実性の向上を考慮し、「プレグラウトＰＣ鋼材」の使用を標準とする。
（４）ＰＣ鋼材の強度の特性値については、「道路橋示方書 Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」４．１．２による。
（５）ＰＣ鋼材の定数等については、「道路橋示方書 Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」４．２．２及び５．１．１（３）による。
（６）塩害対策Ｓ区分の地域で塗装鉄筋又はコンクリート塗装を併用する場合は、耐久性に配慮し被覆ＰＣ鋼材を用いることとする。また耐久性向上のため他の区分でも適用検討するのが良い。

（１）ＰＣ鋼材は、単に経済性だけでなく、構造物の規模、形式、施工性等を考慮し、必要なプレストレス力と調和のとれたＰＣ鋼材を比較し選定する必要がある。また、ＰＣ定着工法は、経済性、施工性、各種工法の特徴等について総合的に判断して選定する。選定にあたっては、「プレストレストコンクリート工法設計施工指針」（土木学会）等を参考にしてよい。
（５）現在流通しているＰＣ鋼線及びＰＣ鋼より線は、低リラクセーション品がほとんどであるが、被覆ＰＣ鋼材では通常品である場合があるので注意すること。

５．シース

（１）シースの寸法は、使用するＰＣ鋼材と施工条件に最も適したものでなければならない。
（２）塩害対策Ｓ区分の地域で塗装鉄筋又はコンクリート塗装を併用する場合は、耐久性・施工性に配慮しポリエチレンシースを用いることとする。また耐久性向上のため他の区分でも適用検討するのが良い。

（１）シースの寸法は次の事項を考慮して適切に選定しなければならない。選定にあたっては、「プレストレストコンクリート工法設計施工指針」（土木学会）等を参照する。
・グラウトの注入が確実に行えること。
・緊張時の摩擦抵抗を増大させないこと。
・シース内でのＰＣ鋼材の偏心が大きくならないこと。
・部材断面に対して、余裕をもって配置できること。
・シース内へのＰＣ鋼材の挿入が容易であること。
（２）ポリエチレンシースを用いる場合の摩擦係数は鋼製シースと比較し小さいことが知られているが、設計上は「道路橋示方書　Ⅰ共通編８．４」によるものとする。

９－４－３－３　設計計算

１．コンクリートのクリープおよび乾燥収縮

（1）コンクリートのクリープおよび乾燥収縮によるプレストレスの減少量を計算する場合のクリープ係数および乾燥収縮は、「道路橋示方書 Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」表-４．２．４及び表-４．２．５の値を標準とする。

（2）プレストレス導入時期のコンクリートの圧縮強度は、**表９.26** の値以上とする。

表９.26　プレストレス導入時の圧縮強度（N/mm²）

コンクリートの設計基準強度	３０	４０	５０	６０
プレストレス導入時圧縮強度	26.0	32.5	36.0	39.0

（1）　プレストレスの減少量を算出するために用いるコンクリートのクリープ係数および乾燥収縮度は、「道路橋示方書 Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」表-４．２．４及び表-４．２．５に示す値を標準とするが、プレテンション部材のように、とくにコンクリートの材令の若い時期にプレストレスを導入する場合は「道路橋示方書 Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」４．２．３の解説に従って算出する。

２．ＰＣ鋼材定着時セット量

ＰＣ鋼材定着時にセットロスを生じる定着工法においては、これによりＰＣ鋼材引張応力度の減少を考慮しなければならない。

ＰＣ鋼材定着時セット量は、各ＰＣ工法によって異なるので、その値についてはそれぞれ「プレストレストコンクリート設計施工指針」（土木学会）および各工法の技術規準、技術資料等によるものとする。

３．部材断面の照査位置

部材断面の照査位置は、支点付近、断面力の最大ならびに最小位置、部材寸法の変化位置のほか、必要な位置において検討を行うものとする。

また、橋面からの水が定着部切欠きに溜まる恐れがあるため、ＰＣ鋼材を曲げ上げて上フランジ上面に定着してはならない。

せん断力を受ける部材の照査では、「道路橋示方書 Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」５．８．２に示す断面位置のほか、ウェブ厚の変化位置が危険となることもあるので、この断面についても検討する必要がある。(**図９．63** ｂ－ｂ断面)

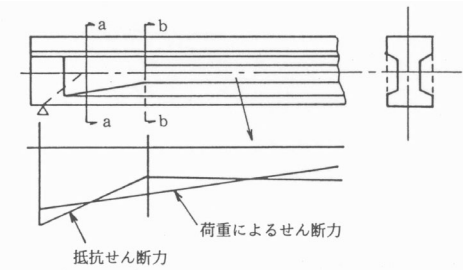


図９．63　せん断応力度の検討位置（ウェブ厚変化）

斜引張応力度を照査する断面位置は、断面の図心位置、部材のウェブ厚が最小となる位置、ウェブ垂直応力度が０となる位置とする。これは、断面に曲げ引張応力度が生じていない場合には、断面の図心位置またはウェブ厚が最小となる位置において斜引張応力度は最大となり、また、断面に曲げ引張応力度が生じている場合には、ウェブ内の垂直応力度が０となる位置において斜引張応力度が最大となるためである。

なお、斜引張応力度の計算における曲げおよび軸圧縮応力度は、その部材位置の最大せん断力が生じる載荷状態における応力度を用いる必要がある。

参考として、円形穴あき断面の例を**図９.64** に示す。

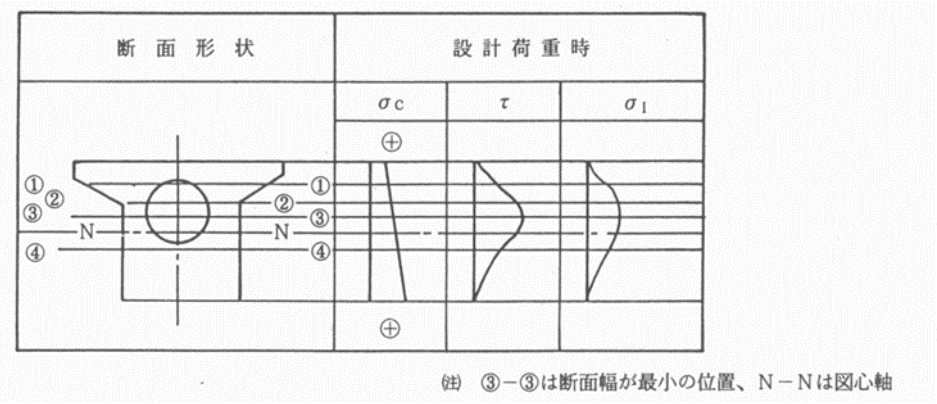


図９.64　斜引張応力度の発生状態

４．耐荷性能に関する部材の設計

耐荷性能に関する部材の設計は、「道路橋示方書Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」５章による。

５．耐久性能に関する部材の設計

耐久性能に関する部材の設計は、「道路橋示方書Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」６章による。

６．接合部の設計

接合部の設計は、「道路橋示方書Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」７章による。

接合部の設計では、接合部の限界状態を定めるとともに、連結して一体となる部材の限界状態と接合部の限界状態との関係を明確にすることが求められる。また、耐荷性能の前提となる耐久性能が確保されている必要がある。例えば、コンクリート箱桁におけるウェブとフランジの接合部等、標準的と考えられる接合部構造については、これまでの設計における構造細目を満足することで､接合部として必要な性能を満足していると考えられる｡しかし、必ずしもすべての構造に対して具体的な照査基準が与えられているわけではない｡例えば､「道路橋示方書Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」７.６ には、双対の鉄筋をループ状に重ねた継手を用いた接合部が規定されているが、具体的な照査基準は示されていない。そのため、採用にあたっては、鉄筋による継手としての性能、コンクリートと鉄筋とによる明確な耐荷機構、接合部としての限界状態を明らかにするとともに、一体化した部材が床版としての耐荷性能及び耐久性能を満足するよう、適切に接合部を設計する必要がある。このとき、以下の観点に注意する。

1）耐荷性能

・接合部における限界状態を定める（継手部のずれ、合成断面としての曲げ破壊）

・プレキャスト部材が限界状態に達する前に、接合部が限界状態に達しないことを確認する

2）耐久性能

・かぶり等により内部鋼材の防食を行う

・接合部に疲労の影響が生じないことを確認する

双対の鉄筋をループ状に重ねた継手を用いた接合部について、継手部における鉄筋の形状、配置、部材の寸法等に対して、実験等で継手としての機能及び安全性を検討し、設計を行った例を**図９.65** に示す。

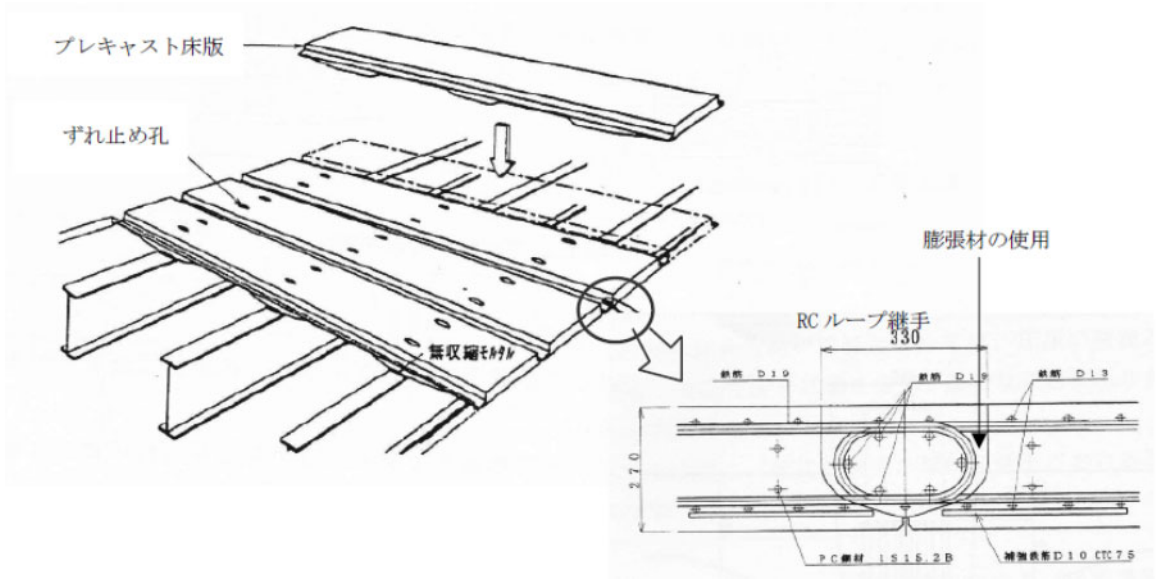


図９.65　双対の鉄筋をループ状に重ねた継手を用いた接合部の例

双対の鉄筋をループ状に重ねて継手をする場合、ループを形成する平行に配置された鉄筋がほぼ同等の引張力を受けることを前提として、支圧力による荷重の分担、重ね継手としての荷重伝達、鉄筋と直交する方向に発生する引張応力に基づき、鉄筋の形状を定めることができる。なお、鉄筋の曲げ直径は、フック形状として規定されている曲げ内半径を満足する必要がある。ただし、そのように決定した構造が必要な性能を満足することを実験等の適切な知見に基づき確認することが求められる。

また、ループ状に重ねた継手以外にも、継手鉄筋先端に鋼製バンドを圧着、もしくはネジ加工しナットを固定した直線状の鉄筋を使用して、ループ継手の鉄筋曲げ半径の制約をなくし、床版厚を低減できる新技術も開発されている。

7．横桁及び隔壁の設計

横桁及び隔壁の設計は、「道路橋示方書Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」８章による。

8．床版の設計

床版の設計は、「道路橋示方書Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」９章による。

9．コンクリート桁の設計

コンクリート桁の設計は、「道路橋示方書Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」10 章による。

10. 斜引張鉄筋の配置

（1）斜引張鉄筋は、斜引張鉄筋が不要になる位置から、せん断力が減少する側にその位置の桁高と等しい距離だけ離れた範囲に配置する。
（2）計算上斜引張鉄筋が必要でない場合でも、「道路橋示方書 Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」５．２．９（２）に規定される最小斜引張鉄筋量以上、または、５．２．２の配置の規定によるD13㎜ のスターラップを、300㎜ 以下で配置する。

（1）計算上必要となった斜引張鉄筋を配置する範囲は、**図９.66** のとおりとしてよい。曲げ上げ鉄筋を用いる場合でも、斜引張鉄筋が負担するせん断力の１／２以上をスターラップで負担させるものとする。

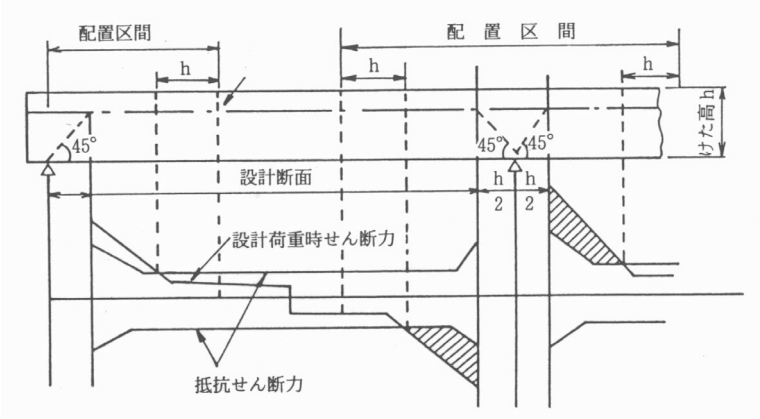


図９.66　斜引張鉄筋の配置区間

（2）計算上斜引張鉄筋が必要でない場合でも、最小限の補強をする必要がある。特に支点より桁高の 1.5 倍の範囲は、他の区間よりも十分に補強する必要がある。

９－４－３－４　構 造 細 目

1．鋼　材　量

最小鋼材量は、「道路橋示方書 Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」５．２．２、５．２．８、５．２．９による。

2．鉄筋の配置

（1）鉄筋の配置は、「道路橋示方書Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」５.２.２による。
（2）鉄筋のかぶりは、本章**９－３耐久性の検討**による他、「道路橋示方書 Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」５．２．３、６．２．３に規定される最小かぶりを確保する。
（3）鉄筋のあき、フックおよび曲げ形状、定着、継手については、「道路橋示方書 Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」５．２．４～５．２．７によるものとする。
（4）ポストテンションＰＣ部材の鉄筋は、組立筋を除きD13 ㎜以上の異形鉄筋を 300 ㎜以下の間隔で配置することを原則とする。
（5）用心鉄筋は、「道路橋示方書Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」10. ３～10. ５により、コンクリートの応力度が集中または急変する位置、部材の結合位置等に配置しなければならない。

（2）本線橋梁及びランプ橋梁を対象に、桁および床版の主要部材は、凍結防止剤散布の影響を考慮し、塩害対策区分Ｉとして鋼材最小かぶりを確保する。本章**９－３耐久性の検討**を参照すること。
（3）重ね継手長は、「道路橋示方書Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」５．２．７の算出式によって求めた計算値以上とし、10㎜ 単位に切り上げることとする。

（4）鉄筋が細すぎると施工時に移動や変形を生じやすくなり、場合によってはＰＣケーブルの位置を狂わせたり、シースを潰したりすることになる。また、広い間隔で鉄筋を配置しても同様のことが懸念される。これらを考慮してポストテンションＰＣ部材には、少なくともD13㎜以上の鉄筋300㎜以下の間隔で網目状に配置することにした。

３．ＰＣ鋼材の配置

ＰＣ鋼材の配置は、「道路橋示方書 Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」５．３．１によるほか、以下によらなければならない。

１）ＰＣ鋼材の間隔

ポストテンション方式の場合、シースのあきは**図９．67** のように 40㎜ 以上とする。また、原則として棒状バイブレーターを挿入し得る間隔を１ヶ所以上確保するものとする。

２）ＰＣ鋼材のかぶり

ＰＣ鋼材のかぶりは、塩害に対する耐久性が損なわれないよう確保する。

３）ＰＣ鋼材の継手位置

ＰＣ鋼材の継手位置は、やむを得ない場合を除き１ヶ所に集中させてはならない。

ＰＣ鋼材の継手位置を一箇所に集中すると、施工上および構造上の弱点となる。押し出し工法、移動支保工等により施工を行う場合を除き、一箇所あたりの継手数は一般に全ＰＣ鋼材本数の１／２でできるだけ少数とすることが望ましい。継手が集中する押し出し工法、移動支保工等における継手は適切な設計をし、十分な補強を行う。

４）シースの支持

シースは、施工中に変形、変位等が生じぬよう十分強固に支持する。

ＰＣ鋼材の支持間隔は、**表９．27** の値を原則とする。これは、コンクリートがシースを確実に包み込み、かつ十分締め固められるように規定したものである。

型枠バイブレーターの設置ができない場合には、**図９．67** のように棒状バイブレーターを挿入するための間隔を考慮するのがよい。

プレテンションＰＣ桁の場合は、「道路橋示方書Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」５．２．４の規定によるものとする。

表９．27　ＰＣ鋼材支持間隔

ＰＣ鋼材の種類	支持間隔（ｍ）
ＰＣ鋼線	1.0～1.5
ＰＣ鋼より線	1.0 以下
ＰＣ鋼棒	1.5～2.0

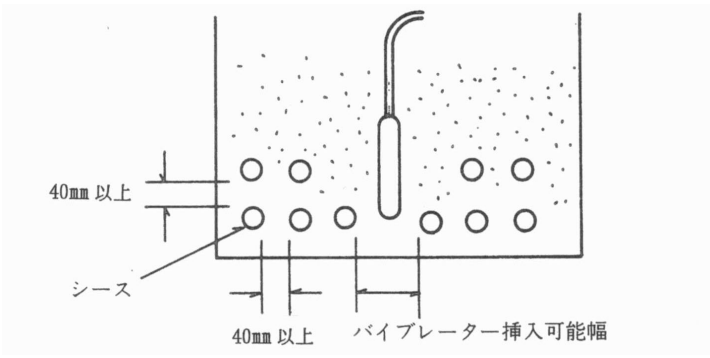


図９．67　ＰＣ鋼材の配置間隔

４．ＰＣ鋼材の定着

（1）ＰＣ鋼材の配置は、「道路橋示方書Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」５．３．２による。

（2）定着具の位置は、次の事項に留意し、各設計断面に所定のプレストレスが有効に導入されるよう、また、部材に有害なひび割れが生じないよう選ぶものとする。

（3）部材の中間部に定着する場合には、応力度の変動の大きい位置を避け、部材の図心に近い位置か、圧縮部分に定着するのがよい。

（4）定着具は、桁のウェブに設置するのを原則とする。

やむを得ず上フランジや下フランジ又はウェブ側面に沿わせて定着する場合には、「道路橋示方書 Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」５．３．２を参照し、定着具付近のコンクリートに生じる引張応力に対して鉄筋で十分な補強を行うものとする。

また、桁端部においては、桁端部の断面図心とプレストレス力の合力ができるだけ一致し、少なくとも合力の作用位置が断面の核内にあるように定着を行うものとする。

（5）数多くの定着具を同一断面に配置する場合は、定着具の数、引張力の大きさ、定着具の必要最小間隔等を考慮して、定着具のコンクリートの断面形状および寸法を定めるものとする。

（6）定着具付近は、定着具背面に生じる引張応力に対して十分抵抗できるよう補強鉄筋等で補強を行うものとする。

（7）定着具の配置間隔は、「プレストレストコンクリート設計施工指針」（土木学会）によることができる。

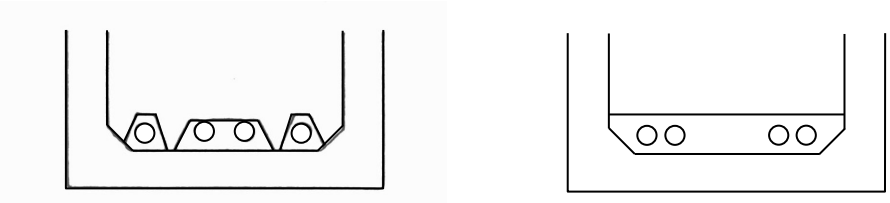
（8）桁高又は部材厚の変化及び桁の曲線形状に伴うプレストレスの分力の影響（腹圧力）を適切に考慮するものとする。なお、「道路橋示方書Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」10．３．１解説（５） ３）及び同示方書の図-解 10．３．４も参照のこと。

（9）斜角を有する場所打ち中空床版橋などにおいて、主桁端部で階段状に切欠きを設けてＰＣ鋼材を定着する場合には、局所的な応力に対して十分抵抗できる構造とするものとする。なお、「道路橋示方書Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」５．３．２解説（６） ２） ⅲ）及び同示方書の図-解５．３．14 も参照のこと。

(10) 定着部では、かぶり不足や後打ちコンクリート部からの浸水等による剥落、ＰＣ鋼材及び定着具の腐食を防止するための対策を実施するものとする。

（4）ウェブおよび上下フランジに突起を設けてＰＣ鋼材を定着する場合で１本当たりの導入力が大きなＰＣ鋼材に対する突起は、**図９．68** のように出来るだけ上下フランジの間、ウェブ間を連続する形状とするのがよい。

また、桁端で定着具が、断面図心線に対して極端に偏心している場合には、支点部に常時引張応力度が作用することになり好ましくないため、定着具はできるだけ偏心させないように断面図心に対して均等に分散させて配置するのがよい。



(a) 良くない例　　(b) 良い例

図９．68 １本当たりの導入張力が大きなＰＣ鋼材を用いた場合の定着部突起形状

（5）一つの定着突起に多数の定着を行った場合、突起部コンクリートの隅角部および定着部前面に大きな引張応力が発生するため、定着本数および定着間隔を検討するものとする。

（6）定着具付近の補強は、「道路橋示方書 Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」５．３．２を参照して行うものとする。

（7）最小定着具間隔は、定着具が破損することなく破壊に対して十分な安全度のあることが試験により定められていなければならないが、「プレストレストコンクリート設計施工指針」（(社)土木学会）に記載されている定着工法、あるいは試験により確認済みの定着工法を使用する場合には、それらによることができる。

９－４－３－５　床版橋

１．適　用

ここに示す規定は、支間方向にＰＣ鋼材を配置し、相対する２辺が自由で、他の２辺が支持される版構造の橋の設計に適用する。

床版橋の設計は、「道路橋示方書Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」14 章による。

２．直床版橋

（１）曲げモーメントの計算は原則として次によるものとする。

１）等方性版の場合：Olsen の方法による。

２）異方性版の場合：格子構造理論による。

ただし、支間 λ≦15mの場合は、「道路橋示方書 Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」14. 3によってよい。

３）載荷する活荷重は、次によるものとする。

・支間 λ＞15mの場合、Ｌ荷重（衝撃係数ｉ＝10／(25＋λ)）とする。

・支間 λ≦15mの場合、Ｔ荷重（衝撃係数ｉ＝20／(50＋λ)）とする。

ただし、Ｔ荷重を用いて設計する場合の割増し係数は、「道路橋示方書 Ｉ共通編」８．２の表-８．２．１による。

（２）Olsen の方法により支間方向の曲げモーメントを求め、ＰＣ鋼材を配置する場合、版を一つの桁と考えたときに必要なプレストレス量を、版各部の平均分配係数（Olsen の方法により得られる荷重分配係数を幅員方向に平均したもの）に応じて分散配置するものとする。ただし、ＰＣ鋼材の配置は、厳密に分配率に一致させる必要はない。

（３）横方向にプレストレスを導入し、特に版として解析しない場合には、プレストレス力が断面図心線に一致するように配置することを原則とする。

（１）等方性版とは、橋軸方向、橋軸直角方向の曲げ剛性の等しい版である。しかし、橋軸方向をＰＣ構造とし、横方向をＲＣ構造とするような版においても、一度にコンクリートを打設する場合には、等方性版として扱ってよい。

また、プレキャストＰＣ桁を並べ、桁間にコンクリートを打設したのち、桁直角方向にプレストレスを与える場合にも、近似的に等方性とみなしてよい。ただし、桁直角方向をＰＣ構造とせず、ＲＣ構造とした場合には、異方性版として取扱うものとする。このほか、連続床版橋、ラーメン床版橋、曲線橋、斜橋等、支承条件の影響が複雑なものや版理論によりがたい平面形状の橋の場合には、格子構造理論、有限要素法等により解析する。

（２）支間方向の応力度計算は、次のモーメントMに対して行うものとする。

$$M = \Sigma M_d + J\ (M + i)$$

ここに、ΣM_d：死荷重による桁としての曲げモーメント

$M+i$：(活荷重＋衝撃）による桁としての曲げモーメント

Ｊ：Olsen の方法により得られた平均分配係数

$$J = \frac{KA_1 + 2KA_2 + KA_9}{4}$$

ここに、KA_1、$2KA_2$、KA_9：荷重分配係数

プレストレスの分散は次式による。

$$\Delta Pn = P \times \frac{\Delta An}{ZA}$$

ここに、ΔＰｎ：区分Ａｎ区間に配置するプレストレス量

Ｐ：桁とした時の必要プレストレス量

また、ＰＣ剛材も上図の分配率に基づき配置するものとする。

（3）全死荷重作用時の反力が均一となるようなＰＣ鋼材の偏心配置を行う場合があるが、版に過度のクリープ変形等が生じないことを格子構造理論などにより確認する必要がある。

3．斜め床版橋

（1）斜め床版橋の構造解析は、格子構造理論等の方法によることを原則とする。

（2）橋軸方向および橋軸直角方向のＰＣ鋼材の配置は、「道路橋示方書 Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」14.4.1（8）による。

（1）格子構造理論を用いる場合、構造解析モデルの選定にあたっては、構造骨組、部材剛性、支承条件を十分検討する必要がある。

とくに斜角の小さな床版橋は、鈍角部に負の曲げモーメントが発生し反力が集中するため、弾性支承による反力分布の緩和やプレストレスによる不静定力の影響を考慮し設計しなければならない。

4．中空床版橋

（1）場所打ち中空床版の断面の最小寸法は、「道路橋示方書Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」14．4．1（6）による。

（2）場所打ち中空床版橋では、コンクリート打設時の円筒型枠の浮き上がり防止対策を施すこと。

（3）中空床版橋とは**図９.69** に示すような円形の中空部を有する床版橋をいい、一般に等方性版と仮定してよい。

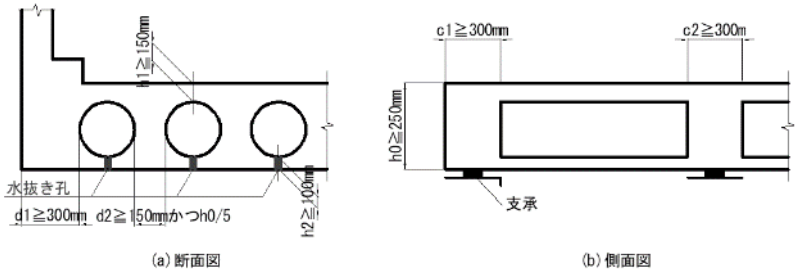


図９.69　中空床版橋

（4）構造細目

1）支承部は充実断面とする。

2）片持ち版の張出し長は、概ね1.2m～1.5mとする。

断面形状の設定は、円筒型枠の径および円筒型枠間のあきとの関係を考慮して、主版幅と張出し床版幅が最適となるように行う。なお、中空床版橋は、コンクリート打設や鉄筋組立の施工性に劣ることや供用後に円筒型枠内の目視点検が困難となること等の課題があることから、設計時において、施工時の円筒型枠の浮き上がり防止対策を十分に行うこと、供用後に円筒型枠内に水がたまらないよう水抜き穴を確実に確保すること等に留意する必要がある。

詳細については、コンクリート道路橋施工便覧　12.6　を参照のこと。

表９.28　円筒型枠参考値

管 径	管板厚(mm)	重量(kg/m)	保持金具の最大スパンS(mm)	止めボルト(in)	スチールバンド厚み×巾 (mm)
400	0.5	6.8	2,000	1/2	1.0×50
450	〃	7.6	〃	〃	〃
500	〃	8.5	〃	〃	〃
550	0.6	11.7	〃	〃	〃
600	〃	1.8	〃	〃	〃
650	〃	13.	〃	〃	〃
700	〃	14.8	〃	〃	〃
750	0.7	17.9	〃	〃	〃
800	0.8	21.8	〃	〃	〃
850	〃	23.1	1,800	〃	〃
900	1.0	30.6	1,650	〃	〃
950	〃	32.3	1,500	〃	1.2×50
1,000	〃	34.1	1,400	〃	〃
1,050	〃	39.9	1,300	〃	〃
1,100	〃	41.7	1,200	〃	〃
1,150	1.2	52.3	1,150	〃	〃
1,200	〃	5.5	1,100	〃	〃
1,250	〃	56.8	1,050	〃	〃
1,300	1.6	787	1,000	〃	〃

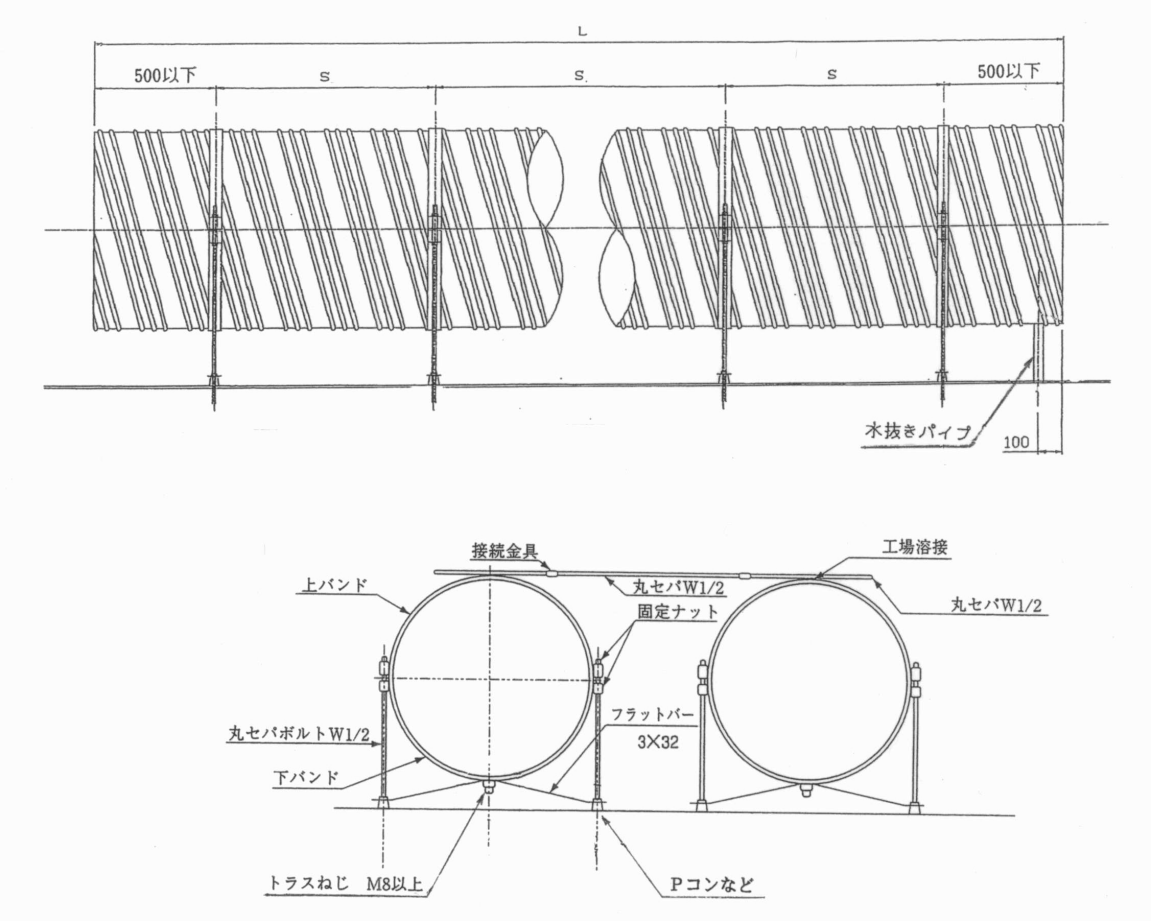


図９.70　保持金具

９－４－３－６　プレキャスト桁橋

１．適　用

ここに示す規定は､プレキャストの複数のＰＣＴ桁およびＰＣスラブ桁を架設した後、桁間に現場コンクリートを打設し、横締めプレストレスにより一体化した形式の橋に適用する。なお、ＰＣスラブ桁については、**9-4-3-5 床版橋**についても参照のこと。

（1）コンクリート桁の設計は、「道路橋示方書Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」10 章による。

（2）プレキャスト桁を連結したコンクリート部材の設計は、「道路橋示方書Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」16 章及び本編９－４－３－９による。

２．断面力の算出

（1）構造解析は、「道路橋示方書Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」３．７及び 10.２．１による。

（2）Ｔ桁橋の断面力は、格子構造理論により算出するものとする。

（3）格子構造モデルの設定にあたっては、実際の構造物の挙動を忠実に反映し得る解析モデル（部材剛性、支承条件、荷重等）を設定するものとする。

（4）格子構造理論により解析する場合､主桁および横桁のねじり剛性を原則として考慮するものとする

（5）床版の設計曲げモーメントは、「道路橋示方書 Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」９．２．３による。

（2）Ｔ桁橋は、主桁と横桁からなる格子構造とみなせるため、原則として格子構造理論により断面力を算出する。

３．横方向の設計

（1）横方向部材は全てＰＣ構造とする。また、床版は「道路橋示方書Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」表-９．５．２の引張応力度の制限値を満足させること。

（2）横桁の設計に用いる活荷重は主桁と同一とする。

（1）ひびわれの発生を許すと耐久性を損なうおそれがあり、特に床版は引張鉄筋を有効に配置することが困難であるため、床版には「道路橋示方書Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」９．５．１に準じ、引張応力度を生じさせないものとした。

（2）主桁と横桁の荷重が異なると構造解析、断面力の組合せなどが煩雑になるので､横桁の設計も主桁と同一の活荷重（Ｌ荷重および衝撃）を用いてよいこととした。

４．主桁の構造細目

（１）縦断勾配への対処

支承は水平に設置するのが標準であるため、レアーを設けて支承面が水平になるようにする。なお、桁の縦断勾配が３％以下で、ゴム支承に生じるせん断変形が大きくならず、設計の前提に及ぼす影響が無視できると考えられる範囲においては、レアーを設けずゴム支承を桁に平行に据え付けることができる。

（２）横断勾配への対処

横断勾配への調整方法としては、舗装厚さ又は調整コンクリートによる方法、桁の余盛と舗装厚さ又は調整コンクリートによる方法等がある。ただし、いずれの場合も主桁は、架設時の安定性を考慮し鉛直に据え付けることを標準とする。

（３）ＰＣ鋼材の定着

ＰＣ鋼材は、桁端に定着することを原則とする。

（４）架設時の傾斜や横倒れ座屈等、施工時の主桁転倒に対する安全性について十分に検討する。

（１）レアーによる支承部の処理方法の例を**図９．71** に示す。

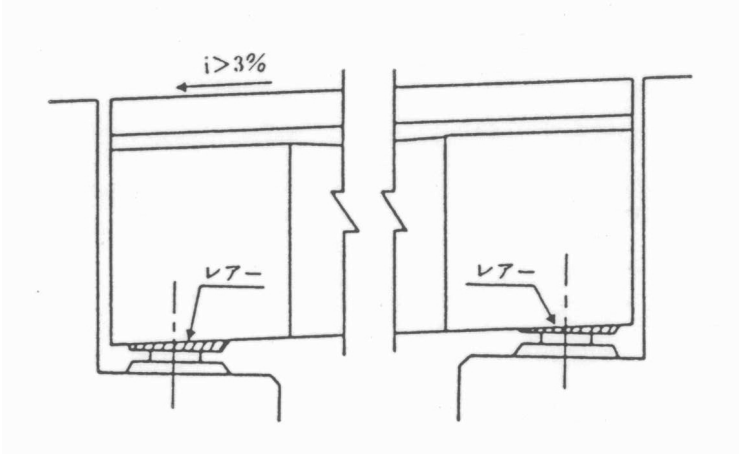


図９．71　レアーによる支承部の処理

（２）横断勾配が変化する区間においては、調整舗装厚が最も小さくなるように、橋体上面の横断勾配を定める必要がある。主桁の製作および配置は、「コンクリート道路橋設計便覧」を参照するものとし、次のように行うことを標準とする。

（ａ）プレテンションスラブ橋桁

横断勾配ｉが４％までは、主桁を傾斜させて橋面勾配に合わせて据え付ける。４％を超える場合は舗装で調整する。

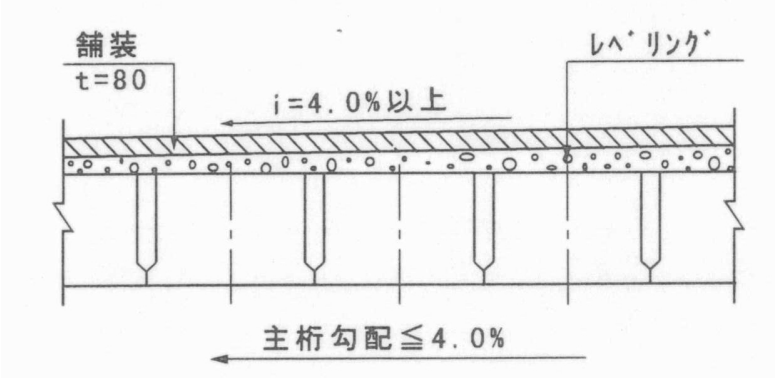


図９．72　プレテンションスラブ橋桁の片勾配の対処

（b）プレテンションT桁

桁は鉛直に据え付けるものとし、次の方法により横断勾配の処理を行う。

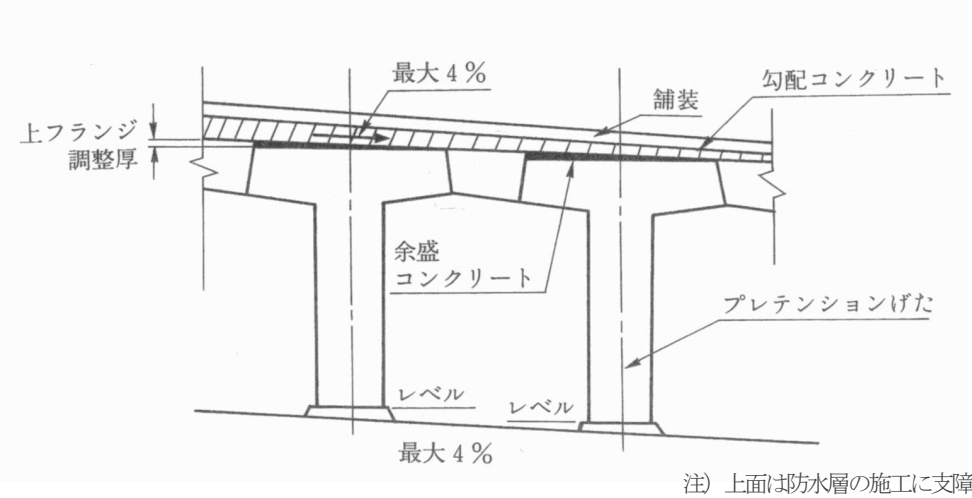
・横断勾配が４％までの場合

ａ）舗装厚さ又は勾配調整コンクリートで調整する。

ｂ）主桁上フランジを横断方向に４％余盛りして主桁を製作する。

・横断勾配が４％を超える場合

主桁上フランジを横断方向に４％余盛りした残りの勾配に対して、舗装厚さ又は勾配コンクリートで調整する。



注）上面は防水層の施工に支障のないよう平坦にすること.

図９.73　プレテンションＴ桁の片勾配の対処

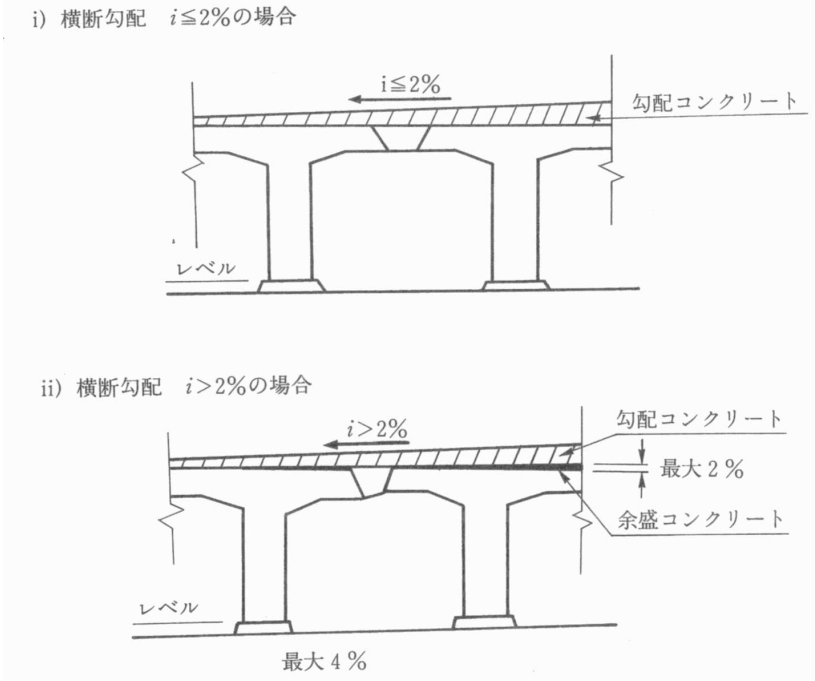
（c）ポストテンションT桁

桁は鉛直に据え付けるものとし、次の方法により横断勾配の処理を行う。

・横断勾配が２％までは、勾配コンクリートにて調整する。

・２％を越える場合には、主桁上フランジを横断方向に２％余盛りした残りの勾配に対して、舗装厚さ又は勾配コンクリートで調整する。

・下部工天端の処理はプレテンションT桁と同様に行う。



注）上面は防水層の施工に支障のないよう平坦にすること.

図９.74　ポストテンションＴ桁の片勾配の対処

（ｄ）横断勾配が両勾配の場合の処理

桁は鉛直に据付けて勾配コンクリートで対処する。勾配コンクリートの最小厚は原則として 50㎜ とする。

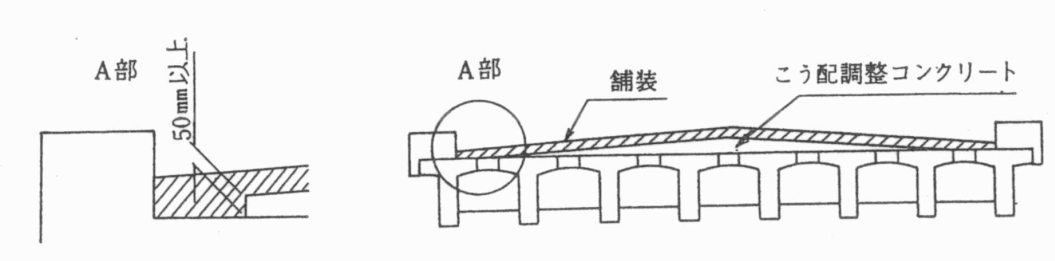


図９.75　ポストテンションＴ桁の両勾配の対処

（ｅ）共通

・余盛りを行う場合は、床版への影響についても検討する。

・下部工天端は４％までは傾斜させ、沓座モルタル面を水平にする。

・主桁埋込横締めシースの勾配も考慮する。

５．床版の構造細目

（１）床版の最小厚さは、160㎜ 以上とする。

（２）床版間詰めコンクリートの鉄筋は、プレキャスト桁のフランジから重ね継手以上突出した鉄筋と重ね合わせることを原則とする。ただし間詰めコンクリートの幅が 300㎜ 以下の場合には、フランジから鉄筋を突き出さず、間詰めコンクリート部分のみ補強鉄筋を配置することができる。

（３）床版間詰めコンクリート部の橋軸方向の上下面には、D13 ㎜以上の鉄筋を 250㎜ 以下の間隔で配置する。

（４）床版横締めＰＣ鋼材および床版支間方向鉄筋の配置は、「道路橋示方書Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」９．２．５および「道路橋示方書Ⅱ鋼橋・鋼部材編」11．２．８による。なお、横締めに用いるＰＣ鋼材はシングルストランドを標準とし、５ｍ以下の短い横締めの場合はＰＣ鋼棒を標準とする。

（2）床版間詰めコンクリートの鉄筋配置

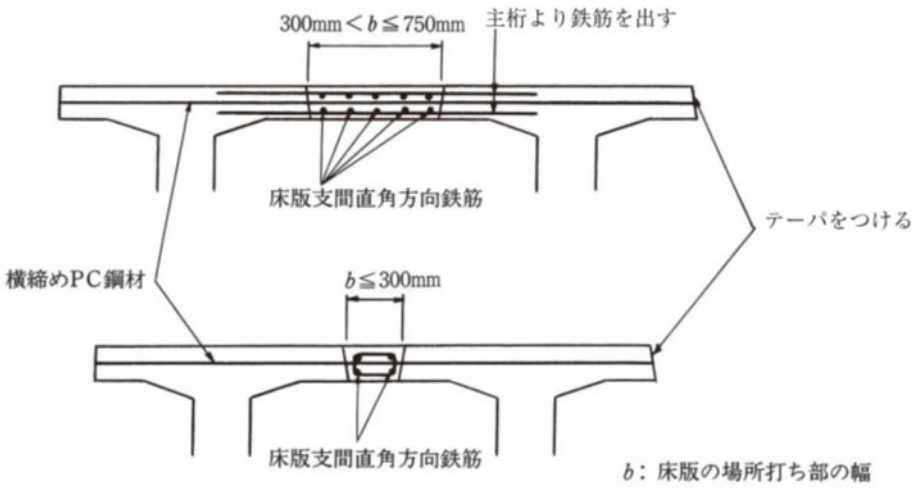


図９.76　床版鉄筋

（3）横締めＰＣ鋼材は、施工性を考慮し、シングルストランドを用いることを標準とした。また、短い横締めの場合はセットロスを考慮して鋼棒を用いることとした。

6．横桁の構造細目

（1）　主桁の支点上および支間中央には横桁を設置する。
（2）　中間横桁は、１支間に１ヶ所以上を設けるものとし、かつ間隔は15m以下とする。
（3）斜角 θ が $45^\circ \leqq \theta \leqq 90^\circ$ の場合、中間横桁は、支承線と並行配置を基本とする。
（4）端支点横桁については、耐荷性能及び耐久性能を確保する設計を行うことを基本とするほか、落橋防止構造を配置する場合には水平力が作用することから、想定する水平力に対して安全となるよう設計を行う必要がある。また、維持管理の中で支承取替などを想定し、ジャッキアップ荷重に対する設計を行う必要がある。
（5）横桁に配置するＰＣ鋼材は、５．床版の構造細目による。

（2）「道路橋示方書 Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」10.４.２（3）の解説を参照。
（3）斜橋の場合、中間横桁を支承線に平行に配置すると、各主桁のたわみのほぼ同じ位置が横桁で結ばれるため、主桁と横桁に作用する断面力は小さくなるが、横桁付近の床版は斜構造となるので、斜角を考慮した設計を行う必要がある。

一方、中間横桁を主桁に直角に配置すると、床版は桁端部を除き直構造となるが、横桁に作用する断面力が増加し、支承反力が各主桁で大きく異なる等の問題を生じる。

このため、斜角が 45°以上の場合は、格子構造として有利な挙動を示す理由から、中間横桁は斜角に平行に配置する構造を原則とした。この場合、床版は斜角の影響を考慮しなければならない。

また、斜角が小さい場合には、床版打継目に横締プレストレス力による水平せん断力が作用するためずれ止めを配置する。

特に、斜角が 55°から 45°以下の場合は、主桁のウェブを**図９.77** に示すような形状にし、中間横桁の接合面を直角にするか、もしくは十分なかみ合わせを設けるとともに間詰め床版とプレキャスト桁の接合面が、プレストレス力によるずれに対し十分な抵抗を有する様にしなければならない。

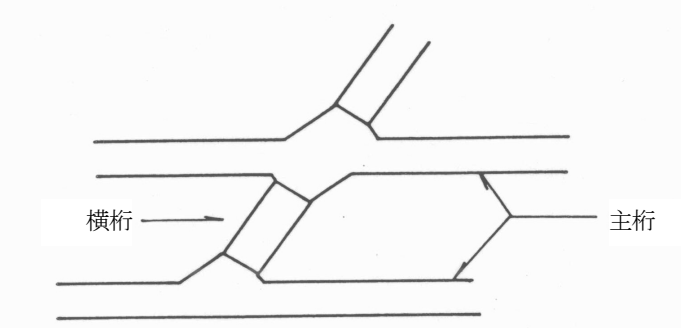


図９.77　中間横桁と主桁の接合面の形状

（4）端支点横桁の設計では、輪荷重に対して支承間隔を支間長とする単純桁として検討してよい。

7．たわみ

設計荷重によるたわみに対して橋面に有害な勾配変化が生じないよう設計しなければならない。

1）設計計算時における各荷重毎のたわみ量を算出し、たわみによって、橋面に有害な勾配の変化が生じないことを確認する。

2）死荷重、プレストレスおよびクリープによるたわみを考慮し、支承据付け高さ、桁上面の形状等を検討する。

3）ポストテンション方式の場合には、型枠を「たわみ量」だけ下げ越し、あるいは上げ越すことにより緩和させるものとする。

4）プレテンション桁のそり量

ＰＣ建設業協会によって報告されているそり量は、変動範囲が±30～50％と非常に大きいため、実際の施工時点では、各工場の実績等により再検討を行い、そり量を確認することが望ましい。

5）橋台、橋脚の橋座高は、そり量の値を考慮して決定する。

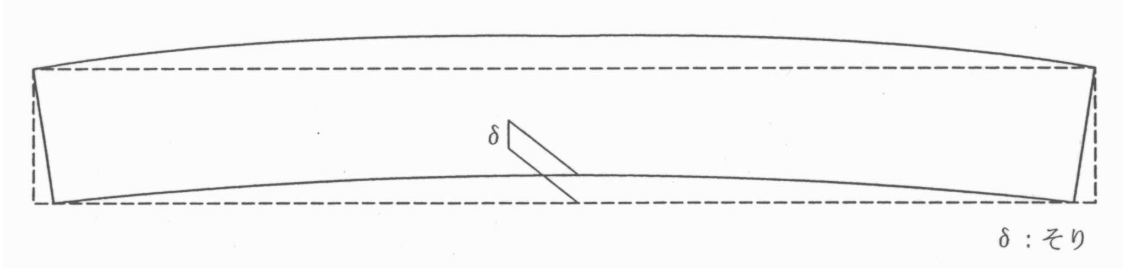


図９.78　橋桁のそり

表９.29　標準そり調整量（ダブルホロー桁）

（cm）

区分＼支間	10m	11m	12m	13m	14m	15m	16m	17m	18m	19m	20m
A活荷重	3.1	3.2	3.3	4.1	4.1	3.7	4.9	4.1	5.6	5.4	5.7
B活荷重	2.9	3.	3.8	3.9	4.4	4.0	4.1	5.7	5.5	5.7	6.4

表９.30　標準そり調整量（ＪＩＳ桁）

スラブ橋桁

A 活 荷 重 対 応			B 活 荷 重 対 応		
呼 び 名	支間長（m）	そり量 δ (cm)	呼 び 名	支間長（m）	そり量 δ (cm)
AS05	5.2	0.5	BS05	5.2	0.5
AS06	6.2	1.0	BS06	6.2	1.0
AS07	7.2	0.5	BS07	7.2	1.0
AS08	8.2	1.0	BS08	8.2	1.5
AS09	9.2	1.0	BS09	9.2	1.0
AS10	10.2	1.5	BS10	10.2	2.0
AS11	11.2	2.0	BS11	11.2	1.5
AS12	12.2	3.0	BS12	12.2	3.0
AS13	13.2	3.0	BS13	13.2	4.0
AS14	14.2	4.0	BS14	14.2	4.0
AS15	15.2	4.0	BS15	15.2	4.0
AS16	16.2	4.0	BS16	16.2	5.0
AS17	17.2	4.5	BS17	17.2	5.0
AS18	18.2	4.5	BS18	18.2	4.5
AS19	19.2	4.0	BS19	19.2	5.0
AS20	20.2	5.0	BS20	20.2	5.0
AS21	21.2	5.0	BS21	21.2	5.5
AS22	22.2	5.0	BS22	22.2	5.0
AS23	23.2	5.0	BS23	23.2	4.5
AS24	24.2	5.5	BS24	24.2	5.5

けた橋桁

A 活 荷 重 対 応			B 活 荷 重 対 応		
呼 び 名	支間長（m）	そり量 δ	呼 び 名	支間長（m）	そり量 δ (cm)
AG18	18.2	6.0	BG18	18.2	5.5
AG19	19.2	5.5	BG19	19.2	6.5
AG20	20.2	6.5	BG20	20.2	6.0
AG21	21.2	6.5	BG21	21.2	7.0
AG22	22.2	7.0	BG22	22.2	7.5
AG23	23.2	7.0	BG23	23.2	7.5
AG24	24.2	7.5	BG24	24.2	8.0

注）プレ導入直後のコンクリートヤング係数 2.95×10^{4} N／㎟

上記計算の仮定：桁製作後架設まで 90 日後のものである

９－４－３－７　ＰＣ合成桁橋（ＰＣコンポ橋）

１．適　用

ここに示す規定は、ＰＣ桁とＰＣ合成床版とがずれ止めによって結合され、桁と床版とが一体となった合成桁橋（ＰＣ合成床版タイプ）に適用する。以下、このＰＣ合成桁橋をＰＣコンポ橋と称す。
合成桁橋の設計は、「道路橋示方書Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」11 章による。

ＰＣ合成床版タイプ合成桁橋は、工場製作のプレキャストセグメント工法によるポストテンション方式を標準とする。**図９.79** にＰＣコンポ橋に用いられる代表的な断面形状を示す。ここで、ＰＣ合成床版とは、ＰＣ板と場所打ちコンクリートが一体化して合成構造となった床版である。

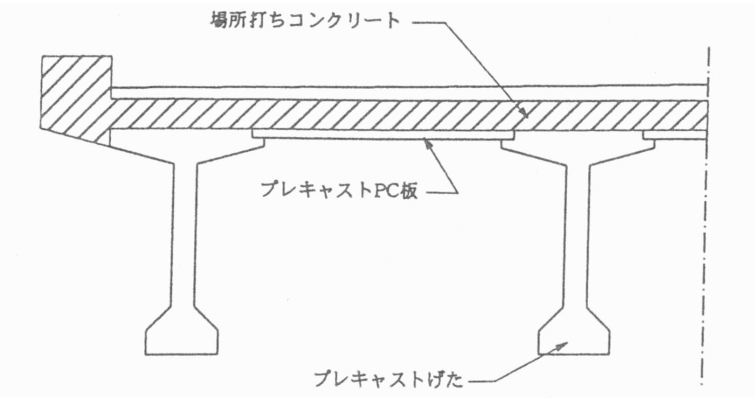


図９.79　ＰＣコンポ橋の断面形状

２．設計一般

（１）ＰＣコンポ橋の設計においては、通常の合成桁としての検討を行う他に、床版についてはＰＣ合成床版としての設計を行う。
（２）桁にプレキャストセグメント工法を適用する場合には、プレキャストセグメントの継目部に対する設計を行わなければならない。
（３）連続桁とする場合には、中間支点上での主桁の連結部は、主桁を横桁と確実に結合し、安全で耐久性が確保できる構造とする。

（１）ＰＣコンポ橋を設計する場合、通常の合成桁としての曲げモーメント、せん断力およびねじりモーメントに対する設計、ＰＣ板の設計およびＰＣ合成床版の設計を行う必要がある。
（２）プレキャストセグメント構造の継目部に対する設計は、「道路橋示方書 Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」16 章に準じて行うものとする。
（３）連続桁とする場合には、同示方書の 16. ５に準拠して設計を行うものとする。

３．構造解析

（１）構造解析は、「道路橋示方書Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」３．７及び10.２．１による。
（２）主桁および横桁の断面力は、格子構造理論により算出することを原則とする。
（３）格子構造理論により解析する場合、主桁および横桁のねじり剛性を原則として考慮するものとする。
（４）荷重分配は、合成後死荷重（舗装、地覆、高欄など）と活荷重について行う。

格子構造理論による断面力解析については、本編の**９－４－３－６ プレキャスト桁橋**と同様の考え方とする。

４．主桁の設計

（１）主桁は、桁と床版とが一体となった合成断面について、合成後死荷重および活荷重の作用の組合せに対して安全となるよう設計する。
（２）プレキャスト桁の断面形状は、施工時の安全性についても考慮して決定しなければならない。
（３）応力度の照査にあたっては、プレキャスト桁と場所打ち床版におけるコンクリートのクリープおよび乾燥収縮の差を考慮するものとする。
（４）合成桁として断面力に抵抗する床版の有効断面は、原則として場所打ちコンクリート部分のみとする。
（５）桁と床版の結合部の設計は、「道路橋示方書 Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」11.３によるものとする。
（６）合成桁のウェブは、床版から伝達される曲げに対しても安全でなければならない。
（７）曲線橋の場合には、主桁を直線配置とし、場所打ち張出し床版によって調整することを原則とする。
（８）横断勾配が大きく主桁を階段状に配置する場合には、片側の主桁上フランジを厚くすることで対処する。

（１）主桁の設計にあたっては、施工工程を考慮し、施工段階ごとに応力度およびそれらの合成応力度について照査しなければならない。合成前死荷重に対してはプレキャストコンクリート桁の断面で抵抗し、床版施工後に載荷される死荷重および活荷重に対しては、桁と床版が一体となった合成断面で抵抗する。
（２）プレキャスト桁は、施工中の横座屈等に対する検討を「コンクリート道路橋施工便覧」にしたがって行うことを原則とする。

また、中間横桁の幅および高さは、荷重分配を考慮して構造計算により決定するが、同時に施工性についても検討し、適切な形状とする。

支点横桁幅は、落橋防止装置により変化する場合がある。

（３）ＰＣ合成床版と桁のクリープ・乾燥収縮によって生じる不静定力の算定においては、ＰＣ板の有効断面を含めるものとする。
（４）ＰＣ合成床版橋のＰＣ板は、桁の支間直角方向に継ぎ目があり継目部では断面が減少しているため、有効断面の算定にはＰＣ板を無視することとする。

（6）コンクリート橋の床版とウェブは、一体となって外力に抵抗するため、床版の支点曲げモーメントがウェブに伝達される。このため、「道路橋示方書Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」10．３．１に従い、ウェブ及びフランジが部材断面内に発生する応力等に安全となるよう設計を行う必要がある。（**図９.80**）

検討は以下により行う。

１）検討する位置は、耳桁の支間中央付近および支点付近とする。

２）構造は、部材図心軸を結んだウェブ下端を固定した門型ラーメンと仮定する。

３）ＰＣ桁に分配されるモーメントは、活荷重による最大荷重モーメント（床版設計に用いるモーメント）に防護柵・地覆の自重と推力によるモーメントまたは衝突によるモーメントを考慮し、活荷重載荷時風荷重も考慮する。なお、床版や舗装による影響が小さいと判断できる場合は考慮しなくてもよい。

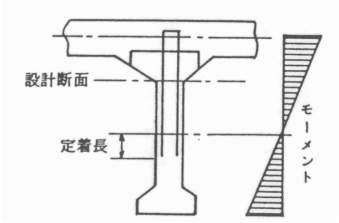


図９.80　ウェブに作用する曲げモーメント

４）荷重の載荷状態は、**図９.81** に示すような２種類を考えて、いずれか大きい方の曲げモーメントで設計する。

５）なお、この検討は、コンポ橋のみではなく、コンクリート橋(T 桁・箱桁)全体に適用される。

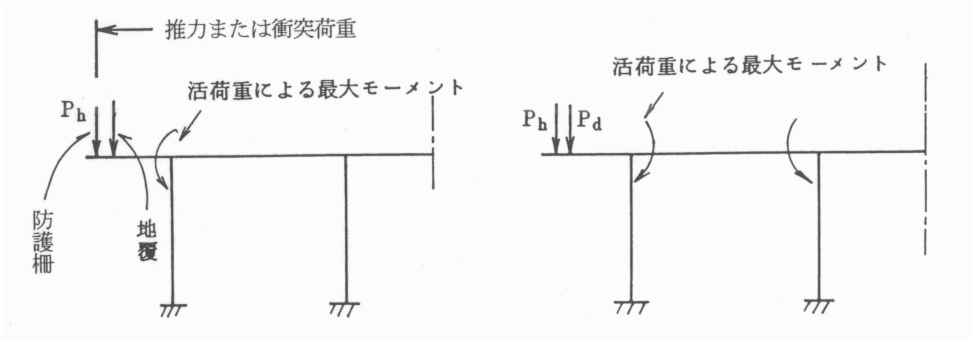


図９.81　荷重の載荷状態

（7）張出し床版による曲線区間の調整方法

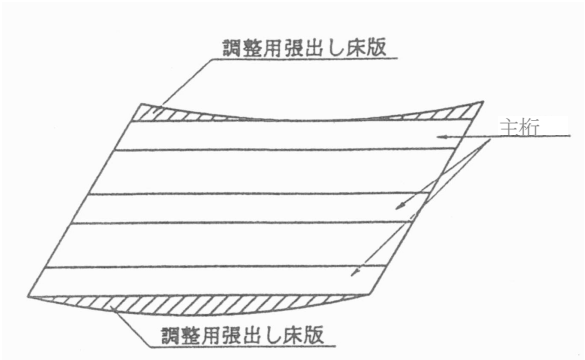


図９.82　曲線橋の場合の調整

（8）片勾配に対する上フランジ厚の調整方法

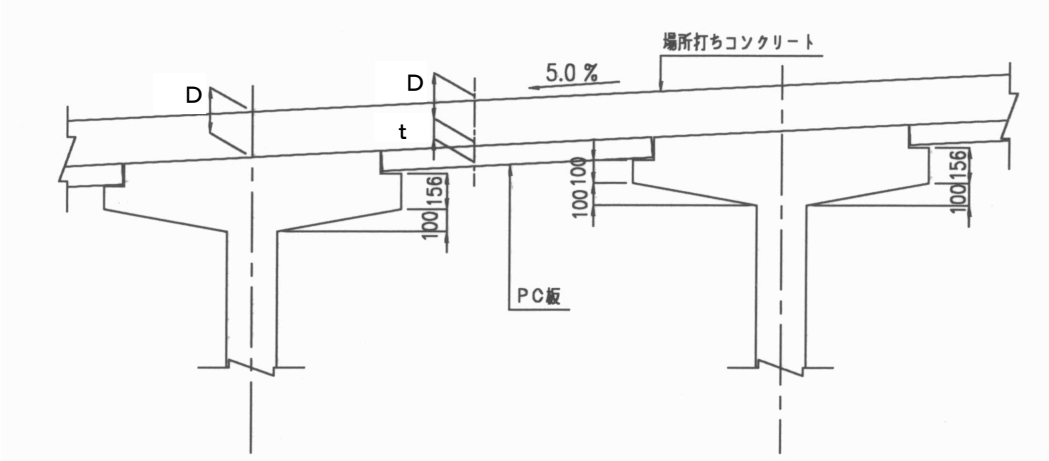


図９.83　横断勾配への対処

５．ＰＣ合成床版の設計

（1）ＰＣ合成床版は、ＰＣ板と場所打ちコンクリートが一体となった合成断面で合成後荷重に対して安全となるように設計するものとする。
（2）ＰＣ合成床版の厚さは、「道路橋示方書 Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」９．２．４による。
（3）ＰＣ合成床版の厚さはＰＣ板と場所打ちコンクリートの合計厚とする。ここで、場所打ちコンクリート厚さはＰＣ板の厚さの 1.5 倍以上とする。
（4）床版の支間のとり方および曲げモーメントの算定は、同示方書の９章にしたがって行うものとする。
（5）曲げに対する検討において、荷重としてはＰＣ合成床版の上載荷重（合成後死荷重、活荷重など）を考慮するものとする。
（6）ＰＣ板のかかり長は、90㎜を標準とする。

（1）床版の設計では、橋軸直角方向にはＰＣ板を考慮したＰＣ合成床版とし、橋軸方向はＰＣ板を無視したＲＣ床版として設計する。
（3）「共同研究報告書 第 215 号 平成 10 年 12 月」により、合成床版の厚さにはＰＣ版を含めることとする。

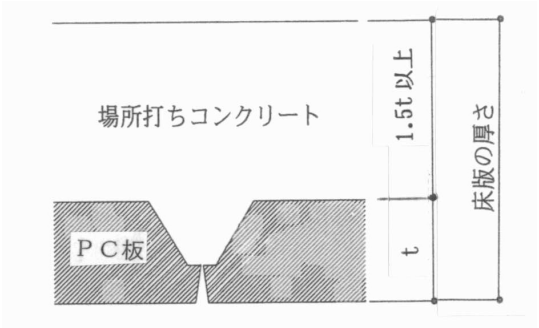


図９.84 ＰＣ合成床版の厚さ

（4）ＰＣ合成床版の支間

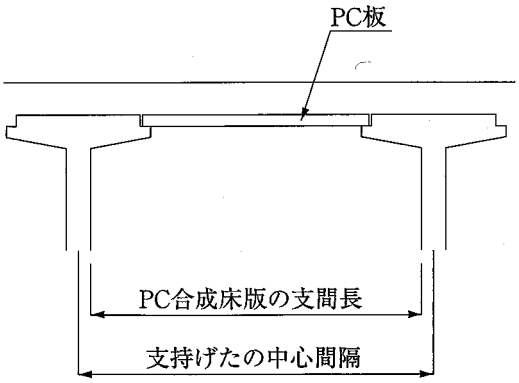


図９.85　ＰＣ合成床版の支間

（6）ＰＣ板のかかり長さは 90㎜ を標準とし、60㎜ の最小かかりを確保する。

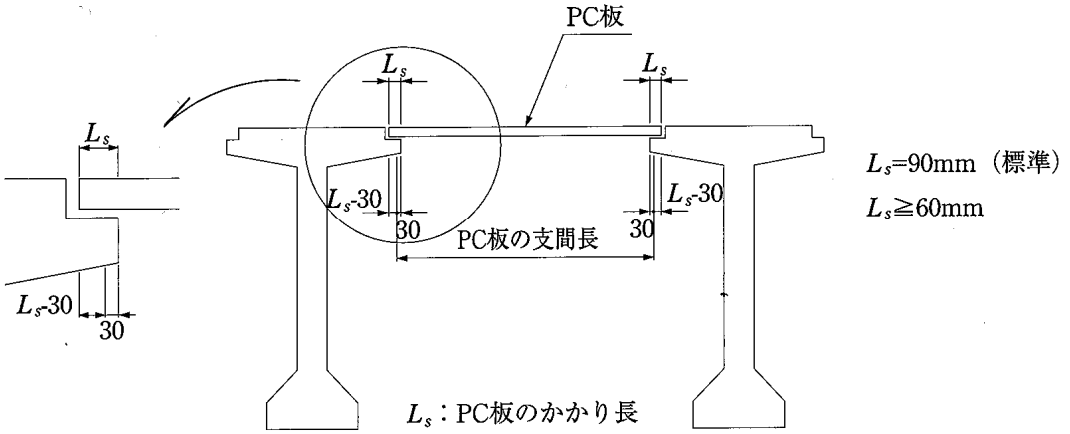


図９.86　ＰＣ板と主桁のかかり部

６．ＰＣ板の設計

（1）ＰＣ板はプレテンション方式による工場製品とし、厚さは７㎝以上、幅は 0.5m以上で 1.0mを標準とする。
（2）ＰＣ板は、型枠および支保工としての機能を満足するよう設計しなければならない。
（3）ＰＣ板は場所打ちコンクリートと一体となって、合成床版としての機能を満足するように設計しなければならない。
（4）ＰＣ板の曲げモーメントの算定は、単純に支持されたはりとして行う。その時の支間長はＰＣ板のかかり長が最小となった状態において、ＰＣ板のかかり中心（上フランジ端部から 30㎜）の位置を支持点とした長さとする。
（5）ＰＣ板の配置は、主桁の据付け勾配を考慮して行うものとする。
（6）ＰＣ板は横桁に載せない構造とする。
（7）斜橋に対するＰＣ板は、主桁に直角に敷設し、端部で調整することを原則とする。

（1）ＰＣ板に用いたコンクリートは、設計基準強度50N/㎟以上を原則とする。

（2）ＰＣ板の設計における施工荷重は、作業員やコンクリート打込み器具などの重量で、一般に3.5kN/㎡としてよい。

（3）完成構造系において作用する荷重やそれらの組合せによる荷重に対して安全となるように設計しなければならない。

（5）ＰＣ板の支間方向と直角方向に勾配がある場所に敷設する場合は、その勾配を考慮した長さに基づいて配置しなければならない。

（6）ＰＣ板を横桁上に載せると橋軸方向に曲げモーメントが作用することになり、ＰＣ板の橋軸方向にプレストレスが導入されていないため、ひび割れの原因となる。支点横桁および中間横桁におけるＰＣ板の配置例を**図９.87**に示す。

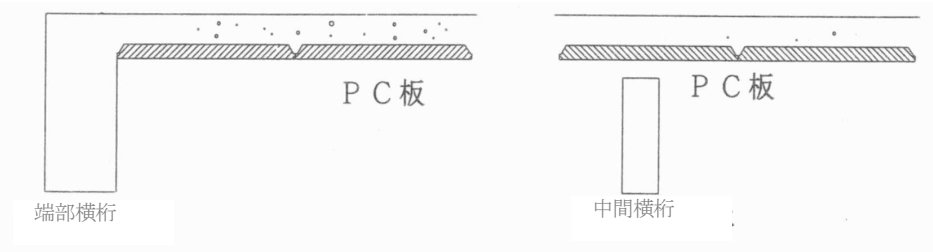


図９.87　横桁におけるＰＣ板の配置例

（7）斜橋の場合は、端部に調整用のＰＣ板を敷設し、その他の標準板は主桁に直角に配置することを原則とする。

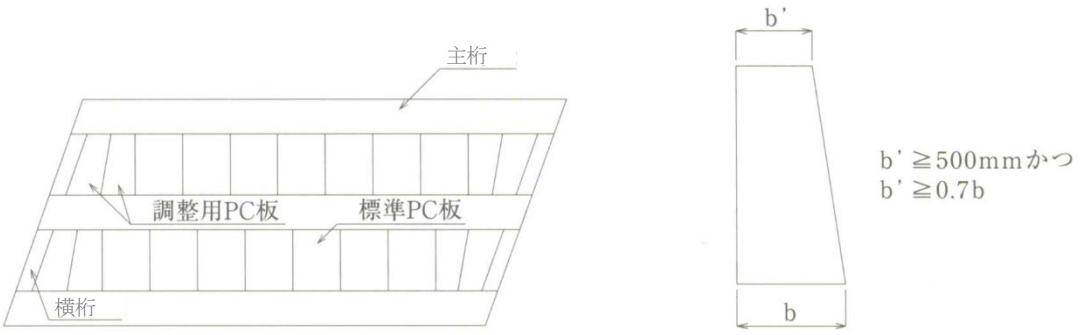


図９.88　斜橋におけるＰＣ板の敷設

９－４－３－８　箱桁橋

１．適　用

ここに示す規定は、箱形断面の桁橋（以下、箱桁橋という）に適用する。
箱桁橋の設計は、「道路橋示方書Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」10 章による。

ここに示す規定は、**図９．89** に示すような箱形断面を有する橋梁に適用する。

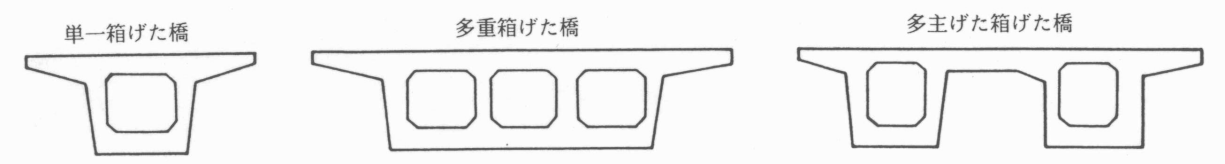


図９．89　箱桁断面

２．断面力の算出

箱桁橋の断面力の算出は、「道路橋示方書 Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」３．７および 10．２．１によるものとする。

1)　斜橋や台形橋の場合には、曲線配置されたケーブルによるプレストレスの影響が死荷重や活荷重とは逆向きの荷重として作用し再分配され、比較的大きな二次応力を生じさせることになるので、この影響について十分考慮することとした。

この場合のプレストレスの影響は、プレストレスによるモーメントに近似のモーメントを生じさせる垂直荷重を載荷した状態を規定して、この時の荷重分配率を利用して求める。一般にこの分配率は主桁自重の分配率と等しくてよい。

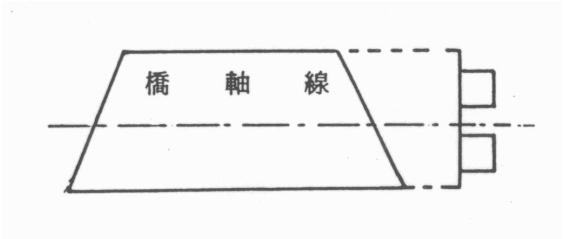


図９．90　台形橋

2)　広幅員で張出し床版が長く、太径ＰＣ鋼材を使用して張出し架設する場合は、先行ブロックとの温度差や乾燥収縮などにより床版張出し先端部にひび割れが生じやすい。このひび割れは閉合すれば閉じるものであるが、汚れや水密性の低下などにつながることから、施工時においては環境条件やコンクリートの配合などに応じてひび割れ対策を配慮するのが良い。

3．横方向の設計

横方向の設計は、「道路橋示方書 Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」10 章によるものとする。

4．主桁の構造細目

箱桁のフランジ及びウェブは、「道路橋示方書Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」10．３．３による。

（1）フランジの厚さ

1） 上フランジ……本編の**９－４－３－６ プレキャスト桁橋**、５．床版の構造細目による。

2） 下フランジ……コンクリートを場所打ちする場合は 140㎜ 以上とする。

（2）ウェブの厚さ

ウェブの厚さは、300㎜ 以上とする。また、ウェブの厚さを主桁方向に変化させる場合には、１／５よりゆるやかな傾斜ですりつけることが望ましい。

（3）フランジの橋軸方向には、少なくともD13 ㎜の鉄筋を 250㎜ 以下の間隔でフランジの上下に配置しなければならない。

（1）フランジおよびウェブの厚さは、鋼材を無理なく配置することができ、コンクリートの打設が容易に行える寸法としなければならない。とくに、ＰＣ鋼材を配置するために鉄筋のかぶりが不足したり、主要な鉄筋が切断されたり、無理な配置形状とならないようにフランジおよびウェブの厚さを定めなければならない。

（3）箱桁の引張フランジは、載荷荷重による応力度のみの状態では純引張状態に近い状態にあり、ウェブに比べてひびわれが発生し易く、また、ひびわれ幅も大きくなりやすいので、十分な量の軸方向鉄筋を配置することとした。

９－４－３－９ プレキャスト桁架設方式連続桁橋

1．適 用

（1）ここに示す規定は、プレテンション方式およびポストテンション方式のプレキャスト桁を架設し、中間橋脚上でこれらを連結して連続桁橋とする場合に適用する。

（2）連続桁橋の中間支点は、２支点形式とし、支承は適当な鉛直ばね定数をもつゴム支承とする。

（3）プレキャスト桁架設方式連続桁橋の設計は、「道路橋示方書Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」10 章および 16．５による。

（1）プレキャスト桁架設方式連続桁橋は、適用にあたっての目安を次のとおりとする。

1）支間が 40m程度以下であること。

2）支間割りが等径間と見なせる程度のものであること。

3）斜角が 70° 程度以上であること。

ただし、支間長や斜角については、桁高と連結部の設計やねじりに対する補強等について、十分安全であることを確認する必要がある。

架設方式連続桁橋の一般的な施工順序を、**図９．91** に示す。

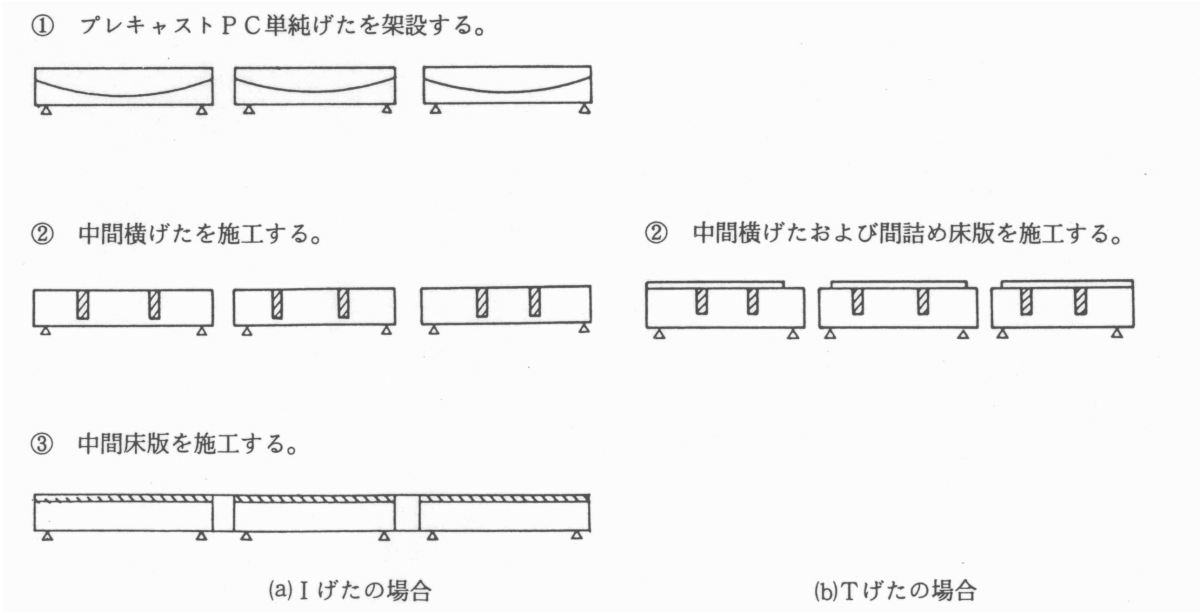


図９.91　施工順序

（２）連結部を２点支承形式としたのは、各桁を両端２個の支承で支持した方が安定な構造となるためである。過去の疲労実験結果によると、剛度の著しく異なる主桁と連結桁との接合点に初期クラックは発生するが、このクラック幅はそれほど大きくならず、連結部の中央付近に発生するクラックが、次第に支配的になり、主桁の連続性が失われる。

連結部の機能を失った場合、落橋防止あるいは補修工事を容易にするためにも２点支承形式が望ましい。

上記のような適用条件を定めたのはこの構造系を採用するためには、ある一定のバネ定数を有する支承が必要であり、桁の曲げモーメントおよびせん断力には、支承のバネ定数の大小はあまり影響しないが支承反力にはかなり敏感に影響するので支承の設計が困難となる場合があるからである。

２．使用材料

（１）プレキャスト桁の設計基準強度は、次のとおりとする。

プレテンション桁　　50 N/㎟

ポストテンション桁　　40 N/㎟

（２）連結部の場所打ちコンクリートの設計基準強度は、30 N/㎟とする。

（３）使用する鉄筋はＳＤ345 とする。

（４）使用するＰＣ鋼材は、「道路橋示方書Ⅰ共通編」９．１に準じる。

飛来塩分及び凍結防止剤による塩害対策については、本編の**９－３耐久性の検討**によることとする。コンクリートの水セメント比については「道路橋示方書Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」６．２の規定による。

３．連結部鉄筋の引張応力度の制限値

耐久性能の設計における疲労の影響の照査において、連結部鉄筋の引張応力を160 N/㎟程度に抑えるのがよい。

4．設計一般

断面力は、主桁重量、横桁および床版重量については、単純桁として、橋面工重量、活荷重・衝撃については、ばね支承を考慮した格子構造理論により算出することを原則とする。

プレキャスト桁の連結後に作用する橋面工重量および活荷重･衝撃による断面力は､格子構造理論で求めることを原則とした。

解析モデルについては、例えば、３径間の連続桁の場合､中間橋脚上の２点のばね支承を考慮し､**図９.92** に示すように５径間連続はりとして解析するのがよい。ただし、衝撃係数を算出するための支間はＬc1、Ｌc2、Ｌc3 とする。

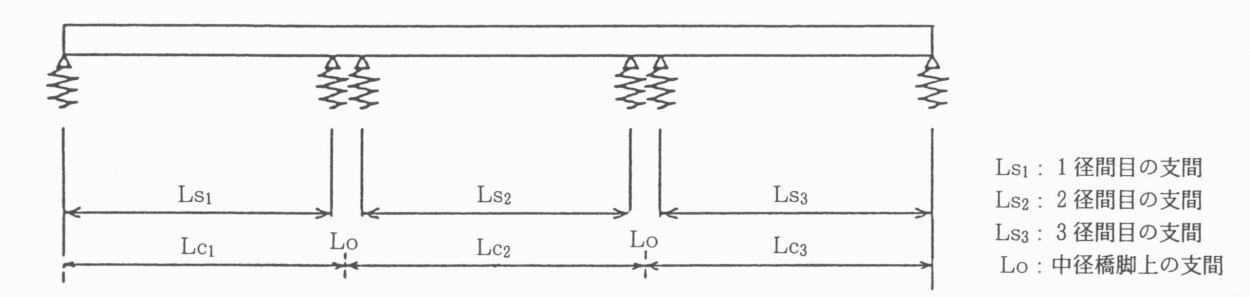


図９.92　解析モデルと設計支間

5．中間支点上の曲げモーメント

中間支点上の設計曲げモーメントは、「道路橋示方書 Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」10．5．2による低減を行わないものとする。

一般の連続桁橋では、中間支点部の負の設計曲げモーメントを「道路橋示方書 Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」10．5．2式（10．5．1）により低減しているが、プレキャスト桁架設方式連続桁橋では３径間連結構造の場合、ばね支承を有する５径間連続桁橋として解析しているので、上記の示方書に基づく低減は行わないものとした。

6．連結部の計算断面

（1）連結部の設計断面は、**図９.93** に示す横桁中心位置の断面Ｂ－Ｂ､横桁前面位置の断面Ａ－Ａおよび断面Ｃ－Ｃとする。

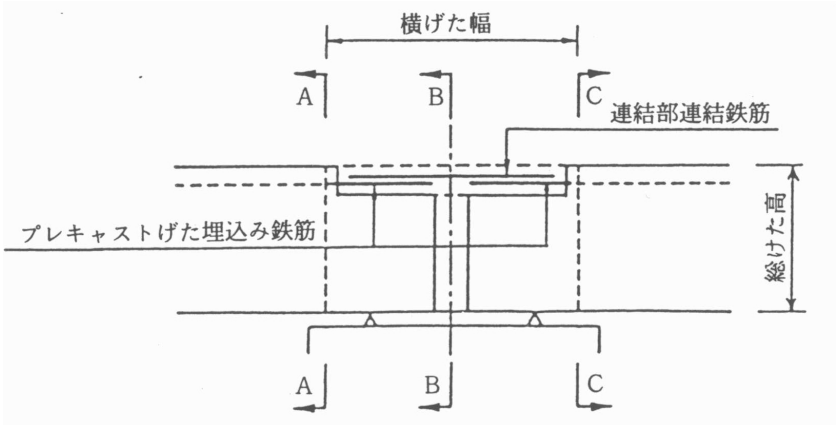


図９.93　連結部の設計断面

（2）連結部に作用する負の曲げモーメントに対する設計断面は、**図９．94** の実線で示される断面形状とし、下フランジ圧縮側の有効幅は、**図９．94** の右図に示されるように下フランジ圧縮側の有効幅を連結部横桁前面より１：５の範囲で考慮してよい。

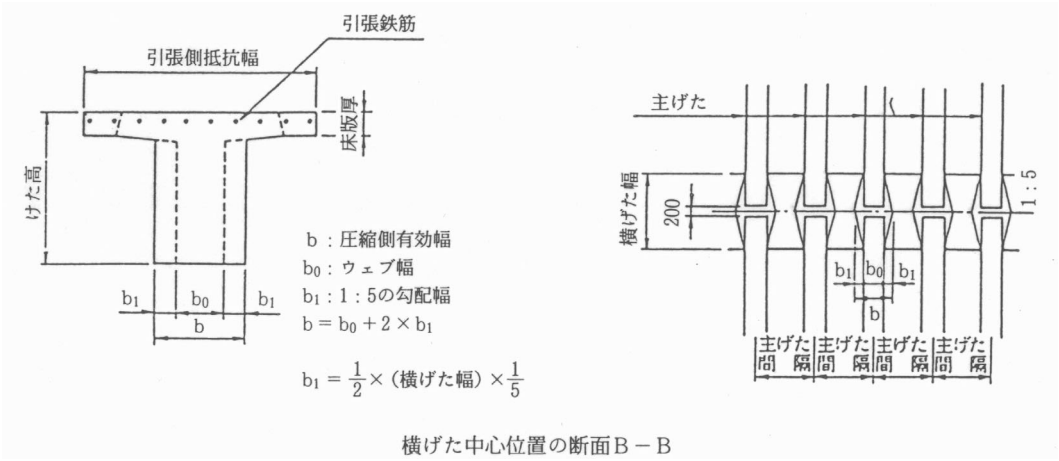


図９．94　負の曲げモーメントに対する抵抗断面（横桁中心位置の断面Ｂ－Ｂ）

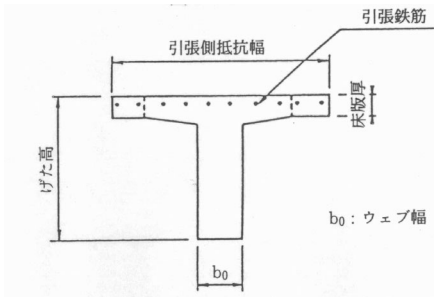


図９．95　負の曲げモーメントに対する抵抗断面（横桁前面位置の断面Ａ－ＡおよびＣ－Ｃ）

（3）連結部に作用する正の曲げモーメントに対しては、**図９．93** に示す横桁中心位置の断面Ｂ－Ｂについて照査を行うものとし、抵抗断面は**図９．96** の実線で示される断面形状とする。

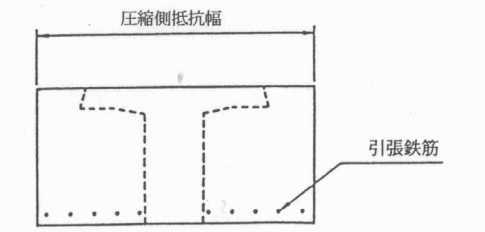


図９．96　正の曲げモーメントに対する抵抗断面（横桁中心位置の断面Ｂ－Ｂ）

図９．93 において連結部に作用する曲げモーメントに対しては、横桁中心位置の断面Ｂ－Ｂにおいて鉄筋コンクリート構造としての照査を行うことを標準とする。ただし、断面Ａ－Ａおよび断面Ｃ－Ｃでのプレキャスト桁の下縁部では連結後に作用する負の曲げモーメントによる曲げ圧縮応力を生じるので、これに対しても照査するのがよい。

この断面Ａ－Ａ及びＣ－Ｃの照査は、プレストレス力および桁自重などの連結部施工前に作用する荷重によって生じる曲げ圧縮応力度に、橋面工荷重や活荷重などの連結部施工後に作用する荷重によって生じる曲げ圧縮応力度を加算し、これを圧縮応力度の制限値と比較することにより行う。なお、この場合の上縁の曲げ引張応力度に対しては、断面Ｂ－Ｂにおいて照査した連結鉄筋が受け持つものと考えて一般に照査する必要はない。

7．支　承

（1）プレキャスト桁架設方式連続桁の支承には、ゴム支承を用いる。

（2）中間支点上のゴム支承の設計圧縮ばね定数は下表の値を標準とする。

表９.31　設計圧縮ばね定数

桁区分	設計圧縮ばね定数
プレテンション桁	280,000 kN/m 以下
ポストテンション桁	800,000 kN/m 以下

（出典：土木研究所共同研究報告書第 65 号「プレキャスト
連結桁の設計法に関する共同研究報告書」1992 年２月）

（3）同一支承線上の反力分散支承は、同一の支承とする。

（1）プレキャスト桁連結方式連続桁に用いる支承は、連結後において主桁の挙動が１点支承に近い支持条件をもつように所要の鉛直ばね定数を持つゴム支承とする。なお、ゴム支承については、道路橋支承便覧に示される性能を満足するものを用いるものとする。

（2）**表９.31** の設計圧縮ばね定数は、一般に連結桁橋に使用されているゴム支承の設計圧縮ばね定数より定めたもので、この値を用いてよい。なお、支点反力が標準より大きい場合は、別途、ばね定数を定めるのがよい。

8．連結部の構造

（1）連結部の桁端の間隔は 200㎜ を標準とする。

（2）横桁の幅は、プレテンション桁の場合は床版切欠き長＋100㎜、ポストテンション桁の場合は桁高程度以上とする。

（3）横桁には、主桁を縫う形でＰＣ鋼材を配置しなければならない。そのプレストレス量は横げた断面に対してプレテンション桁の場合 1.0 N/㎟以上、ポストテンション桁の場合 1.50 N/㎟以上とする。
この場合、横桁断面とは（横桁幅×総桁高）とする。（**図９．97**）

（4）連結部横桁の横締めＰＣ鋼材は、箱抜きして定着するのを原則とする。

（5）連結部上側引張鉄筋は、２段配置までとする。

（6）連結部上側引張鉄筋はD22 以下、中心間隔は 100㎜ 以上を原則とする。

（7）連結部上側引張鉄筋の最小鉄筋量は、１段配筋で次のとおりとする。
プレテンション桁　：D19　中心間隔　150㎜
ポストテンション桁：D22　中心間隔　150㎜

（8）埋込み鉄筋の長さは支間L_sの 20%以上とする。

（9）埋込み鉄筋と連結鉄筋の重ね継手長は、「道路橋示方書Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」５．２．７に従って算出し、かつ鉄筋径の 25 倍以上とする。

(10) 正の曲げモーメントに対して横桁下縁側に配置する引張鉄筋については上側引張鉄筋の１／２以上とする。

(11) 桁の配力鉄筋は、D16 を 200㎜ 以下の間隔で配置するものとする。

(12) ポストテンションＴ桁の切欠き部のずれ止め鉄筋は、D13 以上とし中心間隔は 150㎜ 以下とする。

（1）桁端の間隔は、コンクリートの打設、締め固め等の条件により決まるが、この場合それぞれの桁を支承で受けて２点支承としているので、できるだけ小さくとり 200㎜ を標準とした。

（2）横桁を介して主桁の連続性をもたせるため、ポストテンション桁の場合は、桁高と同じ長さ以上を横桁幅とし、プレテンション桁は床版の切欠きを完全に包むものとした。

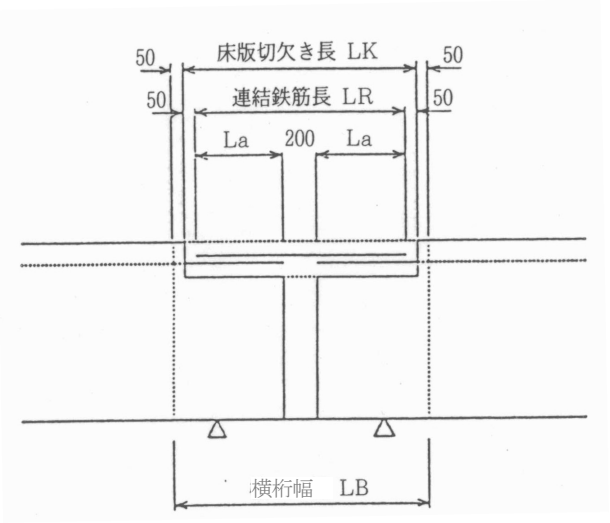


図９．97　横桁幅

（3）主桁コンクリートと横桁コンクリートを一体化するために、横桁にＰＣ鋼材を配置して横方向にプレストレスを与えるものとした。この場合、ＰＣ鋼材についてはプレストレスが横桁断面にできるだけ均等に分布するように配置しなければならない。なお、ポストテンション桁については、プレテンション桁に比べて支間が長く中間支点上の断面力が大きいために有効プレストレス量を大きくしている。

（4）横締めＰＣ鋼材の定着被覆構造については、**図９.98**（ａ）～（ｃ）に示す方法があるが、主方向ＰＣ鋼材等との取り合いを考慮して検討する。各方法についての留意点を以下に示す。

（ａ）：ポストテンション桁の場合は、桁端部が拡幅されており定着具を箱抜きとしても構造上支障がないため、**図９.98**（ａ）のように横締め鋼材の定着具を箱抜きすることが多い。

（ｂ）：プレテンション桁の場合については、**図９.98**（ｂ）のように張出した横桁を箱抜きして定着具を配置する。

（ｃ）：（ｂ）により難くやむを得ない場合は、**図９.98**（ｃ）のように直接横締め鋼材の支圧版を主桁側面に配置して横桁を後打ちすることもあるが、この場合には、鉄筋で十分補強したり、中央部に縦目地を設けて縁切りを行うなどの処置を施すことが必要である。

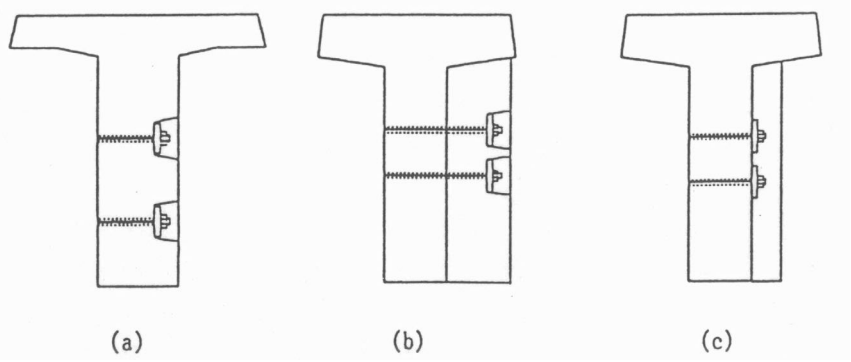


図９.98　連結部横桁の構造

（5）連結部の引張鉄筋量は、６.「連結部の計算断面」の項で定めたように鉄筋コンクリート断面として計算する。

連結部上面引張鉄筋は、重ね継手位置が同一断面であり、施工性、ひびわれ制御、鉄筋の応力度の面から１段配筋が望ましいが、やむを得ない場合でも２段配置までとする。

（6）連結部上面引張鉄筋は、D22 以下が望ましいが、配置困難な場合はD25 まで使用してもよい。中心間隔は、バイブレータ挿入のあきを確保するため 100㎜ 以上とする。

（7）コンクリートのクリープ・乾燥収縮により生じる不静定力を考慮すると、連結部上面引張鉄筋の鉄筋量がかなり少なくなることがあるが、施工時期の変更、コンクリートのクリープ・乾燥収縮終了前の供用に備え、また従来の実績から最小鉄筋量を定めた。

（8）連続桁の反曲点は支間の 20%付近にあり、連結部上面引張鉄筋を圧縮域に定着させるための連結鉄筋長は $0.2\times L_s$＋定着長となるが、主桁重量、床版および横桁重量が単純桁に作用していることを考慮すると、反曲点の位置は支間の 20%付近よりかなり中間支点よりになる。このため埋込み鉄筋の長さは、支間の 20%以上とすれば十分である。

床版場所打ち部の鉄筋についても主桁部と同様 $0.2\times L_s$とする。

（9）連結部の正の曲げモーメントは、比較的小さい値と考えられるが、コンクリートのクリープ・乾燥収縮により生じる不静定力等が作用するので、連結部上面引張鉄筋の少なくとも半分以上を下側に配置するものとする。

(10) プレテンション桁の場合にも、これに準じてずれ止め鉄筋を配置しなければならない。

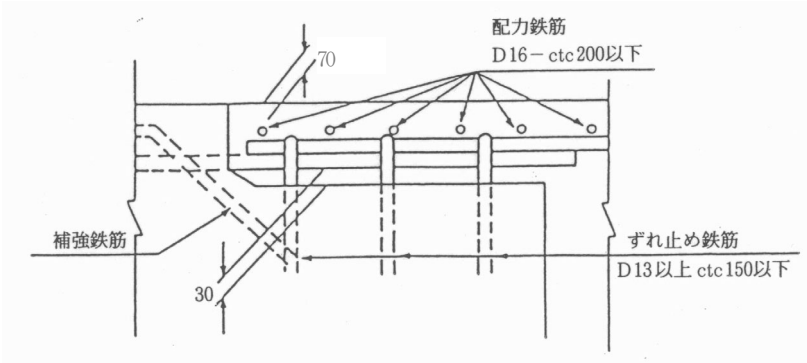


図９.99　床版切欠部側面図

９－４－３－10　外ケーブル構造

外ケーブル構造の採用と設計にあたっては、経済性や外ケーブル構造の特性を十分考慮しなければならない。
ケーブル構造の設計は、「道路橋示方書Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」13 章による。

外ケーブル構造の実績は増えているが、設計にあたっては「道路橋示方書Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」のほか、実施事例等を参考に耐力照査方法、定着部及び偏向部の設計、防錆方法など十分検討したうえで設計しなければならない。

９－４－４　ＲＣ橋

９－４－４－１　設計一般

ＲＣ橋の設計は、「道路橋示方書Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」５章及び６章による。

９－４－４－２　使用材料

１．材料の条件

（1）設計の前提となる材料の条件は、「道路橋示方書Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」１．４による。
（2）施工に関する材料の条件は、「道路橋示方書Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」17．６による。

２．コンクリート

（1）コンクリートに関する品質、規格については、「道路橋示方書Ⅰ共通編」９．２による。
（2）使用材料の特性及び製造に関する調査については、「道路橋示方書Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」２．２による。
（3）コンクリートの圧縮強度の特性値については、「道路橋示方書Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」４．１．３による。
（4）コンクリートに関する定数等は、「道路橋示方書Ⅰ共通編」８．５及び８．６、並びに「道路橋示方書Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」４．２．３及び５．１．１（４）による。
（5）コンクリートの設計基準強度は、飛来塩分の他路面凍結防止剤による塩害の影響を考慮し 30 N/mm^{2}とする。

コンクリートの品質・規格は、本章**９－３耐久性の検討**による他、「道路橋示方書 Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」６．２の規定に準ずる。設計基準強度は、路面凍結防止剤による塩害の影響に留意し 30 N/mm^2 とした。また、鋼材のかぶりについても、同様に「塩害対策区分Ⅰ相当のかぶり」を橋本体の上下・側面に確保することとした。なお、後打ち打設される地覆および高欄は本規定の対象外とする。

３．鉄筋

（1）鉄筋の品質、規格等は「道路橋示方書 Ⅰ共通編」９．１による。
（2）鉄筋の強度の特性値については、「道路橋示方書 Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」４．１．２による。
（3）鉄筋の定数等については、「道路橋示方書 Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」４．２．２及び５．１．１（３）による。

９－４－４－３　設計計算

１．耐荷性能に関する部材の設計

耐荷性能に関する部材の設計は、「道路橋示方書Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」５章による。

２．耐久性能に関する部材の設計

耐久性能に関する部材の設計は、「道路橋示方書Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」６章による。

３．接合部の設計

接合部の設計は、「道路橋示方書Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」７章による。

４．横桁及び隔壁の設計

横桁及び隔壁の設計は、「道路橋示方書Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」８章による。

５．床版の設計

床版の設計は、「道路橋示方書Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」９章による。

６．コンクリート桁の設計

コンクリート桁の設計は、「道路橋示方書Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」10 章による。

９－４－４－４　中空床版橋

１．適　用

（１）ここに示す規定は、鉄筋コンクリート中空床版橋の設計に適用する。
（２）ここに示されていない事項は、**９-４-３-５ 床版橋**の構造細目によるものとする。

２．設計一般

（１）端支点に負反力が生じないような構造としなければならない。
（２）斜橋の場合、多点固定方式は原則として採用しない。

（１）支承を浮き上がらせるような負の反力が生じる構造は、構造そのものが不安定であり、また解析条件を満足する支承構造を設計施工することが困難であるため、負の反力が生じないような構造を選定する。
（２）斜橋の場合は、曲げモーメントと反力の分布が非常に複雑になるため、支承の配置や回転方向については、十分注意するものとする。

3．主版の断面力の算出

（1）中空床版橋の断面力は、原則として版理論により算出してよい。ただし、連続床版橋、ラーメン床版橋等の支承条件が複雑な場合あるいは曲線橋及び斜橋等の場合には、格子理論により解析するものとする。
（2）片持版を有する中空床版の有効幅は、主版幅としてよい。
（3）主版横方向の断面力は、（1）と同様に求めてよい。

（1）「道路橋示方書 Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」では、スラブ橋の曲げモーメントは版理論により算出することが規定されている。しかし、直橋とみなせる中空床版にあっては、実用的で一般に認められているOlsenの図表を使用して、曲げモーメントを算出してもよいこととした。
（2）スラブの有効幅は主版幅ｂをとることとする。主版幅に与える張出部の影響は、**図９.100**（ｂ）（ｃ）に示すように、縁端荷重および縁端モーメントとして考えるものとする。
（3）主版の横方向の断面力は、Olsenの図表により求めてよい。張出しスラブ上の集中荷重は、主版縁端部に作用する縁端荷重と縁端曲げモーメントとして考える。
　また､縁端荷重は45°で分布して主版縁端に作用するものと仮定し､その区間の平均的な影響値を用いてよい。縁端曲げモーメントは、張出しスラブの横方向設計曲げモーメントの値が全スパンに一様に作用するものと仮定してよい。

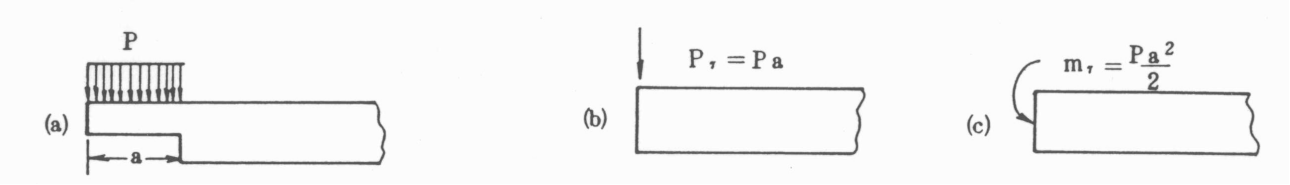


図９.100　主版幅に与える張出部の影響の評価

4．主版のせん断力に対する設計

（1）中空部分では、縁端部および各々の円筒型枠間の距離の総和をウェブ厚とするＴ桁断面で、せん断力に抵抗すると考えてよい。
（2）支承付近は充実断面とすることを原則とする。

中空床版のせん断力に対する安全性を増すために、原則として支承付近は充実断面とする。充実断面と円筒型枠を配置した断面との境界位置は、Ｔ桁断面で十分せん断力に抵抗できる所まで延ばさなければならない。

５．連続スラブ支点上の設計

（１）設計計算は次のとおりに行うものとする。

１）連続スラブ支承上の橋軸直角方向の設計は、支点に生じる全反力に等しい荷重を受けるはりとして設計してよい。このはりの支承位置は、実際の支承位置に一致させるものとする。

２）はりの有効断面は、次式により定めてよい。

$be = ds + k \cdot \lambda$

$\lambda = n \cdot dB / 6$

ここで　be：はりの有効幅

k：端支点の場合ｋ＝１、中間支点の場合ｋ＝２

n：円形中空部の数

ds、dB、λ：**図９.101** 参照

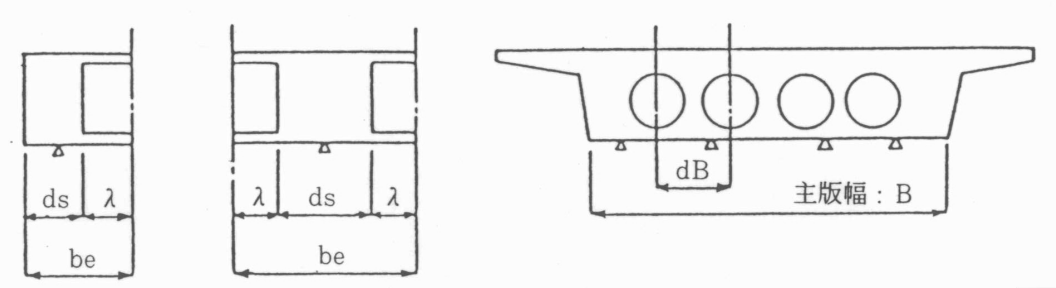


図９.101　はりの有効幅

３）２）項に規定したはりの有効幅内に作用する荷重は、直接はりに作用するものとし、それ以外の荷重は主版幅Ｂに等分布に載荷するものとする。

（１）支承上の橋軸直角方向の設計は格子構造解析、有限要素法による方法もあるが、従来どおり有効幅（be）を有する単純又は、連続ばりとして行ってよい。有効幅（be）計算式は「道路橋示方書 Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」10.２.２に規定される横桁に対する圧縮フランジの有効幅の計算式を準用したものである。

ここに規定したはりに載荷する荷重は、次のように求めてよい。

(a)死荷重

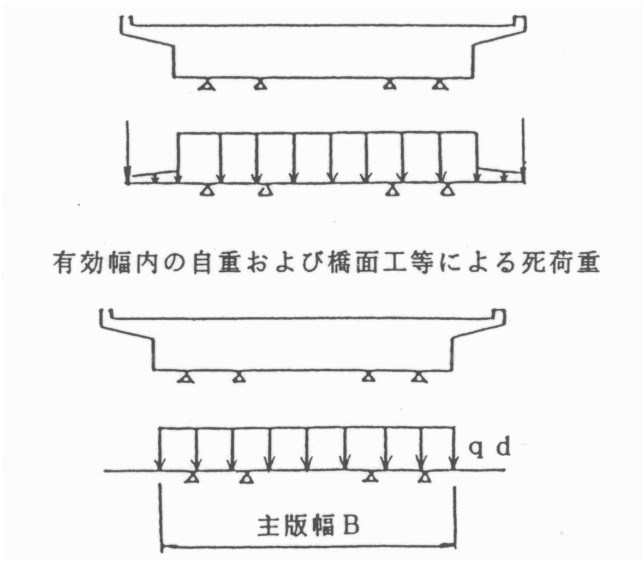
有効幅 be 内の自重および橋面工等による死荷重は直接はりに載荷する。（**図９.102**）

有効幅 be 外の主版の曲げにより伝達される死荷重は次式により算出される等分布荷重を主版幅Ｂ内に載荷する。（**図９.102**）

$qd = (\Sigma Rd - \Sigma Wd) / B$

ここに、ΣＲd：各支承に生じる死荷重反力の合計

ΣＷd：有効幅内に直接載荷する死荷重の合計



有効幅外の主版の曲げにより伝達される死荷重

図９.102　死荷重載荷

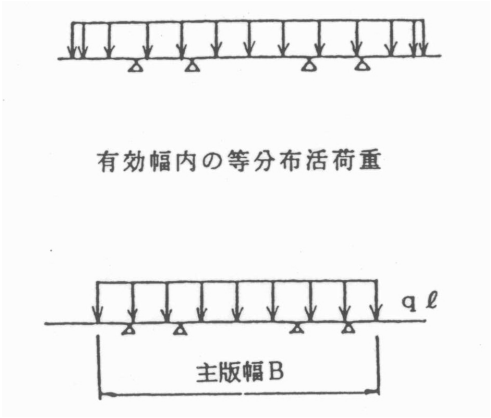
(b)活荷重

等分布活荷重 p2 に対しては死荷重と同様にして算出するものとする。(図９.103)

$q\ell = (\Sigma R\ell - \Sigma W\ell) / B$

ここに、$\Sigma R\ell$: 各支承に生じる分布活荷重反力の合計

$\Sigma W\ell$: 有効幅内に直接載荷する分布活荷重の合計



有効幅外の主版の曲げにより伝達される等分布活荷重

図９.103　活荷重載荷

等分布活荷重 p1 は設計断面に最も不利な断面力が生ずるように載荷する。衝撃係数はここに規定するはりの支間長を用いて計算するものとする。(**図９．104**)

また、Ｔ荷重による検討も加えるものとする。

$q\ell 1 = (\Sigma R\ell 1 - \Sigma W\ell 1) / B$

ここに、$\Sigma R\ell 1$：載荷長Ｄ（10m）全体の p1 による荷重合計

$\Sigma W\ell 1$：有効幅内に直接載荷する分布活荷重 p1・be の合計

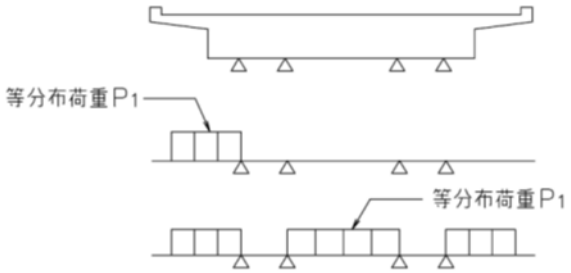


図９．104　等分布活荷重 p1 載荷例

６．張出しスラブの設計

張出しスラブの橋軸直角方向の曲げモーメントは、「道路橋示方書 Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」９．２．３により求めるものとする。また、橋軸方向については、張出しスラブの上側および下側に用心鉄筋を密に配置しなければならない。(**図９．105**)

片持床版部（張出しスラブ）は、片持床版と主版との温度差及び乾燥収縮差等によって引張応力が生じ、耐荷性能及び耐久性能の前提を満足しないひび割れ発生の原因となることがあるため、片持床版の上側及び下側に用心鉄筋を配置することとしている。なお、連続床版橋の中間支点付近では、片持床版部が主版とある程度一体となって負の曲げモーメントに抵抗するので、片持床版部の上側に単位幅あたりに換算して軸方向引張主鉄筋量の 1/2 以上の鉄筋を配置するのがよい。

なお、ＰＣ床版橋の場合には片持床版部（張出しスラブ）にプレストレスによる軸方向力が作用しているため、この配筋をしなくてよい。

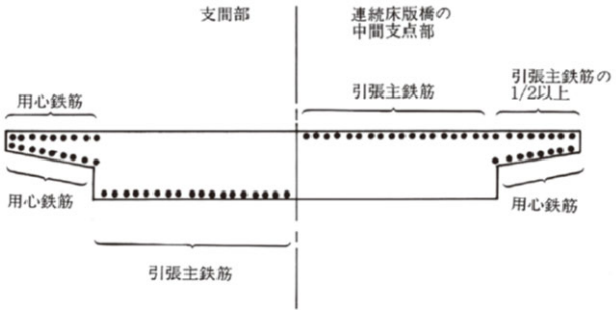


図９．105　張出し部をもつスラブ橋の用心鉄筋

７．構造細目

（１）主版の横方向に配置される上側および下側鉄筋は、軸方向鉄筋の外側に一段に配置することを原則とする。

（２）横方向鉄筋はD13 を 125ｍｍピッチで配置することを標準とする。

（３）スターラップは、U型あるいはX型としてよい。

型枠組立に際しては、コンクリート打込み中における型枠の位置、寸法の確保を行うよう処置を講じる必要がある。特に、型枠の浮き上がりに対しては、**９－４－３－５**の**図９．70** に示す保持金具を用いて固定することを標準とし、設計図に明示しておく必要がある。また、供用後にホロー内に水がたまらないように水抜き穴を確実に確保することに留意する。

９－５　下部工

９－５－１　設計一般

橋梁下部工の新設に係る設計については、「道路橋示方書・同解説（Ⅰ～Ⅴ編）平成 29 年 11 月」を準用する。

９－５－１－１　土の設計用地盤定数

1. 地盤定数の設定方法

（１） 設計に用いる地盤定数は、地盤調査や土質試験の結果に基づき本要領の「2.地盤定数の評価」により設定することを原則とする。

（２） 概略設計等で（１）によりがたい場合や盛土の材料を設計時点で特定できない場合は、**表９.32** の値を用いてもよい。

表９.32　地盤定数の標準値

種　類		状　　態		土の単位体積重量 (KN/m^3)	内　部摩擦角（度）	粘着力 (KN/m^2)
盛土	砂利混じり砂	締め固めたもの		20	40	0
	砂	締め固めたもの	粒度のよいもの	20	35	0
			粒度の悪いもの	19	30	0
	砂質土	締め固めたもの		19	25	30 以下
	粘性土	締め固めたもの		18	15	50 以下
自然地盤	砂利	密実なもの又は粒度のよいもの		20	40	0
		密実でないもの又は粒度の悪いもの		18	35	0
	砂利混じり砂	密実なもの		21	40	0
		密実でないもの		19	35	0
	砂	密実なもの又は粒度のよいもの		20	35	0
		密実でないもの又は粒度の悪いもの		18	30	0
	砂利又は岩石と土砂の混合物	密実なもの		20	35	30 以下
		密実でないもの		17	25	0
	砂質土	密実なもの		19	30	30 以下
		密実でないもの		17	25	0
	粘性土	固いもの（N＝8～15）		18	25	50
		やや軟いもの（N＝4～8）		17	20	30
		軟いもの（N＝2～4）		16	15	15
	粘土およびシルト	固いもの（N＝8～15）		17	20	50
		やや軟いもの（N＝4～8）		16	15	30
		軟いもの（N＝2～4）		14	10	15

（２）**表９.32** の適用にあたっては、以下の事項に留意するとともに過大もしくは危険な設計とならないよう十分に配慮する必要がある。

1)　地下水位以下にある土の単位体積重量は、**表９.32** の値から 9 を差し引いた値とする。

2)　砕石は砂利と同じ値とする。またズリ、岩塊等の場合は種類、形状、大きさ、間隙等によって考慮する。

3)　砂利まじり砂質土あるいは砂利まじり粘性土にあっては、混合割合等に応じて適切な値を定める。

4)　地下水位は施工後における平均値を考慮する。

5)　粒度の悪い砂とは、粒径のそろった丸味のある砂をいう。砂利の混合も同様とする。

2. 地盤定数の評価

設計に用いる地盤定数は、地盤調査の結果を総合的に判断して設定するものとする。特に、標準貫入試験のＮ値が５未満であるような軟弱な土の場合には適切な試験方法等を用い評価することが望ましい。

基礎の設計に用いられる地盤定数は、概ね次のように分類できる。

土の物理的性質：粒度、間げき比、単位体積重量、コンシステンシー等

土の力学的性質：強度定数（粘着力、せん断抵抗角）、変形係数、圧縮指数、圧密係数、圧密降伏応力、弾性波速度等

これらの諸定数には、単位体積重量や圧縮指数のように土質試験等から直接的に得られるものもあれば、標準貫入試験のＮ値から力学定数を求めるように、地盤調査結果を指標として既往の調査実績から明らかにされた相関関係を利用して間接的に得られるものもある。

地盤は、複雑で大きなばらつきを有するが、設計に用いる地盤定数の特性値は、基礎に作用する荷重に対して、その地盤条件下で最も高い確率で起こり得る基礎の挙動を推定するものである。したがって、地盤定数の特性値は、計算式の精度や特性を考慮したうえで、当該地盤の平均的な値と考えられるものを求めることが基本となる。ただし、複数の試験法又は推定法によって求めた結果で地盤定数に差異が生じることも多いため、得られた値を単純に平均するのではなく、個々の試験法等の精度や土質ごとの適用性、試験状況、各種誤差の混入要因等を吟味しつつ、適切な地盤定数を特性値として設定することが求められる。

設計に用いる地盤定数の特性値を決定する際には、基礎周辺における地盤調査記録や工事記録、既存構造物の状態等も参考にするのがよい。

また、設計に用いる地盤定数の特性値の設定根拠、一連の設定過程を設計図等に明らかにしておくものとする。

以下に、設計に用いる地盤定数の設定にあたっての留意事項を示す。

１）地盤調査データのばらつき

自然地盤から得られる計測データは多様で、しかもばらつくのが普通である。データのばらつきだけでなく、データ数を合理的に評価して設計に用いる地盤定数の特性値を定める必要がある。地盤定数の算出にあたっては、事前に計測データを吟味して異常値を除去し、必要な場合には補正を行い、計測データを整理する。これらを計測値の一次処理と呼ぶことがある。

データのばらつきが非常に大きい場合、データ数が極めて少ない場合、地盤定数の変動に対する設計結果の感度が大きい場合等には、より慎重に設計に用いる地盤定数の特性値を決定することが必要である。

２）強度定数、変形係数の評価

変形に伴い地盤が発現する強度は、応力レベル、ひずみレベル，異方性等の影響により異なることはよく知られている。また、拘束圧、排水条件によっても異なるものである。したがって、地盤定数の評価には、下記の事項に留意するのがよい。

ｉ）標準貫入試験のＮ値の利用と留意点

標準貫入試験は、地層構成を把握するために一般的に行われる試験であり、試験が比較的簡便であることから広く行われている。このため、設計に用いる地盤定数の特性値や基礎の支持力等を求める諸定数について、標準貫入試験から得られるＮ値との相関関係が数多く提案されている。

しかし、土の強度定数や変形係数は、応力・ひずみの状態や排水条件で異なるものである。したがって、Ｎ値から求められる地盤定数は、Ｎ値と地盤定数の相関関係を算出した特定の条件、たとえば特定の応力状態、

ひずみレベル、排水条件下における地盤定数、又はある特定の計算モデルに用いるための地盤定数と考えるべきである。

ⅱ）粘性土の粘着力Ｃ

粘性土において、標準貫入試験のＮ値から非排水せん断強度（粘性土の粘着力 Cu）を推定（Ｃ＝（６～10）ＮkN／m^2）することがある。しかし、特にＮ値が５未満であるような軟弱な粘性土の場合、大きな打撃エネルギーを有する標準貫入試験の結果からせん断強度を推定することは適当ではないので、乱れの少ない試料による室内試験や原位置での他の試験から粘着力 Cu を求める必要がある。室内試験であれば三軸圧縮試験から求めるのがよいが、軟らかい粘性土の非排水せん断強度においては、乱れの少ない試料による一軸圧縮試験から一軸圧縮強度 qu を求め、粘着力 Cu＝qu／２としてもよい。直接基礎のように基礎底面深度が浅い場合は、一般には支持地盤が完全に飽和状態にない場合があることに配慮して、基礎底面深度付近から採取した試料に対し、その深度の有効拘束圧を含む範囲で圧密応力を設定したうえで、圧密非排水三軸圧縮（ＣＵ）試験により評価する。一方、基礎底面深度が深いケーソン基礎のように、支持地盤が飽和状態にある場合は、基礎底面深度付近から採取した試料に対し、その深度の有効拘束圧を含む範囲で圧密応力を設定したうえで、圧密非排水三軸圧縮（ＣＵ）試験により評価する。静的コーン貫入試験等の各種原位置試験からの粘着力の評価は、次式等による。

ｑｃ≒５qu＝１０Cu　（ｑｃ：コーン貫入抵抗　kＮ／m^2）

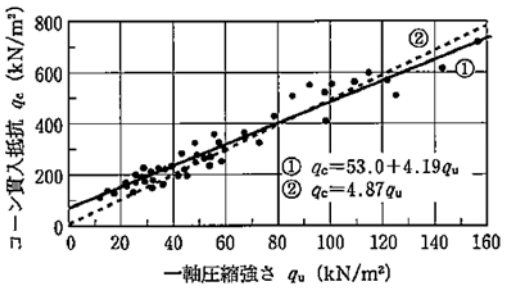


図９.106　ポータブルコーン貫入試験によるｑｃとquの関係

（出典：「地盤調査の方法と解説」地盤工学会）

ⅲ）砂のせん断抵抗角φ

自然の砂地盤を乱れの少ない状態で試料採取し、室内力学試験を精度よく実施することは、一般に高い技術を要し、高価である。このため、砂の相対密度Ｄr がＮ値と相関を有することを利用し、相対密度を介してせん断抵抗角φを推定することが行われてきた。これらの相関式については過去に多数の研究があるが、推定精度を高めるために有効上載圧（拘束圧）の影響を考慮した下式により推定するものとする。

$\phi = 4.8\log_e N_1 + 21$　（Ｎ＞５）――――――――――――――――（参　９-５-１）

$N_1 = 170\ N / (\sigma'v + 70)$　――――――――――――――――（参　９-５-２）

$\sigma'v = \gamma_{t1} hw + \gamma'_{t2}(X - hw)$　――――――――――――――――（参　９-５-３）

ここに、

ϕ　：砂のせん断抵抗角（°）

$\sigma'v$　：有効上載圧（kN/m²）で、標準貫入試験を実施した時点の値

N_1　：有効上載圧 100kN/m² 相当に換算したN値。ただし、原位置の $\sigma'v$ が $\sigma'v < 50kN/m^2$ ある場合には、$\sigma'v = 50kN/m^2$ として算出する。

N　：標準貫入試験から得られるN値

γ_{t1}　：地下水面より浅い位置での土の単位体積重量（kN/m³）

γ'_{t2}　：地下水面より深い位置での土の単位体積重量（kN/m³）

X　：地表面からの深さ（m）

hw　：地下水の深さ（m）

本式はN＞５の範囲で適用するものとする。

これは、緩い砂地盤の実測データが少ないこと、また緩い砂地盤ではN値のばらつきが大きいことによる。

ⅳ）砂れきの粘着力C及びせん断抵抗角 ϕ

砂れき層ではれきを混入しているので、標準貫入試験においてれきをたたいてN値が過大に出る傾向がある。したがって、せん断抵抗角 ϕ をN値から推定する場合には、打撃回数と貫入量の関係を詳細に検討した上でN値を補正する等の留意が必要である。

洪積世の砂れき層においてよく締まって固結している場合には、せん断抵抗角 ϕ のほかに、ある程度の粘着力Cを有する場合がある。構造物の規模、地盤条件などを考慮し特に必要な場合には、三軸圧縮試験等を行って、推定するのがよい。

沖積世の新しい砂れき層は、一般に固結が進んでいないので、せん断抵抗角 ϕ のみを有する材料として評価することが望ましい。

ⅴ）岩盤の粘着力C及びせん断抵抗角 ϕ

岩盤は、一般には土砂地盤と比べ不均質であり、力学・変形特性が岩相、層理・片理・節理の状態や頻度、断層破砕帯や風化変質帯の位置・程度等の種々の状況に影響されるため、試験結果の評価は土砂地盤に比べ容易ではなく、岩盤の粘着力C及びせん断抵抗角 ϕ の決定は困難である。したがって、強度定数の評価にあたっては類似の地盤の試験結果等も参考にして十分に検討するものとする。

亀裂の少ない軟岩に対しては、コアの力学試験の結果から求めた一軸圧縮強度 qu の１／２をもって粘着力Cとし、せん断抵抗角 ϕ を無視して計算してもよい。この一軸圧縮強度はその含水比に左右されるため、原地盤の含水比を保ったコアで試験を行うものとする。

風化軟岩の場合には、コアの採取が困難なことも多く、対象地山のせん断強度を求めることができない場合がある。このような場合には、既往データに基づく換算N値と地山の特性値との相関関係を用いて、地盤定数を推定することができる。軟岩における換算N値と粘着力・内部摩擦角・変形係数の相関関係を整理したひとつの事例を以下に示す。

表 4-2-4　換算Ｎ値による場合の測定例

		砂岩・礫岩 深成岩類	安山岩	泥岩・凝灰岩 凝灰角礫岩	備　考
粘着力 (kN/m²)	換算Ｎ値と 平均値の関係	$15.2N^{0.327}$	$25.3N^{0.334}$	$16.2N^{0.606}$	
	標準偏差	0.218	0.384	0.464	・Log 軸上の値
せん断 抵抗角 (度)	換算Ｎ値と 平均値の関係	5.10LogN ＋29.3	6.82LogN ＋21.5	0.888LogN ＋19.3	Log の底は 10
	標準偏差	4.40	7.85	9.78	

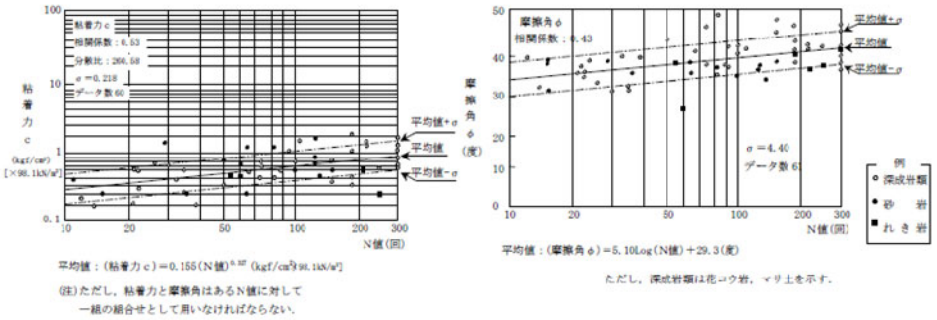


図 4-2-7　強度定数の測定例（砂岩・れき岩・深成岩）

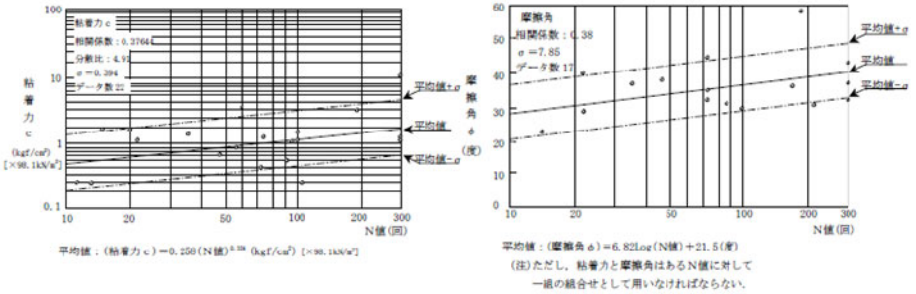


図 4-2-8　強度定数の測定値（安山岩）

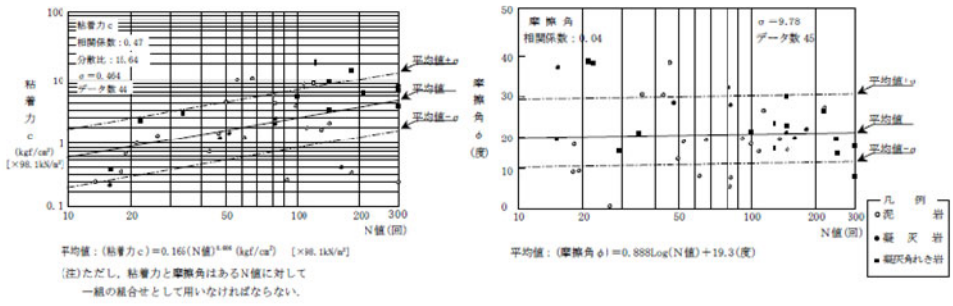


図 4-2-9　強度定数の測定例（泥岩・凝灰岩・凝灰角れき岩）

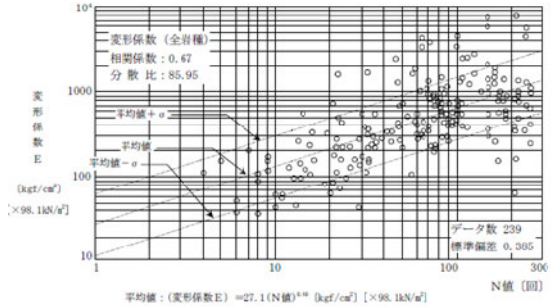


図 4-2-10　岩の変形係数の測定例

図９．107　軟岩における換算Ｎ値と強度定数
（出典：「設計要領　第二集　橋梁建設編」中日本高速道路株式会社）

硬岩の場合には、ボーリングコアの風化の度合いや亀裂の度合い等が一般に地山の平均的な性状とは異なる。

コアによる力学試験や原位置孔内載荷試験等の局所的な試験結果だけではなく、何らかの方法で地山の風化、亀裂、シーム等の影響を評価することが必要である。ここでは、そのひとつの方法として亀裂係数を用いた方法を示す。

$$Cr = 1 - (Vp / Vp_0)^2$$

$$C = Kc \times C_0$$

$$\phi = K\phi \times \phi_0$$

ここに、Ｃｒ　　：亀裂係数

Ｖｐ　　：地山の縦波弾性波速度（ｍ／ｓ）

Vp_0　　：供試体の超音波伝播速度（ｍ／ｓ）

Ｋｃ　　：粘着力の低減係数

Ｋφ　　：内部摩擦角の低減係数

C_0　　：供試体の粘着力

ϕ_0　　：供試体の内部摩擦角

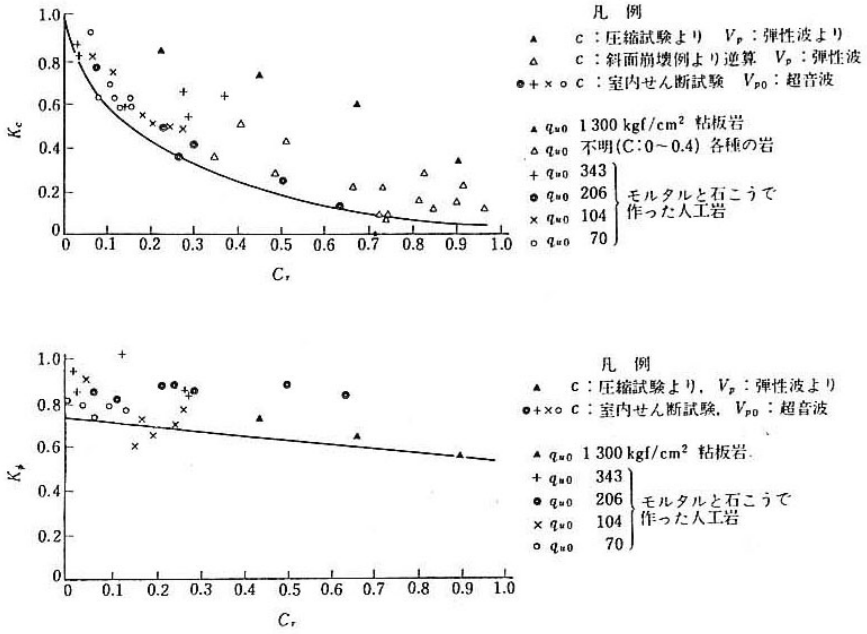


図９.108　亀裂係数と低減係数の関係

（出典：「軟岩」土木学会）

９－５－１－２ 支持地盤の選定

支持地盤の選定は、「道路橋示方書Ⅳ下部構造編」８．３による。

９－５－１－３ 基礎形式及び形状

基礎形式の選定は、「道路橋示方書Ⅳ下部構造編」８．４による。

基礎形式の一般的な選定は、杭基礎設計便覧（H27．３）表-参３．１による。また、表-参３．１以外の新工法・形式（新技術情報提供システム（ＮＥＴＩＳ）に登録されているもの等）についても、架橋位置の条件に対して採用が合理的となる場合は、積極的に取り入れるのが望ましい。

９－５－１－４ 基礎の根入れ深さ

１．フーチングの根入れ深さは次の各項目について検討した上で決めなければならない。

１）河川の流れ、海、湖水での波浪による洗掘と河床低下

２）圧密沈下を起こす圧密地盤（軟弱層）の深さ

３）地下埋設物及び隣接構造物の影響

４）凍結作用を受ける深さ

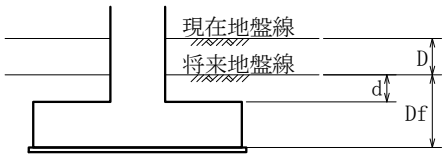
５）地下水位

６）施工性と経済性

２．フーチングの底面は、原則として現地盤面以下となるよう計画する。

１．フーチングの根入れ深さは、将来の地盤変動を考慮して以下のように決定する。

(1) 高架橋等の陸上橋梁の場合



D ：地盤の変動を考えた施工上の最小根入れ深さ（m）

Df：基礎の有効根入れ深さ（m）

d ：通常の場合は 0.5m を標準とする。

図９．109 陸上橋梁の根入れ深さ

(2) 河川橋脚等の場合

底版の根入れ深さは、河川管理施設等構造令第６２条に基づき**図９．110** に示すハッチング範囲より深くすることを基本とし、河川の河道特性や現況河川断面等を踏まえ適切に設定するものとする。

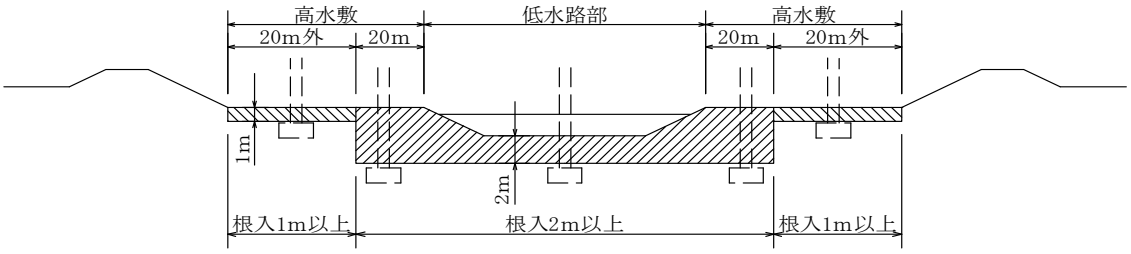


図９．110 河川橋脚の根入れ深さ

２．現地盤面に盛土等を行う場合では、基礎杭等の安定に配慮し上記根入れを確保するとともにフーチング底面を現地盤面以下とすることを原則とした。

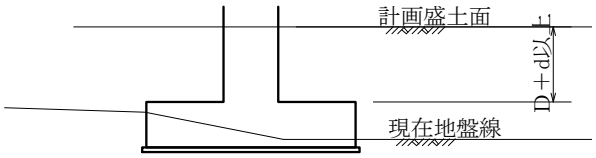


図９．111 フーチング底面位置

９－５－１－５　下部工に作用する荷重

１．壁面に作用する土圧

壁面に作用する土圧は「道路橋示方書Ⅰ共通編」８．７による。

（１）主働土圧および受働土圧

１）橋台などの可動壁に作用する土圧は、「道路橋示方書Ⅰ共通編」８．７による。

２）地震時土圧は「道路橋示方書Ⅴ耐震設計編」４．２による。

（２）静止土圧

固定壁に働く土圧は静止土圧による。

$p_0 = K_0 \cdot \gamma \cdot x + K_0 \cdot q$

ここに p_0：深さｘにおける静止土圧強度（kN／m^2）

K_0：静止土圧係数

土質や締め固めの方法によって異なり、0.4～0.7 程度であると言われるが、通常の砂土質や粘性土（LL＜50）に対しては、0.5 程度を考えておくことが望ましい。ただし、軟弱地盤等については、別途検討するものとする。

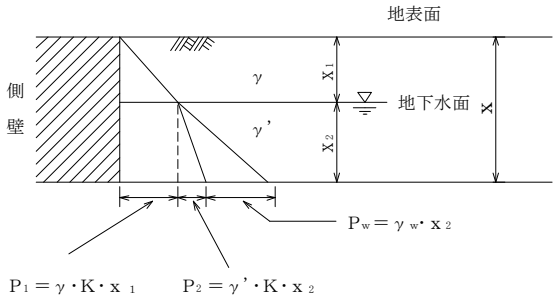
γ：土の単位体積重量（kN／m^3）

ｘ：地表面からの深さ（m）

ｑ：地表載荷荷重（kN／m^2）

（３）地下水位以下の場合の有効土圧の算定に用いる土の単位体積重量は、水中重量（γ－９）を用いるものとする。したがって壁面に作用する全土圧は、有効土圧に水圧を加えた下式により設計する。

全土圧：$P = P_1 + P_2 + P_W$（kN／m^2）



ここに、

$P_1 \cdot P_2$：有効土圧（kN／m^2）

P_W：水圧（kN／m^2）

Ｋ　：土圧係数

γ　：空中での単位体積重量（kN／m^3）

γ’　：水中での単位体積重量（kN／m^3）（＝γ－９）

γ_W：水の単位体積重量（kN／m^3）（＝１０）

図９.112　全 土 圧

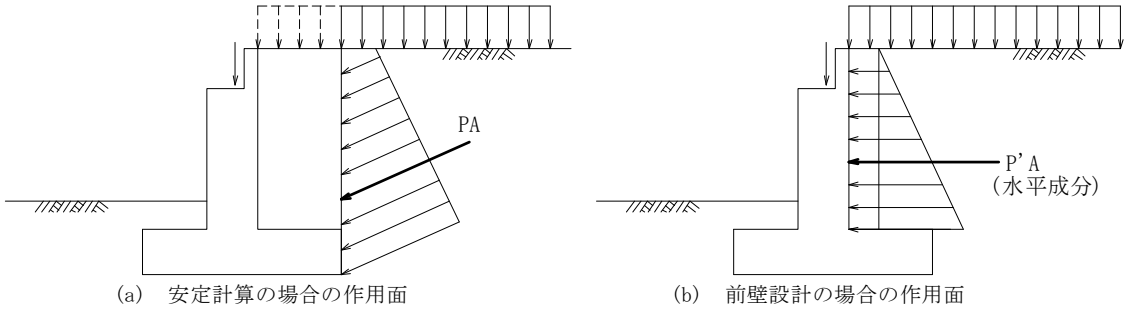
２．　一般橋台に作用する土圧

（１）橋台に作用する土圧の計算方法は、「１.壁面に作用する土圧」のうち「（１）主働土圧および受働土圧」に準じる。ただし、箱式橋台の中詰土のように、周囲を壁に囲まれている土については、静止土圧を用いるものとする。

（２）橋台に作用する土圧力は、裏込材の土質ならびに設置範囲を適切に評価し設定するものとする。

（３）橋台背後には、荷重組み合わせに雪荷重を考慮しない場合には１０kN／m2、荷重組み合わせに雪荷重を考慮する場合にはその影響を適切に加味した過載荷重を考慮する。

（４）土圧の作用する仮想背面は、安定設計では、後フーチング縁端から鉛直面を考えて設計し、前壁の設計では、土圧を壁に直接作用させて設計するものとする。（**図９.113**）



(a)　安定計算の場合の作用面　　(b)　前壁設計の場合の作用面

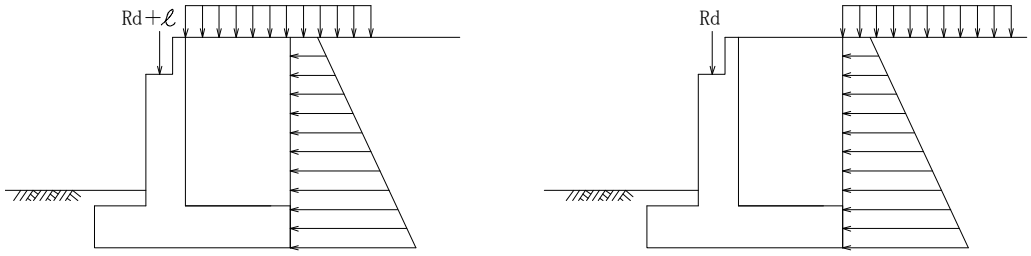
図９.113　土圧の作用面

（２）高さ15m程度以下の橋台では、裏込材を良質な砂質土とし、この一般的定数（単位体積重量γ＝19KN/m^3・せん断抵抗角φ＝30°）を用いて土圧を計算してもよい。ただし、現地発生土を裏込材に用いる場合や高さが15mを超える場合は、実際に現場で使用する裏込材の土質試験結果に基づき土圧計算を行うことを原則とする。

なお、軟弱地盤等で土留工を用いた掘削を行う場合には、橋台に関与する土圧領域に軟弱地盤が残らないよう橋台背面の掘削余裕を拡げるか、または、二次掘削で裏込土と置換える等の検討を行い、これが困難な場合は、現地盤と裏込材の複合地盤で土圧計算を行うものとする。

また、軟弱地盤において基礎杭の必要本数が著しく多くなる場合には、土圧軽減工法として軽量盛土工法等の採用を検討するものとする。

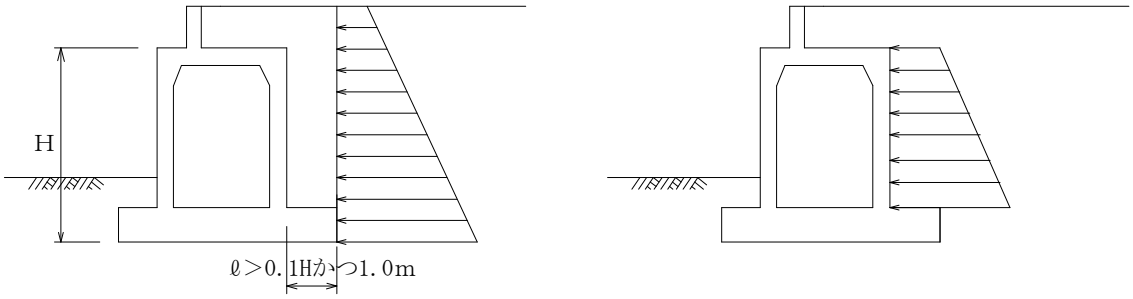
（３）　過載荷重は、下部工の安定に対して最も不利となるように載荷する。



(a)　**支持の検討**　　(b)　**滑動及び転倒の検討**

図９.114　過載荷重の載荷方法

（4）重力式橋台のように、後フーチング突出長が 0.2～0.3ｍと短い場合は、安定計算、断面計算とも躯体コンクリート背面に土圧を直接作用させる。ラーメン式橋台などで、後フーチングの長さが小さい場合には、安定計算及び断面計算において構造物背面（コンクリート面）と土の壁面摩擦角を用い土圧を算出するものとする。ただし、後フーチングの長さℓ を 0.1H 以上かつ 1.0m以上確保した場合は仮想背面と土の壁面摩擦角を用いてよい。



(a)　安定計算　　(b)　断面計算

図９.115　後フーチング長を確保した場合の土圧

３．　浮力

下部工設計時における浮力の作用位置は、フーチング上面もしくは地下水位を比較し、高い方の水位とする。

また、河川に下部工を設ける場合については、

(a) 地震の影響を考慮しない荷重組み合わせ：H.W.L（計画高水位）

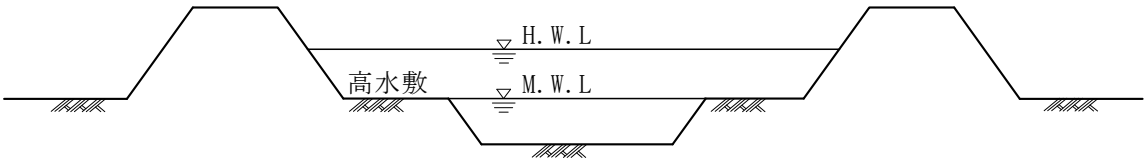
(b) 地震の影響を考慮する荷重組み合わせ：M.W.L

を考慮しなければならない。

浮力なしが危険側となる場合もあるため、浮力なしの場合も考慮しなければならない。

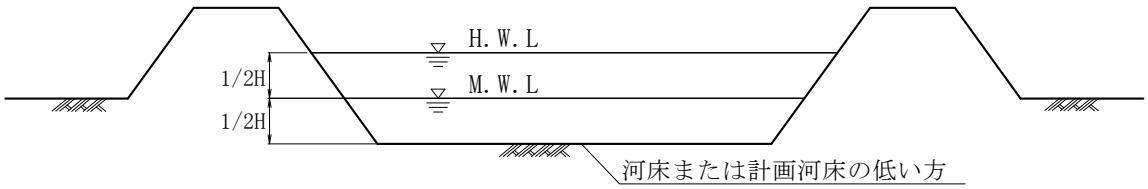
(a) 河川部

（イ）複断面



（注）MWL は高水敷高とみなす。

（ロ）単断面及び掘込み河道



（b）一般部

ボーリング調査等による実測水位から想定したものを採用することが原則となるが、その設定が難しい時は、下図のようにフーチング天端として良い。

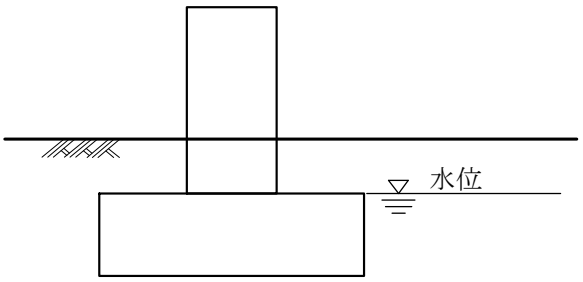


図９.116　設計水位の設定

９－５－１－６　材料及び制限値

１．材　　料

（１）コンクリートおよび鋼材等の使用材料は、「道路橋示方書Ⅰ共通編、９章使用材料」による規格に適合するものを標準とする。

（２）下部工及び基礎工に使用する材料の材質及び規格は**表９.33** を標準とする。

表９.33　使用材料の材質及び規格

材　　料	部　　位		材質・規格	摘　　要
コンクリート	下部工	鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ部材	設計基準強度　30Ｎ／mm²	W/C＜50％
		無筋ｺﾝｸﾘｰﾄ部材	設計基準強度　18Ｎ／mm²	
	場所打ち杭	水　中　施　工	設計基準強度　24Ｎ／mm²	呼び強度 30Ｎ／mm²
		大 気 中 施 工	設計基準強度　24Ｎ／mm²	深礎杭等
	踏掛版		設計基準強度　24Ｎ／mm²	
鉄　　筋	――		SD345	
鋼　管　杭	――		SKK400・SKK490	
鋼 管 矢 板	――		SKY400・SKY490	

（２）鉄筋は SD345 を標準とする。ただし、SD345 では過密配筋となることが避けられない場合は、高強度鉄筋（SD390・SD490）を採用しても良い。なお、ここでいう過密配筋とは、以下の場合を目安とする。

・鉄筋径 D35 以上の鉄筋を間隔 125mm 以下で配筋する場合

また、高強度鉄筋の採用に際しては、過密配筋解消の趣旨を踏まえ「道路橋示方書Ⅰ共通編」９．１の解説および以下に留意し使用を検討すること。

＜高強度鉄筋の採用時の留意事項＞

・適用部位

橋梁下部構造（柱の軸方向鉄筋、場所打ち杭の軸方向鉄筋）　※軸方向鉄筋以外には使用しない。

・留意事項

①過度に躯体断面の縮小を行わないこと。（有効換算鋼材料 700kg/m3 以下とする）

②高強度鉄筋を使用する際は、コンクリート設計基準強度 30N/mm2 とする。

③SD490 は直角フックのみ適用する。

④杭頭鉄筋に高強度鉄筋を用いる場合は、底版のコンクリートの設計基準強度は 30N/mm2 を用いる。

⑤場所打ち杭に高強度鉄筋を使用する場合は、許容塑性率を橋脚は 2、橋台は塑性化させないこととする。

2． 設計計算に用いるヤング係数

下部工の設計計算に用いるヤング係数等は、「道路橋示方書Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」４．２によるものとする。

3.制限値

（1）コンクリート

1）下部工に用いるコンクリート及び 水中で施工する場所打ち杭に用いるコンクリートの制限値は、「道路橋示方書Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」５．１、５．２および６． ３、「道路橋示方書Ⅳ下部構造編」５．２および６．３によるものとする。

2）大気中で施工する場所打ち杭に用いるコンクリートの制限値は、下部工に用いるコンクリートの制限値と同じとする。

（2）鉄　　筋

鉄筋の制限値は、「道路橋示方書Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」６．２、６．３及び「道路橋示方書Ⅳ下部構造編」５．２によるものとする。

（3）鋼管杭及び鋼管ソイルセメント杭の制限値

鋼管杭及び鋼管ソイルセメント杭の制限値は、「道路橋示方書Ⅳ下部構造編」10．８によるものとする。

（4）既製コンクリート杭の制限値

ＰＨＣ杭及びＳＣ杭の制限値は、「道路橋示方書Ⅳ下部構造編」10．８によるものとする。

（1）配合等については、共通編に準じること。また、深礎工法等のように大気中で施工される場所打ち杭のコンクリートでは許容応力度を一般部材の 90%に低減していたが、地上部やフーチングコンクリートと同等の施工管理を行うことを前提に低減しないものとした。

９－５－２　橋台の設計

９－５－２－１　設計一般

橋台の設計は「道路橋示方書Ⅳ下部構造編」７．４による。

（１）橋台の躯体形式は、架橋地点の状況、上部構造の条件、躯体高、基礎の条件、施工性等を十分検討して決定するものとする。
（２）橋台（重力式橋台は除く）のたて壁は、原則として厚さを変化させないこととする。
（３）以下のⅰ)又はⅱ)に該当する場合にはレベル２地震動を考慮する設計状況に対して計算による照査を行うものとする。
　ⅰ)橋に影響を与える液状化が生じると判定される土層を有する地盤上にある場合
　ⅱ)レベル２地震動に対する橋台の荷重支持条件がレベル１地震動に対する橋台の荷重支持条件と異なる場合
（４）橋台の橋座面と土工面が近接している場合、構造物の耐久性の低下が懸念されることから、橋台前面及び側面にのり面がある場合は高低差を設けるよう配慮する。

（１）躯体形式選定の目安は次のとおりとする。
1)　重力式橋台――原則として地盤条件のよい場所で採用し、適用高さは５～６ｍまでとする。
2)　逆Ｔ式橋台――構造が単純であり、標準的な躯体高においては一般に経済性・施工性で優れる形式であるため、橋台躯体の標準形式とする。適用高さは、１５ｍ程度までとし、それを越える場合は箱式橋台等との比較検討を行う。
3)　箱式橋台――橋台高が１５ｍ程度を越える場合で、躯体を軽く（中空に）することにより基礎の安定上有利となる場合や、ウイングの長さを伸ばしたい場合に採用を検討する。
4)　ラーメン橋台――橋台位置に近接して交差道路（水防道路）等を設置する場合で、橋台とボックスカルバートを一体化したラーメン構造が有利となる場合に採用する。通常は一方向ラーメン構造とするが、橋台延長が長く前壁を開口し明り取りを設ける場合は二方向ラーメン構造とする。
（２）型枠の製作・設置作業や鉄筋の加工・組立て作業の省力化および足場工の単純化による安全性の向上を目的に橋台のたて壁は原則として厚さを変化させないものとした。また、たて壁の主鉄筋が通常の壁厚では２段配筋となる場合や、踏み掛け版受け台と底版の離間が４ｍ程度以下となる場合については、受け台を打ち下ろす構造とすることが望ましい。

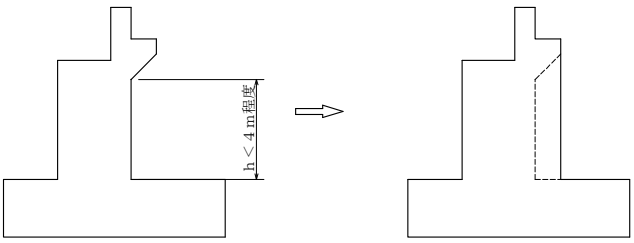


図９.117　踏掛版受け台の打ち下ろし構造

（３）橋に影響を与える液状化が生ずると判断される地盤上にある橋台を対象として、橋台基礎に所定の耐力を付与するとともに、基礎に損傷が生じた場合でも過大な残留変位が生じないよう「道路橋示方書Ⅴ耐震設計編」11章によりレベル２地震動に対する基礎の照査を行うものとした。また、橋に影響を与える液状化が生ずる地盤と判定された場合であっても、橋の機能の速やかな回復が著しく困難とならないと判断される橋（たとえば両端に橋台を有する橋長２５m以下の単径間の橋）は、レベル２地震動に対する基礎の照査を省略することができる。また、レベル２地震動に対する橋台の荷重支持条件がレベル１地震動に対する橋台の荷重支持条件と異なり、レベル２地震動に対する橋台に及ぼす上部構造の分担重量がレベル１地震動に対する橋台に及ぼす上部構造の分担重量よりも大きくなるような支点条件の場合は、橋台周辺の地盤条件に関わらず、照査の必要性について検討する必要がある。

９－５－２－２　逆Ｔ式橋台

逆Ｔ式橋台の設計は、「道路橋示方書Ⅳ下部構造編」７．４．２及び本要領の**９－５－５**によるものとする。

９－５－２－３　ラーメン橋台

ラーメン橋台のラーメン部材節点部は、それに接続する部材に断面力が確実に伝達される構造とする。また、ラーメン部材節点部の隅角部は、原則としてハンチを設けるものとする。

荷重状態は土圧、地震時水平力についてラーメン部材に不利になるように設計するものとする。

ラーメン部材の設計については、「道路橋示方書Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」15章ラーメン構造７．３．３ラーメン橋脚を参照し設計するものとする。

９－５－２－４　箱式橋台

（１）上部工反力、自重及び土圧等による全体としての曲げおよびせん断は、前壁の一部を圧縮フランジ、後壁の一部を引張フランジ及び隔壁（あるいは側壁）をウェブと考えたＴ形ばりによって受け持たれると考える。この場合、前壁や後壁等は土圧等を主部材であるＴ形ばりに伝達する部材とみなすものとする。

（２）蓋版は自重、上載土重量及び活荷重を受ける橋軸直角方向に連続の単純支持の版とみなして設計する。

（３）後壁は施工時および完成時に偏土圧および地震力を受ける版として設計する。前壁、側壁についても同様とする。

ここにいう箱式橋台とは、従来の控壁式橋台の変形で、全体を多室箱形形状として、その上部全面に蓋板をのせたものである。

（１）片持Ｔ形ばりの圧縮フランジ（前壁）の片側有効幅（λ）はλ＝ｈ／４＋b_sとする。ここにｈは、前壁の高さである。また、Ｔ型ばりとしての主鉄筋は隔壁に両側ハンチを加えた範囲内におさめ、組立筋でこれを取り囲むようにする。

（２）蓋版の橋軸直角方向断面力はｗを等分布荷重、ℓを支間として次式による。

支点最大曲げモーメント　$M_x = 1/8\ w\ \ell_x^2$

支間最大曲げモーメント　$M_x = 1/10\ w\ \ell_x^2$

橋軸方向については二方向スラブとし、**表９.34**から求めるものとする。

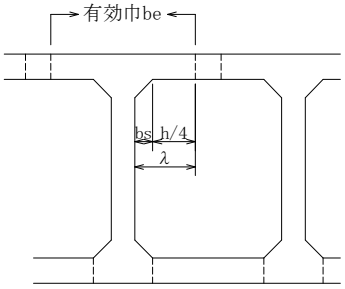


図９.118　Ｔ型ばりの考え方

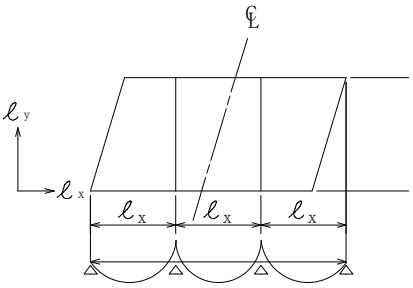


図９.119　荷　　重

表９.34　４辺単純支承スラブに等分布荷重が作用するときの曲げモーメント

ℓ_x/ℓ_y	M_y/M_x	ℓ_x/ℓ_y	M_y/M_x
0.40	0.245	0.75	0.612
0.45	0.286	0.80	0.684
0.50	0.328	0.85	0.757
0.55	0.377	0.90	0.831
0.60	0.435	0.95	0.915
0.65	0.492	1.00	1.000
0.70	0.550		

（３）　後壁は、隔壁で固定された連続版として設計を行うものとする。

１）隔壁の設計は、片持Ｔ型ばりウエブとして設計する。隔壁はせん断力を受ける部材として計算するが、算出される鉄筋量が少なくともＴ型ばりの剛性の確保、乾燥収縮によるひびわれ防止のため、十分な壁厚および鉄筋量を有しなければならない。なお、側壁についても面内方向は隔壁と同様に設計する。

２）底版の設計は、自重、中詰土砂および地盤反力又は、くい反力の作用する４辺固定支持の版として設計する。

３）隔壁、側壁とフーチング、前壁および後壁には結合鉄筋をその結合部に入れる。

９－５－２－５　斜め橋台

斜め橋台の設計は「道路橋示方書 IV 下部構造編」７.４.３によるものとする。

９－５－２－６　盛りこぼし橋台

（１）盛りこぼし橋台は良好な地盤において計画される高盛土の縁端部分に設けることを原則とする。

（２）盛りこぼし橋台の躯体は逆Ｔ式橋台として設計する。

（３）杭は盛り土地盤を含む全長にわたって水平支持されるとみなしてよい。

（１）盛りこぼし橋台は、山岳地域で盛土高の高い区間で橋台が非常に大規模になる場合に採用されることが多いが、この形式は盛土の物性値による影響が大きく、フーチング下面より下方の盛土部分において基礎構造に作用する土圧についても未解明な点があるので、この形式を採用する場合には、盛土材料の物性、盛土の施工管理等に十分な検討を行わなければならない。盛りこぼし橋台の計画の前提は、良好な地盤における十分安定な盛土地盤の造成であるため、軟弱地盤上の盛土や斜面上の貼り付け盛土等には、盛土地盤の安定性が確保されにくいので、盛りこぼし橋台を計画しないことが望ましい。採用にあたっては担当課と十分に協議すること。

（３）基礎構造は杭基礎として現地盤中の支持層で確実に支持させるものとし、地形、地盤条件を考慮して十分安全性を検討する必要がある。

９－５－２－７　ウイング

（１）ウイングは、活荷重による載荷荷重と土圧を受ける壁に固定された片持版、または壁とフーチングに固定された２辺固定版として設計する。

（２）ウイングは主働土圧により設計を行う。ただし、前壁とウイングによりＵ字形状となる場合においては、内部に充てんした土砂が活荷重によって絶えず転圧されることなどにより、ウイング接触部に亀裂が発生した例があるため、次の条件を全て満たすウイングについては、静止土圧Ｋo＝0.5 により設計を行う。

1)　踏掛版が設置されていない。

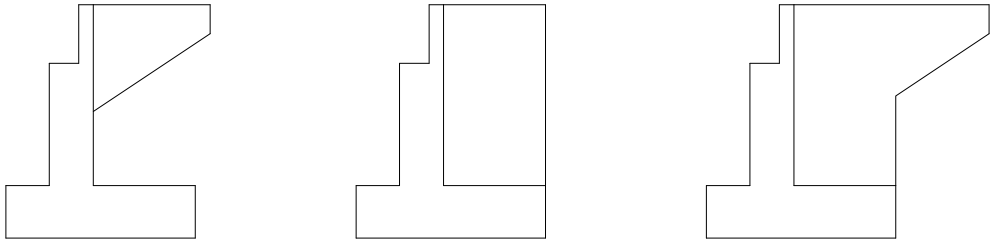
2)　歩道等が設けられていない。

3)　橋台の前壁とウイングとの角度が 90 度未満である。

4)　ウイングの形状が**図９.120** の(b)・(c)タイプである。

（１）ウイングの形状

１）ウイングの形状は、**図９.120** (a)～(c)のうち、ウイング長さ・方向・盛土法尻形状等を考慮し決定するものとする。



(a) パラレルウイング　　(b) 壁式ウイング　　(c) 複合ウイング

図９.120　ウイングの形状

２）ウイングの厚さ

ウイングの厚さは、応力計算上必要な厚さの他に地覆幅との整合・高欄の設置等を考慮し 50㎜ ラウンドで決定する。

なお、パラレルウイングでは転圧機械による変形を受け易いため応力度に余裕のある断面とする。

また、曲線部の形状は**図９.121** によるものとする。

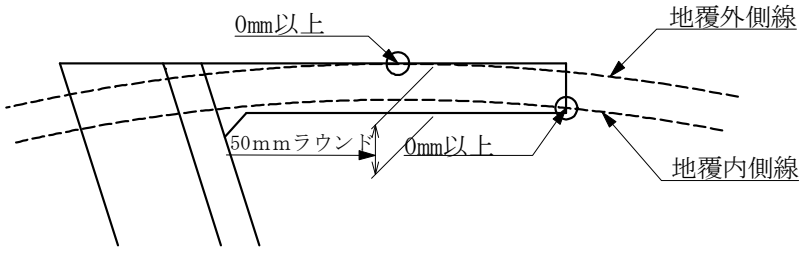


図９.121　曲線部のウイング形状

3）ウイングの最大長さ

ウイングの最大長さは、８m程度とする。これ以上長くなる場合は、盛土法尻に擁壁を設置する等の対策工を検討する。長さの大きいウイングを採用すると、ウイング自重でウイング付け根にひびわれが生じた事例や、ウイング厚が側壁厚より大きくなり側壁付け根に大きな応力が作用しひびわれが生じた事例がある。

このため、パラレルウイングの長さを６m以上とする場合は、自重が与える影響及び厚さが薄い部材への取り付けに対する影響について検討することが望ましい。

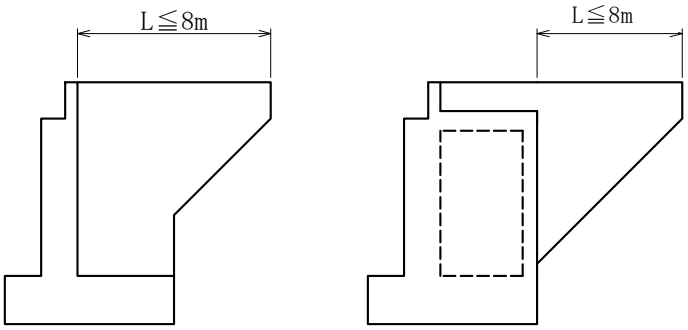


図９.122 ウイングの最大長さ

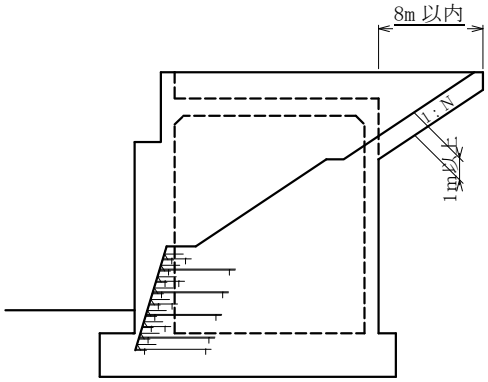


図９.123 擁壁と組み合わせた例

4）ウイングの根入れ

ウイングの根入れは、**図９.124** を標準とする。

（2）ウイングの配筋

ウイングの主鉄筋は、１段配筋（D32@125mm）までを原則とし、圧縮側鉄筋は引張側鉄筋量の 1/３以上・配力鉄筋は主鉄筋の 1/４以上を配筋する。

また、水平方向の主鉄筋をパラペット配力鉄筋（水平筋）方向に定着させるため、パラペットの厚さが薄い場合や水平鉄筋量がウイングより少ない場合は、パラペットに補強鉄筋を配置する。

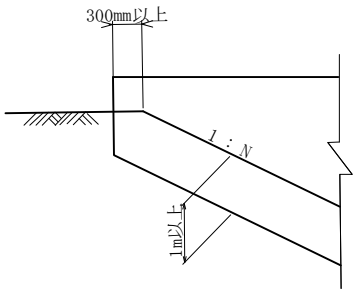


図９.124 ウイングの根入れ

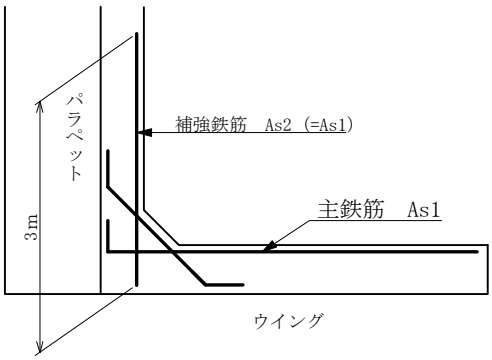


図９.125　ウイングの補強鉄筋

９－５－２－８　パラペット

橋台のパラペットは土圧のほか、自動車荷重（Ｔ荷重)、踏掛版あるいは落橋防止構造からの荷重に対して設計を行うものとする。

（１）パラペットは、地震時のけたの衝突および伸縮継手の据付を考慮して最小厚を 500㎜とし、D16㎜以上の鉄筋を前背面同径・同ピッチで配筋する。なお、配力鉄筋については主鉄筋の１／３以上を主鉄筋の外側に配筋する。

（２）踏掛版を設置する場合のパラペットの設計法は、「道路橋示方書Ⅳ下部構造編」７．４．４に準じるものとする。

（３）落橋防止構造を取り付ける場合の落橋防止システムからの荷重は、下部構造の安定計算等では一般に考慮しなくても良いが、パラペットに落橋防止構造が取り付けられる場合にはパラペットの破壊が上部構造の落下につながる可能性があるため､「道路橋示方書Ⅴ耐震設計編」13．３に示す落橋防止構造からの荷重によりパラペット基部に発生する曲げモーメントが、降伏曲げモーメント以下となること、及びパラペットに発生するせん断力がせん断耐力以下となることを照査するものとする。

また、落橋防止構造の取付部が破壊しないよう、押し抜きせん断力に対する照査も行うものとする。

９－５－２－９　踏掛版

橋台背後の裏込め土砂は、圧密等による沈下だけでなく、地震時の橋台の振動に伴う沈下や、液状化に伴う沈下等の変状が生じる可能性がある。したがって、日常における走行車両や橋台に衝撃を与えないための配慮に加え、地震後の円滑な道路交通の確保のため、踏掛版を設置するものとする。

（１） 踏掛版の計画は、次によることを基本とする。

１）踏掛版の長さ

踏掛版の長さは、下記のいずれかに該当する場合は８ｍ、それ以外は５ｍを標準とする。

イ.軟弱地盤上に設置されるすべての橋台

軟弱地盤とは、載荷盛土工法・サンドドレーン工法・サンドコンパクション工法などの対策工法を施工する地盤とする。

ロ.連絡等施設内もしくはその前後 500ｍの区間およびトンネルの前後 500ｍの区間に設置される橋台。

ハ.設計速度 80㎞／ｈ以上の道路に設置される橋台のうち、中抜および盛こぼし型の橋台にあっては橋台高さが６ｍ以上のもの。前記以外の形式の橋台でも高さ 12ｍ以上の橋台。

ニ.舗装がコンクリート舗装の場合は「８－５－６　コンクリート舗装版の補強」を参照すること。

２）踏掛版の平面形状

地震後に円滑な道路交通の確保のための踏掛版形状は、パラペット方向に平行に設置するものとし、斜橋の場合などは平行四辺形を標準とする。

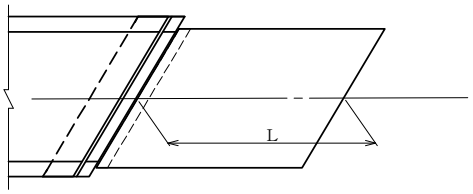


図９.126　踏掛版の平面形状

3） 踏掛版の設置幅

路肩幅を含む車道部幅員を踏掛版の設置幅とする。なお、踏掛版の設置により、縁石と舗装厚（上層路盤より上）が適合しない場合、縁石を現場打対応とする。

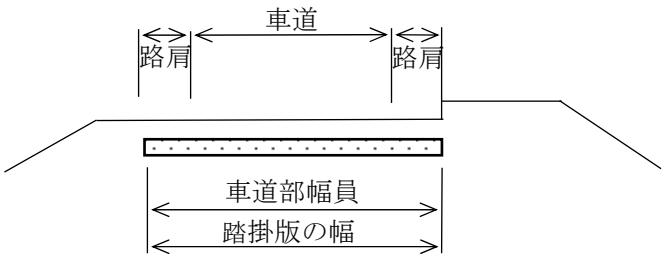


図９．127 踏掛版の幅

4） 踏掛版の設置位置

踏掛版の上面は、土工部の舗装基層下面位置（100㎜以上）に合わせるものとする。

なお、ラーメン橋台や箱式橋台の場合は、橋台背面の沈下が生じる恐れがある個所に対して適切な位置に設置する。

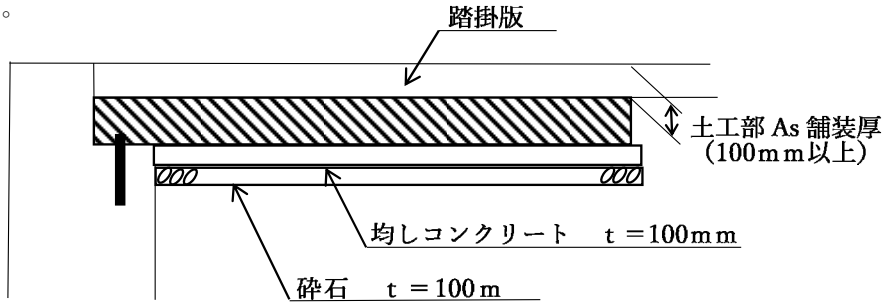


図９.128 踏掛版の設置位置

5） 踏掛版の標準構造

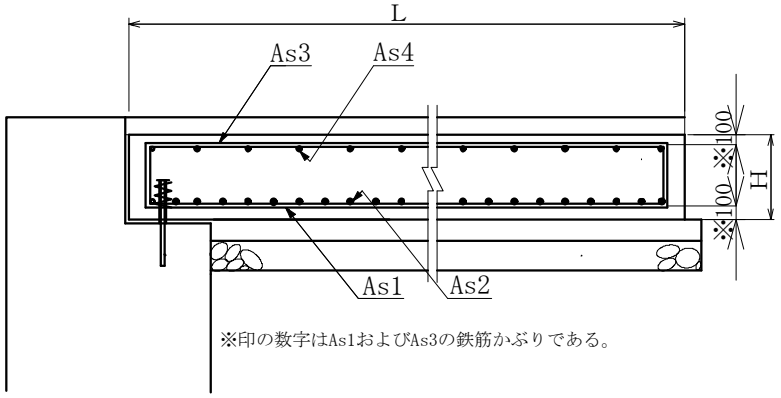


図９.129 踏掛版の標準構造

表９.35　寸法及び配筋表

荷重条件	踏掛版長 Ｌ（m）	踏掛版厚 Ｈ（㎜）	引張側 主鉄筋 ＡＳＩ	引張側 配力鉄筋 ＡＳ２	圧縮側 主鉄筋 ＡＳ３	圧縮側 配力鉄筋 ＡＳ４
Ｔ 荷 重	5	400	D22@150	D16@150 (D19@150)	D19@300	D16@300 (D19@300)
	8	500	D25@150	D16@150 (D22@150)	D22@300	D16@300 (D22@300)

※（ ）内は斜橋の場合を示す。

（設計条件）

イ．　踏掛版の長さの 70%を支間とした単純ばりで計算。

ロ．　活荷重は衝撃 30%を考慮。

ハ．　踏掛版上の設計舗装厚は 20cm。

ニ．　制限値　σca＝8N／mm²　σsa＝180N／mm²

ホ．　コンクリートの設計基準強度　σck＝24N／mm²（Sℓ＝８cm、MS＝25mm）

ヘ．　鉄筋材質 SD345

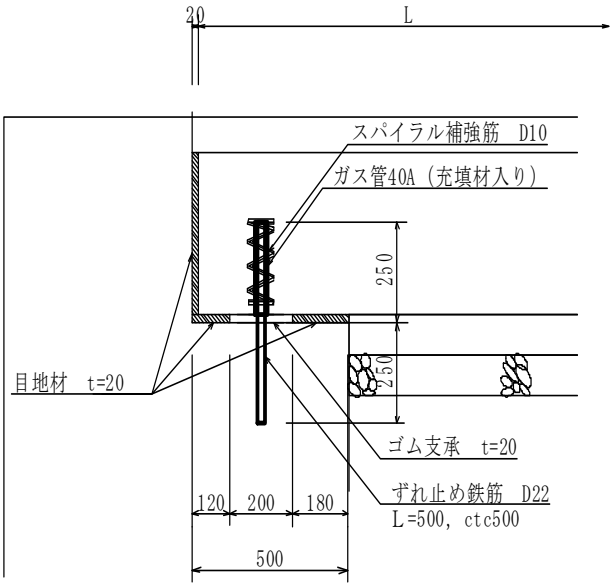


図９.130　踏掛版支承部標準構造

（２）その他

踏掛版には、工期短縮を目的としてプレキャスト製品を用いた施工事例もある。

９－５－２－10　橋台部ジョイントレス構造

橋台部ジョイントレス構造の設計は「道路橋示方書Ⅳ下部構造編」７.８による。

９－５－２－11　橋台背面アプローチ部

橋台背面アプローチ部の設計は「道路橋示方書Ⅳ下部構造編」７．９による

（１）橋台背面アプローチ部は、良質な材料を用いるとともに、以下の点に考慮し設計及び施工を行うものとする。

１）基礎地盤の安定性

２）橋台背面アプローチ部の安定性

３）降雨等に対する排水性

（２）設計時に想定した性能を確保するため、橋台背面アプローチ部の条件（範囲、使用材料、構造諸元他）及び施工時の留意事項を設計図書に記載するものとする。

橋台背面に補強土壁を使用する場合は、地震時の挙動が橋台と異なるため、路面の連続性に影響を及ぼす可能性がある。採用にあたっては修復の方法について十分に検討し、設置範囲を決定する必要がある。

また、補強土壁は沈下による変状が生じた場合に一般に修復が困難であるため、基礎地盤が十分に安定している箇所で用いる必要があり、軟弱な地盤で採用する場合は以下の点に留意する。なお、発泡スチロールを用いた盛土構造の場合にも、施工後に過度の即時沈下や圧密沈下が生じた事例があるため、同様の配慮を行う。

・地盤改良等の沈下対策を施す

・補修時に本線に大きな影響を与えずに施工が可能

高架橋橋台部における排水工の構造例を**図９．131** に示す。

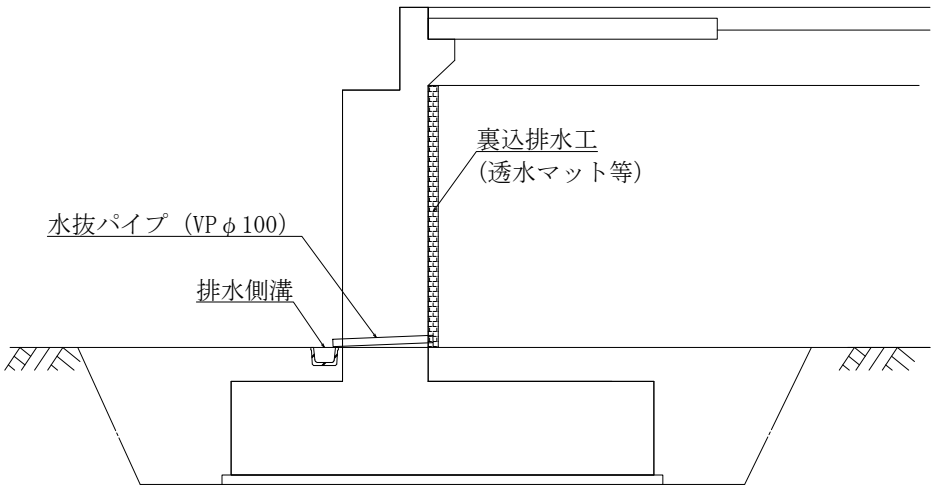


図９．131　橋台背面アプローチ部の排水工の構造例

９－５－３　橋脚の設計

９－５－３－１　設計一般

橋脚の設計は「道路橋示方書Ⅳ下部構造編」７．３による。

（１）橋脚の躯体形式は、架橋地点の状況、上部構造の条件、施工性、維持管理性、美観等を十分検討して決定するものとする。
（２）橋脚の柱の厚さは、原則として変化させないものとする。また、はり幅は柱厚（径）と同一とすることが望ましい。

（１）橋脚の形式については、道路及び河川等の付帯条件による外的要素から制約をうけることがある。また、形式の選定に当たっては美観の面からも検討し、立地条件、区間等によって統一する等の配慮も必要である。架橋位置の条件による形式選定の目安を以下に示す。

１） 河 川 部 ――Ｔ形橋脚（小判形柱、特例として円形柱）
２） 平 地 部 ――Ｔ形橋脚（矩形柱）、壁（柱）式橋脚、ラーメン橋脚
３） 山 間 部 ――Ｔ形橋脚（矩形柱・円形柱）、壁（柱）式橋脚、ラーメン橋脚（多層）

なお、都市部では平地部に準ずるものとするが、美観に配慮した構造（Ｔ形橋脚のサークルハンチや銀杏形壁式橋脚及びその他特殊橋脚等）について、構造の合理性、経済性・施工性・維持管理性の点で支障がないと判断される場合についてはこれを採用することが望ましい。

（２）型枠の製作・設置作業や鉄筋の加工･組立作業の省力化および足場工の単純化による安全性の向上などを目的に、橋脚柱の厚さは原則として変化させないものとする。また、同様の理由で、はりの幅は柱の厚さと同一とすることが望ましいが、河川橋脚で柱幅に制約がある場合や、円形柱で柱径が必要なはり幅より著しく大きくなる場合はこの限りでない。

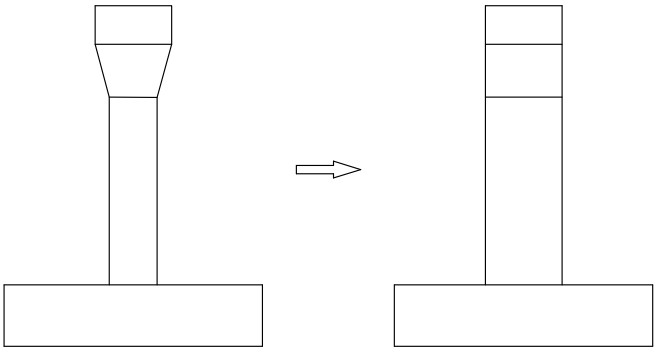


図９.132　橋脚躯体形状の単純化

９－５－３－２　Ｔ形橋脚

Ｔ形橋脚の設計は、「道路橋示方書Ⅳ下部構造編」７．３．２及び本要領の**９－５－５**によるものとする。

９－５－３－３　ラーメン橋脚

ラーメン橋脚の設計は、「道路橋示方書Ⅳ下部構造編」７．３．３及び本要領の**９－５－５**によるものとする。

９－５－４　フーチングの設計

（1）フーチングの設計は、「道路橋示方書Ⅳ下部構造編」７．７によるものとする。
（2）フーチングの厚さは、部材として必要な厚さを確保するとともに、剛体としてみなせる厚さを有することを原則とする。また、フーチングの厚さは、100㎜ラウンドで決定する。
（3）フーチングの上面は、原則として水平とする。

（2）フーチングは、橋台、橋脚等から作用する荷重を基礎に伝達する部材であり、フーチングに過度の損傷が生じた場合、地震時に上部構造の水平変位が過大になるばかりでなく、地震の影響を含まない場合の鉛直荷重の伝達に関しても十分な機能を果たせず、橋梁全体として不安定な構造となる可能性がある。そのため十分な剛性を有する厚さとすることを原則とした。
（3）構造の単純化及び足場工設置の安全性向上を図るため、フーチングの上面は原則として水平とするものとした。

９－５－５　構造細目

９－５－５－１　橋台・橋脚の橋座、梁部

（1）橋台・橋脚の橋座は、水が溜まらないように橋軸方向に１～２％の排水勾配を付けるものとする。また、桁下空間は架設時や維持管理における作業空間を考慮して決定する必要がある。
（2）片勾配の影響などにより、橋台・橋脚の橋座の橋軸直角方向に勾配を付ける場合の処理は、沓座モルタル厚を100㎜以下とし、これを超える場合は、階段処理とする。
（3）掛け違い部における橋脚天端の高さは、橋軸方向にそろえることを基本とする。
（4）橋座周辺部はコンクリート表面保護のための表面含浸材を塗布すること。
（5）橋脚梁下面には必要に応じて水切り溝を設置する。

（1）橋座面には支承やアンカーの腐食を予防するために、橋軸方向に１％～２％程度の排水勾配を付ける。
（2）一般の場合、橋座の頂面は、橋座の施工性に配慮して、車道の横断勾配に合わせる。その場合沓座モルタルが厚くなると乾燥収縮などによるひびわれが発生するため、モルタル厚は100㎜以下に抑えるものとした。

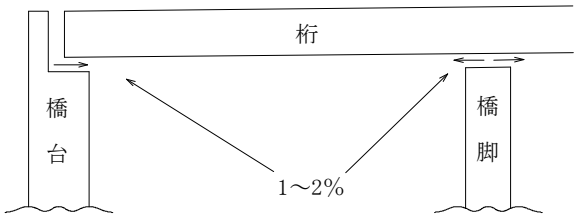


図９.133　橋座面の排水処理

（3）橋脚天端の高さが大きく異なる段違い部を有する橋脚では、地震時においてけたと橋脚の段違い部の衝突などにより、段違い部の基部やけたに大きな被害が生じる場合がある。このため、橋脚天端の高さをそろえたり、段違い部やけた端部を補強するなどの対策をとることが有効である。

図９.134　段違い部を有する橋脚への対策

（4）伸縮装置の非排水構造が損傷した場合に影響を受けやすい橋座周辺部はコンクリートの劣化が懸念されるため、表面含浸材を塗布する。また、中間橋脚についても風通しが悪く湿潤状態になりやすい場合は表面含浸材の塗布を検討してもよい。

（5）橋脚梁部を伝わって雨水等が橋脚躯体に流れ、コンクリートの劣化を助長するのを防止するため、必要に応じ、例に示すような水切り溝を設置する。なお、水切り溝を設置しても鉄筋のかぶりを確実に確保できるように留意すること。

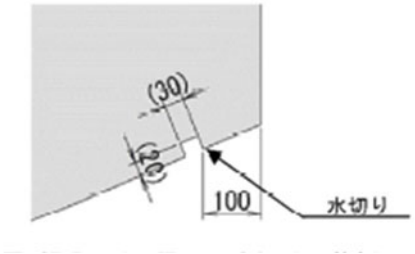


図９.135 梁下面水切り形状例

９－５－５－２　橋座の設計

（１）橋座部は、耐震上十分な縁端距離を確保する必要があり、「道路橋示方書Ⅳ下部構造編」７．６に基づいて設計する。

（２）支承部分およびアンカーボルトの周辺には、鉄筋を配置して十分に補強するものとする。

橋座部は支承を通じて上部構造を支持する箇所であるため、地震時などに大きな水平力が作用し、橋座部コンクリートが破壊した場合には、けたの沈下や落橋につながる可能性もある。そのため、橋軸方向においては、「道路橋示方書Ⅴ耐震設計編」13．１に規定する支承部の照査に用いる設計水平地震力に対し、橋座部が十分な耐力を有するよう設計することとした。

なお、橋座部に支承交換のための仮受けを想定する場合は、その荷重に対して破壊しないよう補強する必要がある。

９－５－５－３　幅の広い躯体の設計

（１）幅の大きい躯体では、温度変化、乾燥収縮及び鉛直荷重による鉛直亀裂、横方向における不同沈下等を考慮して設計するものとする。

（２）４車線以上の橋梁で上部工を上下線分離構造とする場合は、下部工も分離構造とする。

（１）通常橋台では、壁の前背面で温度変化および乾燥収縮量に差があって鉛直方向のひび割れを生じやすいため、躯体幅が 15m程度上となる場合には、躯体表面にＶ型の切れ目を持つ継手やひび割れを誘発する目地を設けるものとする。この設置間隔は 10m程度とし、ここでは鉄筋を切断しないようにするとともに、鉄筋の充分な防錆処理を行う。なお、橋脚においても幅の大きな躯体については同様の配慮を行うものとする。

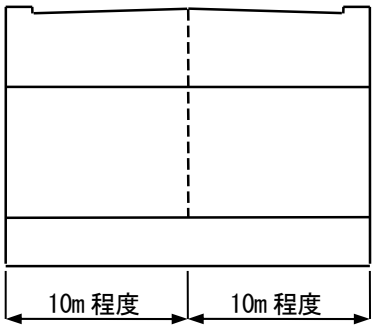
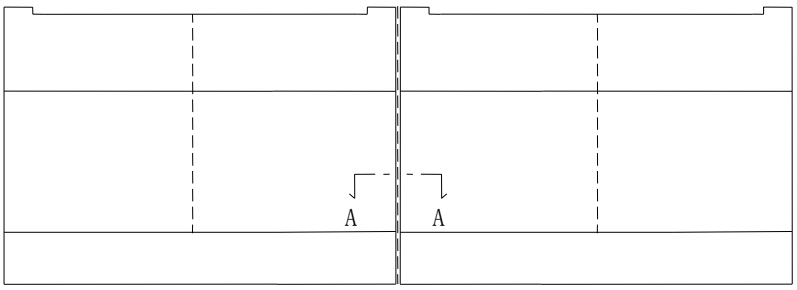


図９．136　橋台のひび割れ誘発目地

（２）上部工を分離構造とする場合は、躯体立ち上がり部に伸縮目地・止水板を設置し分離するものとする。なお、底版についてはこの場合分離構造を標準とするが、斜角・杭配置等の関係で一体構造が望ましい場合は一体構造としてよい。



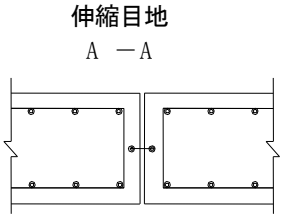


図９．137 橋台の伸縮目地

９－５－５－４　配筋細目

１．配筋一般

（１）配筋に際しては、重ね継手や定着長で調整できる鉄筋は、原則として定尺鉄筋（500㎜ピッチ）を使用する。

（２）橋台及び橋脚における各部材の主鉄筋は、応力度に支障のない限り、配筋間隔を 250㎜ とすることが望ましい。

（３）橋台におけるフーチング下面の主鉄筋は、応力度に支障がない限り、前趾と後趾の鉄筋を統一し、原則として断面変化を行わないこととする。

（４）橋台たて壁は、１段配筋とすることが望ましい。

（５）下部工に使用する鉄筋の径はD13～D32 を原則とし、主鉄筋はD16 以上とする。

（６）せん断補強鉄筋及び横拘束筋（中間帯鉄筋）に機械式鉄筋定着工法の採用する場合は、「機械式鉄筋定着工法の配筋設計ガイドライン」に準拠すること。

（１）鉄筋切断作業の省力化を目的に、重ね継手や定着長で調整できる鉄筋は、原則として定尺鉄筋（500㎜ピッチ）を使用するものとした。鉄筋のフック長による調整は、鉄筋の加工作業を繁雑にさせるため行わないのがよい。

重ね継手長の調整により行う場合は、鉄筋組立作業の省力化のため、配筋図上は**図９.138** のように規定重ね継手長（道路橋示方書Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編式５．２．１）以上と表すのがよい。

橋台たて壁の主鉄筋は、**図９.139** に示すように、橋座補強鉄筋およびパラペットの背面側の主鉄筋との調整を行ったうえで、定尺鉄筋を用いるのが望ましい。

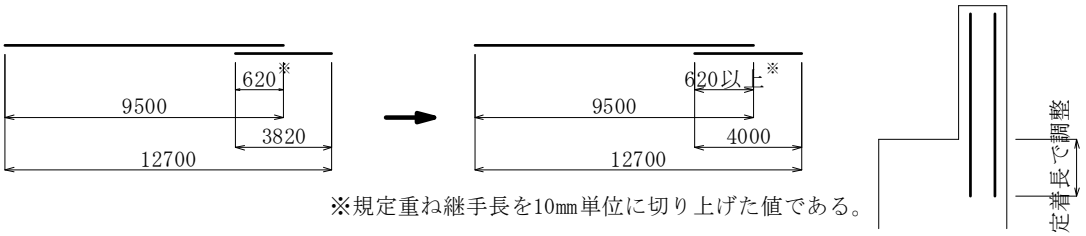


図９.138　定尺鉄筋の採用例（鉄筋径D22）

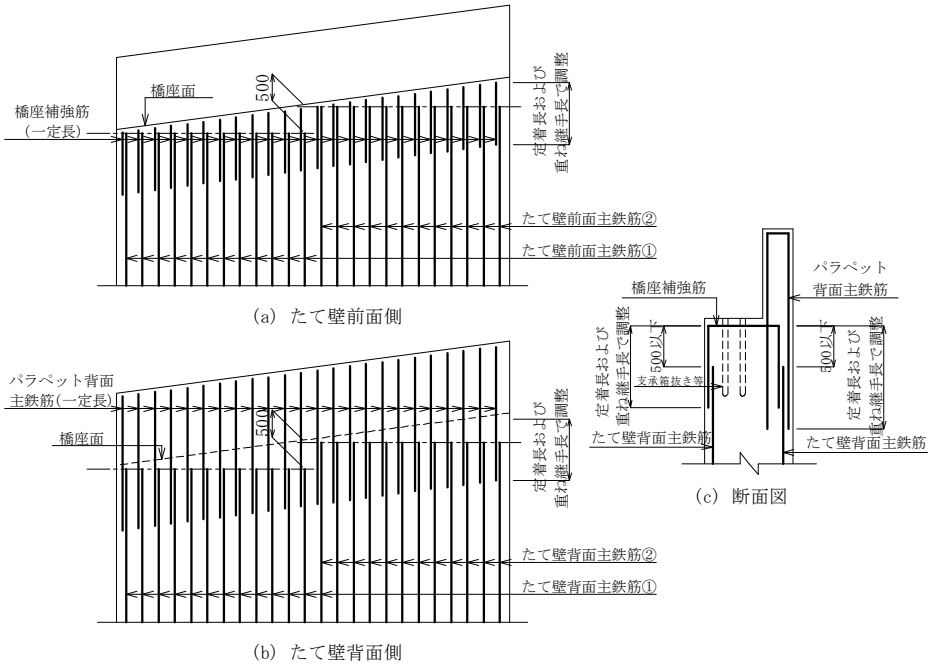


図９.139　配筋参考例

（2）鉄筋の加工・組立作業の省力化を目的に、橋台および橋脚の主鉄筋は、**表９.36** に示すように配筋間隔を 250㎜ として鉄筋本数の低減を図るのが望ましい。

表９.36　主鉄筋の径と配筋間隔の組み合わせ

径 / 配筋間隔	D16	D19	D22	D25	D29	D32
１２５mm				○	○	○
２５０mm	○	○	○	○	○	○

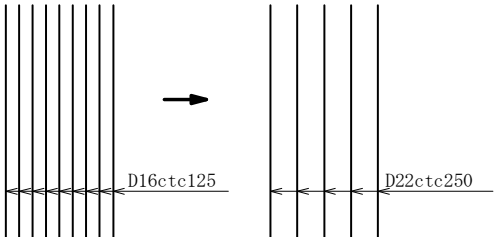


図９.140　主鉄筋本数の低減

また、はりのスターラップにおいても配筋間隔（最大 300㎜）を広げ本数を減じるのがよいが、鉄筋の加工作業を考慮すると鉄筋径は最大D22 までとするのが望ましい。

ただし、橋台パラペットのように上部構造の施工工程により鉄筋本数が増しても細径の方が望ましい場合などはこれによらなくともよい。

（3）鉄筋の加工・組立作業の省力化を目的に、橋台におけるフーチング下面の主鉄筋は、応力度に支障がない限り、前趾と後趾の鉄筋を統一し、１本物の鉄筋となるようにした。ここで、下面鉄筋のみとしたのは、上面鉄筋はたて壁主鉄筋との組立順序から１本物の鉄筋を使用すると、逆に作業効率が低下する恐れがあるからである。ただし、フーチング幅が小さく前趾と後趾の上面鉄筋が同一径となる場合は、１本物の鉄筋としてよい。また、下面鉄筋においてフーチング幅が８ｍを越えるような場合は、鉄筋のハンドリングが悪くなり、作業効率や作業時の安全性を低下させる恐れがあるため、１本物の鉄筋を用いないのがよい。

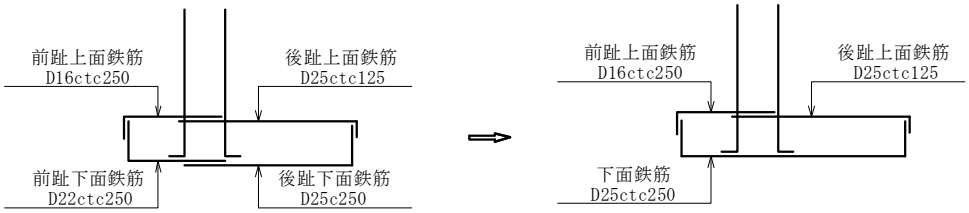


図９．141　フーチング下面鉄筋の配筋例

（4）橋台たて壁の背面側は、一般に制約条件等が伴わないので、鉄筋の加工・組立作業を考慮すると、１段配筋が望ましい。たて壁が応力上、通常の厚さでは１段配筋とできない場合は、**図９.142** のようにたて壁厚さを背面側に増し、１段配筋となるようにするのが望ましい。ただし、たて壁厚さを過大に増すと、基礎への影響が大きくなりフーチング寸法が大きくなったり、杭本数が増す恐れがあるので、検討が必要である。

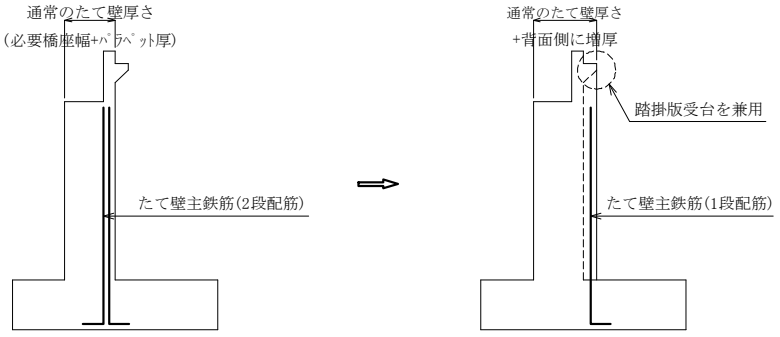


図９.142　たて壁厚さを背面側に増す場合の例

（5）鉄筋の市場性・施工性より鉄筋径はD13～D32 を原則とした。ただし、太径鉄筋の使用により鉄筋段数を１段とできる場合や橋脚の柱等の部材で応力上やむを得ない場合にはD51 までの鉄筋を使用することができる。

（6）せん断補強鉄筋等に重ね継手を使用した場合などと比較し、経済的に有利な場合は、機械式鉄筋定着工法の採用を検討することができる。同工法を採用する場合は、鉄筋のかぶりが変わるため、最小かぶりに留意する必要がある。

なお、配筋図及び数量算出については、以下のように運用する。

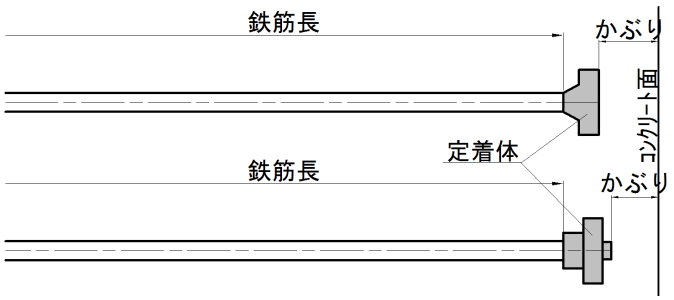


図９.143　機械式鉄筋定着工法

①定着体を取り付けた鉄筋の長さは、定着体の首下までの長さを計上するものとする。定着体の首下の位置は最外縁鉄筋外側に合わせるものとする。

②定着体を取り付けた鉄筋は、加工図及び鉄筋表に個所数と適用欄に（※機械定着）を表示する。

２．鉄筋の継手

（1）鉄筋の継手は、「道路橋示方書Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」５．２．７及び「道路橋示方書Ⅳ下部構造編」５．２．５　、「道路橋示方書Ⅴ耐震設計編」６．２．５に基づいて設計する。

（2）鉄筋を継ぐ場合は、鉄筋の種類、直径、応力状態、継手位置などを考慮して、適切な継手を選ばなければならない。また、構造上の弱点となるため、重ね継手と打ち継ぎ目は必要定着長以上、段落とし位置と打ち継ぎ目は1m程度以上離し、継手位置および継手方法は設計図に示すものとする。

（3）鉄筋の継手位置は、一断面に集中させてはならない。また、応力が大きい位置では鉄筋の継手を設けないのが望ましい。

（4）引張鉄筋に重ね継手を用いる場合の重ね継手長は、鉄筋径の 30 倍を標準値とする。また、重ね継手部には、継ぐ鉄筋１本の断面積の 0.3 倍以上の断面積を持つ鉄筋を継手と直角に配置し補強しなければならない。

（5）圧縮鉄筋に重ね継手を用いる場合の重ね継手長は、鉄筋径の 25 倍を標準値とする。

（6）横拘束効果を期待する帯鉄筋（橋台のたて壁の配力鉄筋を含む）及び中間帯鉄筋に重ね継手を用いる場合の重ね継手長は、鉄筋径の 40 倍以上とし、継手部は高さ方向に隣接する帯鉄筋相互について千鳥配置とする。また、端部にはフックを設けることを標準とする。

（7）鉄筋径がD29 以上の場合には、継手はガス圧接によるのを原則とする。なお、その他の継手を用いる場合は土木学会「鉄筋継手指針」による。

（3）継手が１断面に集中すると、その位置の部材の強度が低下するおそれがある。特に重ね継手が１断面に集中すると、この部分のコンクリートの行きわたりが悪くなり、さらに部材の強度の低下が予想される。そのため、鉄筋の継手は端部同士を鉄筋直径の 25 倍以上ずらして設け、１断面に集中しないようにするものとする。

（4）引張鉄筋の重ね継手長は、「道路橋示方書Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」５．２．７式の重ね継手長 $l_a=\frac{\sigma_{sa}}{4\cdot\tau_{0a}}\phi=27.78\phi$　（ＳＤ345・σ_{ck}＝30N/㎟）をラウンドアップし 30φを標準値とした。ただし、定尺鉄筋（500㎜ ピッチ）を使う場合には、鉄筋重量の増加を防止するため l_a を満足する範囲で調整することが望ましい。

（5）圧縮鉄筋の重ね継手長は、「道路橋示方書Ⅳ下部構造編」に規定される重ね継手長 $l_a'=0.8\ \frac{\sigma_{sa}}{4\cdot\tau_{0a}}\phi=22.22\phi$（ＳＤ345・$\sigma_{ck}$＝30N/㎟）をラウンドアップし 25φを標準値とした。ただし、定尺鉄筋（500㎜ ピッチ）を使う場合には、鉄筋重量の増加を防止するため l_a'を満足する範囲で調整ことが望ましい。

（6）横拘束効果を期待する鉄筋の重ね継手では、鉄筋のラップ長を 40φ以上とし、更にコンクリート断面を確実に拘

束できるように端部にフックを設けることを標準とした。フックは、半円形または鋭角フックとすることが望ましいが、帯鉄筋において施工上の制約等でこれができない場合については、帯鉄筋の継ぎ手位置に中間帯鉄筋のフックをかけて直角フックとすることができる。

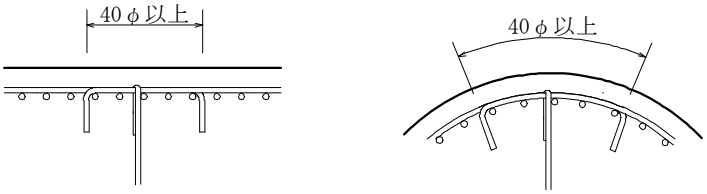


図９.144　直角フックを有する帯鉄筋の定着

定着体を取り付けた鉄筋を中間帯鉄筋として用いる場合には、「道路橋示方書Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」５.２.５の規定を満たすとともに、適用される橋脚の条件がその実験により検証された条件の範囲内にあること等に留意する。

３．鉄筋のかぶり

（１）下部構造躯体における鉄筋の純かぶりは、原則として 90㎜ 以上とする。

（２）鉄筋の芯かぶり（コンクリート表面から鉄筋中心までの距離）は、**表９.37** を標準とする。

ただし、太径鉄筋を使う部材等で最外縁鉄筋の純かぶり 90㎜ が確保できない場合は、芯かぶりを 10㎜ 単位で別途定めるものとする。

表９.37　主鉄筋の芯かぶりの標準

部　　材	一般の部材	杭基礎のフーチング下面
芯かぶり	150㎜	220㎜

（３）下部構造の配筋図には、各部材ごとに主鉄筋・配力鉄筋・帯鉄筋・中間帯鉄筋等の位置関係及び最外縁鉄筋の純かぶりを記した鉄筋組立て要領図を示すものとする。

（１）北陸地方整備局管内では、路面凍結防止剤（融雪剤）散布の対象となる橋梁及びこれに隣接する橋梁が大半であるため、下部工の純かぶりを塩害対策区分Ⅰに相当する 90㎜ 以上とした。

（２）下部工設計における鉄筋かぶりの一元化を図り現場での取り違いミスを防止するため、芯かぶりの標準値を規定した。

表９.37 における芯かぶりは、コンクリート表面から主鉄筋（橋台ウイングでは鉛直方向に配置する鉄筋、橋脚のフーチング下面では橋軸方向の主鉄筋）の中心までの距離とし、一般の部材については、標準的な規模の下部工を対象に（１）に規定する純かぶりを満足するよう値を決定した。ただし、太径鉄筋を使う部材やT形橋脚の柱（壁）の軸方向鉄筋のようにはり鉄筋との多段の重なり合いが避けられない部材では、純かぶり 90㎜ の確保ができない場合があるため、その場合は芯かぶりを 10㎜ 単位で別途定めるものとする。

なお、フーチング（杭基礎の下面を除く）とたて壁又は柱鉄筋の芯かぶりは、統一することが望ましい。

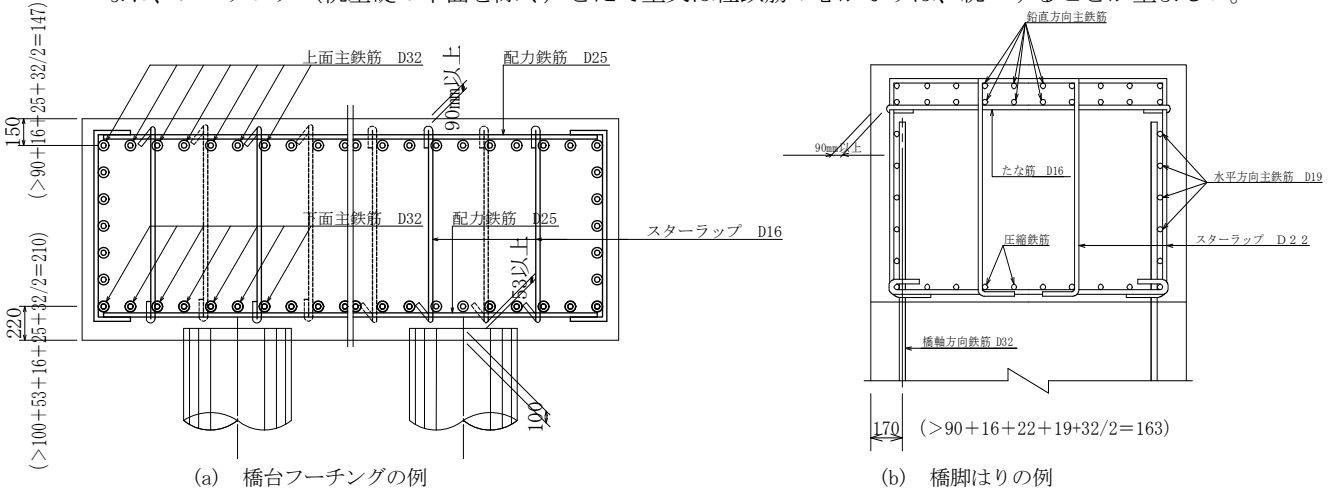
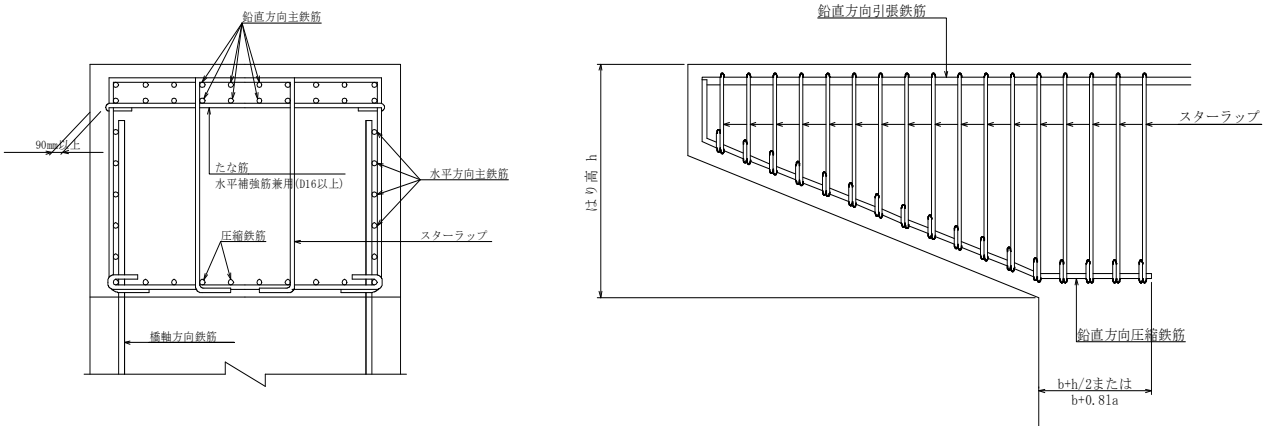


図９.145　芯かぶりと純かぶりの例

4．鉄筋コンクリート橋脚の配筋細目

（1）はり

橋脚はりにおける鉄筋の組立て及びスターラップの配置区間は、**図９.146** を標準とする。



(a)　はりの断面　　(b)　スターラップの配置区間

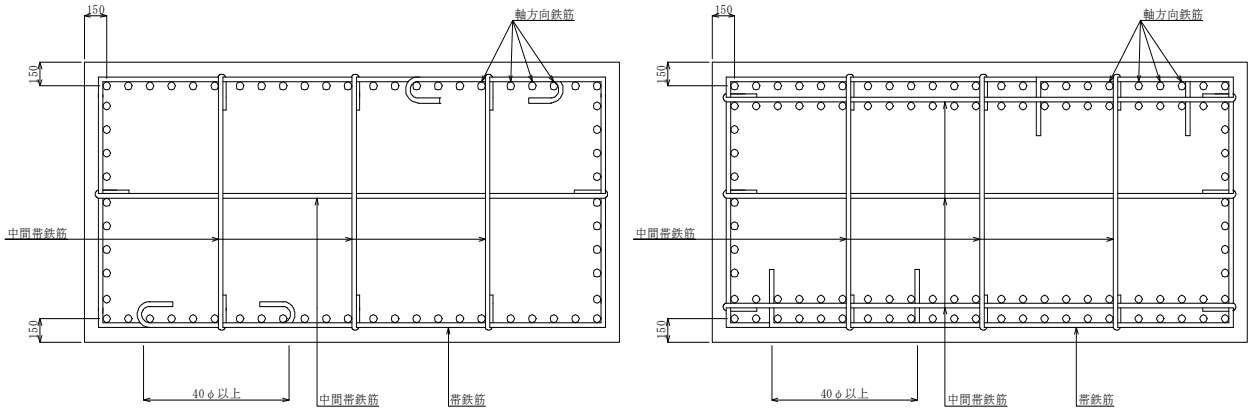
図９.146　橋脚はりの配筋要領図

（2）柱（壁）

1）軸方向鉄筋の段落しは行わないことを原則とする。

2）帯鉄筋の間隔は、「道路橋示方書・同解説Ⅴ耐震設計編」８．９に基づいて定める。中間帯鉄筋は、帯鉄筋と同材質・同径の鉄筋とし、水平方向の配置間隔は１ｍ以内とする。なお、フーチング内部では軸方向鉄筋のはらみ出しは生じないと考えられるため、中間帯鉄筋を配置する必要はない。

3）柱断面の鉄筋配置及び組立ては、**図９.147** を標準とする。



(a)　1段配筋の場合　　(b)　2段配筋の場合

※　太径鉄筋を使う場合やT形橋脚等の鉄筋が多段に重なる場合は、最外縁鉄筋の純かぶりが 90㎜ 以上となるよう柱軸方向鉄筋の芯かぶりを決定する。また、橋軸方向と橋軸直角方向鉄筋の芯かぶりは原則として統一する。

図９.147　橋脚柱の断面

（3）フーチング

1）フーチングの配筋は、橋軸方向主鉄筋を橋軸直角方向鉄筋の内側に配置することを標準とする。

2）フーチング上面の鉄筋は、計算上必要となる鉄筋量を満足するとともに下面に配置する鉄筋の１／３以

上の鉄筋量を配置する。また、フーチング上下面の配力鉄筋は、それぞれ直行する鉄筋の１／３以上を配置する。

３）フーチングの鉄筋配置及び組立ては、**図９．148** を標準とする。

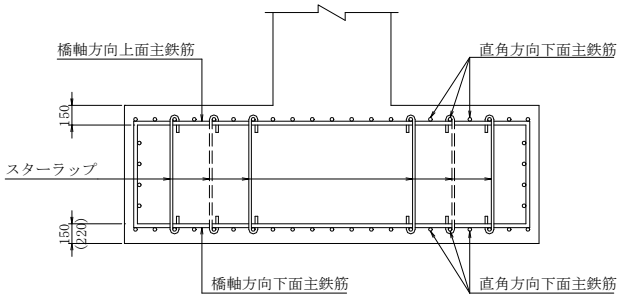


図９．148　橋脚フーチングの配筋要領図

（１）Ｔ形橋脚については、柱軸方向鉄筋とはり側面鉄筋が多段に重なり合うため、はりの外縁鉄筋の純かぶりを確保するよう柱軸方向鉄筋の芯かぶりを決定する必要がある。

はりの圧縮鉄筋の定着長及びスターラップの配置区間は、はりの高さの１／２＋柱の半径ｂ（小判型柱･円形柱の場合のみ、矩形は０）または、はり下面圧縮鉄筋の必要定着長 0.8１a＋ｂの大きい方とした。

（２）柱の軸方向鉄筋と帯鉄筋の配置

１）橋脚のねばりを増加させ、終局水平耐力の向上を図るため、原則として軸方向鉄筋の段落しは行わないものとした。やむを得ず段落しを行う場合には、「道路橋示方書Ⅴ耐震設計編」 ８.10 の規定に基づくものとする。なお、軸方向鉄筋の天端の高さは、はりの主鉄筋より 100㎜ 程度下がった位置を標準とする。

帯鉄筋の配置区間は、**図９．149** を標準とする。

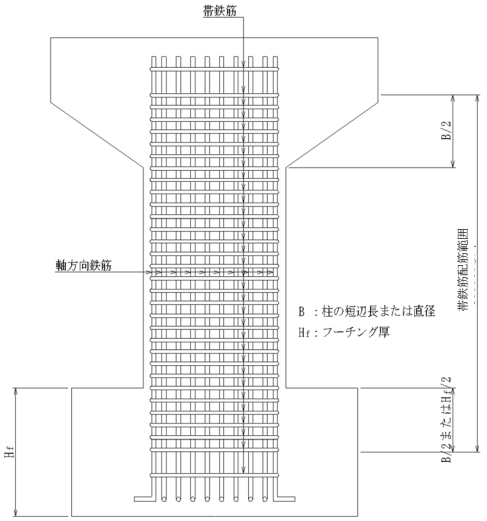


図９．149　橋脚柱の帯鉄筋の配置区間

2）柱（橋脚柱）とフーチング縁端部との距離が 1m 以下の場合は、フーチング端部の補強鉄筋を D19 以上、20cm 以下の間隔で配置しなければならない。ただし、フーチング主鉄筋の鉄筋径が D16 の場合は、補強鉄筋も D16 としてよい。ただし、ここでは、設計・施工上の煩雑さを考慮して配力筋は全て内側に配筋することとする。

≪注意≫

補強筋としての効果は、内側配筋でなければ期待できないので注意する必要がある。

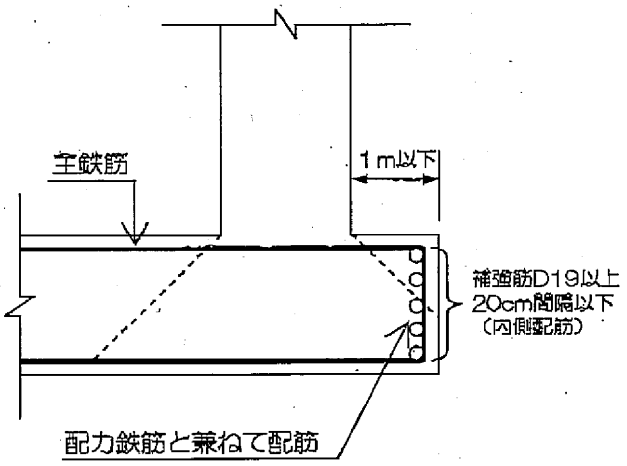
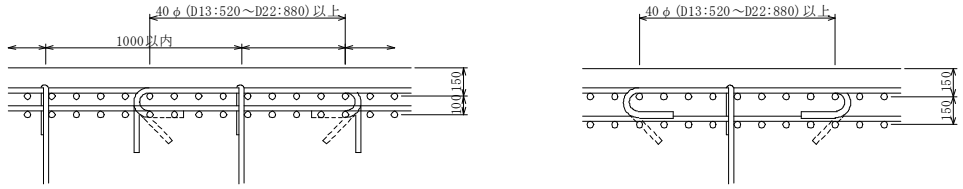


図９.150　フーチング端部補強筋　概要図

3）「道路橋示方書Ⅴ耐震設計編」６．２．５に規定される帯鉄筋・中間帯鉄筋の構造細目に基づき**図９．148** を鉄筋配置・組立ての標準とした。

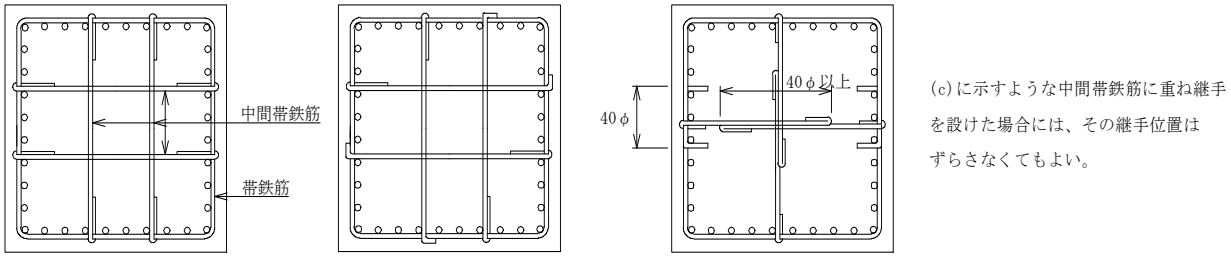
帯鉄筋に継手を設ける場合は、端部に半円形フックか鋭角フックを設けることを標準とする。ただし、軸方向鉄筋が２段配筋の場合には、**図９．151** (a)に示すようにフックが内側の軸方向鉄筋と干渉し組立てができないため、中間帯鉄筋を帯鉄筋の継ぎ手部にかけることを前提に直角フックとした。



(a)　直角フックを用いた場合　　(b)　外側と内側のあきを大きくした場合

図９．151　帯鉄筋フックと柱軸方向鉄筋の干渉

中間帯鉄筋は、コンクリート断面を確実に拘束できるように、**図９．152** (a)のように両端とも半円形フックもしくは鋭角フックをつけて帯鉄筋にかけることを原則とするが、施工上の制約等でこれによりがたい場合には、**図９．152** (b)または(c)のようにすることができる。ただし、(b)の場合は、直角フックの位置が千鳥配置となるよう中間帯鉄筋を配置するとともに、塑性化を考慮する領域では、直角フックによる横拘束効果の低減を考慮し、横拘束筋の有効長を 1.5 倍するのがよい。



(a)　両側半円形フック　　(b)　片側半円形フック、片側直角フック　　(c)　重ね継ぎ手

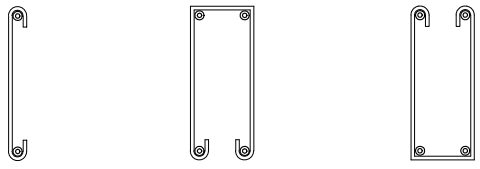
図９．152　橋脚柱における中間帯鉄筋の形状

（３）フーチングの配筋方法

１）橋脚のフーチングは、橋軸方向、橋軸直角方向の二方向がそれぞれ主鉄筋かつ配力鉄筋となる。これより断面力の大きい方の鉄筋を内側に配置することが望ましいが、橋脚ごとに配置をかえるのは設計・施工を煩雑とするだけとなる。よって、一般的に主方向となる可能性が高い橋軸方向の鉄筋を上下面とも内側に配置するものとした。

２）フーチングの鉄筋量は、曲げモーメントに対して全断面が有効に機能するよう最小鉄筋量を規定した。

３）フーチングのスターラップは、橋軸方向、橋軸直角方向ともに有効となるように外側に配置する直角方向鉄筋を取り囲むよう配置した。その加工形状は、両端半円形フックまたは鋭角フックを標準としたが、施工上の制約がある場合等では**図９．153** に示すタイプ１とすることができる。また、その配置間隔は、計算上スターラップが必要な場合は、フーチング有効高の１／２以下、不要な場合は有効高以下とする。



タイプ１　　タイプ２　　タイプ３

図９．153　橋脚フーチングのスターラップ形状

５．逆Ｔ式橋台の配筋細目

（１）パラペット

１）主鉄筋は、原則として前面と背面の鉄筋を同一（径、間隔）とする。

２）配力鉄筋は、主鉄筋の１／３以上の鉄筋を主鉄筋の外側に配置する。

３）パラペットの鉄筋配置・組立ては**図９.154** を標準とする。

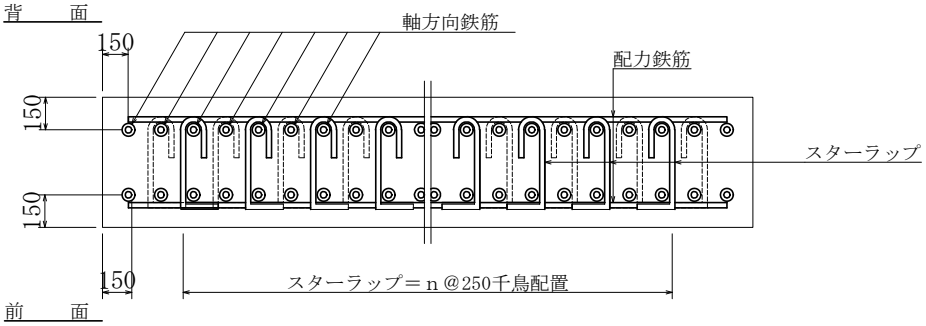


図９.154　橋台パラペットの断面

（２）たて壁

１）鉛直方向鉄筋の段落しは行わない。また、前面側の鉛直方向鉄筋は、背面側鉛直方向鉄筋の１／２以上を配置する。ただし、永続的な偏荷重により側方移動を起こすおそれのある橋台又は耐震設計編７．３の規定により土質定数の低減係数

D_Eが１未満となる土層を有する地盤上にある橋台においては、背面側の鉛直方向鉄筋と同程度を配置する。

２）配力鉄筋は、前背面それぞれの主鉄筋の１／３以上の鉄筋を主鉄筋の外側に 300㎜ 以下の間隔で水平方向に配置する。また、その端部は半円形フック又は鋭角フックにより橋台内部のコンクリートに定着する。

３）中間帯鉄筋は、配力鉄筋と同材質・同径の鉄筋を使用し、鉛直方向は 600㎜ 以下、水平方向は１ｍ以下の間隔で配置する。中間帯鉄筋は、フックをつけ配力鉄筋にかけて定着する。このフックは少なくとも一方は半円形又は鋭角フックとするものとし、一方のフックを直角フックとする場合は、千鳥配置とする。

４）たて壁の鉄筋配置・組立ては**図９.155** を標準とする。

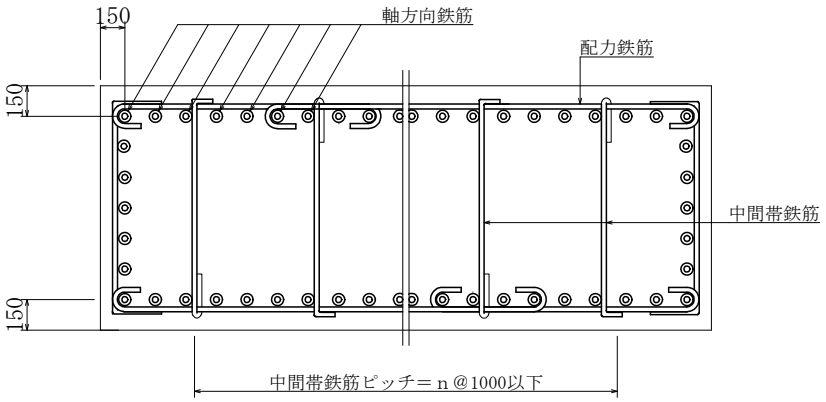


図９.155　橋台たて壁の断面

（3）フーチング

1）フーチング下面の主鉄筋は、フーチング幅が８ｍを越える場合を除き、前趾と後趾の鉄筋を統一し一本物の鉄筋とする。圧縮側鉄筋は引張側鉄筋の１／２以上を配筋する。

2）配力鉄筋は、上下面ともそれぞれの主鉄筋の１／３以上の鉄筋を主鉄筋の外側に配置する。

3）フーチングのスターラップは外側の配力鉄筋にかけるものとし、フーチングの鉄筋配置・組立ては**図９.156**を標準とする。

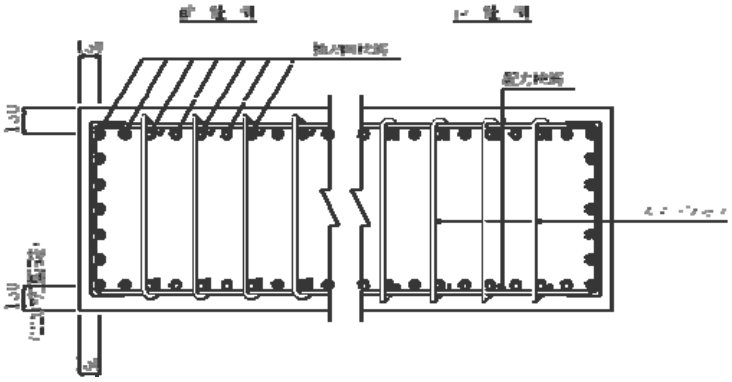


図９.156　橋台フーチングの断面

（4）ウイング

ウイングは、その形状に関わらず水平方向鉄筋を鉛直方向鉄筋の外側に配置する。

（1）パラペット

パラペットには、せん断補強筋として**図９.157**の形状のスターラップを配置する。スターラップは、軸方向鉄筋を取り囲むよう配置し、間隔は、鉛直方向・水平方向とも 250㎜ 千鳥配置を標準とする。

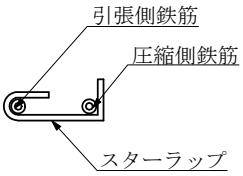


図９.157　パラペットのスターラップ形状

（2）たて壁

2)配力鉄筋に継ぎ手を設ける場合の構造細目は､両端部に半円形フックか鋭角フックを設けることを標準とする。また、配力鉄筋は鉛直方向鉄筋を完全に取り囲まなくともよい。

3）中間帯鉄筋は、橋軸直角方向には配置する必要はない。

4）中間帯鉄筋のフックは、施工性を重視し、一方を半円形又は鋭角フック、他方を直角フックとし千鳥配置を標準とした。なお、配力鉄筋の継ぎ手位置にかける中間帯鉄筋フックは、半円形又は鋭角フックとなるよう配置する。

（3）フーチング

フーチングのスターラップ形状は**図９．158** を標準とし、引張り側配力鉄筋を取り囲みフックを付けて圧縮側のコンクリートに定着する。スターラップの配置間隔は、フーチング有効高の１／２以下（計算上スターラップが必要ない場合は有効高以下）とする。

なお、橋台フーチングのスターラップは、橋脚の底版と同様に最外縁鉄筋（配力鉄筋）にかけることで、底版鉄筋の組立て方法を統一することとした。

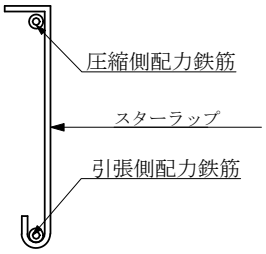


図９．158　橋台フーチングのスターラップ形状

フーチング主鉄筋の定着長は**図９．159** によるものとする。

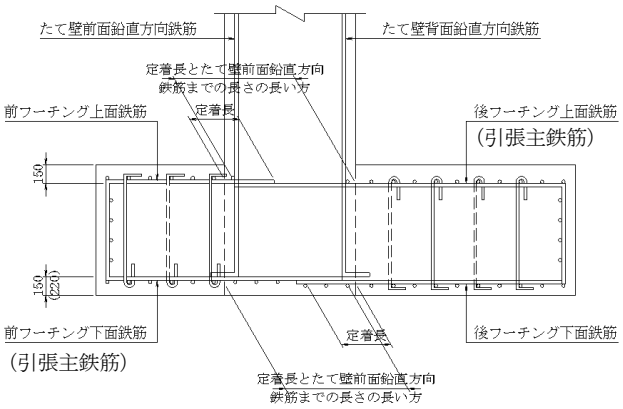


図９．159　橋台フーチング鉄筋の定着長

６．鉄筋の組立て

鉄筋の組立てにおいては、組立ての形状保持などのための溶接は行ってはならない。

「道路橋示方書・同解説Ⅳ下部構造編」15．８．７の解説に示してあるように、鉄筋の溶接は、施工品質の確保が困難であり鉄筋断面減少等の欠陥が生じる恐れがあるため、鉄筋の組立て時には溶接を用いてはならない。

＜参考資料＞　Ⅰ．橋梁下部構造の参考配筋図のポイント

１．本資料の利用にあたって

本資料は、道路橋示方書に準じて新設橋梁の設計図面を作成する場合に、できるだけこれが円滑に行うことができるように、道路橋示方書の理解を助けるような補足資料として、橋梁下部構造の配筋図の一例を示したものである。この中では、一般的な橋台・橋脚の形式として、逆Ｔ式橋台と張出し式橋脚、基礎形式として場所打ち杭の配筋図を示している。

ただし、本資料を利用する際には、以下の点に留意して参考にされたい。

１）現行の道路橋示方書では、個々の部材が果たす役割が明確に規定されており、その機能に期待した設計が行われている。したがって、その個々の部材が果たす機能を十分満足できるように配筋するものとする。

２）本資料に示した配筋図は、一般的な規模の構造物を想定して標準化を図っている部分もあるので、本資料の利用に際しては、これを画一的に適用するのではなく、道路橋示方書の条文や解説の中に示されている規定の主旨や背景、根拠を十分に踏まえながら適切に参考にする必要がある。

３）「橋梁下部構造の参考配筋図」の作成に際しては、なるべく機能性を重視した鉄筋の加工形状を採用している。したがって、構造規模や配筋状況によっては、このまま施工するのが困難な場合も想定されるが、現場における工夫や今後の技術開発に期待して望ましい姿を示した。このため、現場状況や鉄筋加工・組立の方法等新しい技術の開発などにより、他の加工形状が望ましいと判断できるような場合には、その鉄筋が果たす機能を十分理解したうえで採用されたい。

４）参考配筋図における考え方の項目は、今回の配筋図を作成した際の考え方を示したものである。これはあくまでも一事例であり、他の配筋方法を妨げるものではない。

２．鉄筋の名称とその機能

（１）鉄筋の名称

１）軸方向鉄筋‥‥‥‥‥部材軸方向に配置される正もしくは負の曲げモーメントに対する主鉄筋。

２）配力鉄筋‥‥‥‥‥‥応力を分布させる目的で、軸方向鉄筋と直角に配置される鉄筋。

３）せん断補強筋‥‥‥‥せん断力に抵抗するように配置される鉄筋。

４）スターラップ‥‥‥‥せん断補強筋の一種で、軸方向鉄筋を取り囲み、これに直角に配置する補強筋。

５）帯鉄筋‥‥‥‥‥‥‥‥軸方向鉄筋を所定の間隔ごとに取り囲んで配置される横方向鉄筋。
軸方向鉄筋の座屈防止、軸方向圧縮力によるコンクリートの横方向のひずみを拘束してコンクリートの圧縮強度を十分に利用すること、およびせん断力を分担することを目的として配置する。

６）中間帯鉄筋‥‥‥‥‥断面内を横切るように配置される横方向鉄筋。
部材断面の寸法が１ｍを越える大型断面では、帯鉄筋が面外にはらみだす可能性があるので、内部コンクリートを拘束するとともに、軸方向鉄筋の座屈防止、せん断力を分担することを目的として配置する。

７）横拘束筋‥‥‥‥‥‥軸方向鉄筋のはらみ出しを抑制する効果とコンクリートを拘束する効果を期待するために、部材軸に対して直角方向に配置される鉄筋であり、帯鉄筋や中間帯鉄筋により構成される。

（２）各種鉄筋の機能

１）せん断力に抵抗する鉄筋

部材に作用するせん断力が大きくなると、コンクリート部材内に引張応力度が発生し、やがてせん断ひび

われに至る。このせん断ひびわれ面に直交する方向に作用する引張力に対して、鉄筋の引張力で抵抗させようとするのが、せん断補強筋である。

スターラップは、このせん断補強筋の一種で軸方向鉄筋に直角に配置した鉄筋である。その定着は、引張鉄筋を取り囲みフックをつけて圧縮部のコンクリートに定着するものとする。

（本要領では、橋台と橋脚の底版鉄筋との組立て方法の整合を図るため、**図９.160** に示すように外側の配力鉄筋を取り囲む形状に改訂した。）

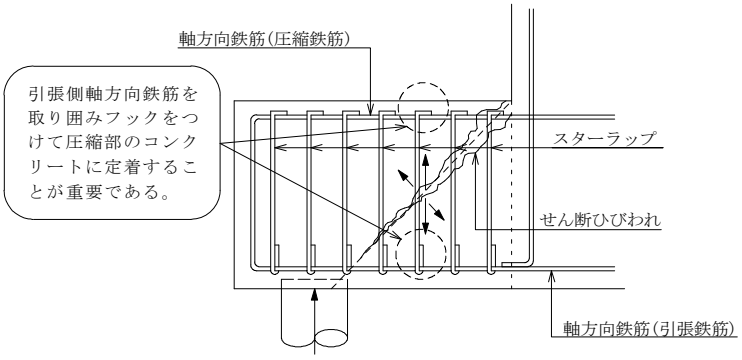


図９.160　スターラップの機能（橋台フーチングの場合）

２）曲げ変形性能を向上させる鉄筋

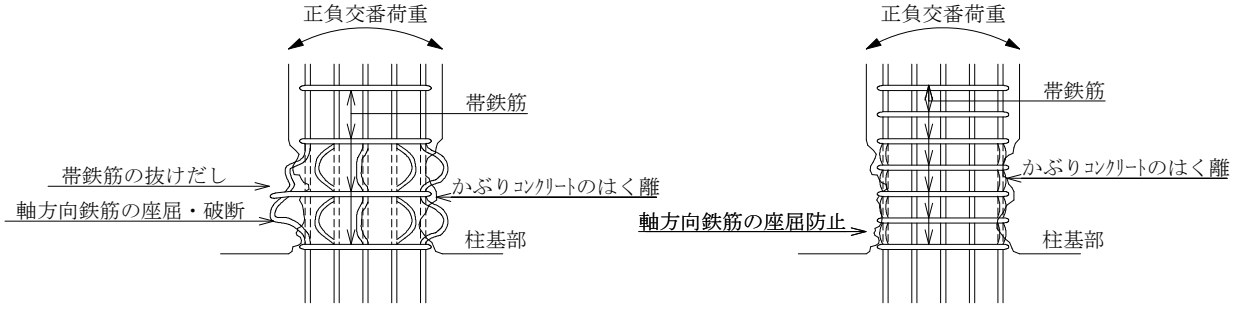
鉄筋コンクリート部材に大きな曲げモーメントが作用した場合、引張側では鉄筋が降伏しひずみが増加する。一方、圧縮側においてはかぶりコンクリートがはく離し、やがて軸方向鉄筋が座屈する。地震時においてこのような状態が交互に繰返し生じると、内部コンクリートまで損傷するとともに、軸方向鉄筋が破断し、その結果鉄筋コンクリート部材の曲げ耐力が低下する。

このような損傷を防ぐためには、軸方向鉄筋の座屈を生じさせなければよく、このため軸方向鉄筋を取り囲んで帯鉄筋を配置するのが有効である。この帯鉄筋の軸方向の間隔は、軸方向鉄筋の直径などにより変化すると考えられ、道路橋示方書では今回の改定で、塑性ヒンジの形成メカニズムを踏まえ、帯鉄筋間隔の上限値を規定している。

この帯鉄筋は、かぶりコンクリートがはく離した状態でも有効に機能する必要があるため、その定着方法としては、重ね継手ではなく、フックをつけてコンクリートに定着させなければならない。

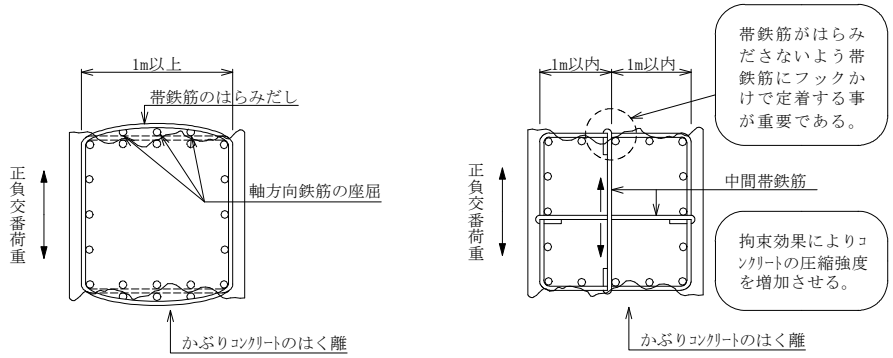
矩形断面において軸方向鉄筋が座屈すると、その外側にある帯鉄筋は押し出され、**図９.161** (a)のようにはらみだそうとする。部材の断面寸法を大きくするとこのような現象が顕著となり、帯鉄筋による拘束効果が十分に得られなくなる。このような帯鉄筋のはらみだしを防ぎ、軸方向鉄筋の座屈を防止するために、断面内を横切って配置した鉄筋が中間帯鉄筋である。したがって、中間帯鉄筋は帯鉄筋にフックをかけて定着する必要がある。

なお、これらの帯鉄筋および中間帯鉄筋は、せん断補強筋を兼ねている。



(a)　帯鉄筋の間隔が粗く帯鉄筋の定着が悪い場合　　(b)　帯鉄筋の間隔が適切で帯鉄筋の定着が良い場合

図９.161　帯鉄筋の機能



(a)　中間帯鉄筋のない大型断面の場合　　(b)　中間帯鉄筋を配置した大型断面の場合

図９.162　中間帯鉄筋の機能

（3）橋台および橋脚を構成する各部材の配筋の基本方針

橋台および橋脚を構成する各部材の配筋の基本方針を整理すると**表９.38** となる。

表９.38　橋台および橋脚を構成する各部材の配筋の基本方針

橋台および橋脚を構成する各部材		曲げモーメントに抵抗する鉄筋	せん断力に抵抗する鉄筋	曲げ変形性能を期待する部材（横拘束が必要な部材）
橋台	パラペット	軸方向鉄筋	スターラップ	－
	たて壁		中間帯鉄筋	△
	フーチング		スターラップ	－
	ウイング		スターラップ	－
橋脚	はり	軸方向鉄筋	スターラップ	－
	柱		帯鉄筋・中間帯鉄筋	○
	フーチング		スターラップ	－
場所打ち杭		軸方向鉄筋	帯鉄筋	○

ここで、橋台のたて壁は、地震時保有水平耐力による耐震設計は行っていないが、ある程度のじん性を有するのが望ましい。このため、配力鉄筋と共同して横拘束効果が得られるよう中間帯鉄筋を配置することとしている。支承条件が固定支承あるいは弾性支承の場合には、支承から橋台たて壁に大きな水平力が作用する恐れがあるため、横拘束効果が確実に得られるようにする必要がある。したがって、配力鉄筋に継手を設ける場合には、帯鉄筋と同様に直角フックをつけて内部コンクリートに定着する。ただし、かぶりコンクリートがはく離してもフックがはずれないように継手部に中間帯鉄筋をかける配慮が必要となる。

３．橋梁下部構造の参考配筋図

３．１参考配筋図の条件

本参考配筋図は、一般的な規模の橋梁下部構造を対象として作成したものである。参考配筋図に関して、鉄筋の配筋量、加工形状に影響する部分の条件を以下に示す。

なお、コンクリート強度や鉄筋の材料は、鉄筋の重ね継手長を求めるために設定したものである。

（１）逆Ｔ式橋台

１）使用材料

コンクリート：σ_{ck}＝ 30 Ｎ／㎜^{2}

鉄　　筋：ＳＤ345

２）支承条件

ゴム支承による弾性支持

３）落橋防止構造防止の有無

パラペットに落橋防止構造を取り付けている。

４）基　　礎

場所打ち杭φ1200

５）地盤条件

橋に影響を与える液状化は生じない。

（２）張出し式橋脚

１）使用材料

コンクリート：σ_{ck}＝ 30 Ｎ／㎜^{2}

鉄　　筋：ＳＤ345

２）支承条件

ゴム支承による弾性支持

３）基　　礎

場所打ち杭φ1200

（３）場所打ち杭

１）使用材料

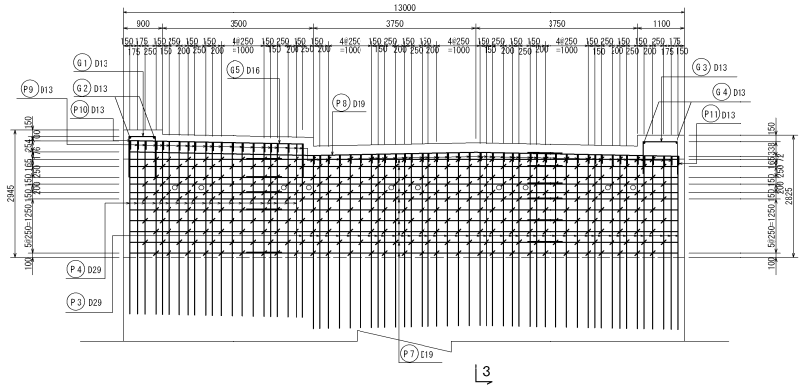
コンクリート：σ_{ck}＝ 24 Ｎ／㎜^{2}（呼び強度 30Ｎ／㎜^{2}）

鉄　　筋：ＳＤ345

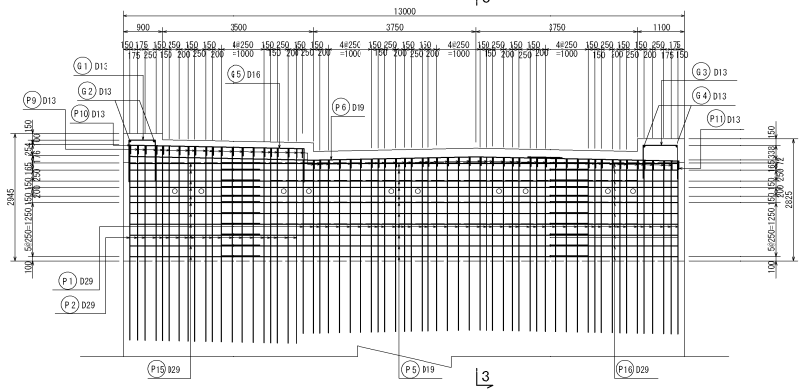
Ａ１橋台配筋図（その１）

S＝１：５０

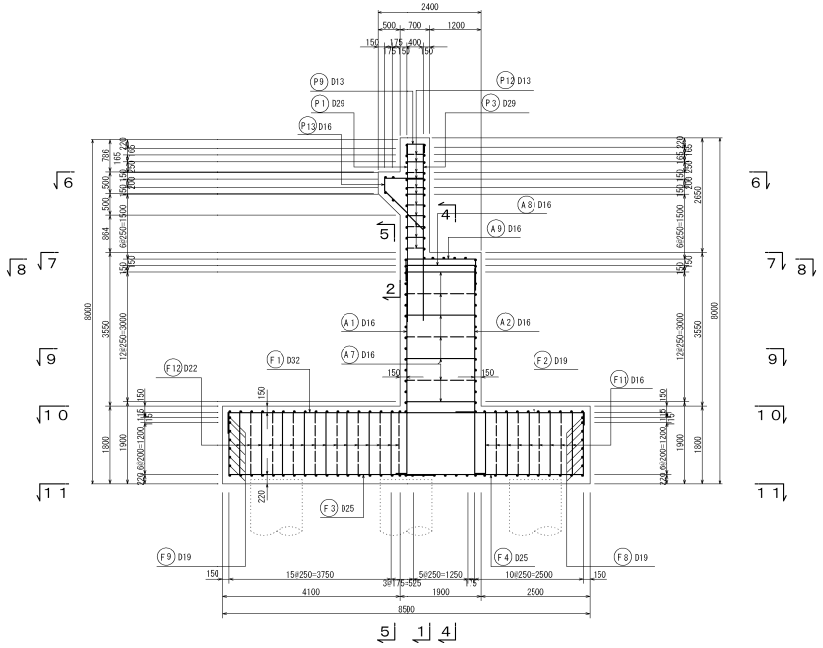
１ － １



２ － ２

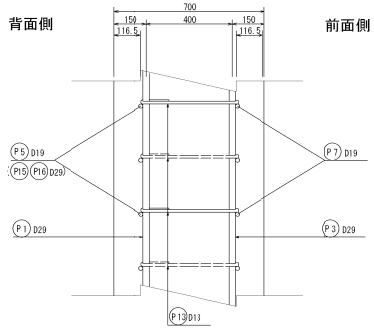


３ － ３



詳 細 図

胸壁　S＝１：１０

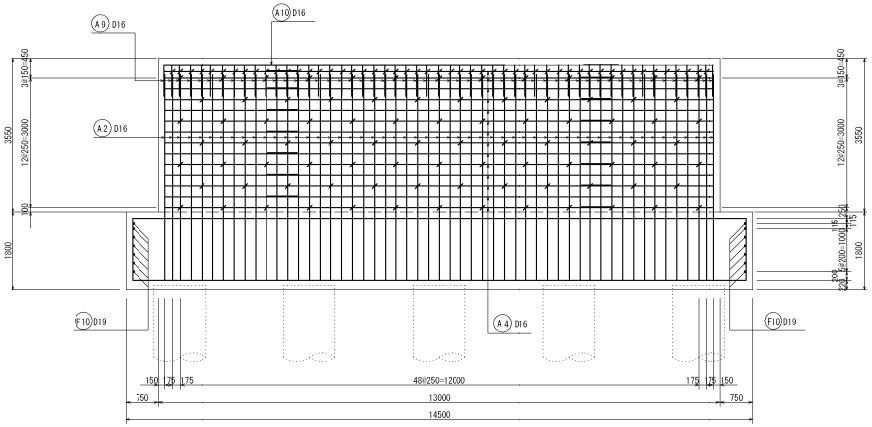


工事名			工事
図面名	Ａ１橋台配筋図（その１）		
設計年月	平成　年　月	図面番号	
着手年月	平成　年　月		
完成年月	平成　年　月		
設計会社名			
施工会社名			
北陸地方整備局		事務所	

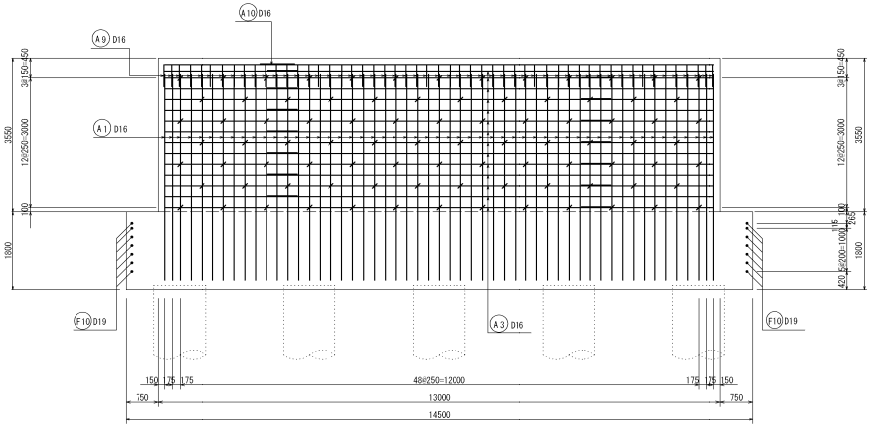
Ａ１橋台配筋図（その２）

S＝１：５０

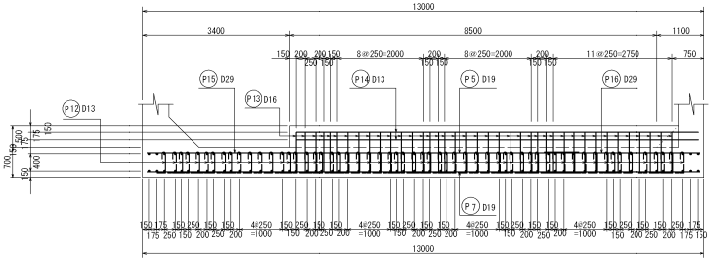
４ － ４



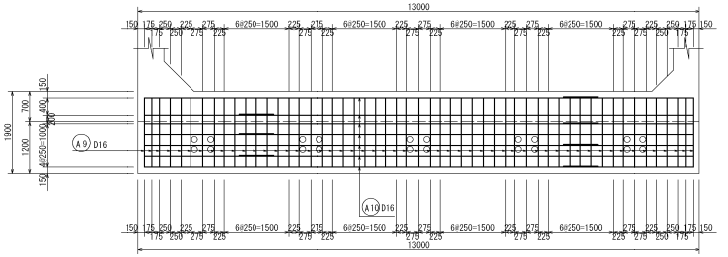
５ － ５



６ － ６



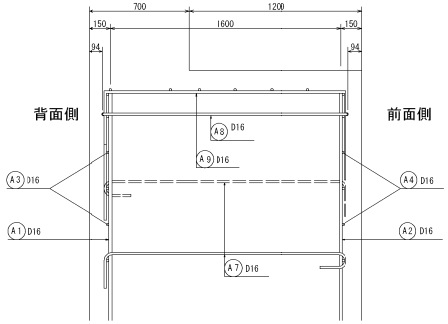
７ － ７



詳 細 図

S＝１：１５

竪壁

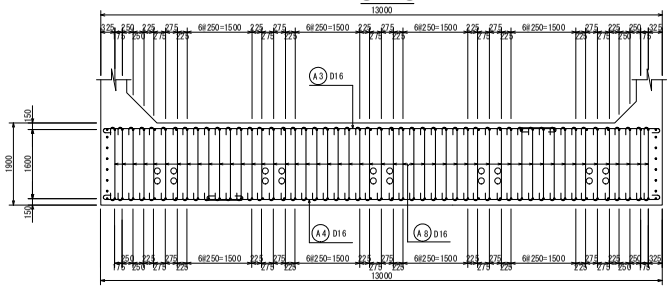


工事名	工事		
図面名	Ａ１橋台配筋図（その２）		
設計年月	平成　年　月	図面番号	
着手年月	平成　年　月		
完成年月	平成　年　月		
設計会社名			
施工会社名			
北陸地方整備局	事務所		

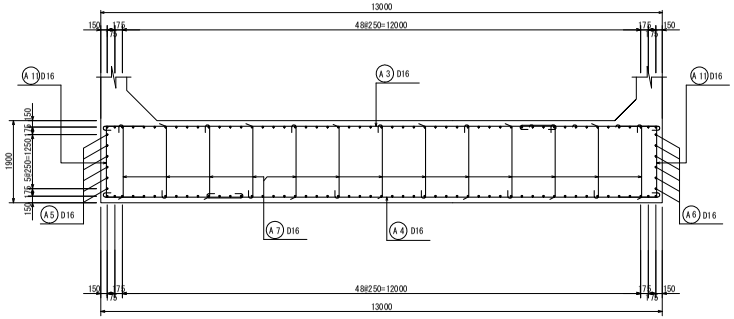
Ａ１橋台配筋図（その３）

S＝１：５０

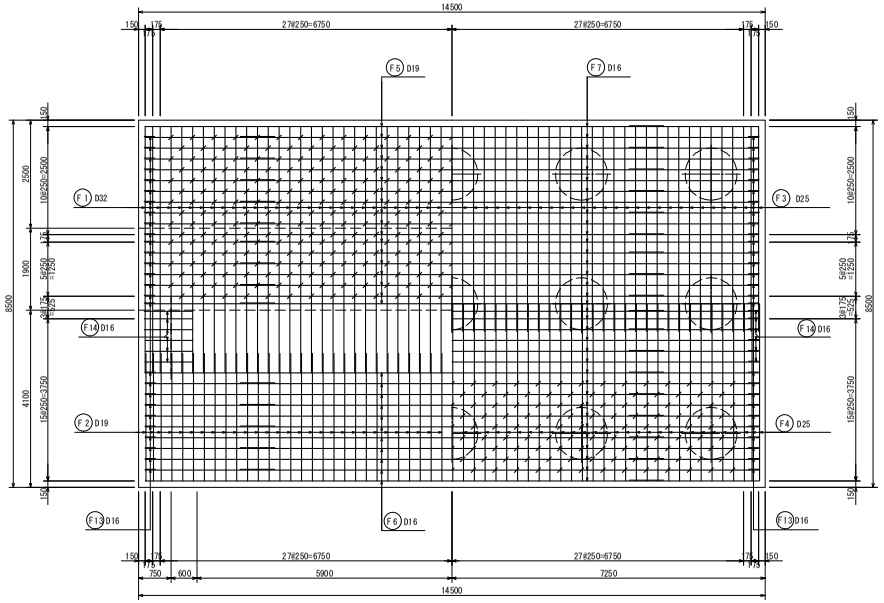
８－８



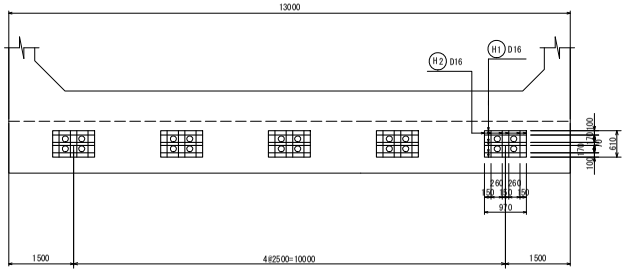
９－９



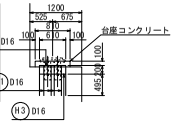
１０－１０　　１１－１１



沓座配筋図



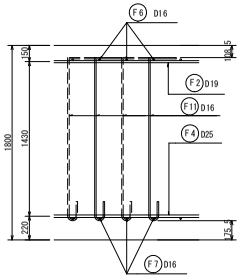
沓座補強筋



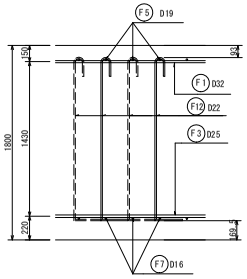
詳細図　S＝１：２０

フーチング

前フーチング



後フーチング



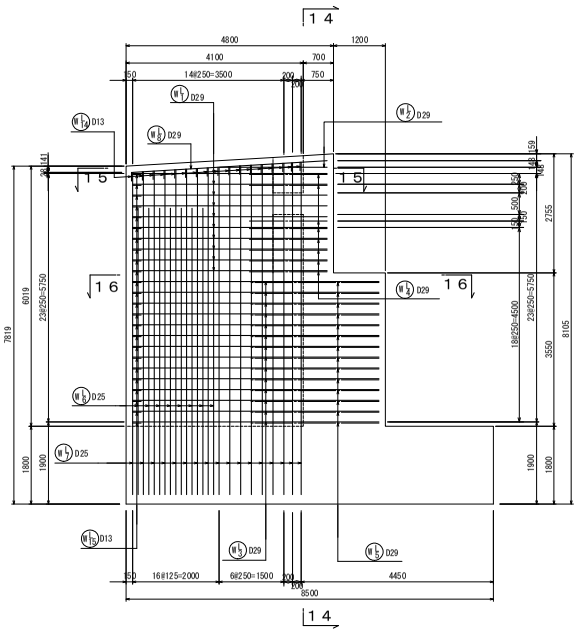
工事名			工事
図面名	Ａ１橋台配筋図（その３）		
設計年月	平成　年　月	図面番号	
着手年月	平成　年　月		
完成年月	平成　年　月		
設計会社名			
施工会社名			
北陸地方整備局		事務所	

Ａ１橋台配筋図（その４）

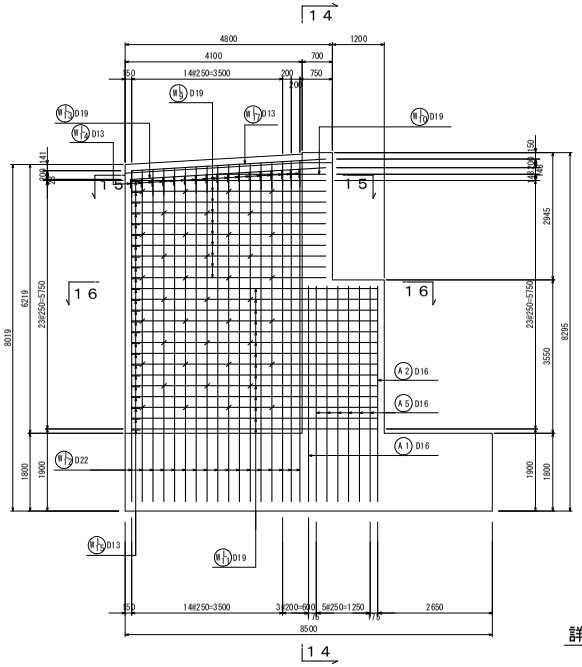
S＝１：５０

歩道橋側翼壁

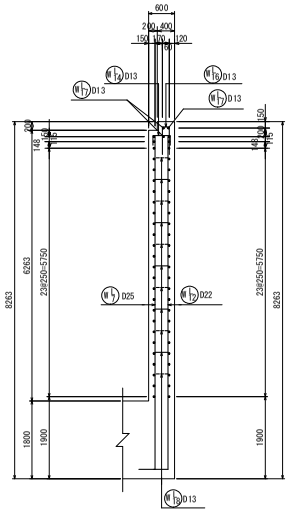
１２－１２



１３－１３



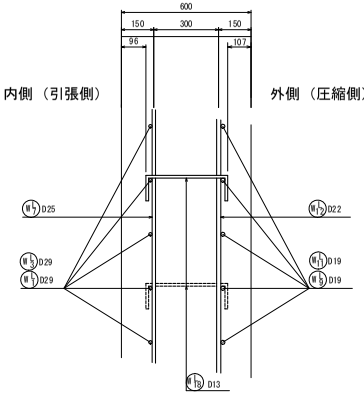
１４－１４



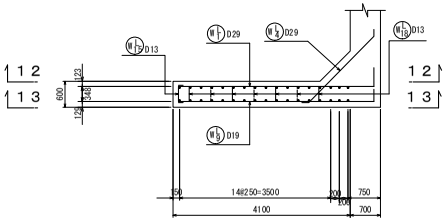
詳細図

翼壁

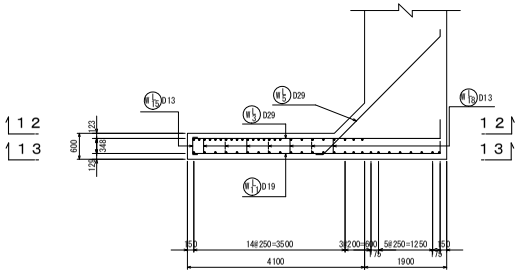
S＝１：１０



１５－１５



１６－１６

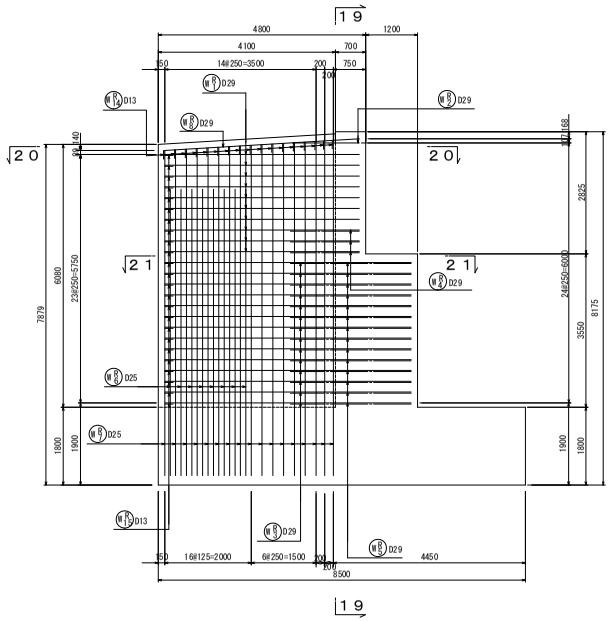


工事名	工事		
図面名	Ａ１橋台配筋図（その４）		
設計年月	平成　年　月	図面番号	
着手年月	平成　年　月		
完成年月	平成　年　月		
設計会社名			
施工会社名			
北陸地方整備局	事務所		

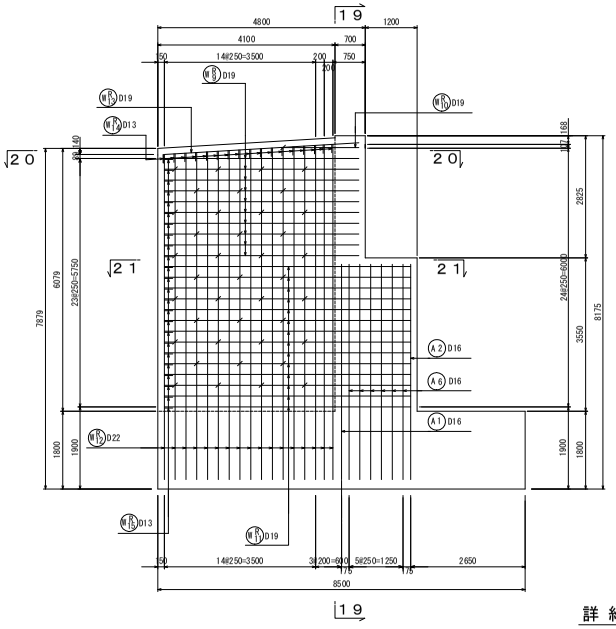
Ａ１橋台配筋図（その５）

車道側翼壁　　Ｓ＝１：５０

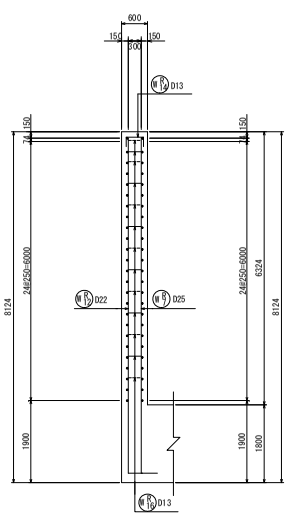
１７－１７



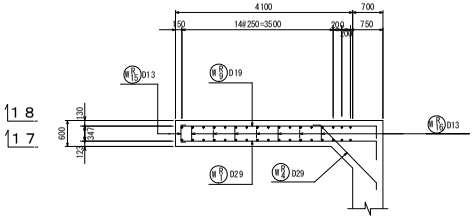
１８－１８



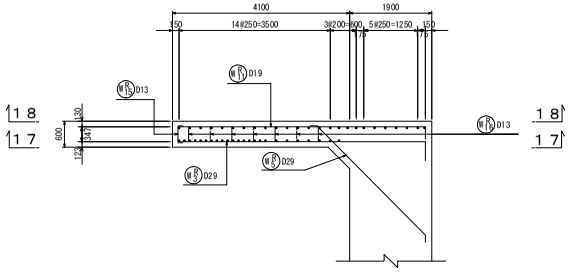
１９－１９



２０－２０

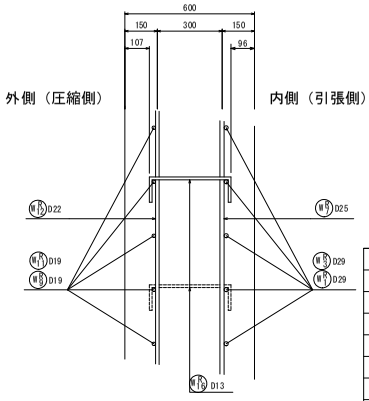


２１－２１



詳細図

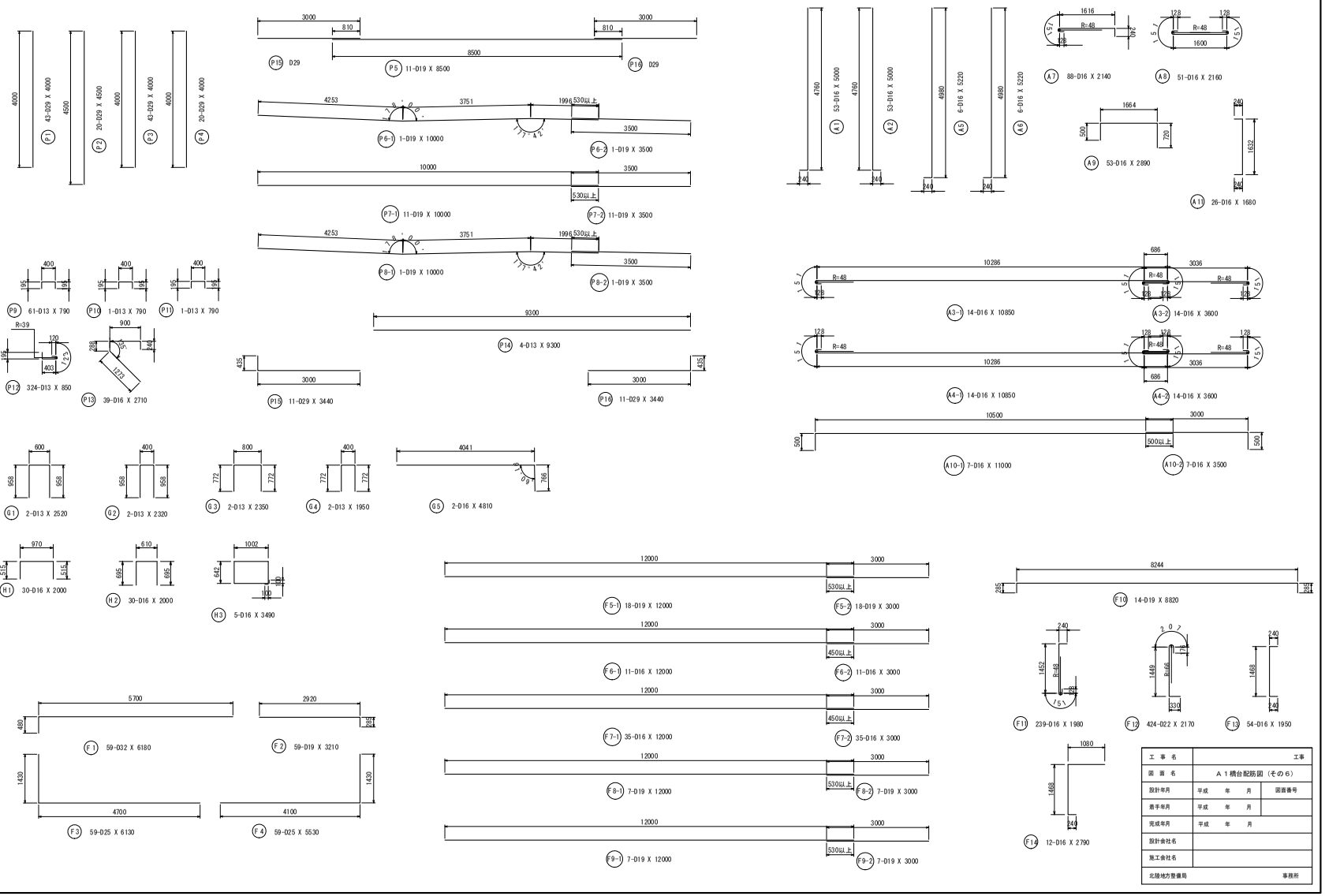
翼壁　　Ｓ＝１：１０



工事名			工事
図面名	Ａ１橋台配筋図（その５）		
設計年月	平成　年　月	図面番号	
着手年月	平成　年　月		
完成年月	平成　年　月		
設計会社名			
施工会社名			
北陸地方整備局			事務所

Ａ１橋台配筋図（その６）

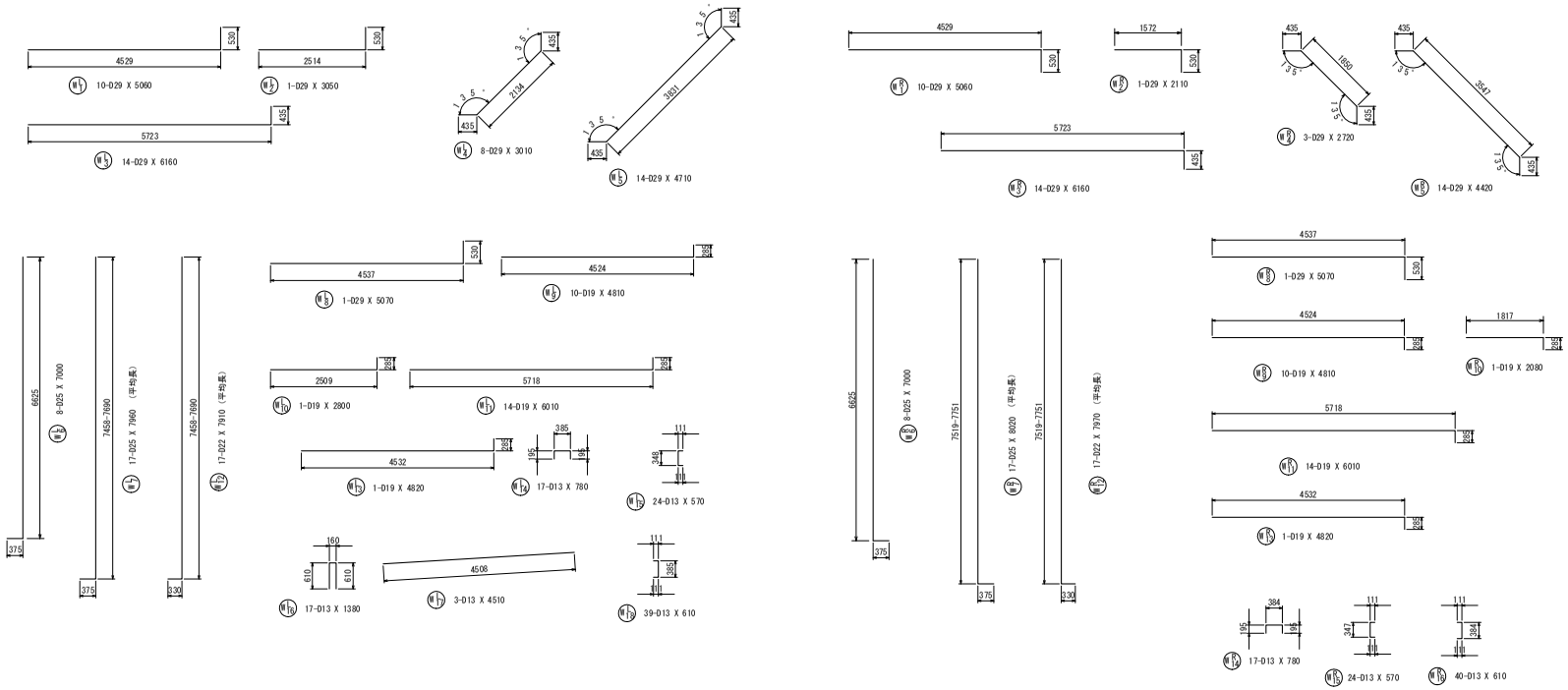
S＝１：５０



工事名			工事
図面名	Ａ１橋台配筋図（その６）		
設計年月	平成　年　月	図面番号	
着手年月	平成　年　月		
完成年月	平成　年　月		
設計会社名			
施工会社名			
北陸地方整備局		事務所	

Ａ１橋台配筋図（その７）

Ｓ＝１：５０



工事名	工事		
図面名	Ａ１橋台配筋図（その７）		
設計年月	平成　年　月	図面番号	
着手年月	平成　年　月		
完成年月	平成　年　月		
設計会社名			
施工会社名			
北陸地方整備局	事務所		

Ａ１橋台配筋図（その８）

鉄筋重量表

種別	径	長さ	本数	単位重量	一本当り重量	重量	摘要
P 1	D29	4000	43	5.04	20.160	867	
P 2	〃	4500	20	〃	22.680	454	
P 3	〃	4000	43	〃	20.160	867	
P 4	〃	4000	20	〃	20.160	403	
P 5	D19	8500	11	2.25	19.125	210	
P 6-1	〃	10000	1	〃	22.500	23	
P 6-2	〃	3500	1	〃	7.875	8	
P 7-1	〃	10000	11	〃	22.500	248	
P 7-2	〃	3500	11	〃	7.875	87	
P 8-1	〃	10000	1	〃	22.500	23	
P 8-2	〃	3500	1	〃	7.875	8	
P 9	D13	790	61	0.995	0.786	48	
P 10	〃	790	1	〃	0.786	1	
P 11	〃	790	1	〃	0.786	1	
P 12	〃	850	324	〃	0.846	274	
P 13	D16	2710	39	1.56	4.228	165	
P 14	D13	9300	4	0.995	9.254	37	
P 15	D29	3440	11	5.04	17.338	191	
P 16	〃	3440	11	〃	17.338	191	
						4106	
G 1	D13	2520	2	0.995	2.507	5	
G 2	〃	2320	2	〃	2.308	5	
G 3	〃	2350	2	〃	2.338	5	
G 4	〃	1950	2	〃	1.940	4	
G 5	D16	4810	2	1.56	7.504	15	
						34	
A 1	D16	5000	53	1.56	7.800	413	
A 2	〃	5000	53	〃	7.800	413	
A 3-1	〃	10850	14	〃	16.926	237	
A 3-2	〃	3600	14	〃	5.616	79	
A 4-1	〃	10850	14	〃	16.926	237	
A 4-2	〃	3600	14	〃	5.616	79	
A 5	〃	5220	6	〃	8.143	49	
A 6	〃	5220	6	〃	8.143	49	
A 7	〃	2140	88	〃	3.338	294	
A 8	〃	2160	51	〃	3.370	172	
A 9	〃	2890	53	〃	4.508	239	
A 10-1	〃	11000	7	〃	17.160	120	
A 10-2	〃	3500	7	〃	5.460	38	
A 11	〃	1680	26	〃	2.621	68	
						2487	
H 1	D16	2000	30	1.56	3.120	94	
H 2	〃	2000	30	〃	3.120	94	
H 3	〃	3490	5	〃	5.444	27	
						215	

種別	径	長さ	本数	単位重量	一本当り重量	重量	摘要
F 1	D32	6180	59	6.23	38.501	2272	
F 2	D19	3210	59	2.25	7.223	426	
F 3	D25	6130	59	3.98	24.397	1439	
F 4	〃	5530	59	〃	22.009	1299	
F 5-1	D19	12000	18	2.25	27.000	486	
F 5-2	〃	3000	18	〃	6.750	122	
F 6-1	D16	12000	11	1.56	18.720	206	
F 6-2	〃	3000	11	〃	4.680	51	
F 7-1	〃	12000	35	〃	18.720	655	
F 7-2	〃	3000	35	〃	4.680	164	
F 8-1	D19	12000	7	2.25	27.000	189	
F 8-2	〃	3000	7	〃	6.750	47	
F 9-1	〃	12000	7	〃	27.000	189	
F 9-2	〃	3000	7	〃	6.750	47	
F 10	〃	8820	14	〃	19.845	278	
F 11	D16	1980	239	1.56	3.089	738	
F 12	D22	2170	424	3.04	6.597	2797	
F 13	D16	1950	54	1.56	3.042	164	
F 14	D16	2790	12	1.56	4.352	52	
						11621	
W 1	D29	5060	10	5.04	25.502	255	
W 2	〃	3050	1	〃	15.372	15	
W 3	〃	6160	14	〃	31.046	435	
W 4	〃	3010	8	〃	15.170	121	
W 5	〃	4710	14	〃	23.738	332	
W 6	D25	7000	8	3.98	27.860	223	
W 7	〃	7960	17	〃	31.681	539	（平均長）
W 8	D29	5070	1	5.04	25.553	26	
W 9	D19	4810	10	2.25	10.823	108	
W 10	〃	2800	1	〃	6.300	6	
W 11	〃	6010	14	〃	13.523	189	
W 12	D22	7910	17	3.04	24.046	409	（平均長）
W 13	D19	4820	1	2.25	10.845	11	
W 14	D13	780	17	0.995	0.776	13	
W 15	〃	570	24	〃	0.567	14	
W 16	〃	1380	17	〃	1.373	23	
W 17	〃	4510	3	〃	4.487	13	
W 18	〃	610	39	〃	0.607	24	
						2756	

種別	径	長さ	本数	単位重量	一本当り重量	重量	摘要
W 0	D29	5060	10	5.04	25.502	255	
W 3	〃	2110	1	〃	10.634	11	
W 3	〃	6160	14	〃	31.046	435	
W 4	〃	2720	3	〃	13.709	41	
W 5	〃	4420	14	〃	22.277	312	
W 6	D25	7000	8	3.98	27.860	223	
W 7	〃	8020	17	〃	31.920	543	（平均長）
W 8	D29	5070	1	5.04	25.553	26	
W 9	D19	4810	10	2.25	10.823	108	
W 10	〃	2080	1	〃	4.680	5	
W 11	〃	6010	14	〃	13.523	189	
W 12	D22	7970	17	3.04	24.229	412	（平均長）
W 13	D19	4820	1	2.25	10.845	11	
W 14	D13	780	17	0.995	0.776	13	
W 15	〃	570	24	〃	0.567	14	
W 16	〃	610	40	〃	0.607	24	
						2622	

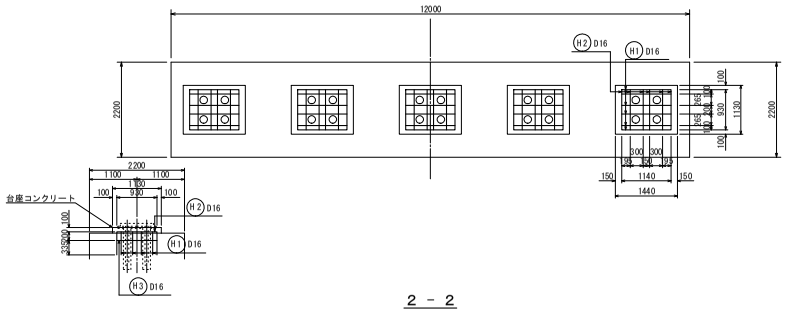
合計	D32	2272	ｋｇ
	D29	5237	ｋｇ
	D25	4266	ｋｇ
	D22	3618	ｋｇ
	D19	3018	ｋｇ
	D16	4912	ｋｇ
	D13	518	ｋｇ
総重量		23841	ｋｇ

工事名	工事	
図面名	Ａ１橋台配筋図（その８）	
設計年月	平成　年　月	図面番号
着手年月	平成　年　月	
完成年月	平成　年　月	
設計会社名		
施工会社名		
北陸地方整備局	事務所	

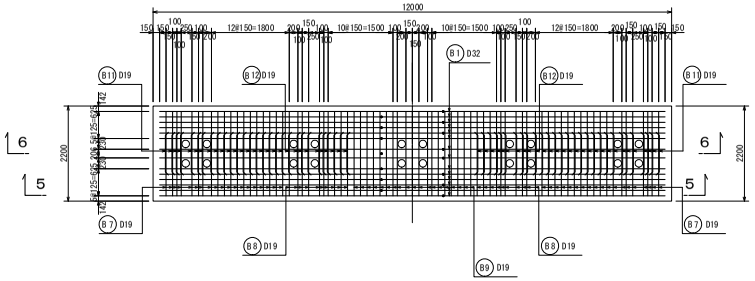
Ｐ１橋脚配筋図（その１）

S＝１：５０

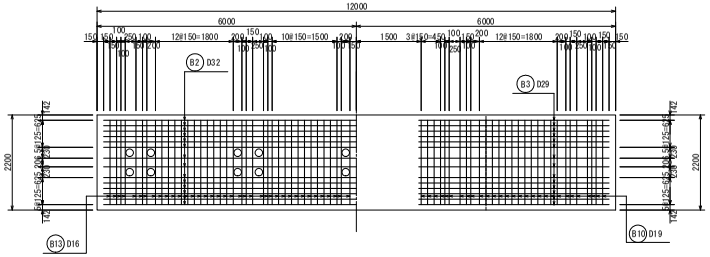
１－１



２－２



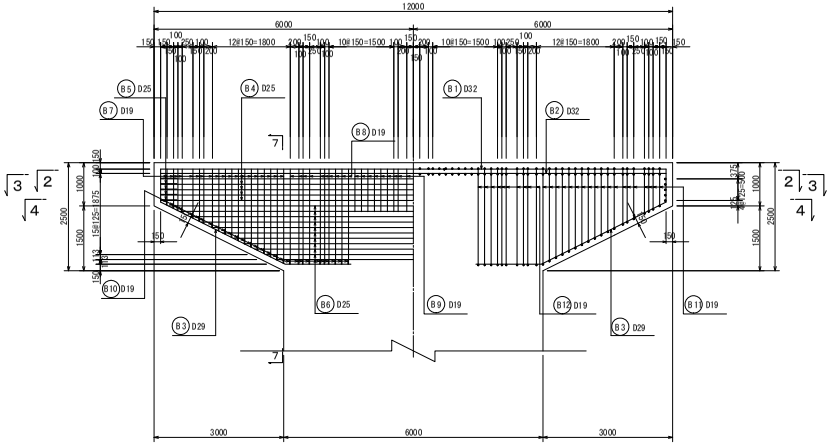
３－３



４－４

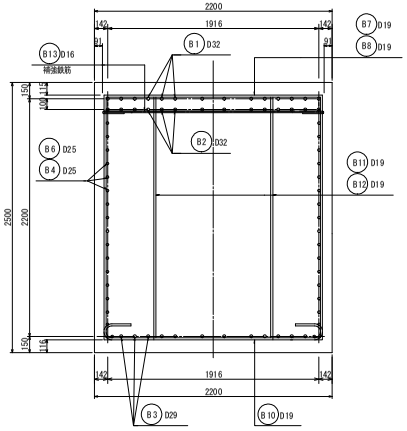
５－５

６－６

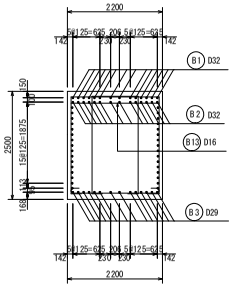


梁詳細図

S＝１：２０



７－７

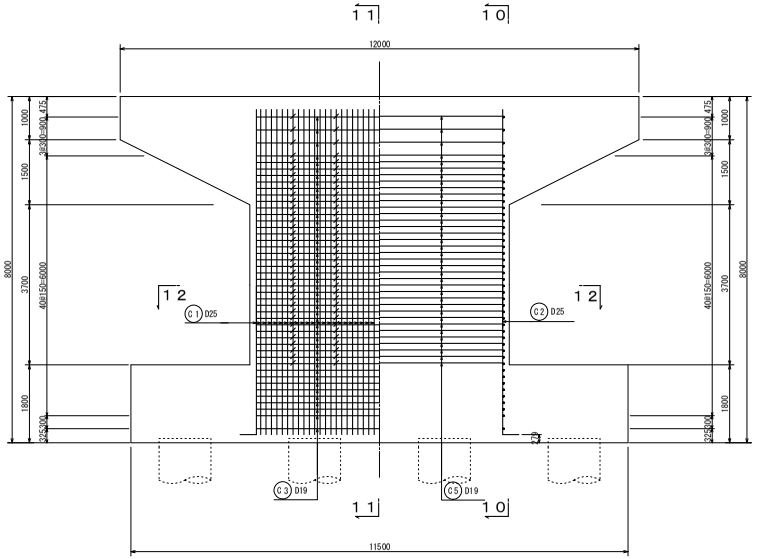


工事名			工事
図面名	Ｐ１橋脚配筋図（その１）		
設計年月	平成　年　月	図面番号	
着手年月	平成　年　月		
完成年月	平成　年　月		
設計会社名			
施工会社名			
北陸地方整備局		事務所	

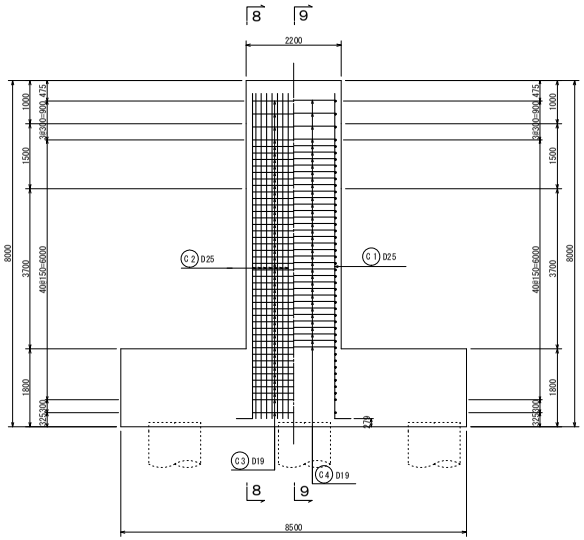
Ｐ１橋脚配筋図（その２）

Ｓ＝１：５０

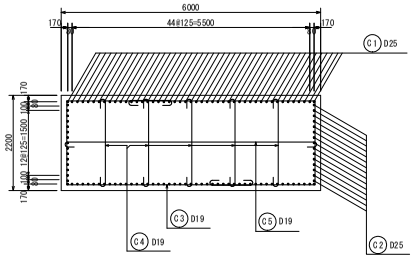
８－８　　９－９



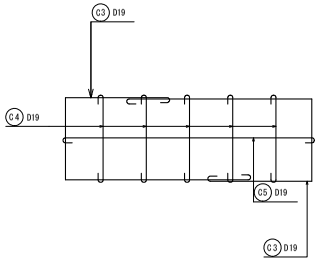
１０－１０　　１１－１１



１２－１２

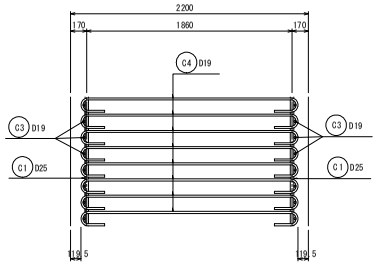


帯鉄筋組立図



柱詳細図

Ｓ＝１：２０

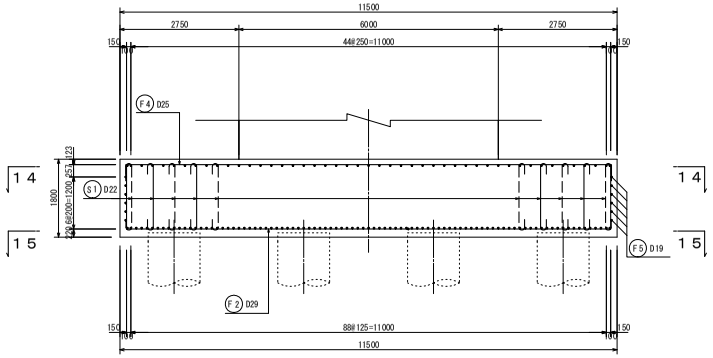


工事名	工事		
図面名	Ｐ１橋脚配筋図（その２）		
設計年月	平成　年　月	図面番号	
着手年月	平成　年　月		
完成年月	平成　年　月		
設計会社名			
施工会社名			
北陸地方整備局	事務所		

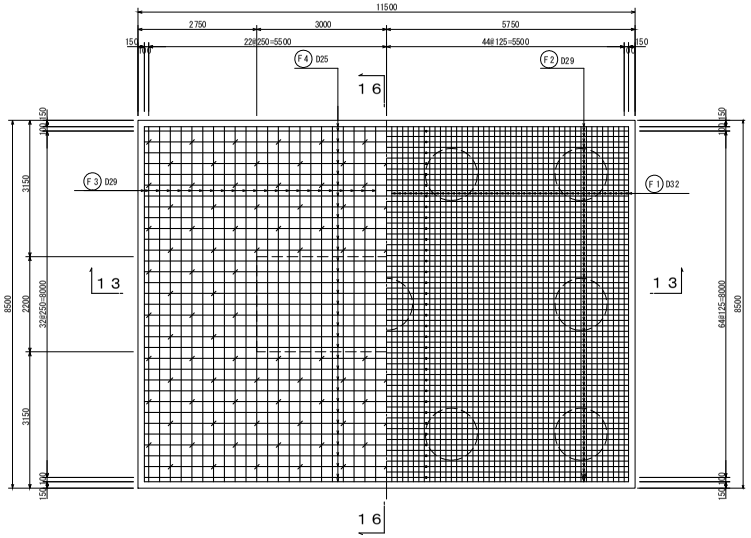
Ｐ１橋脚配筋図（その３）

Ｓ＝１：５０

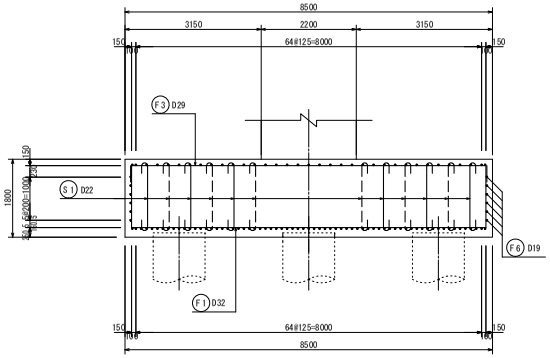
１３－１３



１４－１４　　１５－１５

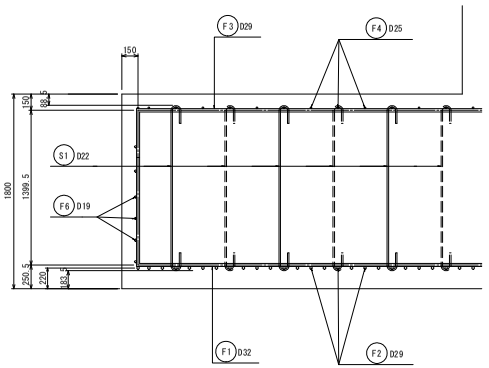


１６－１６



底版詳細図

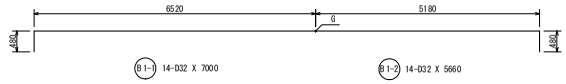
Ｓ＝１：２０



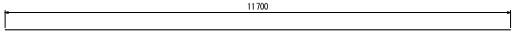
工事名			工事
図面名	Ｐ１橋脚配筋図（その３）		
設計年月	平成　年　月	図面番号	
着手年月	平成　年　月		
完成年月	平成　年　月		
設計会社名			
施工会社名			
北陸地方整備局		事務所	

Ｐ１橋脚配筋図（その４）

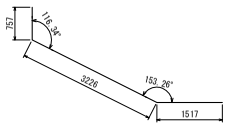
Ｓ＝１：５０



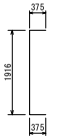
B1-1 14-D32 X 7000　　B1-2 14-D32 X 5660



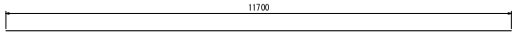
B2 14-D32 X 11700



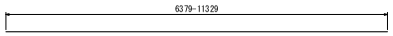
B3 28-D29 X 5500



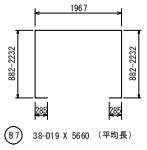
B5 10-D25 X 2670



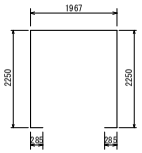
B4 10-D25 X 11700



B6 22-D25 X 8840 （平均長）

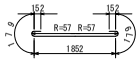


B7 38-D19 X 5660 （平均長）

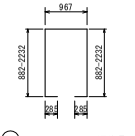


B8 20-D19 X 7040

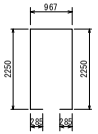
B9 19-D19 X 3500



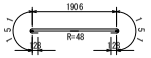
B10 58-D19 X 2520



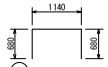
B11 38-D19 X 4660 （平均長）



B12 20-D19 X 6040

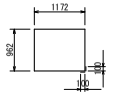


B13 77-D16 X 2470

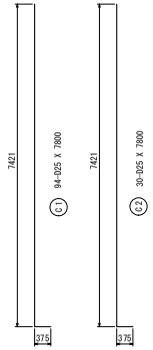


H1 30-D16 X 2500

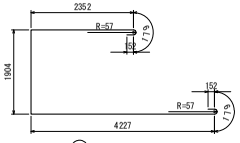
H2 30-D16 X 2000



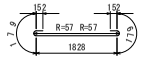
H3 5-D16 X 4470



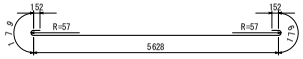
C1 84-D25 X 7800　　C2 30-D25 X 7800



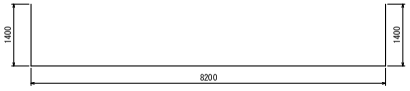
C3 90-D19 X 9150



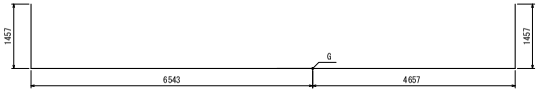
C4 180-D19 X 2490



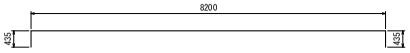
G5 36-D19 X 6290



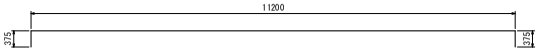
F1 91-D32 X 11000



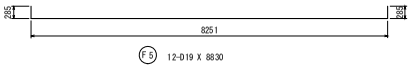
F2-1 67-D29 X 8000　　F2-2 67-D29 X 6120



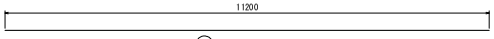
F3 47-D29 X 9070



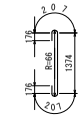
F4 35-D25 X 11950



F5 12-D19 X 8830



F6 12-D19 X 11200



S1 158-D22 X 2140

※G・・・ガス圧接

工事名	工事		
図面名	Ｐ１橋脚配筋図（その４）		
設計年月	平成　年　月	図面番号	
着手年月	平成　年　月		
完成年月	平成　年　月		
設計会社名			
施工会社名			
北陸地方整備局	事務所		

Ｐ１橋脚配筋図（その５）

鉄筋重量表

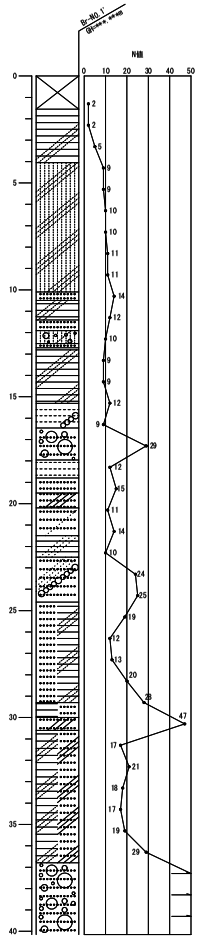
種別	径	長さ	本数	単位重量	一本当り重量	重量	摘要
B 1-1	D32	7000	14	6.23	43.610	611	(14)
B 1-2	〃	5660	14	〃	35.262	494	
B 2	〃	11700	14	〃	72.891	1020	
B 3	D29	5500	28	5.04	27.720	776	
B 4	D25	11700	10	3.98	46.566	466	
B 5	〃	2670	10	〃	10.627	106	
B 6	〃	8840	22	〃	35.183	774	(平均長)
B 7	D19	5660	38	2.25	12.735	484	(平均長)
B 8	〃	7040	20	〃	15.840	317	
B 9	〃	3500	19	〃	7.875	150	
B 10	〃	2520	58	〃	5.670	329	
B 11	〃	4660	38	〃	10.485	398	(平均長)
B 12	〃	6040	20	〃	13.590	272	
B 13	D16	2470	77	1.56	3.853	297	
						6494	
H 1	D16	2500	30	1.56	3.900	117	
H 2	〃	2000	30	〃	3.120	94	
H 3	〃	4470	5	〃	6.973	35	
						246	
C 1	D25	7800	94	3.98	31.044	2918	
C 2	〃	7800	30	〃	31.044	931	
C 3	D19	9150	90	2.25	20.588	1853	
C 4	〃	2490	180	〃	5.603	1009	
C 5	〃	6290	36	〃	14.153	510	
						7221	
F 1	D32	11000	91	6.23	68.530	6236	
F 2-1	D29	8000	67	5.04	40.320	2701	(67)
F 2-2	〃	6120	67	〃	30.845	2067	
F 3	〃	9070	47	〃	45.713	2149	
F 4	D25	11950	35	3.98	47.561	1665	
F 5	D19	8830	12	2.25	19.868	238	
F 6	〃	11200	12	〃	25.200	302	
						15358	
S 1	D22	2140	158	3.04	6.506	1028	
						1028	

（ガス圧接箇所）

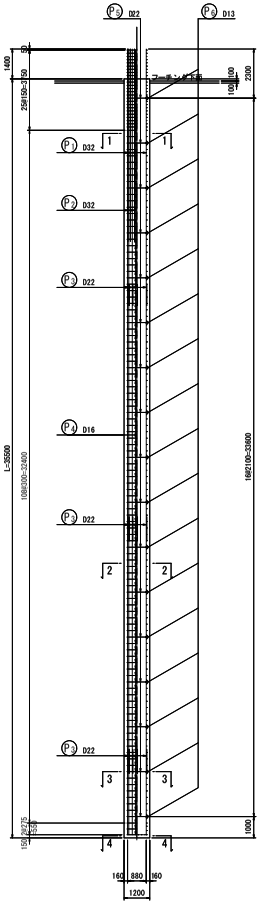
合計	D32	8361	kg （14）
	D29	7693	kg （67）
	D25	6860	kg
	D22	1028	kg
	D19	5862	kg
	D16	543	kg
総重量		30347	kg （81）

工事名			工事
図面名	Ｐ１橋脚配筋図（その５）		
設計年月	平成　年　月	図面番号	
着手年月	平成　年　月		
完成年月	平成　年　月		
設計会社名			
施工会社名			
北陸地方整備局			事務所

A1橋台場所打ち杭配置図（その1）

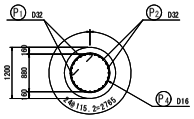


側 面 図 S=1:100

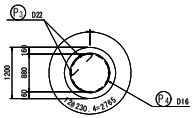


断 面 図 S=1:50

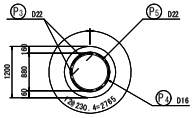
1 － 1



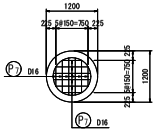
2 － 2



3 － 3



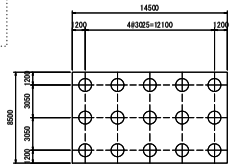
4 － 4



スペーサー詳細図 S=1:10

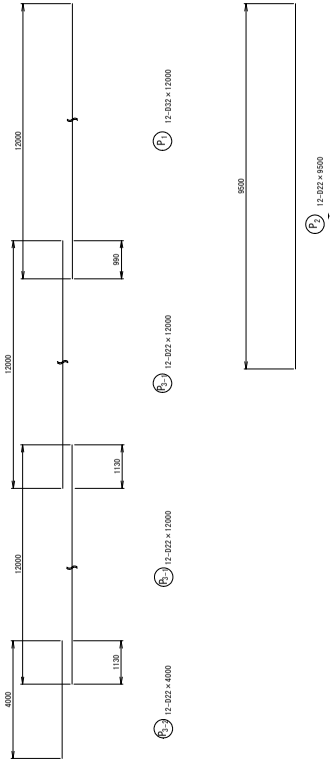
※リバース工法の場合は、スライム処理等のためトレミー管の挿入に配慮した底部鉄筋の組立とする。

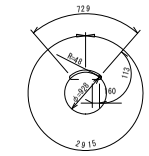
杭配置図



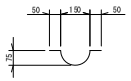
工事名	工事		
図面名	A1橋台場所打ち杭配置図（その1）		
設計年月	平成　年　月	図面番号	
着手年月	平成　年　月		
完成年月	平成　年　月		
設計会社名			
施工会社名			
北陸地方整備局	事務所		

Ａ１橋台場所打ち杭配筋図（その２）

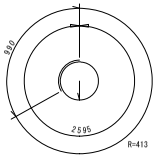




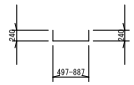
P4 137-D16 X 4190



P6 68-D13 X 340



P5 17-D22 X 3590



P7 12-D16 X 1180 （平均長）

鉄筋重量表

鉄筋ＳＤ３４５							
種別	径	長さ	本数	単位重量	一本当り重量	重量	摘要
P 1	D32	12000	12	6.23	74.760	897	
P 2	〃	9500	12	〃	59.185	710	
P 3-1	D22	12000	24	3.04	36.480	876	
P 3-2	〃	4000	12	〃	12.160	146	
P 4	D16	4190	137	1.56	6.536	895	
P 5	D22	3590	17	3.04	10.914	186	
P 6	D13	340	68	0.995	0.338	23	
P 7	D16	1180	12	1.56	1.841	22	（平均長）
						3795 kg	
杭１本当り		D32			1607 kg		
		D22			1208 kg		
		D16			917 kg		
		D13			23 kg		
	合計				3795 kg		
１橋台当り		D32	1607 × 15 =		24105 kg		
		D22	1208 × 15 =		18120 kg		
		D16	917 × 15 =		13755 kg		
		D13	23 × 15 =		345 kg		
	合計				56325 kg		

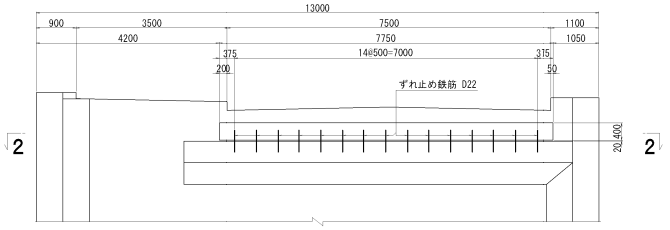
鉄筋の組立てにおいては、組立ての形状保持などのための溶接は行ってはならない。

工 事 名	工事		
図 面 名	Ａ１橋台場所打ち杭配筋図（その２）		
設計年月	平成 年 月	図面番号	
着手年月	平成 年 月		
完成年月	平成 年 月		
設計会社名			
施工会社名			
北陸地方整備局	事務所		

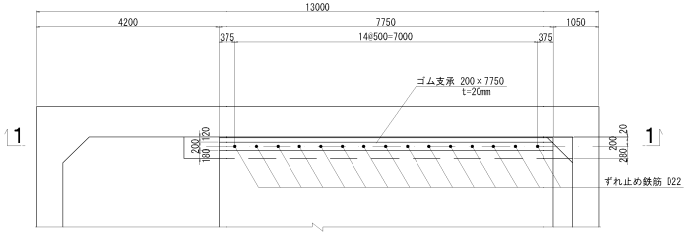
Ａ１橋台踏掛版配筋図

S=1:50

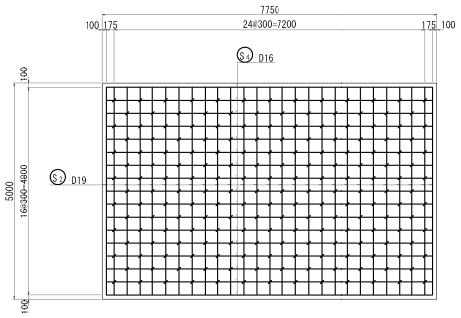
1 - 1



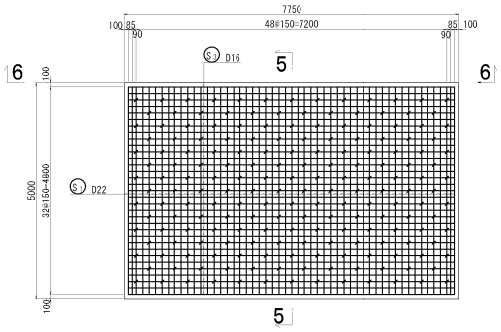
2 - 2



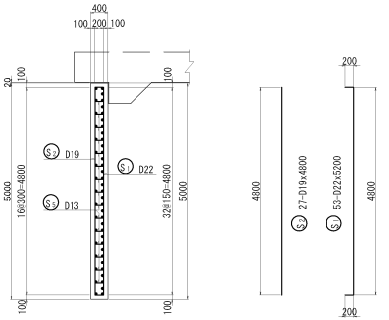
3 - 3



4 - 4



5 - 5

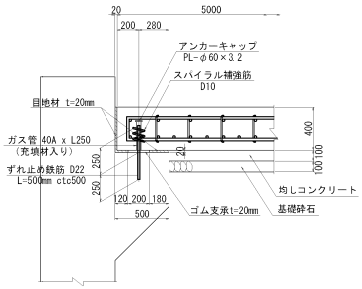


鉄筋表

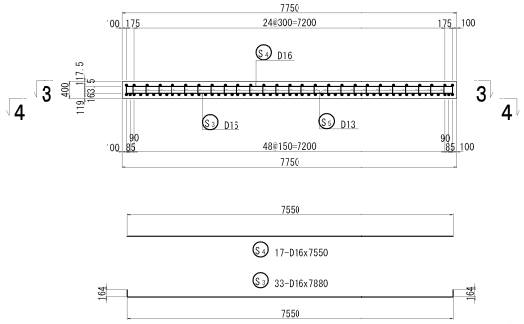
種別	径	長さ	本数	単位質量	一本当り質量	質量	摘要
S1	D22	5200	53	3.04	15.81	838	
2	D19	4800	27	2.25	10.80	292	
3	D16	7880	33	1.55	12.29	406	
4	〃	7550	17	〃	11.78	200	
5	D13	630	188	0.995	0.63	118	
6	D10	960	15	0.55	0.54	8	
						1862 kg	

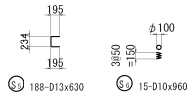
D22	838	kg
D19	292	kg
D16	606	kg
D13	118	kg
D10	8	kg
合 計	1862	kg

受台詳細図 S=1:20



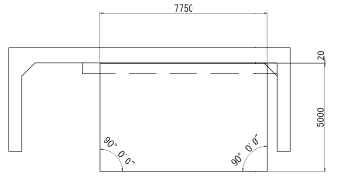
6 - 6





※ アンカー筋Ｄ２２は、躯体図面にて数量を計上する。

位置図 S=1:100



工事名			工事
図面名	Ａ１橋台踏掛版配筋図		
設計年月	平成 年 月	図面番号	
着手年月	平成 年 月		
完成年月	平成 年 月		
設計会社名			
施工会社名			
北陸地方整備局		事務所	

９－５－６　直接基礎

９－５－６－１　設計一般

直接基礎の設計は、「道路橋示方書Ⅳ下部構造編」９章により設計する。なお、斜面上の直接基礎の設計は、本要領９－５－６－２による。

支持地盤の地盤定数及び基礎の設計根入れ深さは**９－５－１－４　基礎の根入れ深さ**によるものとし、支持力の照査では基礎の過大な沈下を避けるため、荷重の偏心傾斜を考慮した支持力照査のほか、永続作用支配状況における最大地盤反力度は「道路橋示方書Ⅳ下部構造編」表９．５．１及び表９．５．２に示す値以下に抑えるものとする。

また道路橋示方書に対し、一般国道ではその路線の重要性などから原則として次の事項について考慮する。

① 滑動に対しては原則として基礎底面のせん断抵抗のみで抵抗させ、突起は設けないものとする。やむを得ず突起を設ける場合は硬岩などの良好な地盤を対象とし、水平力を確実に地盤につたえるため充分に支持地盤に貫入させるものとする。

② 道示では、根入れ部に水平荷重を分担させることができるとしているが、一般国道ではその路線の重要性などから、原則として分担させてはならない。

９－５－６－２　斜面上の直接基礎

１．形状･寸法の計画

（１）斜面上に直接基礎を設ける場合は、地山や永久のり面をいたずらに乱さないように施工上十分留意する。また、掘削土量を極力少なくすることが望ましく、掘削土量が多くなる場合は段切り基礎を設けて良い。

（２）段切り基礎の場合は、段差フーチング形式を原則とする。やむを得ず、置換え基礎を用いる場合は、全体の安定が損なわないよう十分留意する必要がある。

（３）段差フーチングは、一方向のみとすることが望ましい。

（４）段差フーチング及び置換え基礎の段差高さ、段差数及び各段平面部分の幅は、現地の状況や地層の傾斜状況に十分配慮して決定するものとする。

（１）斜面上の直接基礎とは**図９.163** に示すような、基礎地盤が 10° 以上傾斜した箇所に設ける段差なしフーチング基礎と段切り基礎をいうものとする。段切り基礎はフーチング構造上から更に段差フーチング基礎と置換えコンクリート基礎に分類される。

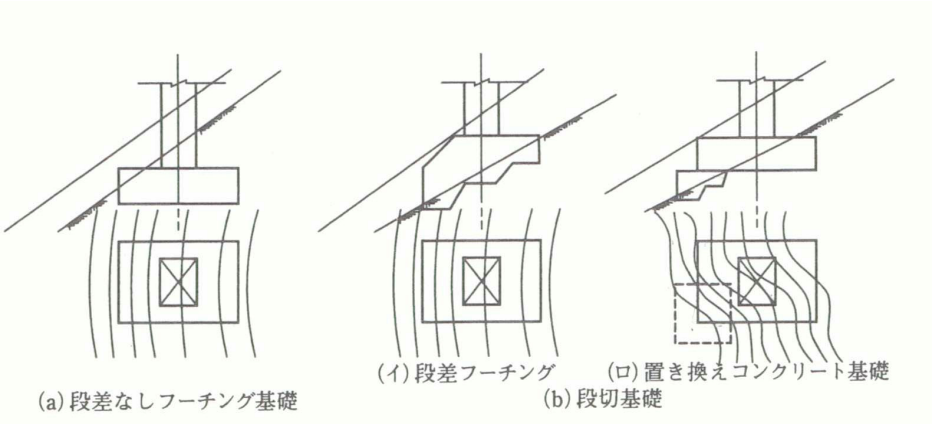


図９.163　斜面上の直接基礎の種類

段切り基礎の中で置換え基礎は、本来、支持地盤になり得ない不良地盤を取除き、貧配合のコンクリートで置換え、支持地盤としての機能を持たせることを主な目的としたものである。したがって、設計時においては段差フーチング基礎を原則とした。ただし、段差フーチングの設計では、支持地盤線を高い精度で推定する必要があるため、十分な地質調査を実施する。

（3）段差フーチング

ｉ） 段差フーチングの段差高は１段につき 3.0m以下、段数は２段まで、段差は１方向のみとする。

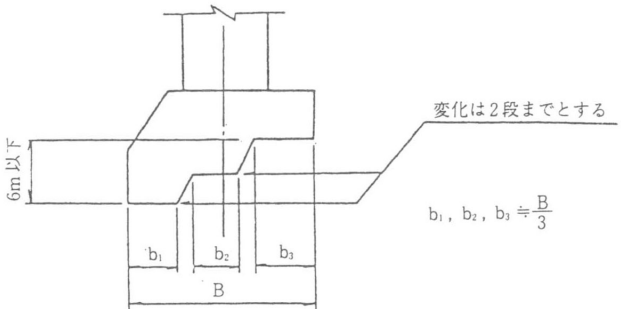


図９.164　段差フーチング

ⅱ） 置換え基礎は、次によるものとする。

① 置換え基礎の全高は 3.0m以下、段差は１段までとする。

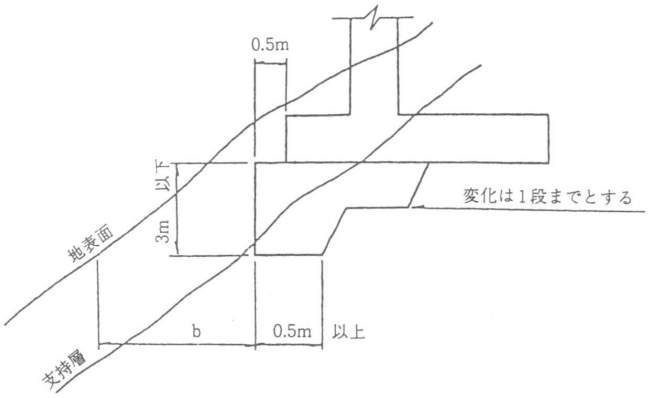


図９.165　置換え基礎

② 基礎底面にしめる不良地盤の割合が大きいと、支持地盤としては不適当であることから、置換え基礎の範囲は、下記を目安にするものとする。

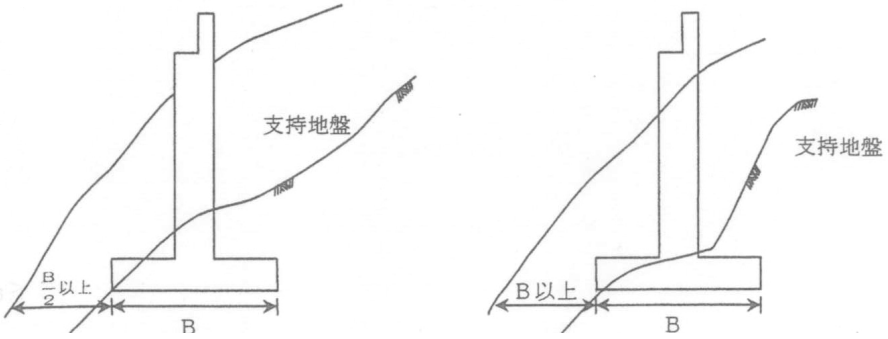
一方向の場合：１／３（置換え面積と基礎面積の比）以下

二方向の場合：１／４（置換え面積と基礎面積の比）以下

ここで、基礎面積は本体フーチング底面積、置換え面積はフーチング底面積のうち置換え基礎で置換えられる面積とする。

③ 置換え基礎のコンクリート強度は、なるべく良質な基礎地盤と同程度とするのが望ましい。また、コンクリート表面にひびわれ防止鉄筋（D13 ctc250㎜）を設けるものとする。

ⅲ）斜面上の直接基礎で、長期的に安定した地表面からの前面余裕幅は、**図９．166** を目安とし、斜面上の支持力度の照査結果をもとに橋台位置の安全性を確認する。



（ａ）支持層が堅固な岩盤の場合　　**（ｂ）支持層が良好な場合**

図９．166　斜面上の直接基礎の前面余裕幅

２．鉛直方向極限支持力

斜面上の直接基礎の支持力照査にあたっては、部分係数が確立されていないため、当面は以下の通り従来の照査方法を用いるものとする。

（１）斜面上の基礎の鉛直支持力は式（９－２）から求める。

$$Ru = A' \cdot qf \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \text{式（９－２）}$$

ここに、

A′ ：有効載荷面積（m^2）（仮想載荷面は（３）参照）

qf　：荷重の偏心傾斜および斜面上の基礎で天端余裕幅を考慮した基礎地盤の極限鉛直支持力度（kN／m^2）

$$qf = \frac{q_d - q_{bo}}{R} \times \frac{b}{B'} + q_{bo}$$

q_d ：水平地盤における極限鉛直支持力度（kN／m^2）

q_{bo}：斜面上の基礎において荷重端が法肩にある状態（ｂ＝0）での極限鉛直支持力度（kN／m^2）

q_{bo}は式（９－３）から求める。

$$q_{bo} = \eta \cdot q' = \eta \left\{ \alpha C N_c \left(C^*\right)^{\lambda} + \frac{\eta}{2} \beta \gamma B' N_\gamma \left(B^*\right)^{\mu} \right\} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \text{式（９－３）}$$

R　：水平地盤におけるすべり面縁端と荷重端との距離と載荷幅との比（$R = \gamma' / B'$）。せん断抵抗角φより求める。（**図９．167** 参照、値は**図９．173** から求める。）

ｂ　：斜面上の基礎における前面余裕幅（m）

B′：有効載荷幅（m）$B' = B - 2e_B$

e_B：偏心距離

Nc．N　：荷重傾斜を考慮した支持力係数で基礎地盤のせん断抵抗（ϕ）、荷重の傾斜（θ）、斜面傾斜（β）より求まる。

α、β　：基礎の形状係数。「H24 道路橋示方書 Ⅳ 下部構造編」表－解 10．３．３による。

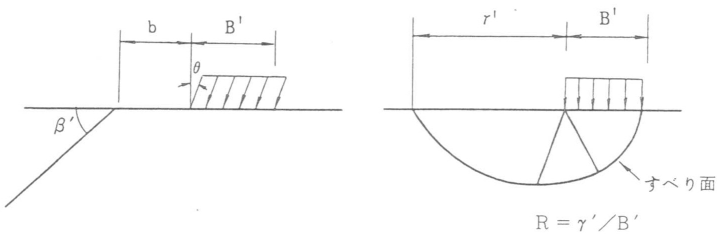


図９．167　斜面上の係数

η：段切り基礎を用いる場合の補正係数で次式から求める。

$\eta = 1 - m \cdot \cot(\omega)$

ただし、基礎底面が平坦な場合$\eta = 1$、$\eta \cdot B' \leqq a$の場合、$\eta \cdot B' = a$とする。(**図９.168**)

m：段切り高さ（h）のフーチング幅（B）との比、$m = \Sigma h / B$

ω：$\dfrac{\pi}{4} + \dfrac{\phi}{2} - \theta$

θ：荷重の傾斜角度

C^*：$C^* = C / C_0$　ただし$1 \leqq C^* \leqq 10$

C　：地盤の粘着力（kN／m^2）

C_0：$C_0 = 10$（kN／m^2）

B^*：B' / B_0

B_0：$B_0 = 1.0$（m）

λ、μ：基礎の寸法効果に対する補正係数

$\lambda = \mu = -1/3$とする。

ただし、せん断抵抗力ϕを道示等より推定する場合$C^* = B^* = 1$とする。

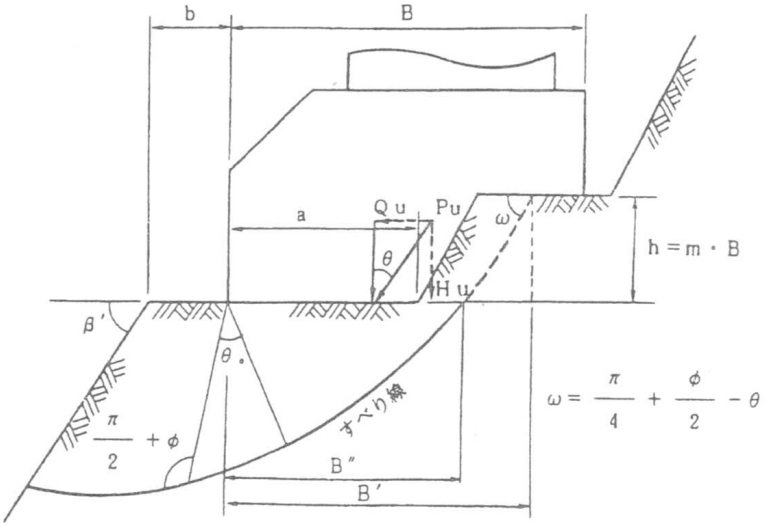


図９.168　段切り基礎のすべり面

β'：支持層の斜面傾斜角度(°)ただし、地震時は次のように震度を考慮した角度(βe)とする。

$Be = \beta' + \tan^{-1} K_h$

K_h：基礎地盤の震度

γ_1：支持地盤の単位体積重量（kN／m^2）

水平地盤における極限鉛直支持力度（kN／m^2）

$$q_d = \alpha C N_c (C^*)^{\lambda} + \frac{1}{2} \beta \gamma_1 B' N_{\gamma} (B^*)^{\mu} + p_0 N_q (C^*)$$

Nc、N_γ、N_q：荷重傾斜を考慮した支持力係数で「H24 道路橋示方書 IV 下部構造編」図－解 10．3．1～10．3．3より求める。

p_0：上載荷重（kN／m^2）で、$p_0 = \gamma_2 D_f$

γ_2：根入れ地盤の単位体積重量（kN／m^2）

D_f：基礎の有効根入れ深さ（m）

（2）斜面上に基礎を設ける場合は、式（９－２）により支持力を算出すると同時に斜面の安定についても検討するものとする。

（1）鉛直方向極限支持力の算出

ｉ）式（９－２）、式（９－３）は、従来の斜面上の直接基礎の極限支持力に段切り基礎の支持力評価をとり込んだ形とした。

段切り基礎を用いる場合の補正係数ηは、段切り基礎の段差高さが高くなるに従い地盤の極限支持力が低下していくことを表現したものである。平坦地盤の場合に比べ段切り基礎の支持力が低下していくことは、現場実験、室内模型実験及び遠心力載荷実験などによって確認されている。**図９.169** に現場実験の結果及びこれと同一の試料を用いた遠心力載荷実験の例を示す。

なお、本式を適用するにあたっては、斜面角 10°以上の斜面上基礎に適用するが、斜面傾斜角が小さいときは、支持力係数N_γは「H24 道路橋示方書 IV 下部構造編」により求まる支持力係数N_rよりも大きくなる場合がある。これは、両者で想定しているすべり面が相違することによるものである。しかしながら、本方法では根入れ効果を期待していないため、極限支持力の差は問題とならない。この場合には小さい方の極限支持力を採用するものとする。

ⅱ）地震時における斜面上の基礎の支持力は、地山に作用する震度に対応する角度を現況の斜面傾斜角に付加することで評価することにした。これは種々の試算の結果、本条のように考えれば、地震時の震度を考慮して極限支持力を求めた場合にはほぼ匹敵することが判明したことによる。

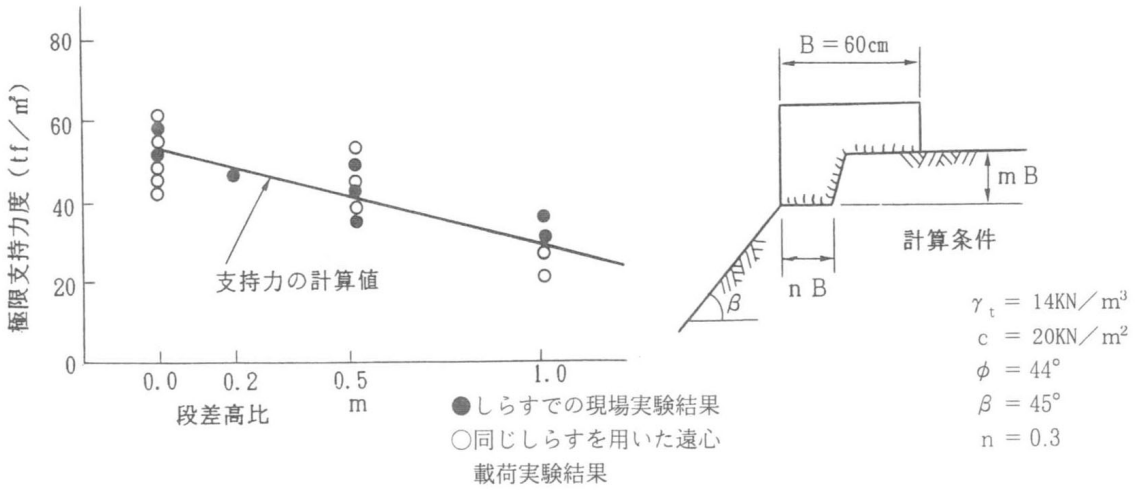


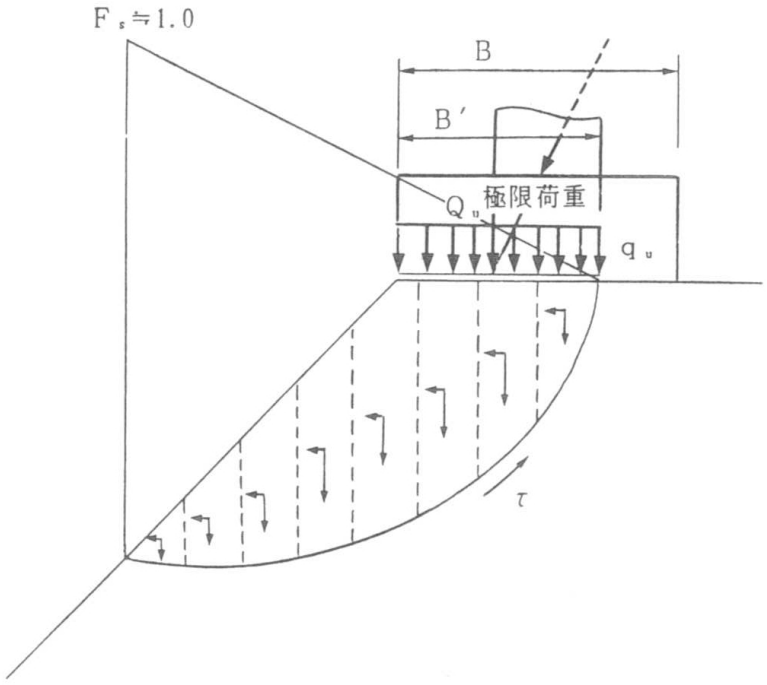
図９.169　斜面上直接基礎の支持力計算値と実験結果値の比較

ⅲ）基礎地盤が多層地盤からなる場合には式（９－２）の適用が困難である。この場合には次の方法で支持力を求めることができる。

斜面上の基礎の場合には円弧すべりで考えても支障がないことから、円弧すべりを用いた方法（Bishop 法等）により極限支持力を求めてよい。

図９.170 は円弧すべり破壊を模式的に示したものである。すべり面のせん断抵抗力がすべり面全体にわたって発揮されるとき（F_s＝1.0）の付加荷重が極限支持力である。

計算の流れを**図９.171** に示す。



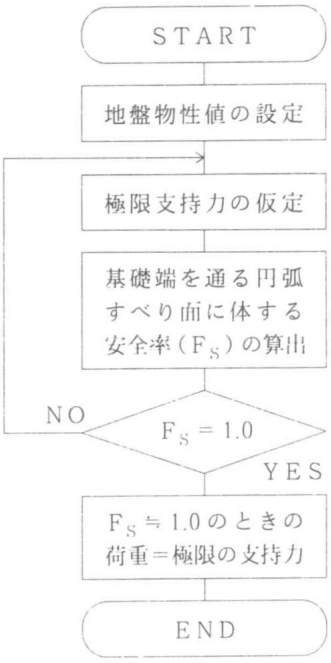
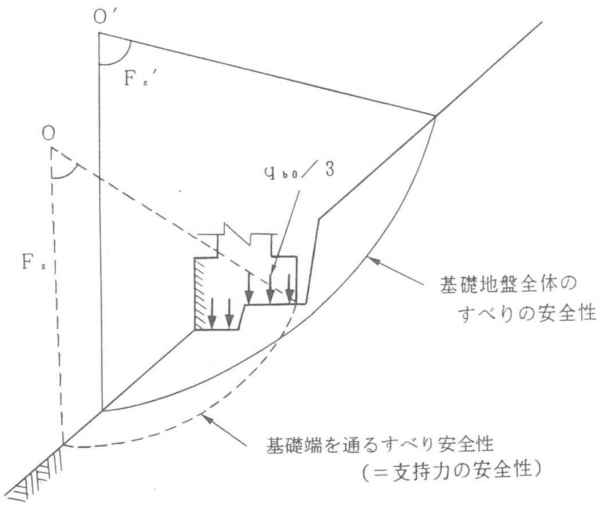


図９.170　円弧すべりによる極限支持力計算の模式図

図９.171　極限支持力の計算フローチャート

（2）斜面全体としての安定照査

斜面上に直接基礎を設ける場合は、フーチング後端を通る支持力的な斜面破壊と基礎を含む一般的な斜面破壊を生じうる。一般に、基礎地盤全体が均一な場合の斜面安定は、前者により検討するが、地層構成が複雑であり、地形的にも変化が激しい場合は、支持力的な斜面安定だけでなく基礎地盤全体を含めた総合的な検討をしなければならない。(**図９.172** に常時の場合の概念図を示す)。



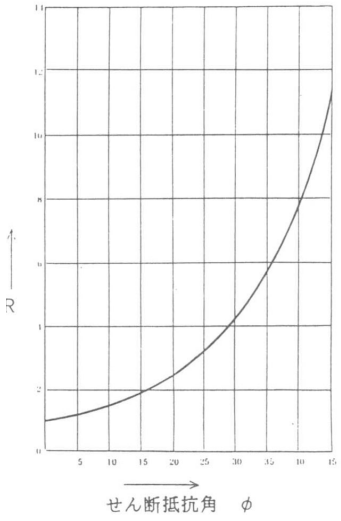


図９.172　斜面安定の概念図

図９.173　Rの値を求めるグラフ

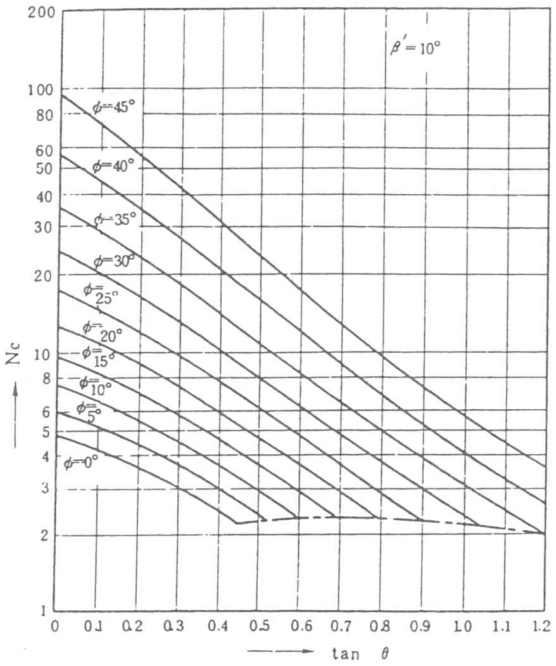


図９.174

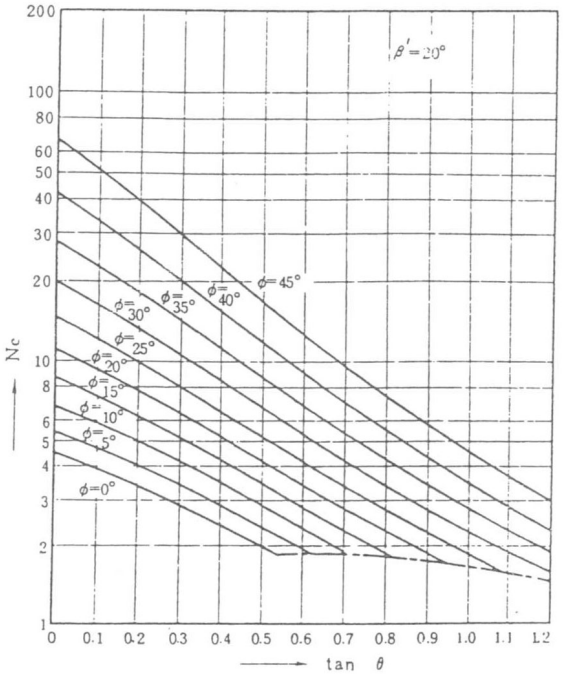


図９.175

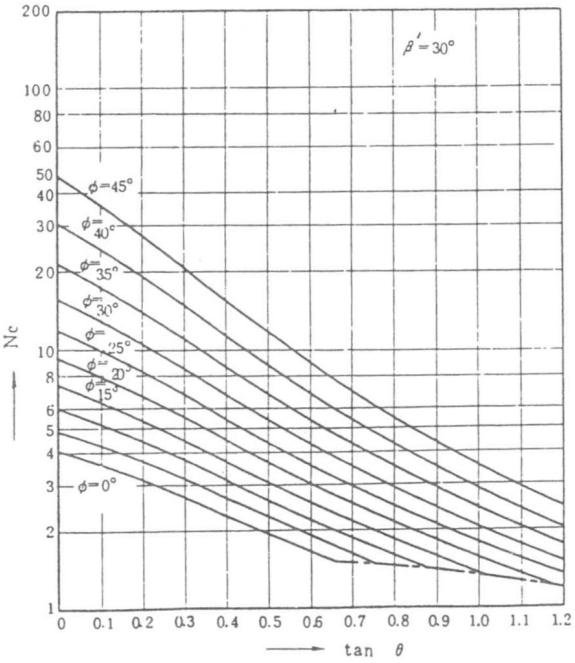


図９.176

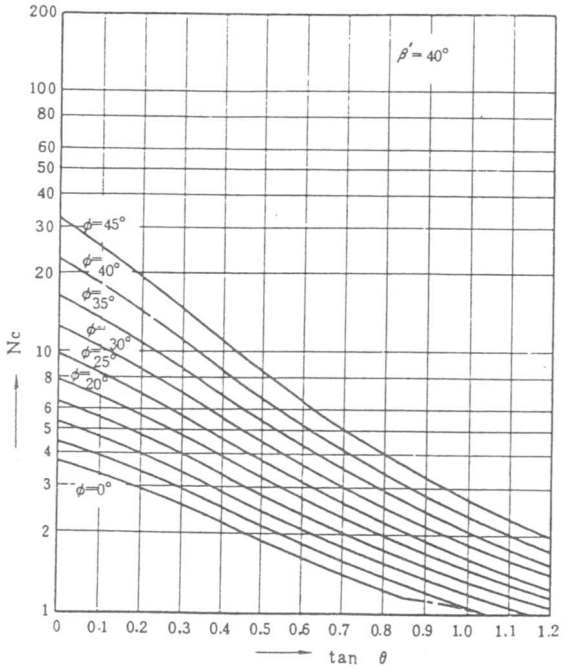


図９.177

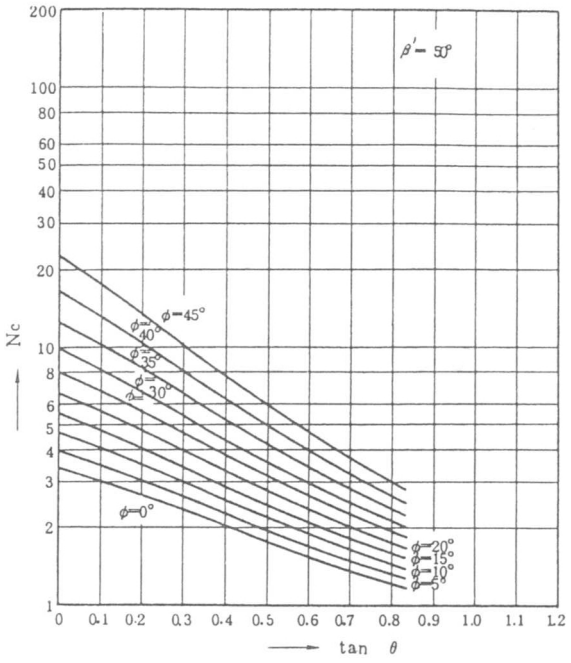


図９．178

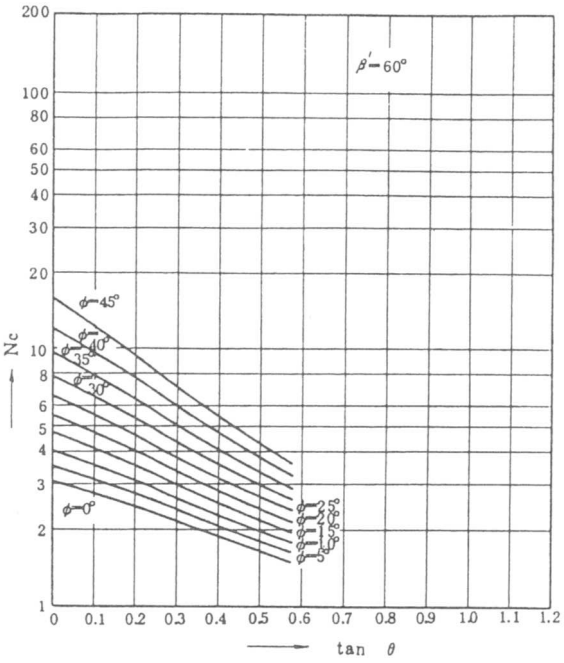


図９．179

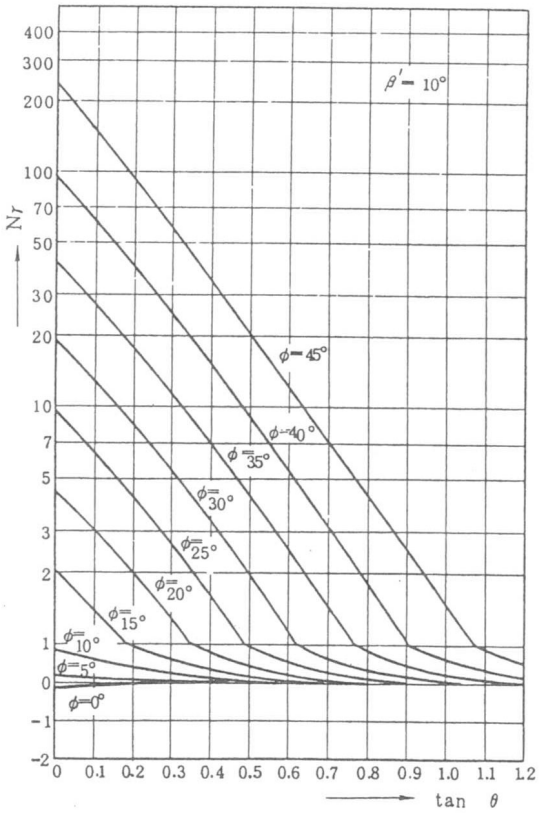


図９．180

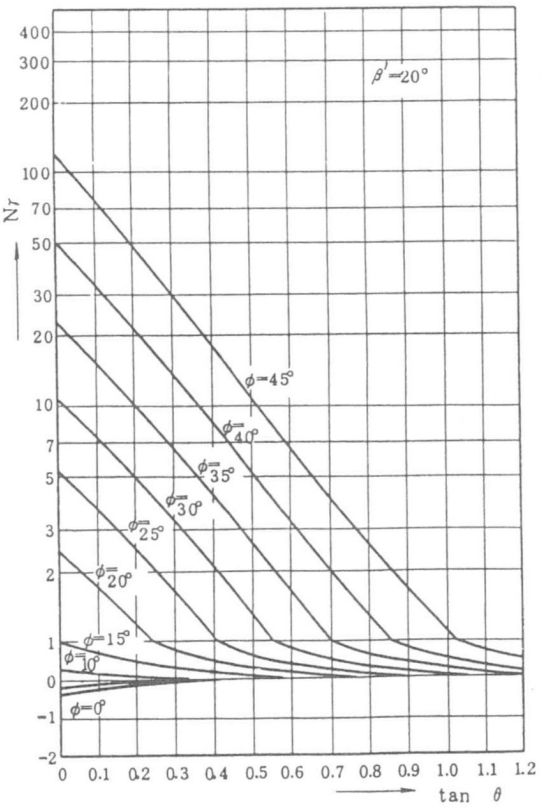


図９．181

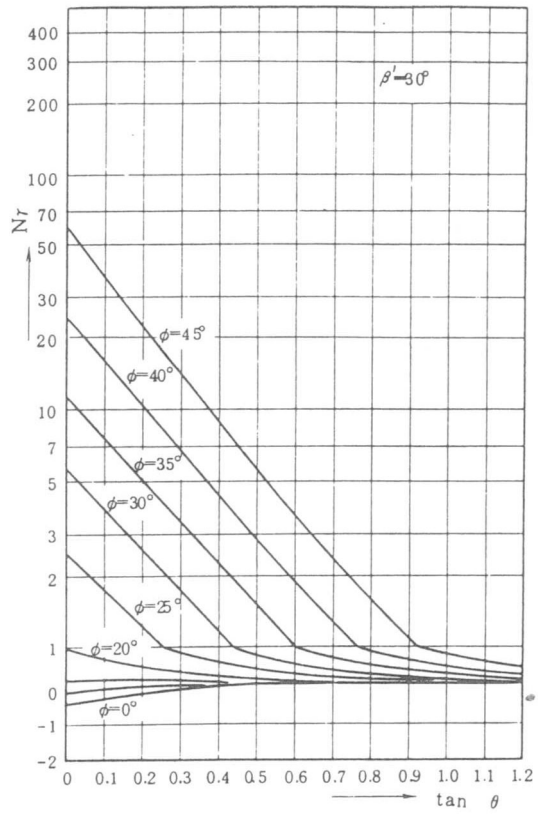


図９．182

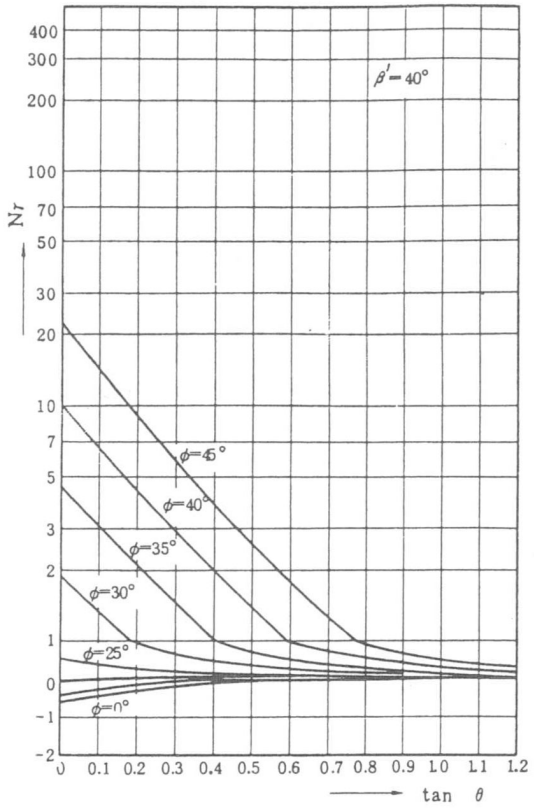


図９．183

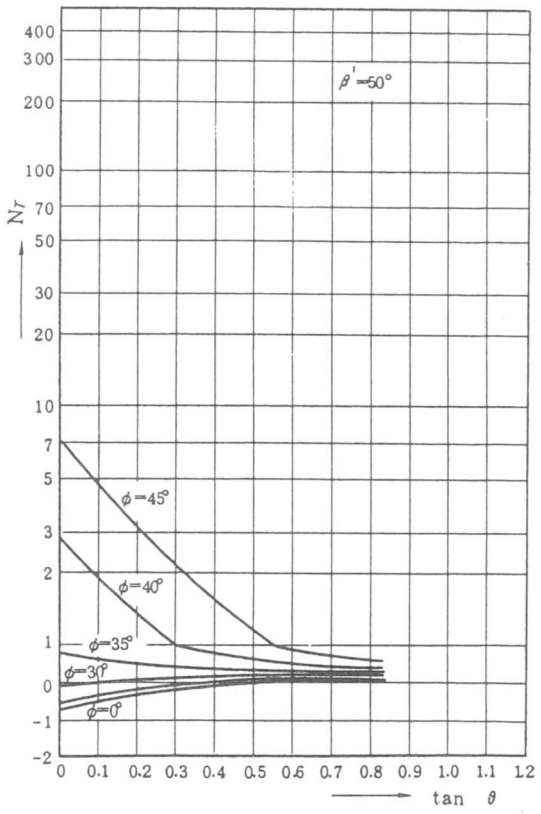


図９．184

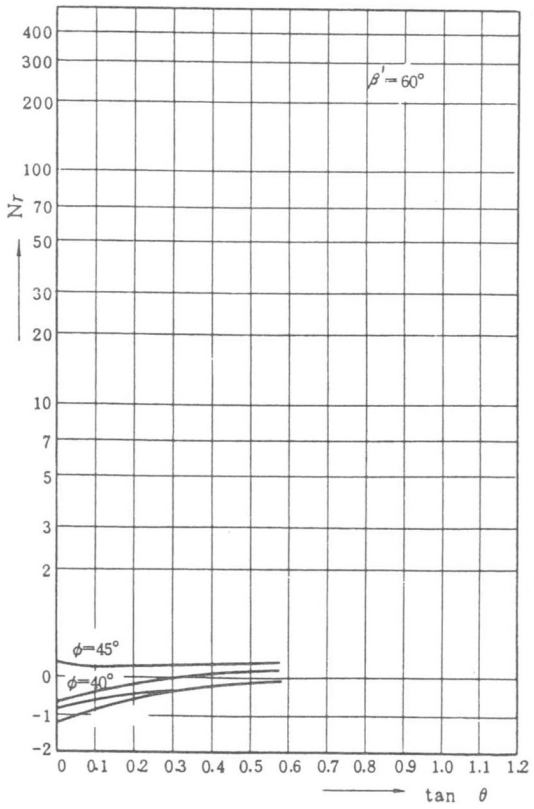


図９．185

３．安定照査の考え方

斜面上の直接基礎の安定照査にあたっては、部分係数が確立されていないため、当面は以下の通り従来の照査方法を用いるものとする。

斜面上の直接基礎の安定照査は原則として「H24 道路橋示方書 IV 下部構造編」10．1および 10．3に準ずるものとし、段切り基礎の安定は次の点に留意する。

（1）段差フーチング形式

ｉ）支持力及び転倒に対する照査

図９.186 に示す仮想底面１－１（基礎幅Ｂ）によって行う。

ⅱ）滑動に対する安定

水平力に対する滑動の照査は**図９.186** に示す底面幅Ｂ″に生じる鉛直力Ｖ′により算出される滑動抵抗によって全水平力を負担するものとする。

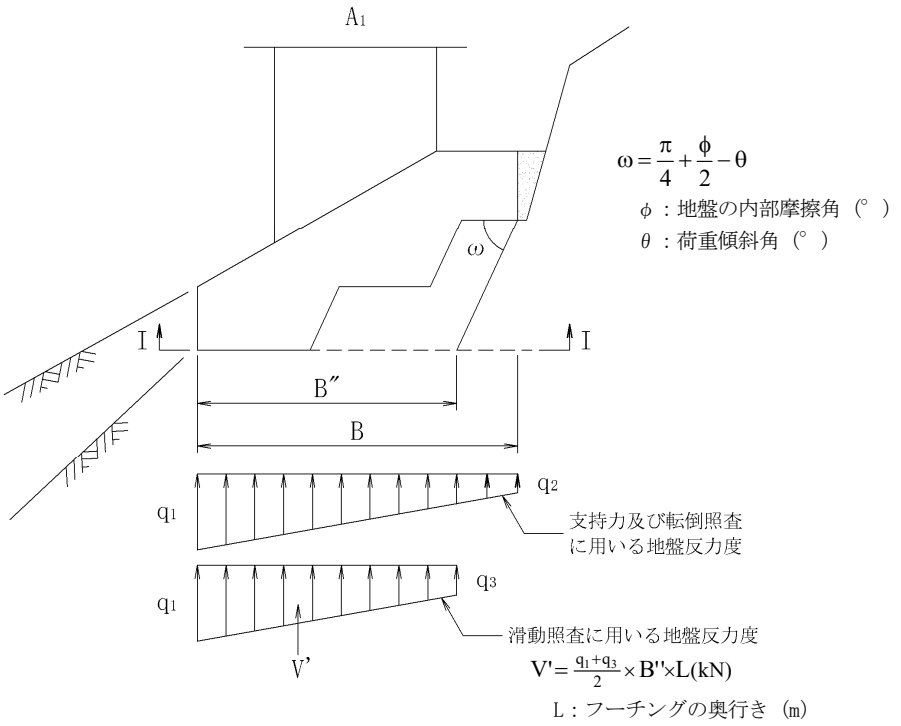
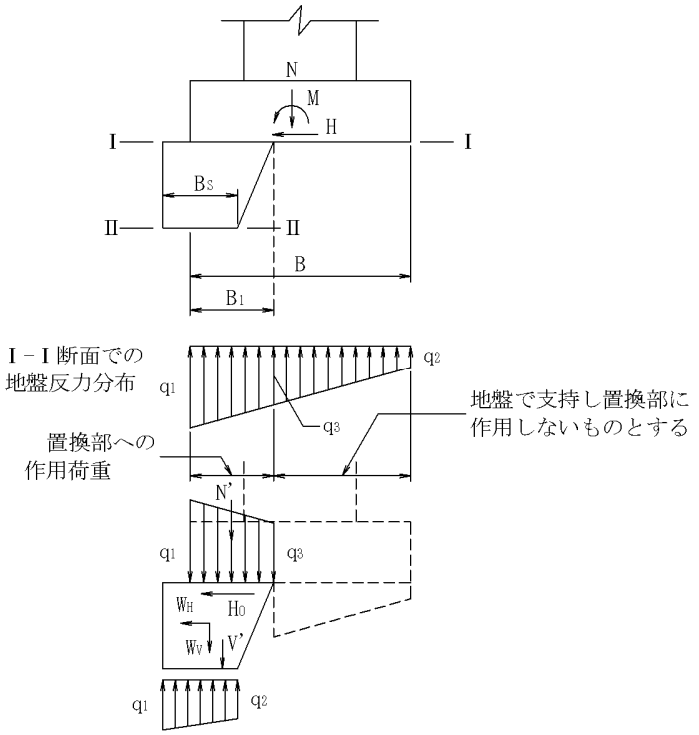


図９.186　段差フーチングの安定照査

（2）置換え基礎

ｉ）本体の安定計算は、段差フーチングに準ずる。

ⅱ）置換え基礎は、最下段部での局所破壊に全体の安定が大きく依存することから、最下段部での支持力度および滑動の照査を**図９.187** のようにして行う。ただし、最下段部での許容支持力度を求める際の有効載荷幅は置換え幅（Ｂs）とする。



$$Ho=\frac{N'}{N}\cdot H\ (kN)$$

$$N'=\frac{1}{2}\ (q_1+q_3)\cdot B_1\cdot L$$

L　：置換えコンクリートの奥行き（m）

V’　：滑動抵抗上の鉛直力および支持力照査用鉛直荷重（kN）

V’　：Wv＋N’

Ho’：Ⅱ－Ⅱ断面の滑動力（kN）

$$Ho'=Ho+W_H$$

Wv　：置換えコンクリートの自重（kN）

W_H　：置換えコンクリートの慣性力（kN）

図９.187　置換え基礎の安定照査

（1）段差フーチングの照査

ｉ）支持力及び転倒に対する照査は、段切り基礎の鉛直投影面で行うよう規定した。荷重は躯体から伝達される荷重および基礎自重、慣性力、基礎に作用する土圧等を考慮する。なお、仮想底面Ⅰ－Ⅰとフーチング底面間の地盤の重量は無視してよい。

ⅱ）滑動照査に用いる仮想底面幅はフーチングからの基礎地盤への荷重の伝達状況及び小段斜面は滑動に対して有効に働かないことなどを考慮し、本条文に示す範囲とした。

（2）置換え基礎部とフーチング部とは構造的に分離していると考えてよいことから、**図９.187** に示すⅠ－Ⅰ断面で本体の安定検討を行うこととした。更に、置換え基礎部の安定についても照査するよう規定した。

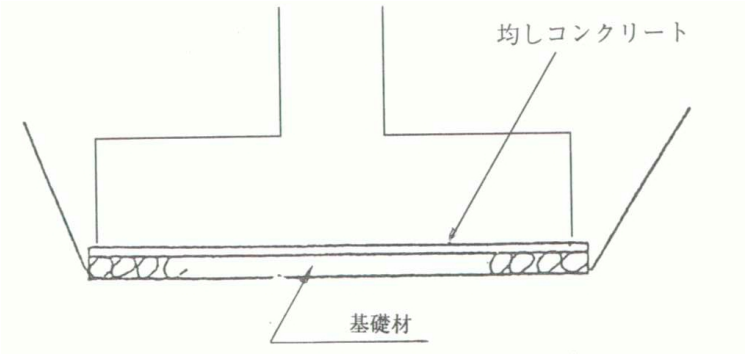
９－５－６－３　基礎底面の処理

（1）直接基礎の底面は、「道路橋示方書 Ⅳ 下部構造編」15.６.２により支持地盤に密着し、十分な滑動抵抗を有するよう施工するものとする。

（2）支持地盤が急斜面で置換えコンクリートの厚さおよび幅が大きくなるときは、躯体に段をつけることを考慮するとよい。

（1）岩が洗掘・風化することが予測される場合は、これを考慮する。

直接基礎の底面は支持地盤に荷重を伝えるため基礎の底面処理を設計図に明示するものとする。なお、杭基礎も同様でよい。また、河川橋では堤防に定着させることや基礎材は水みちになることから原則として設けない。



均しコンクリート‥‥ｔ＝100㎜
基礎材‥‥‥‥‥‥‥ｔ＝200㎜程度
（岩盤では不必要）

図９.188　基礎材

（２）斜面上にフーチングをつくる場合、地盤の傾斜のために、置換えコンクリートを施工し、底面をならしてからフーチングの施工を行うことがあるが、このように掘削面が階段状になる場合、特に地山のゆるみのないことをよく確認することが必要である。

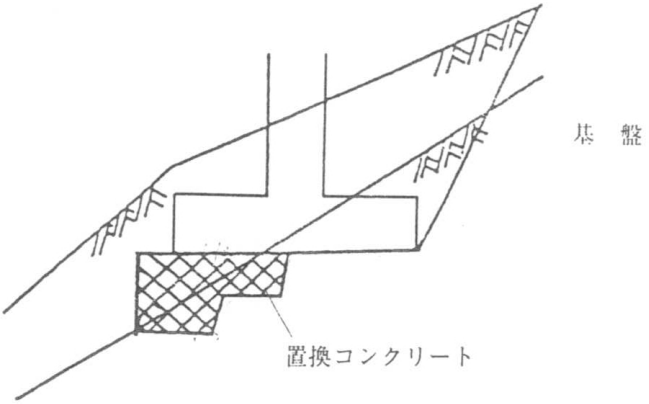


図９.189　置換コンクリート

９－５－７　杭　基　礎

９－５－７－１　設計一般

杭基礎の設計は、「道路橋示方書Ⅳ下部構造編 10 章」により設計するものとし、液状化が生ずると判定される地盤上の杭基礎については「道路橋示方書Ⅴ耐震設計編、６章および 10 章、11 章」の規定により照査する。

また設計地盤面の傾斜角が 10 度以上の斜面に施工される深礎杭については、本要領**９－５－８深礎基礎**の項によるものとする。

本章で取り扱う杭基礎は、打込み杭、場所打ち杭（ただし深礎杭は除く）および中掘り杭を対象としているが、杭種杭径の選定にあたっては「道路橋示方書Ⅳ下部構造編 10 章」で示される杭種および工法について、地盤条件、構造物の特性、施工条件、経済性などの比較検討を行って選定するものとする。

なお、中掘り杭(コンクリート打設方式)の先端支持力度の特性値について、以下の条件を満たす場合は、場所打ち杭工法の値を用いることができる。

- 杭先端部の内部に水中でコンクリートを打設する場合のコンクリートの強度は「道路橋示方書Ⅳ下部構造編」に規定する表-５．２．２ に従って定めること。
- 杭体内部に打設するコンクリートの強度及び充填範囲並びに杭体内側の構造は、設計で想定する杭先端の極限支持力度の特性値ｑｄ に相当する力が作用した場合に、杭体と充填したコンクリートとの一体化が確保されていることが確認された構造であること。

９－５－７－２ 杭の支持形式

（１）杭基礎は、良好な支持層に支持される支持杭を原則とする。

（２）良好な支持層が非常に深く、支持杭では著しく不経済となる場合は、上部構造の規模および形式によって摩擦杭としても良い。この場合は長期沈下の影響について検討し、上部構造に支障のないようにするものとする。

（３）支持層の層厚が薄く、その下に軟弱な層がある場合は、支持力および圧密沈下について検討するものとする。

（１）良質な支持層としてのＮ値の目安は**９－５－１－２支持地盤の選定**によるものとし、その層厚は杭先端より杭基礎を仮想ケーソンと考えた最小幅の 1.5 倍以上あることが必要である。杭先端の良質な支持層への最小根入れ長は、杭径以上とする。

（２）摩擦杭の場合は、杭先端の支持力は原則として考慮しないものとする。なお、中掘り杭工法、プレボーリング杭工法や回転杭工法の摩擦杭形式は適用しないものとする。

一般国道の橋梁基礎に摩擦杭を採用する場合には、その路線の重要性などから道示Ⅳ10．５．２解説に示される次の条件を満足するように計画する。

ⅰ）著しい地盤沈下が現在進行中でないこと、および将来とも予想されないこと。

ⅱ）杭の根入れ長が杭径の 25 倍（杭径１ｍ以上の杭については 25ｍ）程度以上あること。

ⅲ）粘性土地盤においては、杭の根入れ長の１／３以上が過圧密地盤に根入れされていること。

ただし、軟弱粘性土地盤上の橋台では、背面盛土の影響により圧密沈下が予想されるので、摩擦杭を採用するに際しては事前にプレロードを実施し過圧密状態としておくことなど、地盤沈下低減対策を行うことが必要である。対策を実施しても地盤の残留沈下が避けられない場合や、杭周面から伝達される増加荷重に伴う圧密沈下が予想される場合には、基礎の沈下による上部構造への影響を把握し、支障があると判断された場合は必要に応じて単純桁の採用等の適切な対策を講ずるのが良い。

（３）杭基礎を仮想ケーソンと考えた最小幅の３倍以内に軟弱な層が存在する場合は、いわゆる薄層支持の杭として、そ

の支持力および圧密沈下について検討するものとする。この場合の杭先端支持力度は、「杭基礎設計便覧、参考資料5」により、薄層の程度と下位粘性土層の一軸圧縮強度を考慮して算定してよい。他の支持力および圧密量の算定法は「道路橋示方書 IV 下部構造編」による。

９－５－７－３　荷重分担

永続作用支配状況および変動作用支配状況の設計にあたっては鉛直荷重、水平荷重とも杭のみで支持するものとする。ただしレベル２地震時に対する照査においては、フーチング前面の地盤が長期的に安定し、かつ良質で設計上水平抵抗が期待できる場合には、フーチング周面の地盤抵抗を考慮してよい。

水平荷重については、フーチング根入れの地盤の抵杭を考慮する場合の照査方法が「道路橋示方書 IV 下部構造編」10.９．４に示してあるが、フーチング前面土は掘削土をそのまま埋戻すことが多く、またレベル１地震動程度の変位では効果が小さいことや一般国道としての重要性などからフーチング根入れ部分の荷重分担は考慮しないものとした。

レベル２地震動においては、「道路橋示方書 IV 下部構造編」10.９．４解説により、将来にわたって地盤がフーチング前面に確保されることを前提に考慮してよい。

９－５－７－４　杭の配列

（１）杭の配列は、「道路橋示方書 IV 下部構造編」10.４によるものとし、永続作用支配状況に対して均等な荷重を受けるように配列する。
（２）杭は２列以上の配列とするのを原則とする。
（３）斜角のあるフーチングで回転による影響がある場合は、これを考慮することを原則とする。

（１）永続作用支配状況に対しては、不等沈下をさけるため、できるだけ均等な荷重を受けるように杭を配置する。

（２）１つのフーチング内に配置する杭は２列以上が望ましい。通常の杭基礎においては、小径の杭を数多く使用するのが構造上安定である。単列の杭配置は、土圧や地震時の水平力により杭頭部が大きく回転し、支承部の水平変位が大きくなるため構造的に好ましくない。従って大口径の場所打ち杭等で単列配置の場合には、杭頭の傾斜角を考慮して橋脚頂部の変位を計算し、橋梁全体の構造系について安全性を確保するものとする。

（３）斜角のあるフーチングの杭配置は以下に留意すること。

ⅰ）杭の配置は土圧方向に合わせることを原則とする。ただしフーチングの斜角が 75° 以上の場合はこの限りではないが、側方移動の判定が必要な軟弱地盤上の橋台は土圧方向に一致させるものとする。

ⅱ）フーチングの配筋が困難とならないよう、フーチング主鉄筋と平行に配置する。

ⅲ）回転を考慮した杭基礎の設計は、３次元の変位法による解析を行うことが望ましいが、簡便的な照査によってもよい。

９－５－７－５　地盤反力係数及びバネ定数

杭に関するバネ定数は、「道路橋示方書 IV 下部構造編」10.６．３により求める。

杭の軸方向バネ定数で、鋼管杭等の肉厚が変化する場合は杭頭（上杭）の腐食代を差し引かない純断面積で算出してよい。また、引き抜き力が生じる杭の軸方向バネ定数は、押し込み方向のバネ定数と同一する。

風荷重時の照査における地盤反力係数は、作用の組合せに地震の影響を含まない場合の値を用いるものとする。

９－５－７－６　岩盤に対する杭の支持力

岩盤に対する杭の先端支持力に関しては、道路橋示方書に支持力推定式が示されていないため、「杭基礎設計便覧参考資料4」を参考とする。

９－５－７－７　特殊な条件における杭基礎の設計

次に示すような特殊な条件における杭基礎の設計にあたっては、地盤の性質、荷重条件および杭基礎全体の安全性等について総合的に検討するものとする。

（1）同一フーチング内に著しく異なった長さの杭を有する杭基礎

（2）側方移動を考慮した橋台基礎の設計

特殊な条件における杭基礎の設計は、「道路橋示方書 Ⅳ 下部構造編」10．7による。

（1）従来は変位法により設計されていたが、道路橋示方書の改訂に伴いラーメンモデルにより設計することとなったため、1方向の杭長の変化に対しては特殊な条件とはならないが、2方向に杭長が変化する場合は、それぞれの杭の分担を算出し、適切に設計するものとする。

（2）側方移動が生ずるおそれのある橋台では、杭基礎設計便覧Ⅲ．４．２により検討するものとする。対策方法としてはプレロード工法、地盤改良法、荷重軽減均衡法、基礎体抵抗法などがあり、上部構造の特性、対象とする橋台の形式や構造特性、現地盤の土質地質構成、地盤の側方移動による周辺構造物や地下埋設物への影響など十分留意して選定する必要がある。また、プレロードや地盤改良を行った場合でも、地盤の強度増加を把握し設計することが困難なことから、杭設計上の地盤バネなどの強度増加は考慮しないものとする。

９－５－７－８　杭とフーチングの結合部の設計

（1）杭とフーチングの結合方法は、「道路橋示方書 Ⅳ 下部構造編」10．８．７に基づく。

（2）杭頭結合部の構造は、原則として剛結合として算出する杭頭でのモーメント、水平力、押し込み力、引き抜き力に抵抗できるよう設計する。

（3）既製杭の杭頭仮想鉄筋コンクリートの耐力は、杭本体の耐力と同程度以上となるよう設計することが望ましい。また杭頭部の結合鉄筋は原則として折り曲げないで定着する。

（2）従来は杭頭ヒンジのケースについても設計していたが、道路橋示方書の改定に伴い、剛結合のケースのみ設計することとなった。

（3）「道路橋示方書 Ⅳ 下部構造編」10．９．１の規定に従い仮想鉄筋コンクリートの耐力は杭本体と同程度となるよう設計するものとした。これは杭基礎全体の耐力を向上させるという観点から、杭頭結合部が弱点とならないように配慮したものである。

杭頭鉄筋とフーチングの下側鉄筋が設計図どおり配置できない場合がある。この場合、鉄筋組立て時に双方の鉄筋配置をずらしたり、配置できる位置に鉄筋を束ねて配置するなどの方法で、鉄筋組立て現場で対処するのが一般的である。その際に以下の項目について配慮する必要がある。（「土木施工なんでも相談室[基礎工・地盤改良編]」土木学会より抜粋して示す。）

① 鉄筋配置位置の移動量は、できるだけ少なくする。目安として鉄筋組立ての品質管理における鉄筋中心間隔の許容誤差±20㎜程度以下とする。

② どうしても①以上の移動が必要な場合や鉄筋を束ねて配置する場合には、隣接する鉄筋との間隔が粗骨材最大寸法の４／３倍以上で、最大が300㎜以下であることを確認して移動量を決定する。

９－５－７－９　構造細目

１．既製コンクリート杭

既製コンクリート杭の設計は「道路橋示方書 IV 下部構造編」10.10.２、10.10.３による。

既製コンクリート杭で杭長が長くなる場合は、ＰＨＣ杭やＪＩＳ強化杭、ＳＣ杭などを適切に組合せて設計するものとする。また杭の継手間隔は、「道路橋示方書 IV 下部構造編」10.８.６および「杭基礎設計便覧」Ⅲ.５.１によるほか、輸送経路や輸送車両、経済性などを考慮して決めなければならない。

２．鋼管杭

鋼管杭の設計は「道路橋示方書 IV 下部構造編」12.11.４による。

また、鋼管杭の断面変化位置は「道路橋示方書Ⅳ　参考資料９」により求めた位置とする。

表９.39　杭の断面変化位置を定める方法の例

表-参 9.1　杭頭剛結の計算結果に基づいて杭の断面変化位置を定める方法の例

		場所打ち杭	鋼管杭，鋼管ソイルセメント杭	PHC 杭
第1断面変化	断面変化後の杭諸元	杭頭部の軸方向鉄筋量 A_S の 1/2 (1/2 A_S)	1/2 M_{max} に対して満足する諸元 ただし，杭頭部の肉厚との差は最大 7mm まで	1/2 M_{max} に対して満足する諸元
	断面変化の決定方法	①から③のうち最も深い位置 ①最大曲げモーメント M_{max} の 1/2 となる位置 (1/2 M_{max} 位置) ②地中部最大曲げモーメントの深さ l_{mF} に 1.2 を乗じた位置 (1.2 l_{mF}) ③1/2A_S にて 10.8.5 に規定される杭体の曲げモーメントによる照査を行い，その照査を満足する位置	①，②のうち深い位置 ① 1/2 M_{max} 位置 ② 1.2 l_{mF}	①，②のうち深い位置 ① 1/2 M_{max} 位置 ② 1.2 l_{mF}
第2断面変化	断面変化後の杭諸元	第２断面変化前から鉄筋本数を変えずに，鉄筋径の変更により最小鉄筋量（0.4％）を満足する鉄筋量 A_{Smin}	最小肉厚 t_{min}	A 種の PHC 杭
	断面変化の決定方法	A_{Smin} にて 10.8.5 に規定される杭体の曲げモーメントによる照査を行い，その照査を満足する位置	t_{min} にて 10.8.2 に規定される杭体の曲げモーメントによる照査を行い，その照査を満足する位置	A 種の PHC 杭にて 10.8.3 に規定される杭体の曲げモーメントによる照査を行い，その照査を満足する位置

（出典：「道路橋示方書Ⅳ下部構造編」日本道路協会）

鋼管杭はＪＩＳ A5525 に適合する寸法、材質から、外径はミリラウンド系、板厚は１㎜ピッチとし、比較検討の上選定するものとする．なお、最小板厚は腐食による減厚を含め９㎜とする。

表９.40　打撃工法に用いる鋼管杭の径と板厚の範囲

呼び径（㎜）	板厚の範囲（㎜）
400	９～12
500	９～14
600～800	９～16
900～1100	12～19
1200～1400	14～22
1500～1600	16～25
1800～2000	19～25

また、鋼管杭の長さと現場断手位置は、輸送や打込みを考慮して設定する必要があるが、単管の標準長さは６ｍ以上、0.5ｍきざみで 12ｍ以下とすることが望ましい。しかしポールトレーラーが使用できる場合は一般に最大で 16ｍとする。

鋼管杭の断面変化位置は、「道路橋示方書 IV 下部構造編」10.８.６および「杭基礎設計便覧」Ⅲ.５.１による。板厚変化は極端な断面変化による応力集中の影響を考慮して、最大板厚差７㎜ とする。ただし板厚変化部は削成部を設け、応力集中を緩和する処置をする必要がある。また、素管の長さは原則として２ｍ以上とする。

打撃工法に用いる鋼管杭の外径と板厚の範囲は、**表９.40** を参照するのがよい。なお中掘り杭工法の場合は、ｔ／Ｄ（板厚と鋼管径の比）が１％以上かつ９㎜以上とする。

３．場所打ち杭

（１）場所打ち杭の設計は「道路橋示方書Ⅳ下部構造編」10.10.５によることを原則とするが、深礎基礎を除く場所打ち杭の設計径、配筋等についてはこれまでの実績等から以下によってよい。

（２）設計径

設計に使用するくい径は公称外径とし、下表の径を用いるのを原則とする。

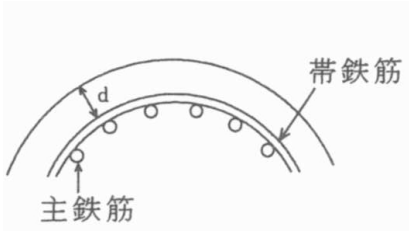
工　法　別	設　　計　　径
オールケーシング工法 リ バ ー ス 工 法 ア ー ス ド リ ル 工 法	1.0m　1.2m　1.5m　2.0m　2.5m　3.0m （アースドリル工法の場合で孔壁崩壊防止のために人工泥水を使用する場合には、公称径より 50㎜小さい径で設計しなければならない。）

ケーシングを用いない場合はビット径を公称外径とする。

（３）鉄筋のかぶり

主鉄筋の配置は下記を標準とする。

工　法　別	図に示すｄの最小寸法
オールケーシング工法 リ バ ー ス 工 法 ア ー ス ド リ ル 工 法	120㎜ （主鉄筋芯かぶりは 160㎜とする）



（４）粗骨材最大寸法

粗骨材の最大寸法は 25㎜を使用するものとする。

（５）主鉄筋

ⅰ）標準的な場所打ち杭（φ1.0m～φ1.5m）の設計にあたっては、杭頭部を完全剛結合の状態として計算した断面力を満足するように配筋するものとする。

ⅱ）主鉄筋の配置は次表によるものを標準とする。

表９.41　主鉄筋配置

項 目	最　　大	最　　小
鉄 筋 量	６％	0.4%
直　　径	D35	D22
純 間 隔	300㎜※	鉄筋径の２倍、または粗骨材最大寸法の２倍 （一般には中心間隔D32:100㎜）
鉄 筋 長	12.0m	3.5m

※鉄筋中心間隔を表す

主鉄筋は異形棒鋼を使用するものとし、一重配筋で設計を行う。また、鉄筋の継手は重ね継手を原則とし、継手長は継ぐ位置において必要となる鉄筋の直径を基に継手長を算出し、ＳＤ345 の場合、鉄筋下位径φの 45φとする。

（６）主鉄筋の断面変化

主鉄筋の断面変化は鋼管杭と同様に「道路橋示方書Ⅳ　参考資料９」によるものとする。

（7）帯鉄筋

帯鉄筋はフーチング底面より杭径の２倍（または、設計地盤面から杭径の２倍）の位置まで、15cm 間隔でかつ側断面積の 0.2%以上（**表９.42**）の鉄筋量を**図９.190** により配置するものとする。

表９.42　帯鉄筋の径

杭径（m）	帯鉄筋径
1.0	D16
1.2	D16
1.5	D19
2.0	D22

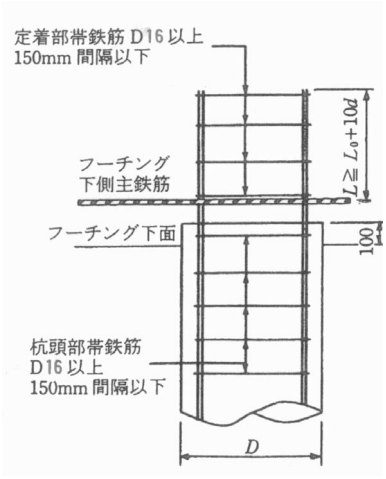


図９.190　帯鉄筋の配置

帯鉄筋はフックをつけた重ね継手を原則とするが、杭径によってはフックの存在により施工が困難となる場合がある。このような場合は、より細径のトレミー管を用いたり、スパイラル鉄筋の使用を検討するのがよい。

（8）鉄筋かごの組立てにおいて、組立て上の形状保持などのための溶接を行ってはならない。

（9）組立筋、スペーサー

組立筋はD22 とし、２～３m間隔に設置する。また鉄筋かごには、設計図書に示されたかぶりが確保できるように、スペーサーを同一深さ位置に４ヶ所以上、深さ方向３m間隔程度で取り付けなければならない。特に杭頭部は、位置がずれやすいことから鉄筋かご円周長に対して 500～700㎜ の間隔で設置するものとする。

(10) 底部鉄筋

鉄筋かごの最下端には、軸方向鉄筋が自重により孔底に貫入するのを防ぐことや、オールケーシング工法においてケーシング引抜き時の鉄筋の共上がりを防止するため、井げた状に組んだ鉄筋（底部鉄筋）を配置するものとする。またリバース工法の場合の底部鉄筋は、スライム処理等のためトレミー管を挿入できるスペースを確保しておく必要がある。

（2）道示では場所打ち杭径の最小をφ0.8mとしているが、施工機械の市場性などからφ1.0mを最小径とした。

また場所打ち杭は各工法によって標準とする杭径が異なり、また同一工法であっても製作メーカーによって杭径が異なる場合がある。しかし、設計の段階においては施工上の細部まで種々の条件を設定することが困難な場合もあるので、各工法別に設計径を選択する方式とした。一般に使用されているのは 1.0m、1.2m、1.5mであり、全周回転型オールケーシング工法等では 1.0m～3.0mが可能である。

（3）道示では最小純かぶりを 120㎜ として規定しているが、設計の便宜上、芯かぶりを 160㎜ とした。これは主鉄筋をD32 以下とした場合であり、やむを得ずD35 以上とする場合は別途とする。

最小芯かぶり＝最小純かぶり＋最大帯鉄筋径＋最大主鉄筋径／2＝120＋22＋32／2＝158　→　160㎜

また、底部鉄筋についても、杭先端のコンクリート表面までの最小純かぶりを確保する。

（4）コンクリートの充填性等に配慮し、粗骨材最大寸法を定めたものである。

（5）「杭基礎設計便覧」Ⅲ.7-4 に準じて主鉄筋の最大径を定めた。また、従来は杭頭ヒンジのケースについても設計していたが、道路橋示方書の改定に伴い、剛結合のケースにより配筋を決定することとなった。

（6）主鉄筋長は 50cm 単位で切り上げ、定尺物を使用し、端数調整は最下端の鉄筋で行うものとする。

また、施工時における鉄筋かごの座屈や変形が生じないように、各断面 1 回の断面変化における鉄筋量は、1/2 程度以上の鉄筋量を確保するのが望ましい。

（7）従来、杭径が小さい場合においてはフレア溶接による継手を認めていたが、現在では細径のトレミー管の使用またはスパイラル鉄筋による対応を推奨している。スパイラル鉄筋を用いる場合の構造細目は杭基礎設計便覧Ⅲ．７．４．３を参照のこと。

（8）溶接による仮止めを行わない方法として、特殊金物等により構造上考慮する鉄筋を固定する方法（無溶接工法）等が挙げられるが、無溶接による鉄筋かごの形状保持については、「場所打ちコンクリート杭の鉄筋かご無溶接工法設計・施工に関するガイドライン」を参照のこと。

９－５－８　深礎基礎

９－５－８－１　設計一般

深礎基礎の設計は、「道路橋示方書Ⅳ下部構造編」14 章に基づく。

９－５－８－２　土留め構造の選定

（1）深礎基礎の施工に用いる土留め構造は、モルタルライニングおよび吹付けコンクリート等、基礎と地山との周面せん断抵抗が期待できる工法によることを原則とする。
（2）深礎基礎の土留め構造は、基礎径５m未満の深礎基礎の場合にはモルタルライニングや吹付けコンクリート等を、また、基礎径５m以上の大口径深礎基礎の場合には吹付けコンクリートとロックボルトを用いることを標準とする。
（3）深礎基礎の先端部には、土留めを施工しなくてもよい。

（1）従来、深礎基礎の施工ではライナープレートによる土留め構造が一般的であったが、深い基礎として十分合理的な構造体とするためには、基礎周面のせん断抵抗を期待することが不可欠である。そのため、モルタルライニング（吹付けモルタルまたは直打ちモルタル）や吹付けコンクリート等、基礎と地山との周面せん断抵抗が期待できる工法によることを原則とした。

ただし、下記の場合にはモルタルライニングや吹付けコンクリートによる土留めが適さないこともあるため、ライナープレート等、別の工法を検討する必要がある。

(a)崖錐等、崩壊性の高い土質の場合や湧水がある場合

(b)基礎径が 2.5m 未満で、施工性に問題があり、品質の確保が困難となる場合

（2）深礎基礎に用いる土留め構造の内、基礎径５m未満の深礎に用いる土留め構造は、「斜面上の深礎基礎設計施工便覧 H24.４日本道路協会　5.土留構造の設計」に示す各内容に従い構造計算に基づき設計することを基本とする。

一方、基礎径５m以上の大口径深礎基礎の場合には、山岳トンネル等で用いられている地山の強度を積極的に活用した吹き付けコンクリートとロックボルトを併用した土留め構造を用いることを標準とし「道路橋示方書Ⅳ下部構造編」14.10 に基づき、適切に設計するものとする。

（3）杭先端部の１ロット（一般には 1.5m程度）は支持層に根入れされ、掘削時の土留め構造が不要と考えられるため、一般には土留めを施工しなくてもよいこととした。

９－５－９　ケーソン基礎

９－５－９－１　設計一般

１．設計の基本

ケーソン基礎の設計は、「道路橋示方書Ⅳ下部構造編」11 章による。

２．断面及び形状

ケーソンの断面および形状は外力に対して、十分安全で、かつ経済的である他に、以下の検討を行って決める。
（１）躯体の形状寸法との関連
（２）施工時の偏心に対する余裕
（３）施工時
（４）その他

ケーソンの設計に当たっては、断面寸法と根入れ長の関連に注意する必要がある。

断面を大きくして根入れを浅くする方が経済的となる場合もあるので、橋脚から決まる最小断面のみにとらわれず、根入れ長と断面寸法の両面から経済的な設計となるよう検討するものとする。

また、ケーソン基礎は橋脚躯体の施工法の違いにより、止水壁ケーソン方式とピアケーソン方式に分類される。止水壁ケーソン方式は、ケーソン構築時に止水壁を立て、沈下終了後に頂版と橋脚躯体を構築する工法である。ピアケーソン方式は、ケーソン構築時に橋脚躯体も同時に構築してケーソンと一体に沈設させる工法である。

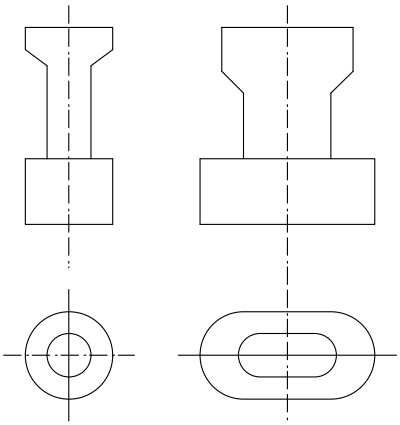


図９.191　断面及び形状

（１）ケーソンの形状は、橋軸、橋軸直角両方向の外力の大きさ、横方向および鉛直方向の地盤支持力のバランス、沈下形状、掘削等の施工等の考慮の上、円形、小判形、長方形、正方形の中から選択する。

また一般には、橋脚躯体と、相似形に近い形から選択すると、断面を小さくできる（**図９.191**）。

オープンケーソンの平面寸法は、施工の確実性、容易性、安全性を考慮して 20m程度とし、これを超える時には特別な配慮をすることが望ましい。

また、ニューマチックケーソンの内寸法はシャフトの寸法、作業性を考慮して 2.5m程度以上とするのが望ましい。内寸法が 2.5m程度となるのは、短形断面や小判形断面でシャフトを直列に２本設置した場合等が考えられる。ケーソン頂版と躯体のとりあい部、止水壁と躯体の間等において施工上余裕を必要とする場合には、ケーソンを大きくする等の配慮が必要である。

上、下線を一体としたケーソン断面とするか、分離するかは、一般に**図９.192** に示すフローチャートにより決定することが望ましい。

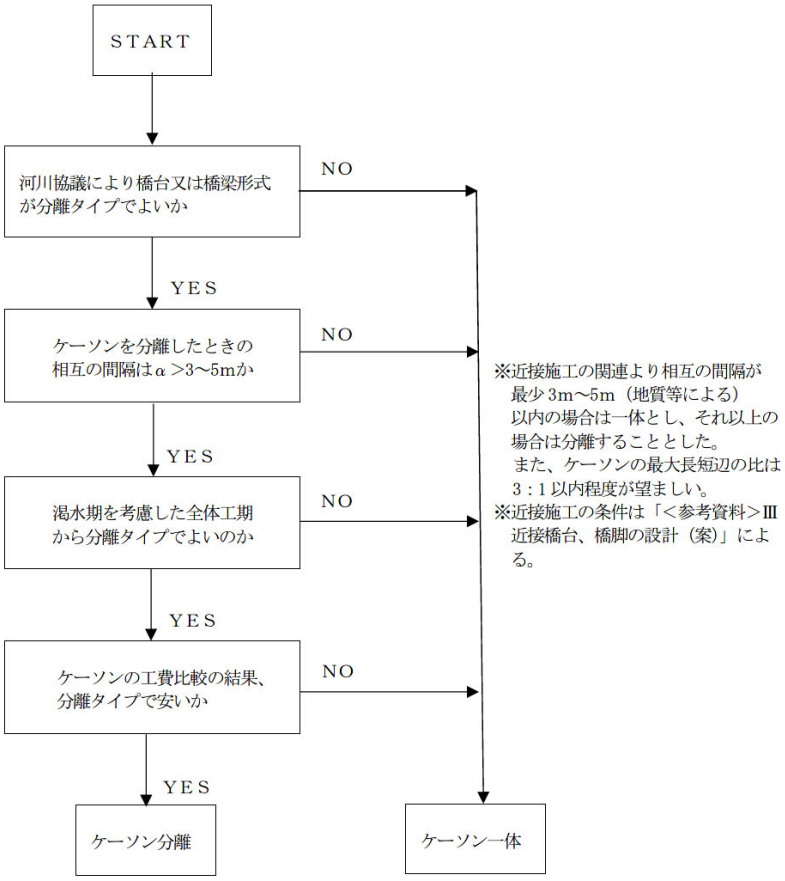


図９.192　ケーソン断面選定フロー

（２）沈下、止水壁ケーソンの場合は、止水壁と橋脚躯体との間に足場、型枠のスペースが必要となり、橋脚等より 1.0m～1.5m以上の余裕を持たせた方が望ましい。ピアケーソンの場合は0.5m程度の余裕を持たせた方が望ましい。

（３）施工上、以下の点に主として注意する必要がある。

イ）沈下時の摩擦抵抗の大きさを想定して、大きい沈下重量を必要としないように、又極端に速く沈下しないように、形状、寸法および側壁の厚さを決定する。

ロ）地質が軟弱に近く、沈下が容易であれば、四角形もよいが、普通は小判形、円形の順で摩擦が少なく掘削も容易である。オープンケーソンの場合なるべく隅角部をつくらない方が望ましい。

円形のものは寸法が小であると、真直な沈下が困難な事がある。長方形あるいは小判形のように長手が長いと曲りは少ないといわれるが、隅角部の周辺摩擦抵抗が大きくなって沈下の障害になり易い。一般に長、短辺の比は３：１より大きくしないのがよい。

しかしながら、締まっていない砂等の崩壊性地盤では、周面摩擦力があまり減らず、むしろ地山をゆるめるおそれもあるので、フリクションカットがない方が望ましい。

ハ）型枠の製作、組立の難易についての検討をする。

ニ）ニューマチックケーソンの作業室の内空高さは、刃口下端から 1.8m以上とし、2.0mとするのが標準である。極めて軟弱な地盤の場合とかケーソンの底面積が非常に大きく、機械掘削等を行う場合は、内空高さを 2.3m以上とった方が望ましい。

（４）ケーソン内部は、土砂により中詰めを行う事を標準とする。

９－５－９－２ 検討項目

ケーソン基礎の設計における具体的な検討項目は、道路橋示方書Ⅳ下部構造編による。

９－５－９－３ 施工のための検討

ケーソンの沈下の際の荷重の取扱いは、「道路橋示方書 IV 下部構造編」11．４による。

９－５－９－４ 止水壁の設計

１．設計方法

（１）ケーソン止水壁とは、ケーソン沈設天端が、施工状態において水面または地表面より下となる場合、水あるいは土砂の流入を防止し、その後の作業に支障をきたさないように、躯体天端に設ける仮設構造物である。

（２）ケーソン沈下途中での土圧･水圧等に対しては、十分強固な構造物であり、かつ、完成後には撤去されなければならない。

橋梁のケーソンを沈設する場合には、ケーソンの天端は、計画河床高・現河床高、将来の河床変動等を考慮して十分な深さとすることが多い。

従って、止水壁は止水、土留めの役割、シャフトの防護、上スラブ、橋台および橋脚、躯体の構築などのために、仮設的に設けるものとする。

ケーソンの沈設途中、種々の外力、予想外の応力、衝撃等により変形、破損などが生ずると、その補修・復旧には長時間を費やし、状況によっては人命にもかかわることなので、十分な強度を確保するとともに工事完了後の撤去・解体を容易にすることが必要である。

止水壁高さは、ケーソン沈設天端から地表面あるいは水位までの高さに余裕高をも加える必要があり、河川中に施工する場合は、ケーソン沈下終了時期およびその後の橋脚等の構築時期の水位を基にして、潮位の変動・波高等をも考慮した上で決定する必要がある。

なお、水深が深く締切り規模が大きい場合、ピアケーソンが有利となる場合もあるため、必要に応じ検討する。

２．材　　質

（１）止水壁には、原則として、以下の材料を用いる。

１）鋼矢板

２）鉄筋コンクリート

（２）腹起し、切ばりには入手が容易な鋼材を用いることを原則とする。

鋼製の材料は転用回数が多いので、断面の欠損、割れ、曲がり、ねじれ等が残存し、断面性能や強度が低下しやすいので使用材料には注意を要する。

３．止水壁の設計

止水壁はその構造により下部に構築されたパラペットに影響を及ぼすので、パラペットの設計法を十分配慮して設計するものとする。

（１）止水壁に作用する荷重は、壁面直角方向力としては水圧および土圧を、壁面鉛直方向力としては土の壁面摩擦力を考慮する。

（２）断面計算は、その構造を十分検討した上で行うものとする。

止水壁の構造として、**図９.193** のようなタイプに分類できる。

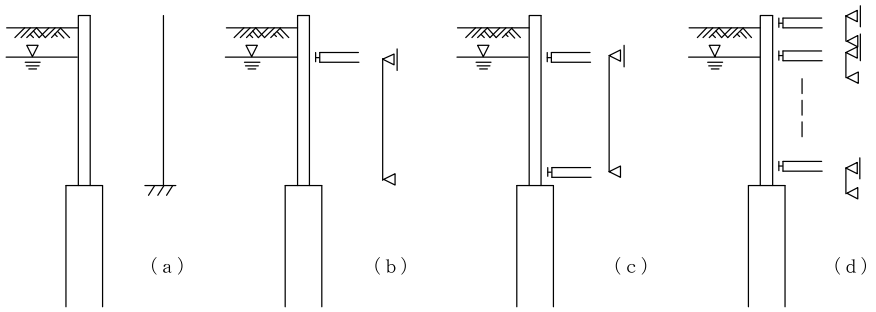


図９.193　止水壁構造のタイプ

(a)は一般的にコンクリート構造に用いられ、パラペット天端を固定端とした片持梁とし、反力はすべてパラペットにとらせるタイプである。

(b)は、腹起し、パラペット天端を支点とする単純梁として行い、パラペットに支点反力をとらせるタイプである。

(c)は、上下腹起しを支点とする単純梁とし、止水壁よりの反力をパラペットへは影響させないタイプである。

(d)は、腹起し、切梁を数段設けるタイプで、腹起し位置を支点とする単純梁とする。単純梁としたのは、計算を簡単にするためと安全側となるためである。

（１）止水壁に作用する外圧としては、一般に静止土圧と静水圧を考えることとした。土圧については、道示 IV11 章ケーソン基礎の設計 11．８．２側壁および隔壁に準拠し、ケーソンの沈下中に作用する外周からの土圧は、静止土圧を用いることにした。土の壁面摩擦力の影響で、ケーソン沈下中に止水壁が吊り上げられる状態があるが、これに対しては、アンカー筋などで浮き上がり防止の対策を講じるものとする。尚、壁面摩擦力の値は、道示 IV11 章ケーソン基礎の設計 11．４形状寸法を準用するものとする。

（２）一般には、鉛直方向断面による構造として断面計算を行うが、コンクリート構造で強度上安全性の点で支障ない場合は、水平方向断面による構造としての設計をすることも可能である。

この場合、止水壁には道示 IV 11 章ケーソン基礎の設計 11．８．２側壁および隔壁より、主働土圧と静水圧を 4 方向より作用させた上、主働土圧の１／２を一方向より作用させるものとする。なお、主働土圧係数は 0.5 とする。また、この計算によった場合、配力筋（止水壁長手方向鉄筋）は断面方向モーメントの 40%に対して配置することが望ましい。

以下に一般的な止水壁の構造を示す。

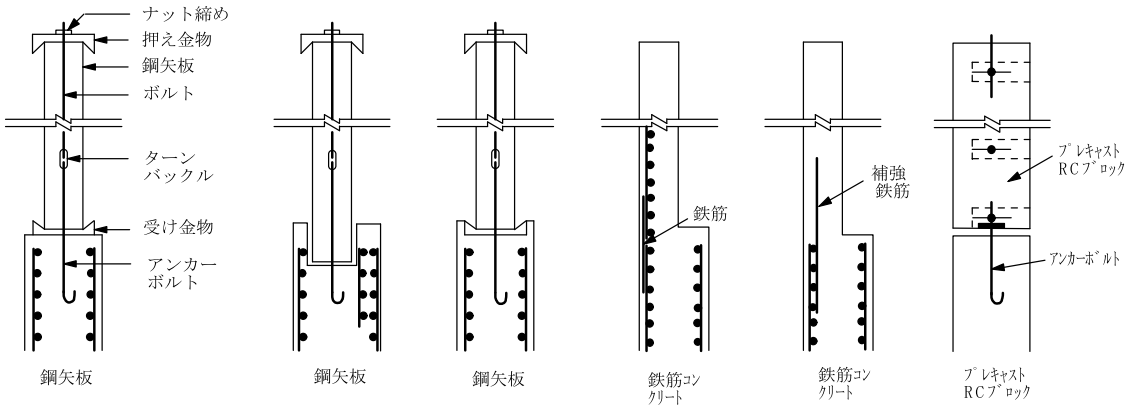


図９.194　一般的な止水壁の構造

鉄筋コンクリート構造の止水壁は、当初から取壊しを考慮した構造としておく事が望ましい。取壊しに配慮した構造の例としては、**図９.195** の様な構造が考えられる。

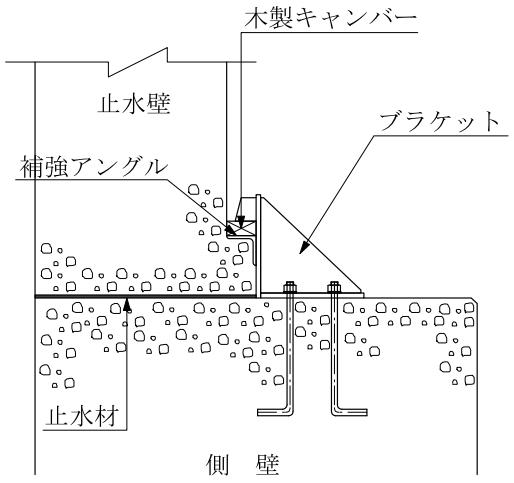


図９.195　鉄筋コンクリート構造の止水壁の例

4．腹起しおよび切梁

腹起しおよび切梁は、施工の安全性を考慮して設計するものとする。

（1）腹起しの垂直間隔は３m程度とし、腹起しに作用する荷重には止水壁よりの反力を用い、切梁位置を支点とする単純梁として断面を算定する。

（2）切梁の水平間隔は最大５m程度とし、切梁に作用する荷重には、腹起しよりの支点反力および自重を考慮し、鉛直方向、水平方向の安全性について検討するものとする。

腹起しおよび切梁の配置については、橋台および橋脚躯体の形状、寸法、盛換えの有無等を十分考慮して決定する必要がある。

本項は、「建設工事公衆災害防止対策要綱」によったものであるが、これは陸上における開削の場合である。

止水壁の場合は、更にケーソン沈下に伴う衝撃等が生じるので、安全性を考慮し腹起しの垂直間隔は最大３m 程度とするのが望ましい。

5．根固め部

止水壁が現場打ちコンクリート構造以外の場合には、根固め部の検討をするものとする。

（1）根固め部には、主に下記の材料を用いる。

1）コンクリート

2）鋼材

（2）根固め部に作用する荷重は、止水壁下端の反力とし、根固め材の断面計算を行なう。

根固めの構造として、**図９.196** のようなタイプがある。

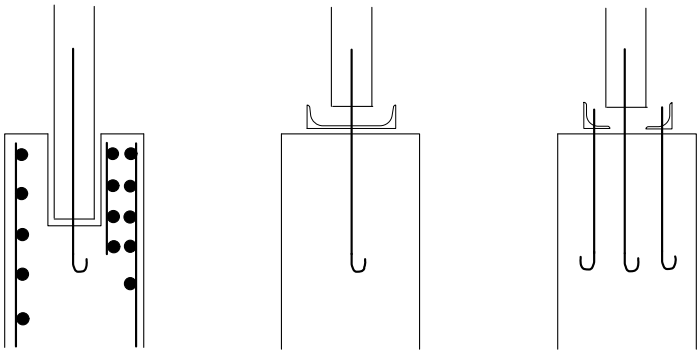


図９.196　根固め構造

(a)は、パラペット天端を箱抜きして止水壁を建て込むタイプで、止水壁の反力を荷重としてパラペット天端の断面計算を行うものとする。

(b)、(c)は、鋼材をアンカー筋にてパラペット天端に固定し、鋼材で止水壁をはさみ込むタイプで、止水壁の反力を荷重とし鋼材、アンカー筋の断面計算を行うものとする。

９―５―９－５　一重締切工による築島の設計

１．設計方針

築島は、築島内土砂、載荷重としてのケーソン躯体重量等に対して十分強固な構造とするものとする。

築島とは施工場所の水深に応じて土俵､木矢板､鋼矢板等によって、円形、小判形または矩形に囲みを作り、内部に土砂を充填し、いわゆる島を設けるもので、水深がきわめて浅い場合でも、潮流、波浪、水流、洪水等を考慮して囲みを作るのが望ましい。

水深が深い場合には、鋼矢板で締切る方法や、鋼矢板による二重締切工などがあるが、水深が極めて深い場合や、水底地盤が軟弱で築島重量が支持出来ない場合には､一重締切工による築島は適さないので、注意する必要がある。

築島用締切天端は、波等の影響も受けるので施工時最高水位より0.5m程度高くしておく必要があり､またケーソン躯体より築島壁面までは作業帯（外径枠支保工等）を考慮して 2.0m程度は確保する必要がある。

なお、ここでは、一般的に用いられている一重締切工による築島のみを考慮し、二重締切工による築島等については、対象外とした。

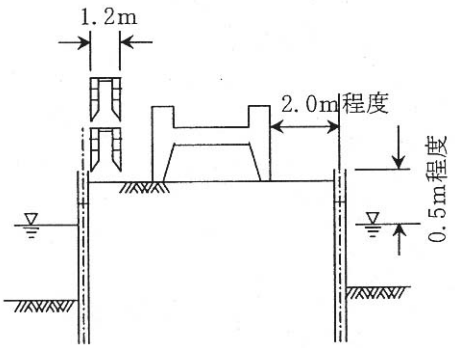


図９.197　一重締切工

２．材料

築島工に用いる締切材料としては、鋼矢板を用いることを原則とする。

河川および港湾における締切工法として、施工の迅速性、確実性、および安全性、撤去、解体時の容易性を考慮し、ここでは、鋼矢板による締切工を規定したものである。

しかし、鋼矢板の打込みが不可能の場合、あるいは、潮流の激しい場所での急速施工の場合等では、コルゲート・セルの適用もあるし、また、土俵、木矢板による施工も可能な場所もあるので、材料の選定には十分な検討が必要である。

３．締切壁の設計

締切壁は、自立式鋼矢板壁として設計するものとするが、円形で腹起しを設ける場合には、腹起し位置を支点とした鋼矢板壁として設計することができる。

（1）締切壁に作用する荷重は、締切壁前面、背面の土圧、残留水圧、ケーソン躯体による載荷重を考慮する。

（2）鋼矢板の根入れ長の計算及び断面計算は「仮設構造物工指針（(社)日本道路協会)」の関係項に準じて行うものとする。

（3）築島の安定性を確保するために、水底地盤の支持力、洗掘、ヒービング等について十分検討するものとする。

一重締切工による築島の構想として**図９.198** のようなタイプに分類できる。

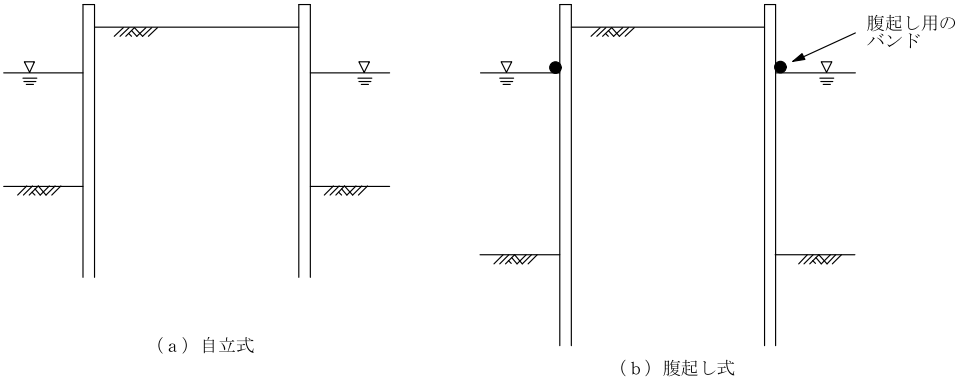


図９.198　一重締切工による築島

４．腹起し

円形の築島の場合に用いる締付けバンドは、築島の構造を十分配慮して決定するものとする。

築島は締切り工のように厳重な構造は必要ないが、水面上まで盛土する関係上、水深のある所や軟弱地盤では土留壁の矢板がケーソン重量と中詰土の土圧のため外側へ倒れケーソン躯体に損傷を与える可能性があるため、ワイヤーロープや形鋼等の締め付け、耐力のある構造にする必要がある。

腹起し部材は原則として引張力のみに耐えればよい。

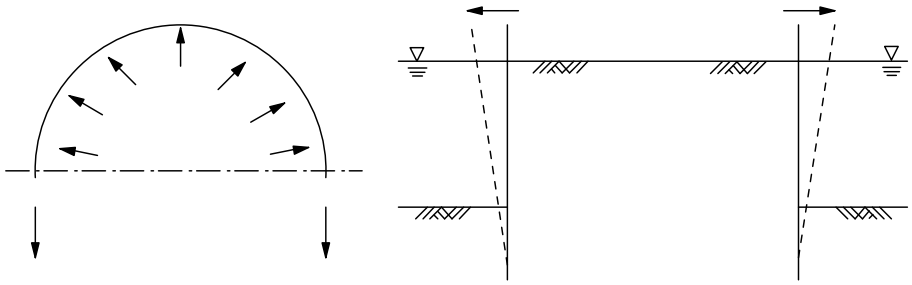


図９.199　円形の築島

９－５－10　鋼管矢板基礎

「道路橋示方書Ⅳ下部構造編」12 章ならびに「綱管矢板基礎設計施工便覧（平成９年 12 月　日本道路協会)」による。

＜参考資料＞　Ⅲ．近接橋台、橋脚の設計（案）

既設構造物に接近して新設構造物を計画する場合は、新設構造物完成後ならびに施工中に既設構造物に与える影響を考慮して、橋台、橋脚の設計を行う。

基礎構造物の近接施工には、同時に近接した基礎を施工する場合の問題と、既設の基礎の近傍に新たに基礎を設ける場合の問題とがあるが、設計上問題となるのは後者の場合である。

この場合もっとも心配になる問題は、既設の基礎の地盤をゆるめるおそれがあるかどうかということである。検討の方法としては、一般に既設基礎構造物の設計図と、施工状況をできるだけ把握した上で、既設の基礎に悪影響を与えないような基礎を選定する作業が必要となる。

検討の方法としては、既設構造物が道路構造物の場合と鉄道構造物の場合の２通りに分け、道路構造物の場合は「土木研究所資料 近接基礎設計施工要領(案)（昭和 58 年６月 建設省土木研究所)」（以下、「土研要領(案)」と言う）によるものとし、鉄道構造物の場合は「設計マニュアルⅠ共通編　近接工事設計施工マニュアル（平成 28 年 10 月 東日本旅客鉄道株式会社)」（以下、「JR 近接マニュアル」と言う）による。

どちらの資料も近接の程度によって、必要となる設計施工上の注意、対策を考慮しなければならないとして、近接程度の判定を３つの範囲に分けている。

また、影響外または無条件の範囲であっても、高い被圧地下水層に達したときや、地下水位の低下、地下水の流動による土粒子の流出等がある場合には有害な影響を生ずることがあるので注意を要する。

９－６　附属物

９－６－１　支承部

１．一　　般

（1）支承は、上部構造から伝達される荷重を確実に下部構造に伝達する性能を有する他、活荷重、地震、風、温度変化などの荷重に対して、安全となるように設計しなければならない。

（2）支承部は、レベル１地震動及びレベル２地震動に対し、所定の機能を満足していなければならない。

（3）支承の設計は、「道路橋示方書」により行う。なお、「道路橋支承便覧」は参考資料として取り扱うものとする。

２．支承の選定

（1）支承は、上部構造からの荷重を確実に下部構造に伝達しうる機構であるばかりではなく、活荷重や温度変化等による上部構造の伸縮や回転及び地震時の上部構造と下部構造の相対変位に追随する機能を有するものを選定する。

（2）支承部は、単純な機構で確実に機能する構造としなければならない。

（3）幅員が広い、斜角が小さい、幅員方向の乾燥収縮、クリープの影響が無視できない場合には、支承は幅員方向の移動を拘束しないように余裕のある構造とする。

（4）鉄筋コンクリート連続中空床版の固定支承は、メナーゼヒンジの使用を原則とする。

（5）ＰＣ連結げたの場合には、所定の圧縮バネ定数を満足するゴム支承を使用する。

（6）地震に対する耐荷力や耐久性を同程度とするため、一連の橋梁では同一の機能・機構をもった支承を選定する。

（7）橋の規模及び経済性・施工性、維持管理のしやすさを考慮したうえで、必要に応じて支承部の機能を複数の構造部分に分離させた「機能分離型支承」の採用について検討を行う。

（8）耐荷性能２を確保する橋の支承部においては、支承部に破損が生じた場合においても、上部構造を適切な高さに支持できるように、段差防止構造を設けることが望ましい。

（1）支承形式は、「道路橋支承便覧」P45～P48 に示されている観点について比較検討のうえ総合的に決定する。

（2）支承部の機能としては、荷重伝達や変位追随等の基本的機能の他、振動減衰、アイソレーター、振動制御などの付加的機能がある。

（4）メナーゼヒンジは、斜角 75° 未満の橋梁および反力が大きくたわみ角が大きい橋梁に用いてはならない。また、端支点は鉄筋が輻輳し定着が不確実になりやすく、またメナーゼ鉄筋のかぶりも確保しにくいので、原則として中間支点だけに用いるものとする。

（7）機能分離型支承については摩擦減衰が見込める場合は、免震支承として取り扱ってよい。

（8）沓又は台座コンクリートの高さが、10cm 程度以上ある場合は、緊急車輌の通行に致命的な影響がでないようにするため、予備のゴム支承を設けたり、端横桁直下に新たなコンクリート構造による台座を設置する方法など適切に選定する必要がある。

なお、段差防止構造は、道示の趣旨を踏まえ、維持管理に配慮した構造とする必要がある。

3．設　計

（1）設計荷重

1）支承の設計荷重は、原則として上部構造の設計に用いた荷重を使用する。

2）支承の耐震設計は、「道路橋示方書Ⅴ耐震設計編」によるものとする。

3）パット型ゴム支承部に作用する水平力は、静摩擦係数を 0.10～0.15 の範囲で設定して算出することができる。

（2）計算移動量

計算移動量は、道路橋示方書Ⅰ共通編 10．1．8 支承の移動量による。

（1）設計荷重

1）連続げたで中央径間と側径間の径間割りにより端支点に負の反力が生じる場合には「道路橋示方書Ⅰ共通編」10．1．3により、安全を確認するものとする。

2）地震時水平力は、「道路橋示方書Ⅴ耐震設計編」により求めるものとする。

4．据え付け

支承の据え付けは、下部工にあらかじめ箱抜きを行っておく必要があり、その寸法は**図９．200** を標準とする。なお、モルタルは無収縮モルタルを標準とする。また、パッド型ゴム支承の沓座モルタルの標準寸法は、**図９．201** を標準とする。なお、ベースプレート型の支承の場合は**図 9.200** のような沓座モルタル形状となるが、沓座モルタル高 H が 100㎜～150㎜ の場合はひび割れ防止鉄筋（メッシュ）を配置するものとする。

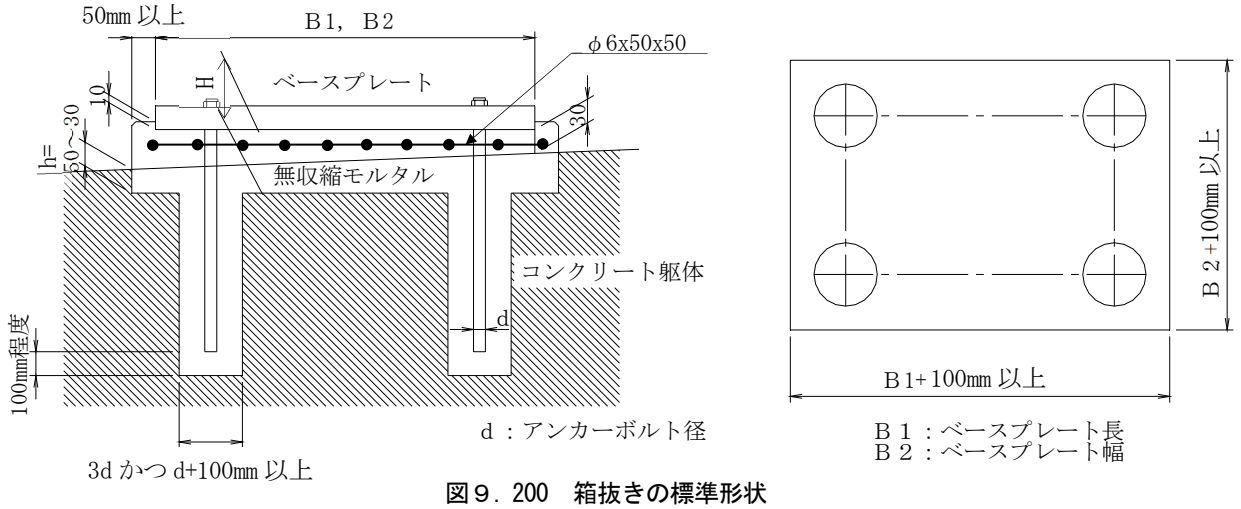


図９．200　箱抜きの標準形状

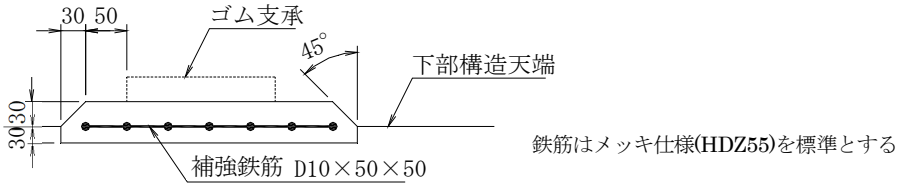


図９．201　沓座モルタルの標準寸法

ゴム支承を使用する場合で縦断勾配がきつい箇所では、支承と主桁又は、支承と桁座にすきまがあかないよう施工しなければならない。

太径のアンカーボルトを用いることにより、下部構造等の取り付けられる部位の配筋が困難になる場合においては、施工管理を厳密に行うように設計図書に明記した上で、アンカーボルトとアンカーボルト孔の離隔を最小で 20ｍｍまで縮小してもよい。

９－６－２　落橋防止システム

１．一　般

（１）落橋防止システムは、上下部構造が支承を介して結合される形式の橋梁に設けるものとし、けたかかり長、落橋防止構造、横変位拘束構造から構成される。その構成要素は、橋の形式、構造条件などに応じて、適切に選定しなければならない。

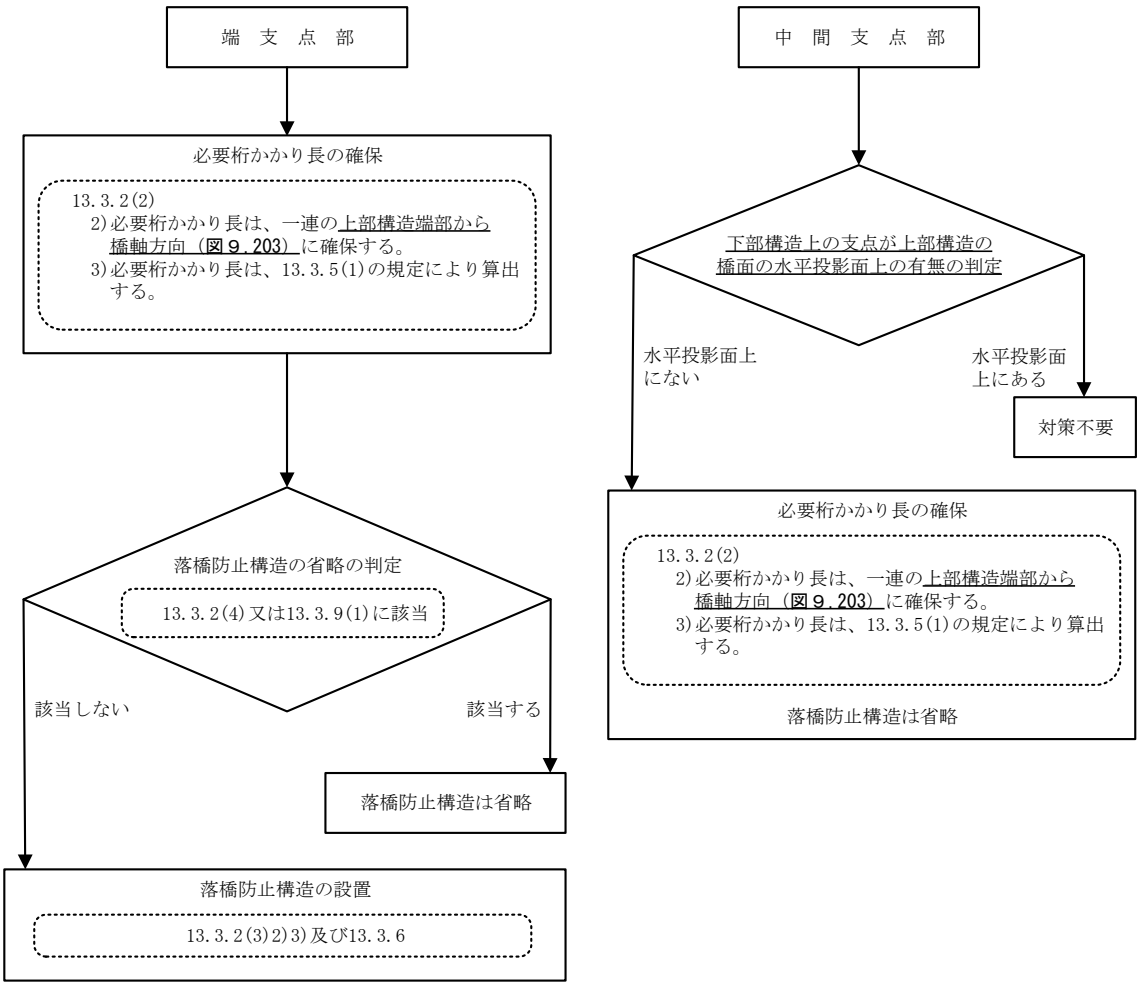
（２）落橋防止システムの設計は、「道路橋示方書Ⅴ耐震設計編」により行う。

（３）補強設計における落橋防止システムの考え方は、「**９－７　橋梁補修・補強設計**」によるものとする。

（１）落橋防止システム

１）選定フロー

・落橋防止システムは**図９．202，図９．204，図９．205** に従い選定する。



※条文番号は道路橋示方書Ⅴ耐震設計編の条文を示す

図９．202　橋軸方向の落橋防止システム選定フロー

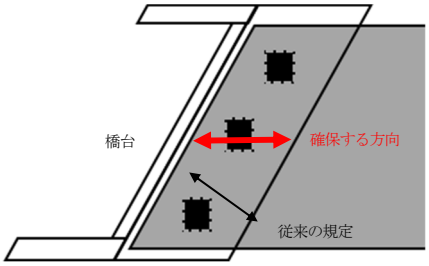
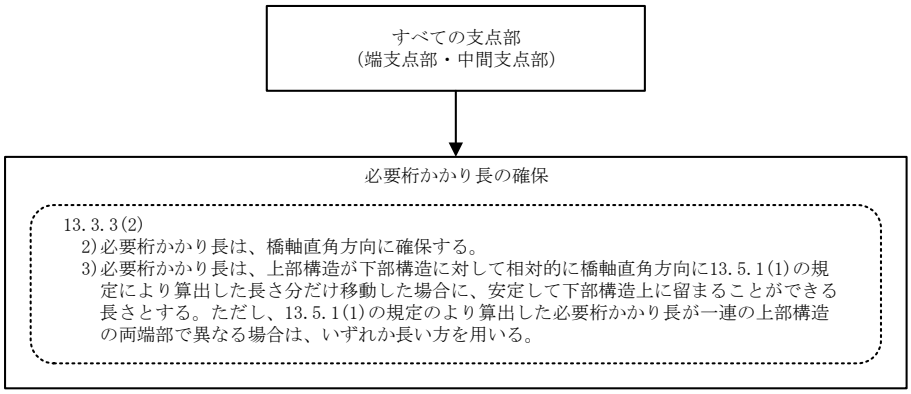
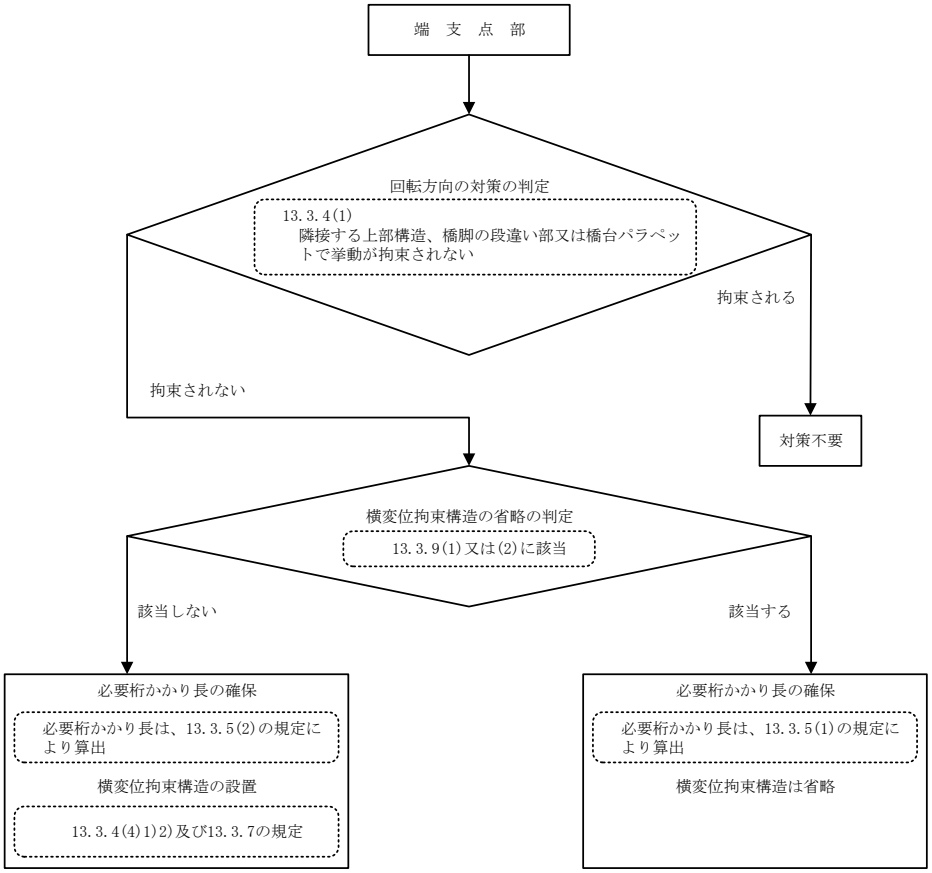


図９．203　橋軸方向の桁かかり長の方向



※条文番号は道路橋示方書Ⅴ耐震設計編の条文を示す

図９.204　橋軸直角方向の落橋防止システム選定フロー



※条文番号は道路橋示方書Ⅴ耐震設計編の条文を示す

図９.205　回転方向の落橋防止システム選定フロー

2）U_Rの算出について

・U_Rの算出に際しては、支承部の設計などのために別途算出しているレベル２地震動を考慮する設計状況に対する応答値を用いるものとする。

・当該支点が固定支持されている場合の最大応答変位量U_Rは零として桁かかり長を算出する。

3）落橋防止構造

落橋防止構造は、支承の移動や回転などの機能を損なわない構造とする。また、橋軸直角方向への移動にも追随し、衝撃的な地震力を緩和できる構造とする。したがって、上下部構造連結構造およびけた連結構造の場合にはＰＣケーブルを用いるものとし、ＰＣ鋼棒を用いる場合は直角方向の移動に対しては確実な抑制機能を有する構造としなければならない。

９－６－３　伸縮装置

１．使用区分

（１）伸縮装置の構造は「標準設計（北陸地方整備局)」による。

使用範囲は**表９.43** を参考とし、橋種や構造系を考慮して決定する。

表９．43　使用区分

種　　類	使　　用　　範　　囲	
	橋　　種	伸　縮　量
ゴ　ム　ジ　ョ　イ　ン　ト	コンクリート橋 鋼　　橋	70 ㎜未満
鋼製フィンガージョイント	コンクリート橋 鋼　　橋	40 ㎜以上

（２）伸縮装置には除雪障害を考慮して誘導板を設ける。

（３）伸縮装置は非排水型を標準とする。また、二重止水構造を基本とする。

（４）伸縮装置の形式・形状を決定する際には、二輪車の走行性にも配慮する。

（１）伸縮装置の構造は、北陸管内における過去の使用実績等を考慮して構造を定めた「標準設計（北陸地方整備局)」によることを基本とした。ただし、橋種､構造系、伸縮量等により、これによりがたい場合は別途検討する。

埋設ジョイントについては、後述するように耐久性等に不明な点があることから、採用に当たっては十分な注意が必要である。

（３）漏水による橋梁本体への影響を考慮して非排水型を標準とする。なお、二重止水構造の計画にあたっては、伸縮装置内に滞水することのない構造とし、適切に流末へ導水すること。

２．埋設型ジョイントの使用

市街地および将来市街地化が予想される箇所における高架橋等の車道部伸縮装置には、埋設型ジョイントを採用してもよいが､大型車の交通量が多い箇所や維持管理が困難な箇所に関しては､鋼製やゴムジョイントの使用が望ましい。

１）橋梁の伸縮継手付近は、舗装の磨耗による走行性の悪化により、騒音・振動が発生し､さらに除雪障害を生じる箇所でもある。また、伸縮継手からの漏水により支承の機能が損なわれている箇所も多く見られる｡このような状況から、市街地および将来市街地化が予想される高架橋等には､「埋設型ジョイント」を採用してもよいこととしたが、耐久性等に不明確な点があることから、条文のようにした。

２）埋設型ジョイントが従来型の伸縮継手より優れている点は､次のとおりである。

①　橋面に伸縮継手本体が出ないため、通行車両による騒音、振動が少なく､走行性がよい。

②　止水性が高くなるので支承部への漏水を低減できる。

③　除雪機械への障害を減少させることができる。

３）不明確な点は次のとおりである。

①　伸縮桁長で100m程度までしか施工実績がない。

②　長期的な耐久性については定期的な調査・点検が必要である。

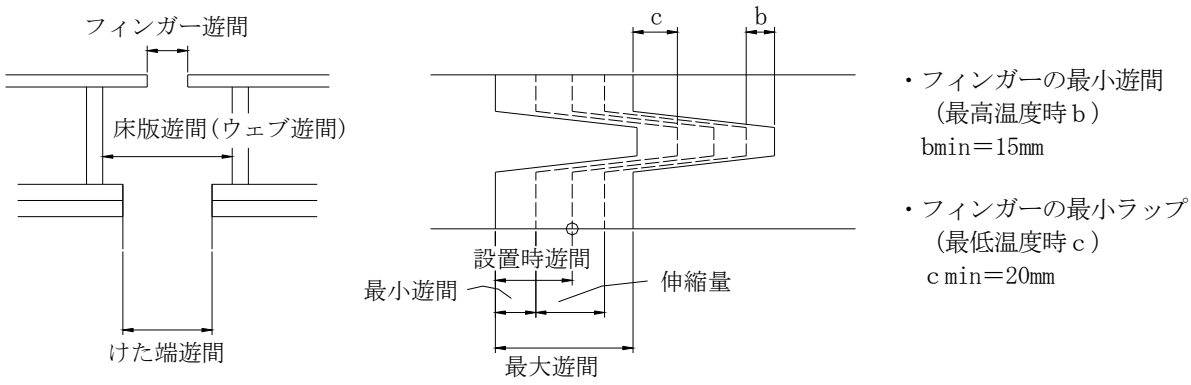
③　従来の伸縮継手のような工場製品は少なく、現地施工の部材がほとんどであるため入念な施工管理が必要である。

④　舗装修繕（切削・オーバーレイ）時の復旧状況

３．伸縮量の算定

（１）伸縮量は、道路橋示方書Ⅰ共通編 10．３．３及び道路橋示方書Ⅴ耐震設計編 13．２．２により算出するものとする。
（２）伸縮余裕量は、施工時の余裕量を除いた伸縮量に対して、10ｍｍを見込むことを標準とするが、橋の規模や施工誤差等により別途検討するものとする。

伸縮装置の設計伸縮量は、けたの温度変化、コンクリートのクリープ及び乾燥収縮、活荷重によって生じるたわみによる上部構造の移動量、ならびに施工時の余裕量を考慮して設定するものとする。



※）図は温度変化に対する標準遊間を示す。

図９.206

４．据付け

（１）伸縮装置の据付けは、強固なものとしなければならない。そのため、コンクリートが十分いきわたる構造としなければならない。
（２）ゴム系ジョイントは、後付け工法を標準とする。
（３）伸縮装置の構造図には、据付け時温度を基準とした遊間～据付け温度図を記載するものとする。
（４）設計伸縮量を設定する前提条件を設計図書等に明らかにし施工に確実に引き継ぐようにする。

９－６－４　排水装置

１．使用区分

（１）排水管の材質は、硬質塩化ビニールを標準とする。また、管径は縦管で 150㎜、横引き管で 200 ㎜以上を標準とするが、排水量、維持管理等からこれによりがたい場合は別途検討を行う。

（２）排水桝の材質はＦＣ250 を標準とする。

（３）蓋はグレーチングを標準とする。

（４）橋面排水及び防水層については、**第８章　舗装**を参照する。

供用期間内は確実に機能を確保できるように、防錆処理(溶融亜鉛メッキや変性エポキシ樹脂塗料など)を検討する。また、新技術として、高耐久材質の FRP 桝やステンレス桝等の採用についても検討する。

２．排水管の据付け

（１）排水管は添架方式とし､将来の維持管理・補修の容易さに配慮した構造とする。

（２）硬質塩化ビニール管を水平方向に配置する場合の支持間隔は原則として**図９．207** より得られる間隔以下とする。

（３）排水管の支持金具は、溶融亜鉛メッキ（ＪＩＳH8641）を原則とする。

（４）硬質塩化ビニール管は、管に作用する温度応力の影響を考慮し､安全な設計を行う。

１）横引き管が２つ以上の排水桝と直結する場合にはその中間に伸縮継手を一ヶ所設ける。

２）縦管にはスリーブ管を必ず使用し、その接続部には接着剤を用いてはならない。

（５）排水管経路は､上部工と下部工との接続部に受け桝やフレキシブル管を設け､上下部の縁を切る。

（６）排水管の勾配は原則として３％以上とする。

（７）垂れ流し構造を採用する場合には、排水管下端は主桁下面から 500㎜ 下がりとする。(**図 9.208** 参照)

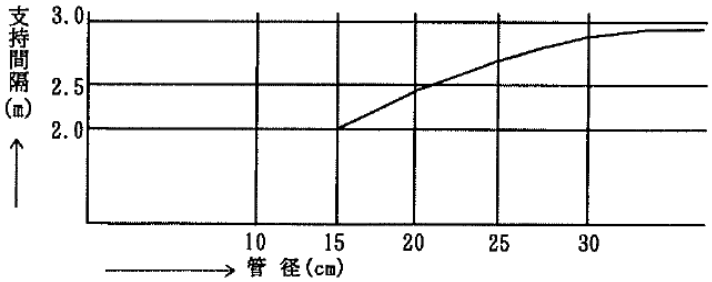


図９．207　硬質塩化ビニール管径と支持間隔

（１）排水管の取付方法は、維持修繕の容易な添架方式とする。また、排水管はできるだけ鉛直に取付けるように設計する。

（２）鋼橋に支持金具を取付ける場合は、製作時にあらかじめ設置する。
なお、この場合の仕様は鋼橋と同様とする。

（４）硬質塩化ビニール管の線膨張係数は､鋼またはコンクリートの約７倍となっており、管に屈曲部がある場合には、温度変化による変形とこれにより生じる曲げ応力度が問題となるため、伸縮継手を設けなければならない。

（５）寒冷地では管の端末に排水によるツララができ、排水機能が阻害されることが多いため、端末処理に配慮した構造とする。

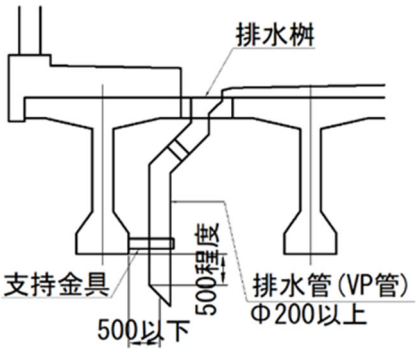


図 9.208　垂れ流し排水管の下端処理

３．排水桝の据付け

（１）排水桝の間隔は原則として20m以下とする。

（２）縦断曲線が凹となる場合にはその中央に排水桝を設置する。

（３）緩和曲線区間およびＳ曲線区間の変曲点付近に生ずる横断勾配が、水平またはこれに近くなる箇所には車道の両側に排水桝を設置する。

（４）伸縮装置の上流側には排水桝を設置する。

（５）排水桝の設置高さはその位置の舗装面より 20 ㎜下がりとする。

（６）排水桝の設置位置は、**図９.209** に示す位置を原則とする。ただし、必要のある場合には地覆内に入れてもよい。

（７）排水桝の蓋は、車輌による跳ね上げを防止するためボルトにより固定する。

（８）防水層上の排水が必ず処理出来る構造とする。

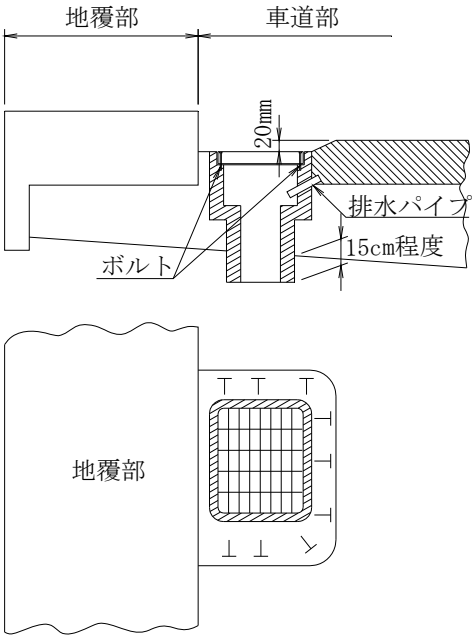


図９.209　桝の設置位置

（２）縦断曲線が凹となる場合には**図９.210**のように、その中央に必ず排水桝を設け、桝の両サイドには現地状況に即して排水桝を5m程度の間隔で設置する。

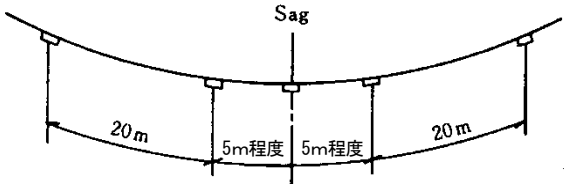


図９.210　凹部の配置

（3）曲線区間の変曲点は、**図９.211** のように配置する。

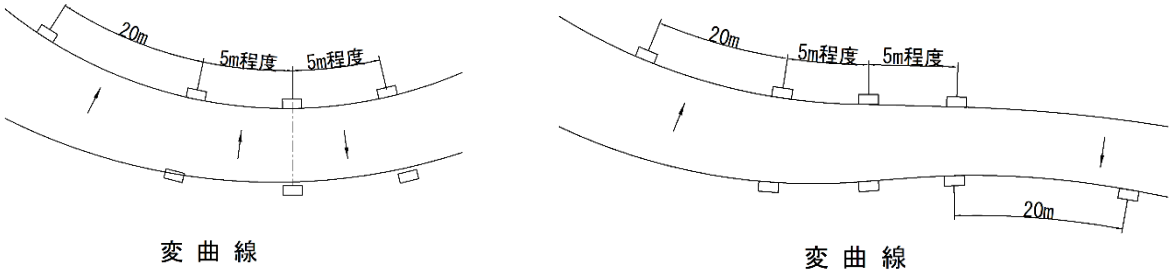


図９.211　変曲点の配置

（6）排水桝の下に鋼桁の上フランジまたはＰＣ桁のウェブ等がある場合には、桝を地覆内に入れてもよい。ＰＣ桁のフランジにあたる場合には、止むを得ずこの部分のみフランジを切り欠くか穴をあけて正規の位置に設置してもよい。この場合には､断面欠損となるので応力度の検討を要する。

９－６－５　歩道・防護柵・地覆

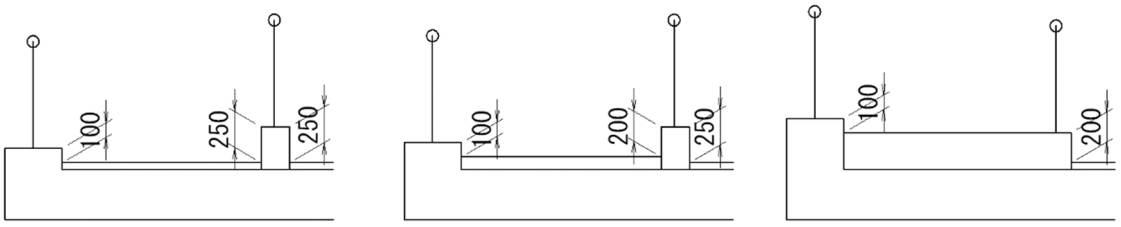
１．形式一般

（1）歩道形式および歩道舗装

橋梁部の歩道形式は、道路利用者の安全性および橋梁前後の連続性を勘案して決定する。

1）橋梁部の歩道形式は、セミフラット形式を標準とする。

2）歩車道境界の縁石の立ち上がりは、舗装面よりそれぞれ**図９.212** を標準とする。



フラット形式　　セミフラット形式　　マウントアップ形式

図９.212　舗装面からの立ち上がり高さ

3）歩道の舗装は、アスファルト舗装を標準とし、**図９.213～図９.215** に示す構造を標準とする。なお、アスファルト混合物は、表層は密粒度アスコン（13）（再生）レベリング層は粗粒度アスコン（再生）とし、中詰めコンクリートは 18-8-40（高炉）を標準とする。なお、床版上面には防水層を設置するものとする。

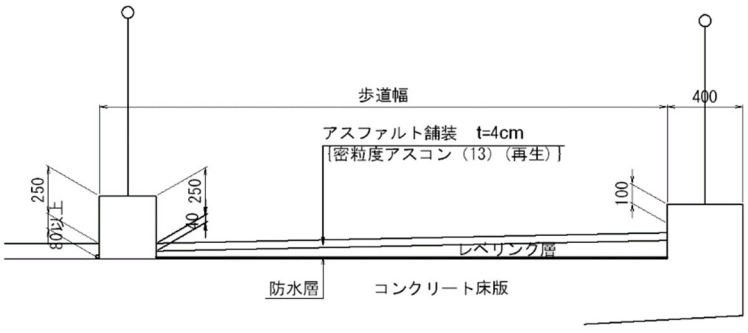


図９.213　フラット形式

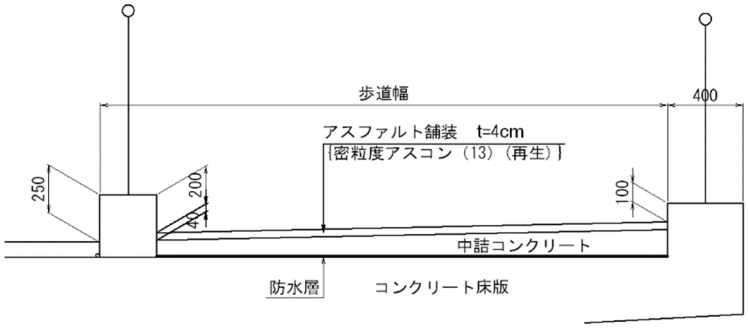


図９.214　セミフラット形式

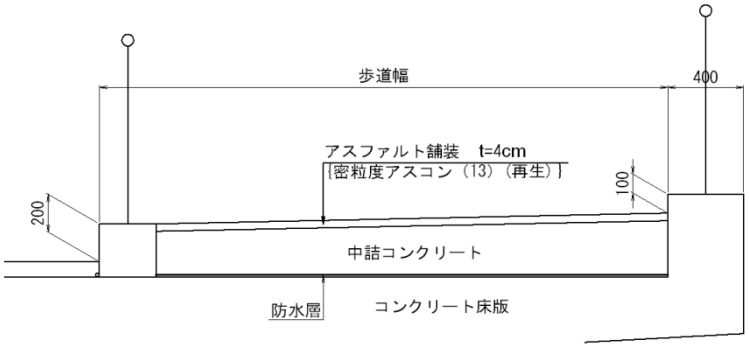


図９.215　マウントアップ形式

４）フラット形式における防水層の設置については、**第８章　舗装**に準じる

５）マウントアップ形式及びセミフラット形式の歩道の舗装はアスファルト舗装とする。

（２）防護柵

１）歩道がない場合の防護柵

歩道がない橋梁において、車道端に設置する防護柵は剛性防護柵を標準とする。

なお、景観に配慮する必要がある箇所では、たわみ性防護柵の採用を検討する。

２）歩道がある場合の防護柵

原則として、歩道地覆部に歩行者自転車用柵を、歩車道境界に車両用防護柵を設置する。

ただし、既設の橋梁高架などで、歩道の幅員が狭く、歩車道境界に車両用防護柵を設置すると歩行者等の通行を妨げるおそれのある場合は、歩道地覆部に歩行者自転車の転落防止機能を兼用した車両用防護柵を設置する。

なお、防護柵形式は、たわみ性防護柵を標準とし、景観等を考慮し検討する。

（３）地覆の形状は**図９.216** を標準とする。

水切りの形状としては、下側へ突き出した形式(**図９.217** 参照）等も検討するものとするが、プレテン床版橋の場合、桁下余裕が水切り下端で決定されることがあるので、注意する必要がある。また、水切りの桁側は飛来塩分の付着を抑制するため、隅を切る形状とする。

(a) 歩道の場合　　**（b）車道の場合**

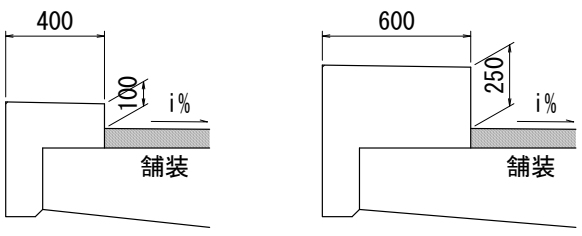


図９.216　地覆の形状

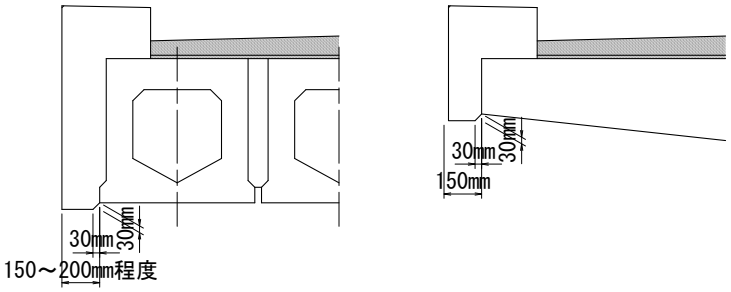


図９.217　水切り形状の一例

（４）地覆（歩道の外側）に設置する防護柵の天端高さは、歩道面から 1.1ｍを標準とする。高欄兼用車両防護柵は縦格子形式を標準とする。

（５）車道端及び歩道車道境界に位置する防護柵の天端高さは、路面から 0.9ｍを標準とする。構造は「標準設計（北陸地方整備局）」による。

（６）中央分離帯の防護柵タイプは**図９.218** を標準とする。

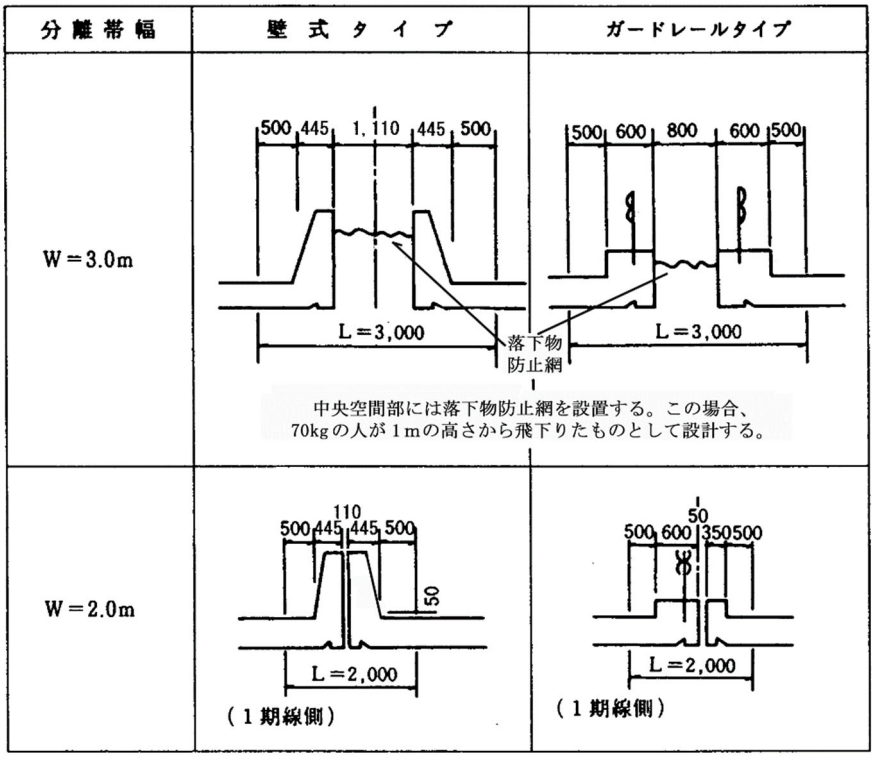


図９.218　中央帯部の防護柵

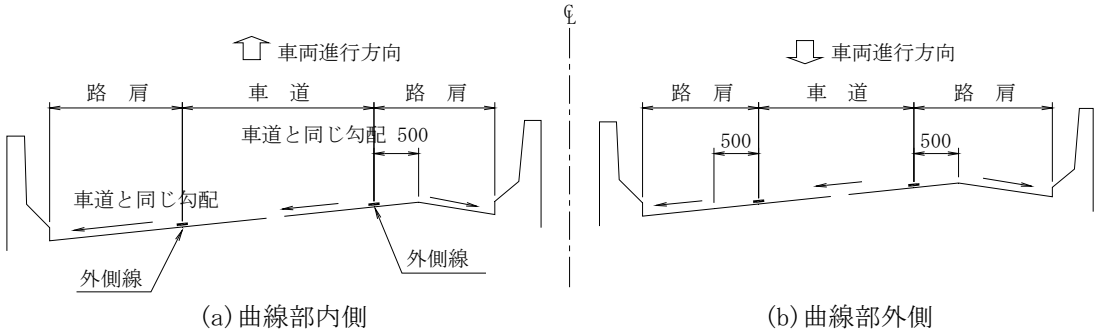
（７）剛性防護柵の構造は「標準設計（北陸地方整備局）」による。

（８）剛性防護柵のアンカー鉄筋の照査方法は、本章解説に示す手法で行うことを標準とする。

（９）防護柵等の設置角度は路面勾配に関係なく鉛直とする。なお、歩道部外側の防護柵も鉛直とする。

(10) 土工部と橋梁部の路肩幅員が著しく異なる場合は、すりつけを行う。

(11) 路肩部の勾配は、一般部に合わせ**図９.219** を標準とする。



(a) 曲線部内側　　(b) 曲線部外側

図９.219　路肩勾配（４車線の場合）

（1）歩道形式

1）橋梁部の歩道形式は、道路部の歩道形式がセミフラット形式を標準としており、道路利用者の安全性および橋梁前後の歩道の連続性から、セミフラット形式を標準とする。

2）縁石の高さはセミフラットおよびフラット形式の場合は 25cm、マウントアップ形式とする場合は防護柵の定着に必要な高さより 20cm とする。

フラット形式の舗装は、ジョイント部で歩道と車道を同一高さにする必要があり調整コンクリートでは厚さが薄く施工が困難であるため、粗粒度アスコンで調整することとした。

3）セミフラットおよびマウントアップ形式の歩道舗装は、床版上に防水層を設置する。

（2）防護柵

・車両自体の転落防止のため、原則として歩車道境界に車両用防護柵を設置する。これは、北陸地整内の気象特性（路面凍結が生じやすい）により設置が必要であり、全ての橋梁に原則として歩車道境界に車両用防護柵を設置することとした。

・海岸地域等で腐食の恐れがある場合のたわみ性防護柵は、防錆対策を施す。

（3）について

・地覆と床版の打ち継ぎ目には排水等を考慮し､内側へ２%程度の勾配をつけることが望ましい。

また、地覆部は温度変化、乾燥収縮によりひび割れが生じやすいため、10m程度に収縮目地を設ける。

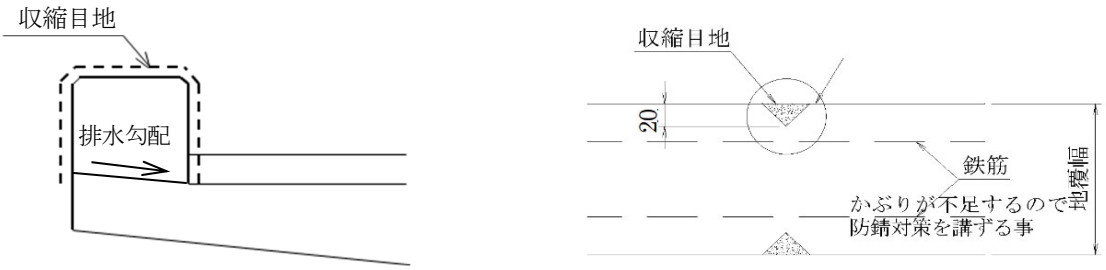


図９.220　地覆構造

（7）剛性防護柵の天端および床版打ち継ぎ目には地覆と同様に排水等を考慮し､内側へ２%程度の勾配をつけることが望ましい。なお、膨張目地間隔は 50m 程度を目安とし、中間支点上にも設ける。また、収縮目地は壁高欄のみ（地覆には設けない）とし、10m間隔を標準とするが、施工条件等を踏まえ検討する。

（8）剛性防護柵アンカー鉄筋の照査方法

床版へのアンカー鉄筋の照査方法は、車両用防護柵標準仕様・同解説（平成 16 年３月）P147～151 および「道路橋示方書Ⅰ共通編」 11.１、「道路橋示方書Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」 ９．６（平成 29 年 11 月）を参考とする。

①縦方向モーメント My

$$My = F \times Ha \times \alpha_R \times (1 - B/7.5) \quad (kN \cdot m/m)$$

②壁高欄基部の抵抗曲げモーメント　Myd

$$Myd = 0.9\ Myc \quad (kN \cdot m/m)$$

③アンカー鉄筋の照査

$$Myd \geqq My \quad (kN \cdot m/m)$$

ここに

F ；衝突荷重（kN）（**表９.44** 参照）

表９.44　剛性防護柵に作用する衝突荷重

種別	衝撃度	衝突荷重 F(kN)		
	(kJ)	単ｽﾛｰﾌﾟ型	フロリダ型	直壁型
SC	160	34	35	43
SB	280	57	58	72
SA	420	86	88	109
SS	650	135	138	170

Ha　；床版上面から衝突荷重作用点までの高さ(m)（右図参照）

α_R　；縦方向断面係数（=0.5）

B　；有効幅（＝2×Ha）(m)

Myd　；部材降伏に対する曲げモーメントの制限値

Myc　；降伏曲げモーメントの特性値

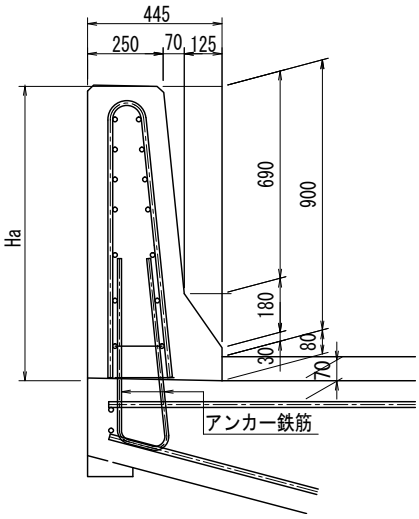


図９.221　記号説明

（11）路肩摺付部における防護柵の設置方法

橋梁部と土工部で路肩幅が異なる場合の擦り付け長は、次式を目安とする。また防護柵は、この路肩の擦り付け線に沿って設置する。

$$L = V \cdot \Delta W / 6$$

但し　Ｌ：すりつけ長（m）
Ｖ：道路の設計速度（km／ｈ）
ΔＷ：路肩幅員差（m）

９－６－６　防止柵等

１．中央分離帯転落防止網

中央分離帯転落防止網は、橋面上で発生した事故等から避難する場合に、橋梁の中央分離帯の間隙から誤って転落する事故を防止する他、交差道路上では落下物防止も兼ねるものとする。なお、転落防止網を設置できない場合は、現状の状況を考慮し必要な対策を講じる。

（１）設計荷重

１）転落防止網に作用する荷重は１ｋN/ｍとする。

（１ｋNは体重70kgの人が1mの高さから降りた場合の衝撃荷重を目安とした値）

２）ロープおよび金網の自重は無視するものとする。

３）ワイヤーロープのたわみは10cm程度とする。

（２）構造

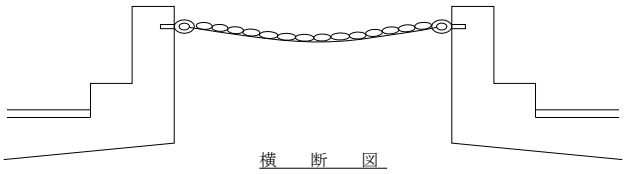
１）中央分離帯の間隙が 2m以下の場合は原則として転落防止網を設置する。ただし、現地の状況等により別途考慮できるものとする。

２）ひし形金網の目の大きさは、56mmを標準とする。ただし、交差する施設がある場合には施設管理者との調整や地域の実情に応じて対応を図るものとする。

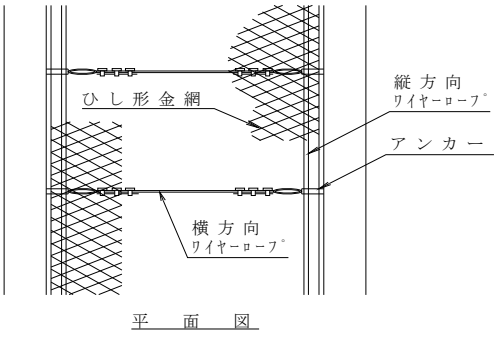
（３）積雪地域の落下物防止材は、中央分離帯に除雪した雪がたまり、つららが発生するので、道路や鉄道と交差する箇所においては、それらを考慮した構造としなければならない。

転落防止網の設置例

右図は高架橋などの例



下図は道路や鉄道との交差橋の例



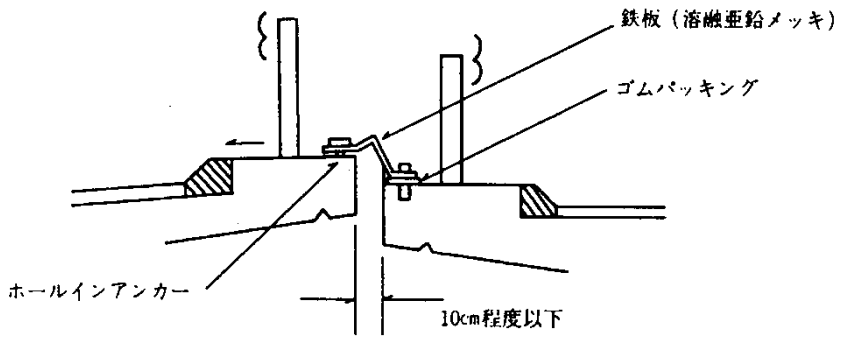


図９.222　転落防止網の例

２．飛雪等防止柵

飛雪等防止柵は立体交差部等で上方道路から下方道路への除雪時の飛雪や落下物の降下を防止する目的で設置する。

（1）設　置　高

1）跨線橋

跨線部には原則として設けるものとし、柵高は当該管理者との協議により決定する。

2）跨道橋、高架橋

下方の道路および施設の状況を勘案し設置する。柵高は路面から２ｍを標準とする。

（2）延　　長

設置範囲は、交差区間長に**図９．223** の後方余裕および前方余裕を含めた長さとする。

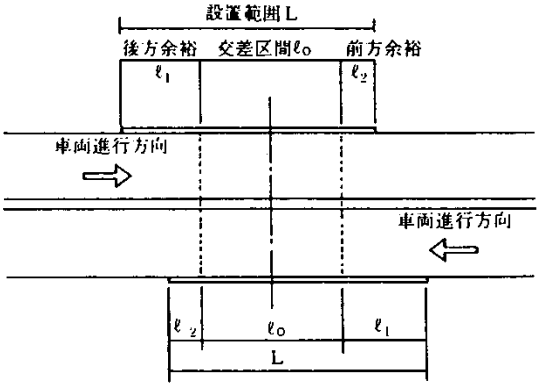


図９．223 設置範囲

設置範囲　Ｌ＝（交差区間＋後方余裕ℓ_1＋前方余裕ℓ_2）

ℓ_1：高架等では10ｍとする。

橋台およびカルバートではウイング縁端までを標準とする。

ℓ_2：高架等では４ｍとする。

橋台およびカルバートではウイング縁端までを標準とする。

（3）設計荷重

荷重は風荷重のみとし、2.0ｋＮ／㎡を標準とする。

（2）設置例は**図９．224** による。

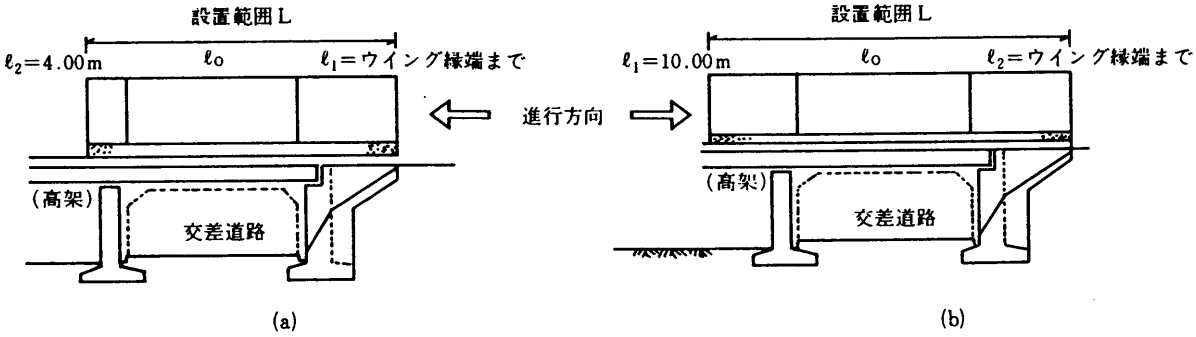


図９．224　設置例

高規格道路、高低差が高い高架や交差角が小さい高架など、特殊な環境条件に対しては、環境条件を踏まえた後方余裕を確保する。なお、オーバーブリッジの場合は別途検討すること。

環境条件を踏まえた後方余裕は次のように表される。

$$\ell = V_0\sqrt{\frac{2(H+3)}{g}}\left(\cos 15^\circ + \frac{\sin 15^\circ}{\tan\alpha}\right)$$

但しα＝９０°の場合　$\ell = V_0\sqrt{\frac{2(H+3)}{g}} \cdot \cos 15^\circ$

ここに　Ｖｏ＝落下物の路外逸脱速度　（　m／sec　）
新幹線と交差する場合　Ｖ０＝0.178・Ｖ
その他の施設と交差する場合　Ｖ０＝0.144・Ｖ
Ｖ　＝設計速度（ km／ｈ）
Ｈ　＝対象施設の基面から本線道路等の路面まで高低差（m）
α　＝対象施設と本線道路等の交差する角度
（ただし、近接の場合はα＝９０°として計算する）
ｇ　＝重力加速度＝９．８m／sec２
また、新幹線と交差する場合は、Ｌ≧３６ｍとする。

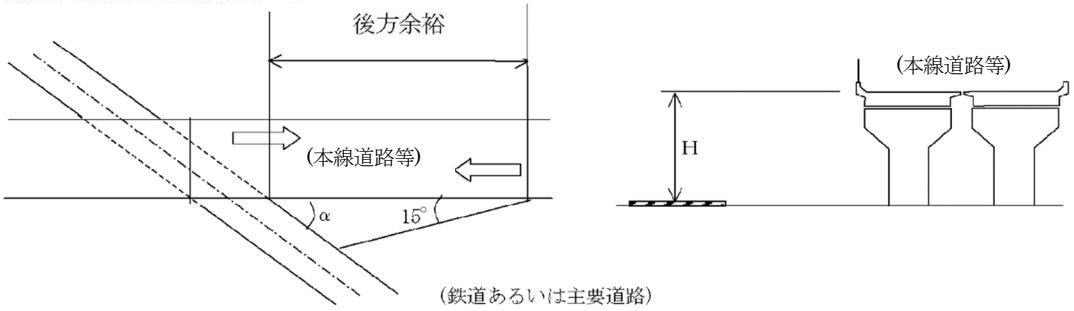


図９.225　後方余裕

（３）設計基準風速Ud（m/s）は、40m／ｓとする。（道示Ⅰ）

$$p = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot U_d^2 \cdot C_d \cdot G \cdot \phi' \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad 式（9.60）$$

ｐ：風圧力　kN／m²
ρ：空気密度　1.23 kg／m³
Ｕｄ：設計風速　40m／sec
Ｃｄ：抗力係数　橋梁部　1.6
Ｇ：ガスト応答係数　1.9
@：柱間隔
φ’：全体遮へい率　0.55
（上記遮へい率は標準設計を使用した場合の値であり、標準設計以外を使用する場合は別途考慮すること）

$$p = \frac{1}{2} \times 1.23 \times 40^2 \times 1.6 \times 1.9 \times 0.55 = 1{,}650\ \text{N／m}^2 \rightarrow 2.0\ \text{kN／m}^2$$

３．遮音壁

第５章 道路構造物 ５－５遮音壁設計による。

９－６－７　検査路

１．設置の基準

検査路は橋梁の点検保守のため、下記の場合に設置する。

（１）上部工検査路

河川を横断する橋梁および地上からの保守点検が困難な橋梁には、原則として上部工検査路を設置する。
なお、コンクリート橋については、点検手法を検討したうえで検査路が必要な場合は別途対応とする。

（２）下部工検査路

河川を横断する橋梁および地上からの保守点検が困難な橋梁には、原則として下部工検査路を設置する。
ただし、下部工検査路が河川の余裕高以下となる場合は、手摺りの構造等について、河川管理者と協議を行う必要がある。また、橋座に十分な作業空間が確保できる場合には下部工検査路は設置しない。

（３）昇降梯子

検査路への連結は、梯子による橋面上からの降下または地上からの昇降を原則とする。

（４）種類別設置基準

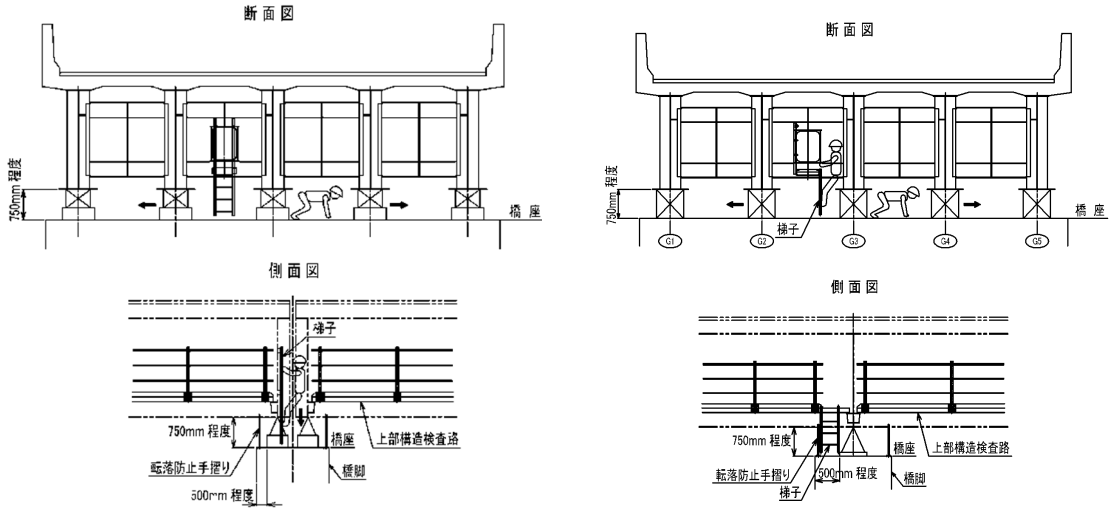
設置にあたっては、前記（１）～（３）および**表９.45** による。

表９.45　種類別設置基準

	上部工検査路	下部工検査路	昇降梯子路
設置場所	けた間	橋台・橋脚	橋台・橋脚
河川橋 (河川を横断する橋)	①けた下面より下には設置しない ②１橋当り１列配置を標準とする ③上下線分離の場合は両側に設置する	橋脚は、左右含むロ・コの字型配置が望ましいが、点検の確実性、河川許可条件等を踏まえ配置形状を決定する	橋面上からの降下を原則とし、高欄の開閉は行わない
跨道橋 跨線橋 高架橋	①けた下面より下には設置しない ②１橋当り１列配置を標準とする ③上下線分離の場合は両側に設置する	橋脚は、左右含むロ・コの字型配置が望ましいが、点検の確実性、用地の状況等を踏まえ配置形状を決定する	橋面上からの降下、または地上からの昇降方式のいずれかを標準とする

検査路を設置する場所によっては、橋梁全体の景観をそこなう場合があるので周辺条件を考慮して設置する。

（２）支承高が高く橋座部のスペースが広い場合など、橋座に十分な作業空間が確保できる場合は、転落防止用の手摺りのみを設置し検査路は設置しない。ただし、地表面から橋座面までの高さが低く、転落しても大きな被害が生じる可能性が低い場合は、必ずしも転落防止用の手摺りを設置する必要はない(概ね 2m 未満の場合。「労働安全衛生規則　第二編　安全基準」より)。



(1)架違い部　　**(2)連続桁中間支点部**

図９.226　橋座作業空間の確保が可能な場合

（4）検査路は地上部から目視による点検が不可能な箇所に設置するが、一般的には橋座面が地上高概ね4.0m以上の場合に設ける。ただし水面上の場合はこの限りではない。

高架橋のように昇降が地上から可能な場合は、タラップ方式が一般的である。

2．構造および防錆

（1）検査路の基本的な構造は次のとおりとする。なお、詳細は標準設計による。

1）上・下部工検査路

ⅰ）上・下部工検査路の幅員は60cmを標準とする。

ⅱ）床材は、チェッカープレートを標準とする。

ⅲ）手すりの高さは、110cmを標準とする。

ⅳ）支柱間隔は1.9m以内とする。

2）検査路支持構造

ⅰ）上部構造検査路支持構造は受け台タイプを標準とする。

ⅱ）下部構造検査路支持構造はブラケットを標準とする。

3）昇降設備

ⅰ）梯子の幅員は40cm、横木のピッチは30cmを標準とする。

ⅱ）下部構造からの離れは、20cmを標準とする。

ⅲ）梯子には転落防止リングを設けることとし、内径は75cm、間隔60cmを標準とするが、この場合高欄の切り欠き、開閉は行わない。また、昇降口には扉を設けて施錠式とする。

ⅳ）下部工に設ける昇降設備の梯子の下端は、地表から2.5mに設置することを標準とする。

4）設計荷重

ⅰ）歩廊桁の設計に用いる設計活荷重は、3.5ｋＮ／㎡とする。

ⅱ）積雪の可能性がある場合は、積雪荷重を考慮すること。なお、積雪荷重については、前項による。

ⅲ）橋体を設計する場合、設計活荷重は考慮しない。

ⅳ）橋体を設計する場合、設計死荷重1.0ｋＮ／ｍを考慮する。

ⅴ）手摺りの設計荷重は上段の手摺り位置に鉛直方向0.59ｋＮ／ｍ、水平方向0.39ｋＮ／ｍを載荷する。

（2）検査路、昇降梯子、手摺りおよび取付部材は、溶融亜鉛メッキ（ＪＩＳH8641）を標準とするが、塩害地域（対策区分Ｓの地域）や維持管理が困難な箇所については、使用材料等を別途検討すること。

９－７　橋梁補修・補強設計

９－７－１　補修一般

９－７－１－１　適用範囲

本章は、既設道路橋の補修・補強設計および耐震補強設計に適用する。

本章は、既設道路橋の補修・補強設計について、現在までに得られている知識、経験を集約し、一般に推奨できる工法の概要を示したものである。

従って、その適用にあたっては、便覧、資料等を参考にして各工法の特性を十分理解し、個々の橋梁の条件に応じた工法を選定することが必要である。

また、点検・調査・維持管理及び健全度評価システムを含め、補修・補強に関する新技術の開発は目覚ましいものがあり、新技術情報提供システム(NETIS)の活用も含め、その動向に留意しなければならない。

補修・補強に関する主な便覧、資料等

〈(財) 道路保全技術センター〉

- 既設橋梁の耐荷力照査実施要領（案）　平成８年
- 鋼鈑桁の桁端切り欠き部補強設計手引き（案）　平成８年３月
- 応力頻度測定要領（案）　平成８年３月
- 既設橋梁の補修・補強「事例集」　平成８年
- 既設橋梁の破損と対策　平成６年３月
- コンクリートゲルバー橋補強対策マニュアル（案）　平成８年

〈(一財) 橋梁調査会〉

- 既設橋梁のノージョイント工法の設計施工手引き（案）　平成 26 年１月
- 道路橋マネジメントの手引き　平成 16 年８月
- 既設橋梁の耐震補強工法事例集　平成 17 年４月

〈(公財) 高速道路調査会〉

- 上面増厚工法　設計施工マニュアル　平成７年 11 月

〈(公社) 土木学会〉

- コンクリート標準示方書　規準編　2018 年 10 月
- コンクリート標準示方書　維持管理編　2018 年 10 月
- コンクリート構造物の補強指針（案）　平成 11 年９月
- 連続繊維シートを用いたコンクリート構造物の補修補強指針　平成 12 年７月
- 電気化学的防食工法、設計施工指針（案）　平成 14 年１月
- 表面保護工法　設計施工指針（案）　平成 17 年４月
- 吹付けコンクリート指針（案）　［補修・補強編］　平成 17 年７月
- 腐食した鋼構造物の耐久性照査マニュアル　平成 21 年３月
- 鋼床版の疲労　平成 22 年 12 月

〈(公社) 日本コンクリート工学会〉

- コンクリート診断技術‘２１　2021 年３月

・ コンクリートのひび割れ調査、補修、・補強指針 -2013-　　平成 26 年３月

〈(一社) 日本鋼構造協会〉

・ 土木鋼構造物の点検･診断･対策技術　　2017 年度改訂版

〈その他〉

・ コンクリート部材の補修、補強に関する共同研究報告書　　平成 11 年 12 月

・ アルカリ骨材反応による劣化を受けた道路橋の
橋脚・橋台躯体に関する補修･補強ガイドライン（案）　　平成 20 年３月

・ 塩害橋梁維持管理マニュアル（案）　　平成 20 年４月

・ 事務連絡「横断歩道橋の耐震設計と耐久性確保に係る
当面の取り扱いについて」　　令和 2 年 6 月 24 日

９－７－１－２　適用基準

（１）橋の耐荷性能を建設時より向上させる措置を行う場合は以下の①又は②による。
①平成 29 年の道路橋示方書を適用する。
②平成 24 年の道路橋示方書を適用する。
（２）橋の耐荷性能を建設時と同等の性能に戻す場合。
橋の修繕内容の決定にあたっては、建設時に適用された技術基準を適用する。
（３）橋の耐震補強を行う場合。
（１）による。

上記は既設橋への平成 29 年道路橋示方書の適用方法が確立されるまでの当面の処置である。

平成 24 年の道路橋示方書以外の技術基準による場合においても、橋の耐荷性能以外の性能に関わる内容は平成 29 年の道路橋示方書に準じた性能が得られるように配慮する。

橋の修繕に平成 29 年の道路橋示方書を適用する場合は令和 2 年 7 月 20 日事務連絡「橋、高架の道路等の技術基準を既設橋の修繕設計に適用する場合の留意事項（参考)」を参照のこと。

９－７－１－３　用語の定義

維持管理 ― 構造物に備わった初期の性能および機能をある水準以上で保持していくための行為の総称、これを保全ともいう。
耐久性 ― 構造物の性能・機能の低下の経時変化に抵抗する性能。
機能性 ― 構造物（部材）の必要とされる機能に関する性能から耐荷性を除いたもの。
耐荷性 ―部材の耐荷力に基づいて評価される構造物の性能、構造物（部材）の機能に関する性能の一つである。
維持管理対策 ― 劣化した構造物（または部材）を維持管理するために行う措置で、無処置、点検、強化、補修、供用制限、補強、解体・撤去、修景、機能向上、機能性回復などがある。
第三者影響度 ―劣化した構造物の周囲において、はく落コンクリートなどが人および器物に与える傷害などの影響度合い。
補修 ―劣化した部材、構造物の今後の劣化進行を抑制し、耐久性の回復・向上と第三者影響度の低減を目的とした維持管理対策。なお、補修では、耐荷性の回復・向上は目的としていない。
補強 ― 部材、構造物の耐荷力を当初設計された水準まで回復あるいはその水準以上に向上させることを目的とした維持管理対策。

９－７－２　ＲＣ床版の補修

ＲＣ床版の補修補強にあたって、平成 29 年道路橋示方書を適用する場合は、道路橋示方書を参照することとし、平成 24 年道路橋示方書を適用する場合は、従来通り以下の方法によるものとする。

１．床版補修の判定

既設橋の耐荷力照査に基づき損傷度を判定し、次のフローに従い、補修、補強を行う。

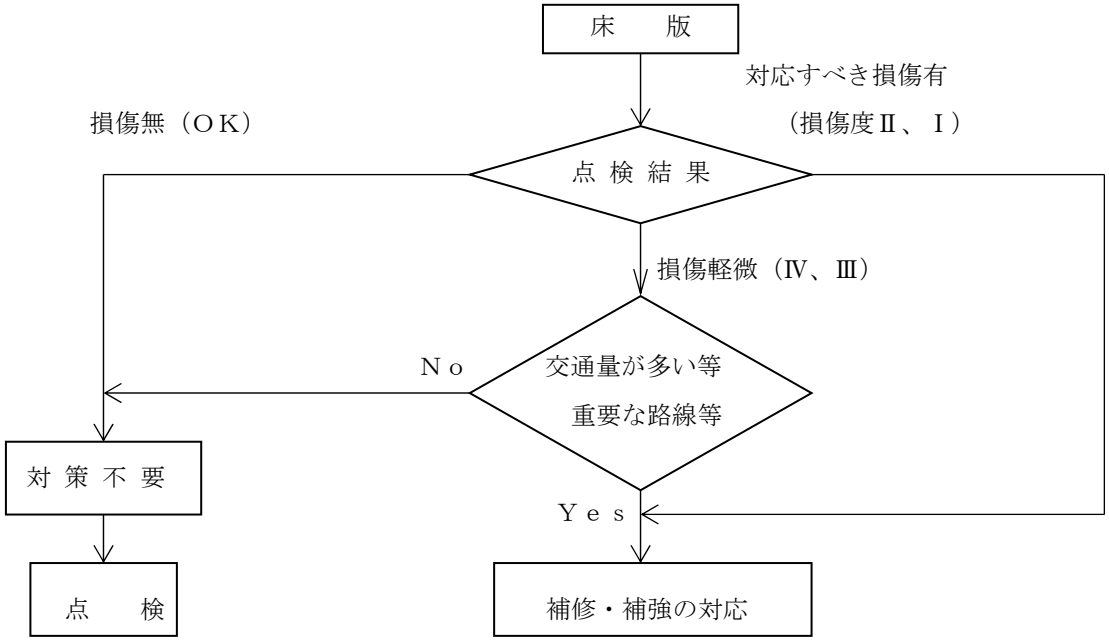


図９.227　補修・補強の流れ

出典：(参考資料) 既設橋梁の耐荷力照査実施要領（案）　(財)道路保全技術センター

表９.46　損傷判定標準

判定区分	一　　般　　的　　状　　況
Ⅰ	損傷が著しく、交通の安全確保の支障となるおそれがある。
Ⅱ	損傷が大きく、詳細調査を実施し補修するかどうかの検討を行う必要がある。
Ⅲ	損傷が認められ、追跡調査を行う必要がある。
Ⅳ	損傷が認められ、その程度を記録する必要がある。
ＯＫ	点検の結果から、損傷は認められない。

出典：(参考資料) 既設橋梁の耐荷力照査実施要領（案）　(財)道路保全技術センター

２．荷重

設計にあたっての荷重は「道路橋示方書・同解説Ⅰ共通編（平成 24 年 3 月)」による。ただし、活荷重については、現行基準だけでなく、設計当時の荷重やレーン載荷なども含めて、適切に選定する必要がある。

なお、縦げた増設工法については死荷重に床版、舗装重量を考慮する。

縦げた増設の場合、将来の床版打替で死荷重として作用することを想定して、床版、舗装重量を考慮することとした。

３．許容応力度

鋼材の許容応力度は、「道路橋示方書・同解説Ⅱ鋼橋編（平成 24 年 3 月)」による。

床版コンクリートの許容曲げ圧縮応力度は、その橋梁の設計に用いられた値を用いる。

床版鉄筋の許容引張応力度は 140N/㎜^{2} とする。

（１）接着用樹脂とコンクリートとの許容付着応力度は**図 9.228** のとおりとする。

（2）接着用樹脂と鋼材との許容付着応力度は３N／㎜^{2} とする。

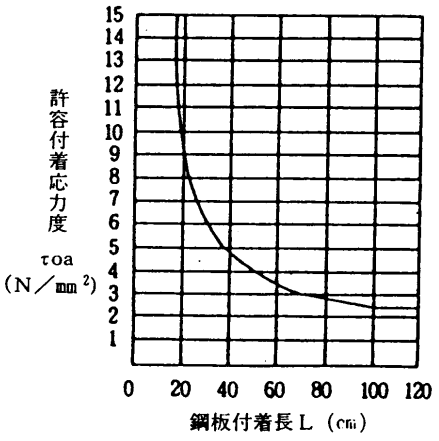


図９.228　部材の許容付着応力度図

縦げたの圧縮フランジと床版を接着用樹脂で接合させる場合は、圧縮フランジが直接鉄筋コンクリート床版で固定されているとみなして、座屈による許容応力度の低減を行わない。

架設年度の古い橋では、同程度の強度を有する鋼材の場合でも、現在のものよりは許容応力度を低くとっているが、これはどちらかといえば、設計計算上、安全度を大きくとっていたからと考えられる。従って現時点で主構造の応力度状態を検討する場合には、現行示方書と同程度まで安全率を落としてもよい。ただし、用いられている材料の品質、あるいは設計に用いられた許容応力度が不明のときは、材料試験の結果やその橋の建設時に一般に適用されていた示方書に示されているような値を参考にして定める。

また、古い橋ではコンクリートの施工方法、品質管理等が現在と相当に異なることを考慮して、その橋梁の設計に用いられた値をそのまま用いることとした。許容応力度が不明のときは、材料試験の結果や、設計当時一般に使用されていた値を参考にして定める。

調査の結果、床版コンクリートの破損原因がコンクリートの品質に起因すると思われる場合には、コアーの圧縮試験等によって、許容曲げ圧縮応力度を低減してもよい。

４．設計断面力の算出

（１）床　　版

床版設計に用いる設計曲げモーメントには、下記の曲げモーメントを考慮する。

１）縦げた増設工法

ⅰ）活荷重による曲げモーメント

ⅱ）死荷重による曲げモーメント

ⅲ）縦げたの不等沈下によるモーメント

２）床版打替工法

縦げた増設工法と同じ。ただし、縦げたの不等沈下による付加曲げモーメントを考慮する必要がない場合もある。

３）活荷重による設計曲げモーメントは、「道路橋示方書・同解説Ⅱ鋼橋編（平成 24 年 3 月）」によるものとする。ただし、既設床版の中間支点上の曲げモーメントについては、計算で得られた曲げモーメントの 80%を考慮すればよい。

（２）縦げた

１）横げたあるいは対傾構を支点とする単純げたとして、死荷重、活荷重（衝撃を含む）による曲げモーメント、せん断力を求める。

２）床版の死荷重は、縦げたの両側のけた間隔の１／２の範囲を考慮する。

３）曲げモーメントの計算に用いる活荷重は、次のとおり低減して作用させる。

1車線の場合　$\frac{\lambda}{1.75}\cdot P$　$\lambda \leqq 1.75$　・・・・・・・・・・・・・・・　式（9.61）

２車線の場合　$\frac{\lambda}{1.375}\cdot P$　$\lambda \leqq 2.75$　・・・・・・・・・・・・・・・　式（9.62）

ここに　　λ：縦げたと主げたの間隔（m）

P：自動車の１輪荷重（P=100ｋN）

ただし、縦げたと主げたの間隔が１車線の場合に 1.75m、２車線以上の場合に 2.75mを超えるときは、床版を単純げたと仮定して算出した縦げた上の反力とする。

（３）縦げた支持材

１）横げたは、主げた位置を支点とする単純げたとして、縦げたからの最大反力および横げたの自重による曲げモーメント、せん断力を求める。

２）対傾構により縦げたを支持する場合には、縦げたからの最大反力により、補強部材の骨組形状でトラス部材の軸力を求め、当初設計時の作用軸力と補強による軸力を単純加算して、既設部材の断面の補強の必要性について検討する。

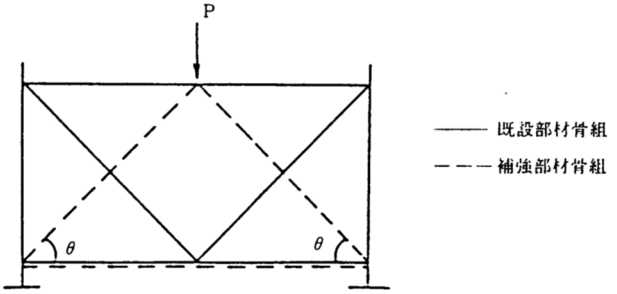


図９.229　補強骨組図

（４）主げた

１）縦げた増設による主げたの断面力は慣用法で求めてよい。

２）並列げたの床版を床版打替工法で補修する場合、主げたの断面力は、格子計算等で精査する。

（1）T荷重による設計曲げモーメントは、**表９.47** のようになる（Ｉ形鋼格子床版に適用)。

表９.47　Ｔ荷重による設計曲げモーメント　　（ｋＮ･m/m）

版の区分	曲げモーメントの種類		支間の方向 曲げモーメント方向 適用支間(m)	車両進行方向に直角の場合		車両進行方向に平行の場合	
				Ｉ形鋼方向	横鉄筋方向	Ｉ形鋼方向	横鉄筋方向
単純版	支間曲げモーメント		０≦Ｌ≦４	＋ 1.2 ×(0.12・Ｌ＋0.07)Ｐ	＋ 0.9 ×(0.10･Ｌ＋0.04) Ｐ	＋ 1.1 ×(0.22・Ｌ＋0.08)Ｐ	＋ 0.8 ×(0.06・Ｌ＋0.06)Ｐ
連続版	支間曲げモーメント	中間支間	０≦Ｌ≦４	＋（単純版の80%）	＋（単純版の80%）	＋（単純版の80%）	＋（単純版と同じ）
		端支間				＋（単純版の90%）	＋（単純版と同じ）
	支点曲げモーメント	中間支点		－（単純版の80%）	――	＋（単純版の80%）	――
片持版	支点		０≦Ｌ≦1.5	$-\frac{1.20PL}{1.30L+0.25}$	――	－ 1.1 ×(0.70・Ｌ＋0.22)Ｐ	――
	先端付近			――	＋ 0.9 ×(0.15・Ｌ＋0.13)Ｐ	――	＋ 0.8 ×(0.16・Ｌ＋0.07)Ｐ

ここに　Ｌ：床版の支間（m）

Ｐ：自動車１後輪荷重（N）

（2）縦げたの不等沈下による付加曲げモーメントは、下記文献を参考とする。

「土木研究所資料　771 号（昭和 47 年)」

床版支持げたの不等沈下によって生ずる曲げモーメント計算、鉄筋コンクリート断面の諸元を算出する際、接着用樹脂の厚さは無視する。

$$X=-\frac{n(As+Ap)}{b}+\sqrt{\{\frac{n(As+Ap)}{b}\}^2+\frac{2n}{b}(As\cdot d+Ap\cdot dp)}$$

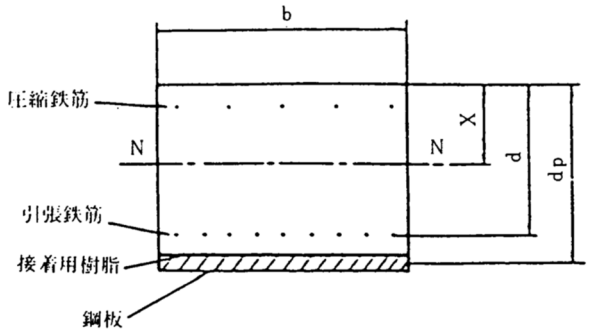


図９.230　床版の断面図

$$I_x = \frac{b \cdot X^3}{3} + n \cdot As(d - X)^2 + n \cdot Ap(dp - X)^2 \qquad (1)$$

$$\sigma c = \frac{M}{I_x} \cdot X \ (kN/m^2) \qquad (2)$$

$$\sigma s = n \cdot \frac{M}{Ix} \cdot (Ap - X) \ (kN/m^2) \qquad (3)$$

ここに、b ：100cm

n ：15

As：幅 100cm 当りの引張鉄筋量（cm^2）

Ap：幅 100cm 当りの鋼板断面積（cm^2）

鋼板と床版コンクリートの間に作用する付着応力度は、次のように計算する。

① 設計曲げモーメントを上記（３）の式に代入して、鋼板の曲げ応力度σｓ・ｍａｘを求める。

② 床版の応力分布を考慮して、有効幅内の平均応力度としてσｓ＝0.6・σｓ・ｍａｘを求める。

③ 鋼板と床版コンクリートとの平均付着応力度τｏを計算する。

$$\tau o = \frac{Ap \cdot \sigma s}{b \cdot L} = \frac{t}{L} \cdot \sigma s$$

ここに、ｔ：鋼板厚（cm）

Ｌ：鋼板端部から着目点までの距離（cm）

最近使用例が増加している鋼格子床版の活荷重による単位幅（１ｍ）当たりの設計曲げモーメント（衝撃を含む）は、**表９.47** に示す式で求めるものとする。この設計曲げモーメント式は、通常の鉄筋コンクリート床版が等方性版とみなされているのに対し、鋼格子床版を直交異方性版と考えて算出している。

付着の検討および鋼板端面における応力集中に対する検討は、下記文献を参考にするのがよい。

「維持修繕要領（橋梁床版編）」（日本道路公団）

５．応力照査

（１）床　版

１）縦げた増設工法では、床版コンクリートおよび主鉄筋の応力度が許容応力度以下であることを確かめなければならない。

２）床版打替工法では、床版コンクリートおよび鉄筋（配力鉄筋を含む）の応力度が許容応力度以下であることを確かめなければならない。

（２）縦げたおよび縦げた支持部材

曲げ応力度およびせん断応力度がそれぞれの許容応力度以下であることを確かめなければならない。

６．縦げた増設工法の設計

（１）縦げた増設工法は、次の手順により設計を行うものとする。(**図９.231**)

１）既設橋の設計条件の確認

２）補強床版の設計曲げモーメントの算出

３）増設縦げたの断面仮定

４）縦げた、縦げた支持部材、床版の断面力の算出

５）縦げた、縦げた支持部材、床版の応力度照査

６）縦げたと縦げた支持部材の断手部の検討

（２）また、設計にあたっては下記に留意する。

１）縦げたの材質はＳＳ400 を原則とする。

２）フランジ幅は 150㎜ 以上とする。

３）現場での接合は高力ボルトによることを原則とし、溶接による接合は極力避けるのがよい。

４）継手は、１群として２本以上の高力ボルトを使用しなければならない。

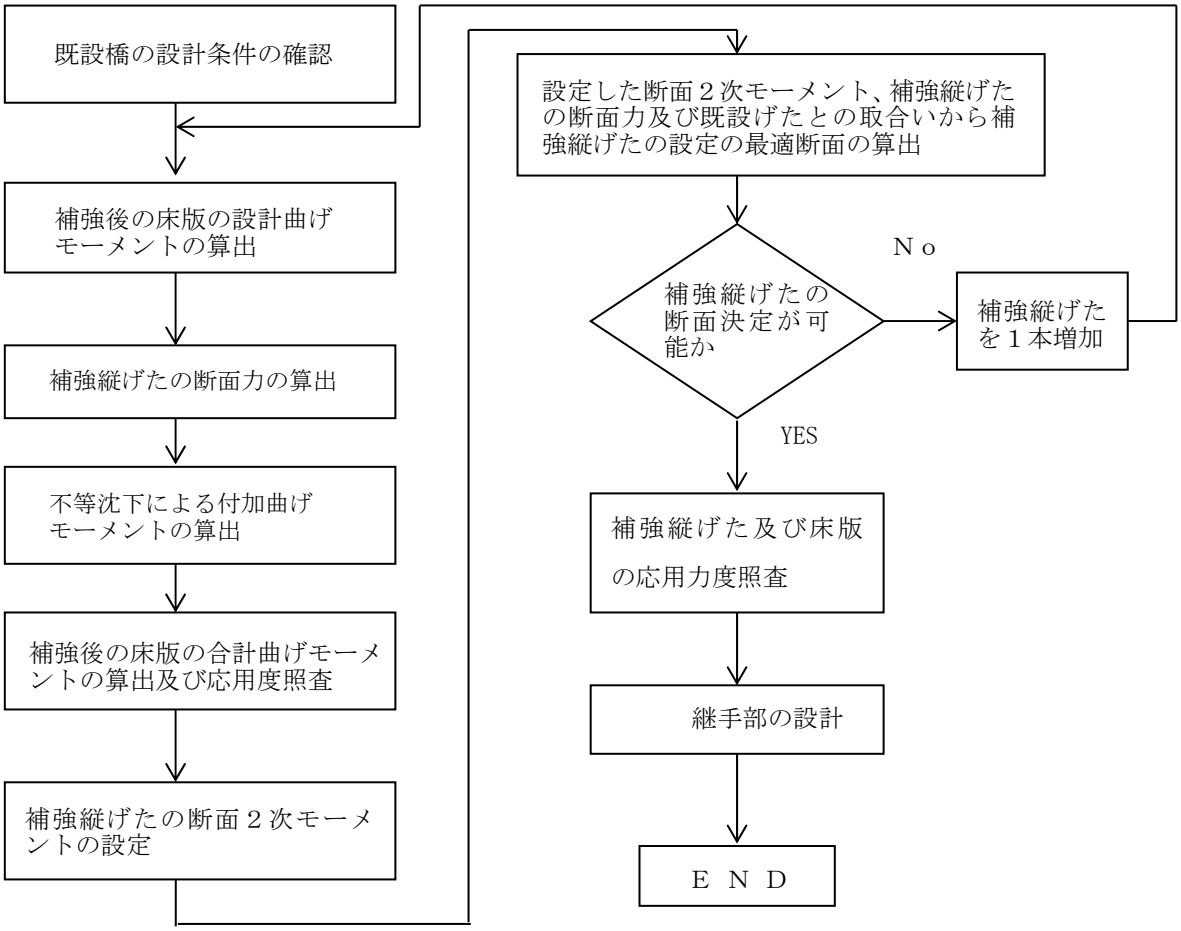
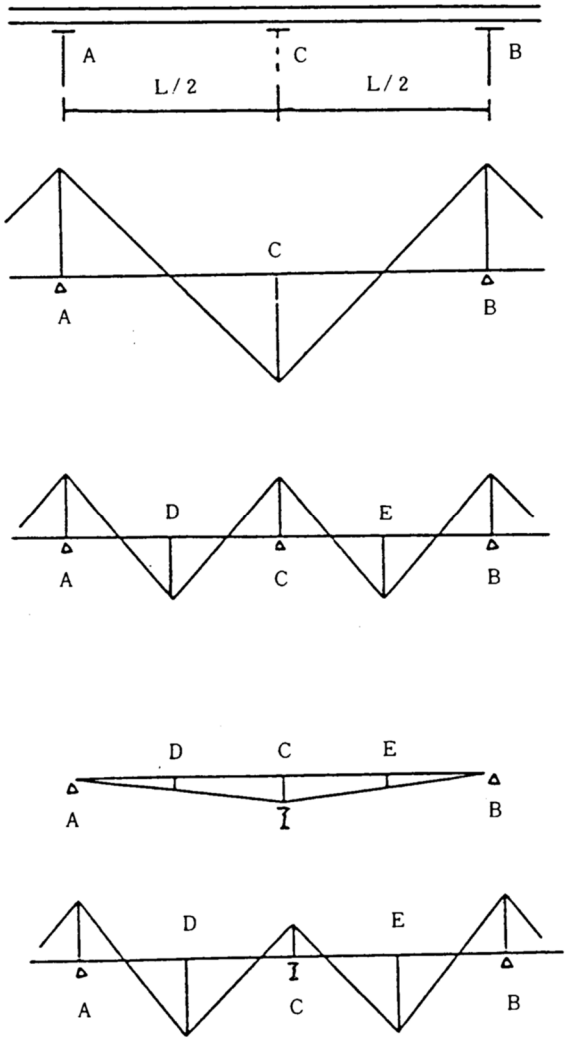


図９.231　縦げた増設工法の設計手順

床版（A～B）の中央C点に縦げたを増設して、床版を補強しようとするとき、増設縦げたの不等沈下を考慮しないときの曲げモーメントは、②のようになる。

このときC点には負の曲げモーメントを生じ、床版断面によって応力度超過を生ずることがある。

縦げた増設時の曲げモーメント



① 縦げた増設時の曲げモーメント分布

② 縦げた増設後の曲げモーメント分布
（縦げたの不等沈下を考慮しない時）

③ 縦げたの不等沈下による付加曲げモーメント

④ 縦げたの不等沈下を考慮した曲げモーメント分布

図９.232 曲げモーメント図

また、縦げたの不等沈下によって生ずる付加モーメントを考慮しない場合、D点（E点）の曲げモーメントは、実際より過小な曲げモーメントを算出していることになる。

縦げたの不等沈下による付加曲げモーメントは、増設する縦げたの曲げ剛性（断面２次モーメント）の決め方で、ある程度調整可能である。縦げたの不等沈下による付加曲げモーメント分布は、③のようになる。ただし、付加曲げモーメントを計算する場合、床版はA点およびB点で隣接するスパンの床版と連続していないものとする。

②と③の曲げモーメントを合計して得られる曲げモーメント④が最終の床版設計曲げモーメントである。

このとき、C点、D点（E点）の既設床版断面が安全であるように、縦げたの曲げ剛性を調整し、適性に決め、C点、D点（E点）の曲げモーメントを定める。

また、縦げたを増設する場合、縦げたの強度よりも、曲げ剛性が要求されるケースが多い。このため高強度の鋼材を使用しても、その特性が有効に利用できない。したがって、鋼材はＳＳ400 を使用することを原則とした。

7．床版打替工法の設計

（1）床版打替工法は次の手順により設計を行う。（**図９.233** 参照）

1）既設橋の設計条件の確認

2）施工手順、コンクリート打継位置の確認

（上下車線反覆施工の場合）

3）床版厚、路面高の決定

4）主構造の応力度照査

5）コンクリート打継部補強縦げたが必要な場合にはその検討

6）床版の断面力および応力度の照査

（2）また、設計にあたっては下記に留意する。

鉄筋コンクリート床版を打替える場合の床版厚は、強度、剛性、路面高、主構造の耐荷力を勘案して決定しなければならない。

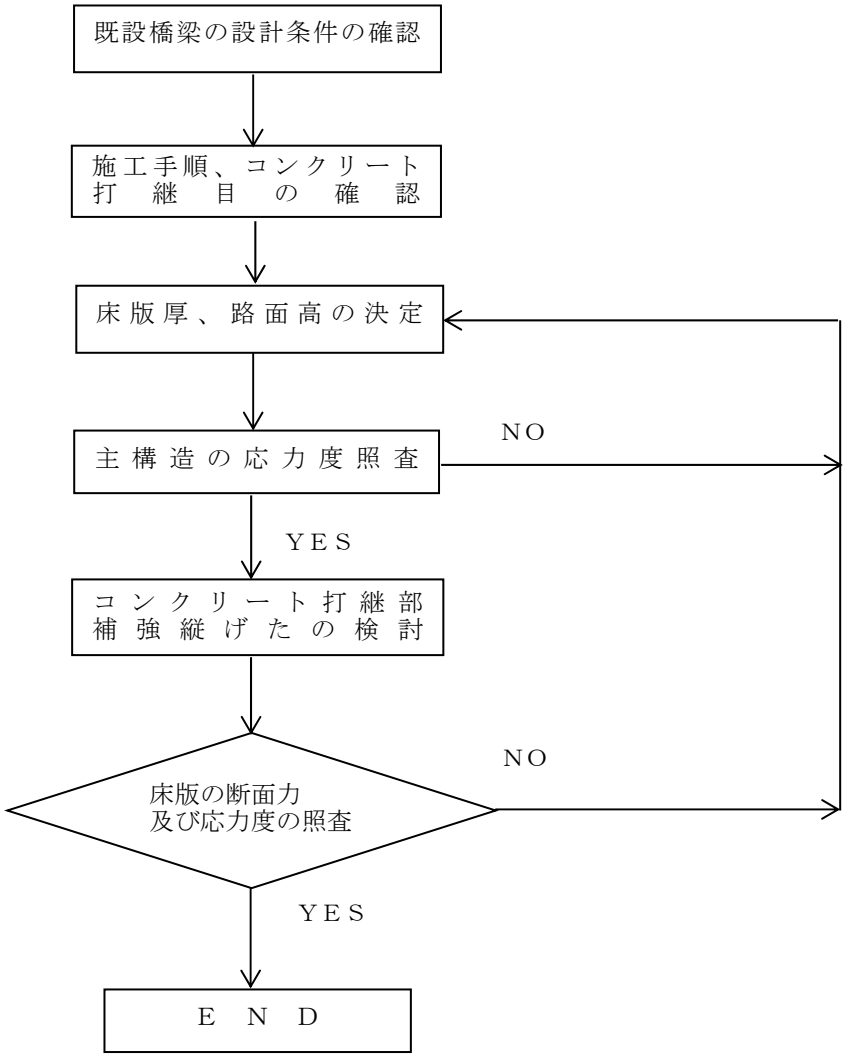


図９.233　床版打替工法の設計手順

床版破損の原因の一つに床版厚不足による剛性の不足が指摘されている。可能な限り床版厚を厚くすることが必要と思われる。

この場合、主構造の耐荷力について十分な検討が必要である。特に合成げたの床版を打替える場合、施工中における上フランジの座屈に対する安全を十分に確保しなければならない。

単径間の橋梁の床版厚を増厚して打替える時、路面高が高くなっても取付部の舗装ですり付けることで多少の調整は可能であるが、多径間の橋梁で一部の径間を打替える場合には、伸縮継手の交換を含んで路面のすり付けを検討しておく必要がある。

架設年度の古い橋では片持版の張出長が大きいものがあるので片持版の版厚の決定には注意する必要がある。

８．炭素繊維シートの設計

炭素繊維シートを用いた補修・補強を行う場合は、材料の特性や適用条件等を十分に踏まえた上で、経済的な設計となるよう留意する。

炭素繊維シートは、材料特性の異なる多様な種類（例えば、材料強度、弾性係数、製造方法など）の製品が市販されており、また、必要な補修・補強効果を得るための方法や性能が保証されている適用条件（例えば、目付量、接着剤の使用条件、施工手順、施工品質管理方法など）も様々なものがある。そのため、設計計算上必要となる補修・補強量に対して、材料の特性や性能が保証される適用条件等を十分踏まえた上で、シートの種類、目付量及び層数などの条件の経済的な組合せを検討するものとする。

なお、検討にあたっては、研究機関、学会等の技術資料が参考になるが、これらを基準のごとく画一的に用いることのないように留意する。

9．補修・補強の施工方法

補修・補強の施工方法の概要は**表９.48** による。

表９.48　補修工法一覧表

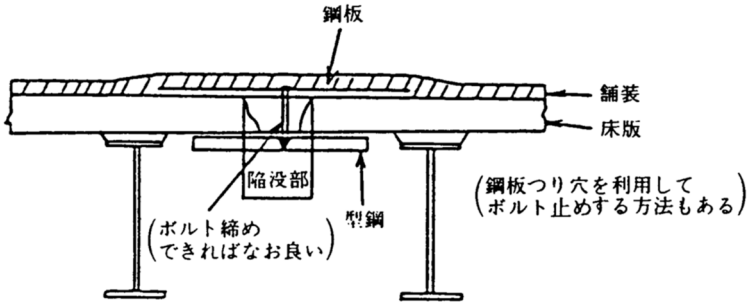
工　法　名		施工目的および概要	補　修　効　果	構造上の適応性 および問題点	交通に与える支障
① 局部的工　法	(1)	損傷による交通不能に対し、路面交通を確保する。鋼板敷並べ、覆工板仮置等	緊急対策		１時間程度
	(2)	目的は上記と同じ。コンクリート部分打換等。	〃		１～２日
② 防水工法		漏水、遊離石灰などが多い場合、内部コンクリートの劣化、鉄筋の腐食防止。部分的舗装打直し、防水剤塗布、防水シート等。	劣化防止効果が期待できる。	原則として実施する。また他の補修工法の補助工法として併用することにより耐久性が向上する。	舗装を打直す場合は多少の規制が必要。
③ パテ工法（モルタル／樹　脂）		コンクリートにはくり、劣化がある場合、内部コンクリートの劣化、鉄筋の腐食防止及びコンクリート断面欠損の補填。セメント・モルタル・樹脂モルタル等。	損傷部近辺の劣化したコンクリートをはつり落とし健全なコンクリートを露出してから充填しないと効果を失う。		直接支障は与えないが損傷の位置によっては多少の規制が必要。
④ 注入工法（モルタル／樹　脂）		床版に発生したひびわれから侵入する雨水によるコンクリートの劣化、鉄筋腐食の防止、ひびわれ内に浸透性と接着性をもつ合成樹脂を加圧注入する。	床版の防水性を高め鉄筋コンクリートの劣化防止効果は期待できるが、耐荷力の向上は望めない	鉄筋コンクリート床版全てに適用できる。一般には他の工法(⑧⑨等)と併用されることが多い。	直接支障は与えず短期間で施工できる。
⑤ 炭素繊維接着工法（ＣＦＲＰ工法）		床版の耐荷力不足を補う他、コンクリートの劣化及び床版の抜け落ちを防止する。床版下面に炭素繊維を合成樹脂で接着し、既設床版との一体化を図る。なお、防水工法との併用を原則とする。	床版の補強効果が期待できる。	軽量、柔軟なので、鉄筋コンクリート床版全てに適用できる。全面施工の場合ひびわれ、劣化の状態変化が観察できない。	直接支障は与えない。
⑥ 床版下面増厚工法		床版の耐荷力不足を補う。床版下面に鉄筋を沿わせモルタルを吹き付けて既設床版と一体化を図る。なお、防水工法との併用を原則とする。	既設床版とモルタルとの付着状態が補強効果を左右する。	若干の死荷重増となる。	直接支障は与えない。
⑦ 床版上面増厚工法		床版の耐荷力不足を補う。床版上面に鉄筋コンクリートを打ち足し床版厚を増す。	新旧床版が一体となり補強効果がある。	舗装除去が必要である他、死荷重が増大する。	打ち足しコンクリートが強度を発揮するまで交通遮断。

⑧ 縦げた増設 工　　法	床版の耐荷力を補い、剛性を増すため、床版支持げた（主げた、縦げた等）の間に新たに縦げたを増設し、床版を支持する。	床版の支間を短縮するので床版の過応力状態を軽減できると同時に床版の剛性不足を補える。増設げたの剛性が小さいと期待したほどの効果が得られない場合がある。	コンクリート橋、施工空間が狭いものは施工が困難である。対傾構形式で縦げたを支持する時は対傾構の改造が必要である。増設げた上の床版に負の曲げモーメントが生ずるので縦げたの剛性を決定するとき注意が必要である。	直接支障は与えない。
⑨ 対傾構横げたの補強増設工法	剛性の高い横げたあるいは対傾構を増設したり、既設対傾斜構を補強することにより横分配効果を高める。	横分配効果を高めることにより床版支持げたの不等沈下で生ずる付加曲モーメントを軽減できる。	コンクリート橋の場合、取付けが困難である。	直接支障は与えない。
⑩ 床版打替工法	破損した床版を部分的または全面的に取除き、新しい床版に打替える。場所打ちコンクリートとプレキャストコンクリート部材とがある。	補修効果を確実に期待できる。	プレストレスされた床版や合成げたの床版を取り替える場合は十分な検討が必要である。	施工部分は交通遮断が必要である。
⑪ 床版取替工法	破損した床版を部分的または全面的に取除き、新しい形式の床版に取り替える。鋼床版、鋼格子床版、覆工板形式床版等がある。	〃	〃	〃

補修工法の概要は以下のとおりである。

①　局部的工法

イ．鋼板、覆工板を陥没部に仮置きし、路面交通の確保を最優先とする緊急対策



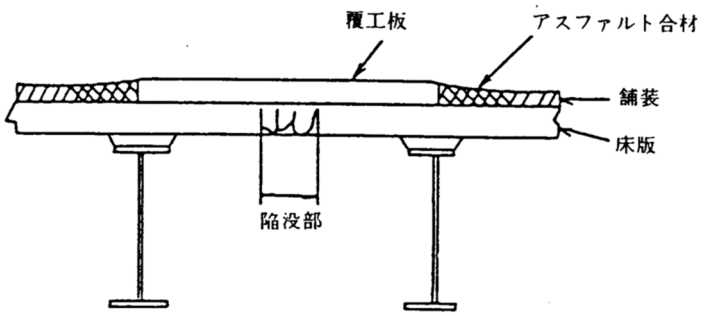


図９.234　断　面　図

施工要領

ａ．陥没部に鉄板または覆工板を仮置きする。

（舗装上または舗装はぎ取り後の床版上）

ｂ．周辺部をすり付ける。

留意点

ａ．仮置板のはね上り、ずれを防ぐこと（監視人を置く等)。

ｂ．交通規制（徐行）を要す。

ロ．コンクリートの部分打替え

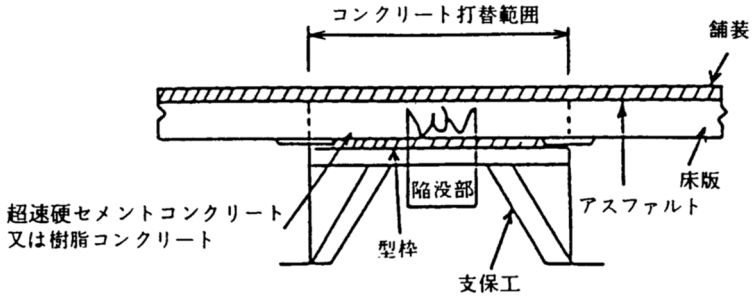


図９.235　断　面　図

施工要領

ａ．陥没部のコンクリートをはつる（けた間隔程度)。

ｂ．型枠を施工する。

ｃ．補強筋を配置する。新、旧鉄筋は結束線で結合する。

ｄ．コンクリート打設。

ｅ．十分な養生。

留意点

ａ．交通規制を要する。

ｂ．超速硬コンクリートの養生は注意深く行う。

（アルミナセメント系では十分冷却すること）

② 防水工法

イ． 舗装打替え

ひびわれの著しい部分の舗装打替え

ロ． 防水材の塗布

損傷の程度、補修の目的に応じた防水材の選定が必要である。

③　パテ工法

豆板および剥離部分に対し内部のコンクリートの劣化防止の目的で無収縮性モルタルまたは樹脂モルタルを補填する。

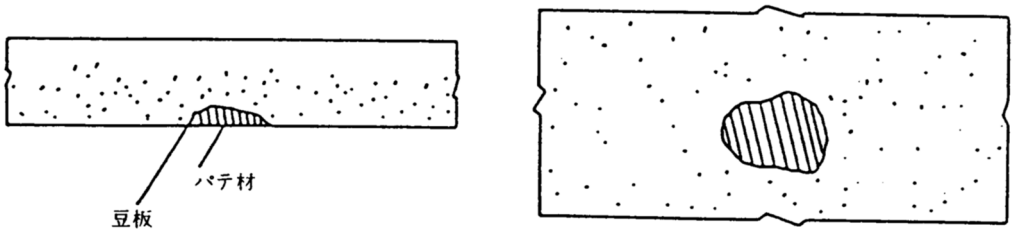


図９.236　補　修　図

施工要領

ａ．劣化した部分を十分はつる（遊離石灰、じん芥等除去)。

ｂ．パテ材を補填する（無収縮性モルタル、樹脂モルタル)。

留意点

ａ．無収縮性モルタルは、ブリージングを済ませてから再練りして補填する（硬化時間の管理を要する)。

④　注入工法

主としてエポキシ樹脂系接着剤が用いられるが、損傷の程度によっては、セメントペーストまたはセメントモルタルを使用する。

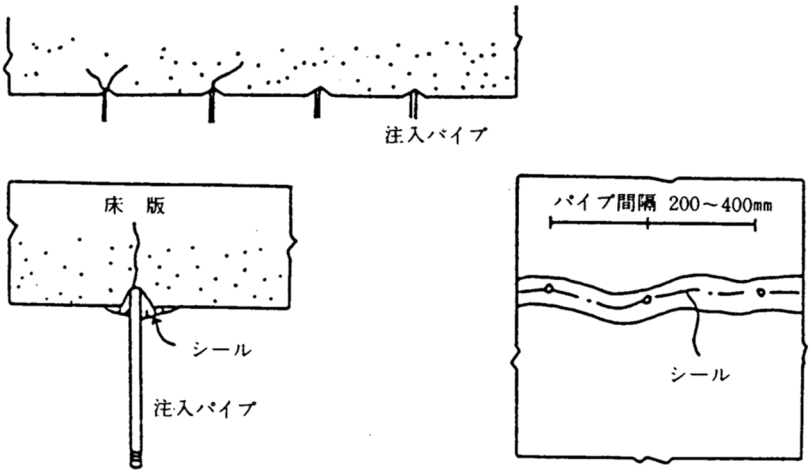


図９.237　施　工　図

施工要領

ａ．ひびわれおよびその近辺に付着した遊離石灰等を除去する。

ｂ．注入パイプを取付ける。

ｃ．ひびわれにそってシールする。

ｄ．注入ポンプにより注入する。

留意点

ａ．注入材をひびわれ中に完全に充填できるかどうか充填状況の確認方法がない。

ｂ．損傷程度と対策の目的に応じて注入材を選定する。

⑤　炭素繊維接着工法（ＣＦＲＰ工法）

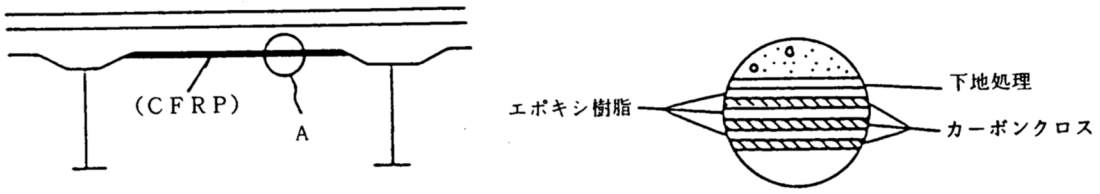


図９.238　断　面　図

施工要領

ａ．下地処理を行う（表面の塵芥除去)。

ｂ．床版の引張外面にカーボンクロスをエポキシ樹脂により接着させて重ねてゆく。

留意点

全面施工の場合、その後のひびわれ、劣化の状態変化が観察できない。

（注）Ｃ．Ｆ．Ｒ．Ｐとは Ｃａｒｂｏｎ Ｆｉｂｅｒ Ｒｅｉｎｆｏｒｃｅｄ Ｐｌａｓｔｉｃ の略である。

⑥　床版下面増厚工法

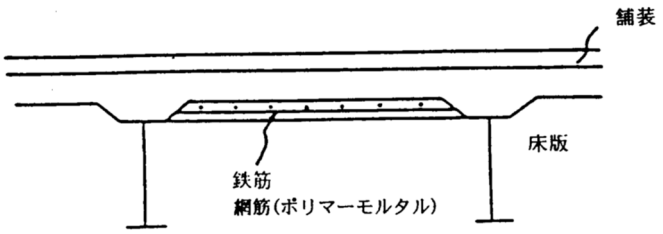


図９.239　断　面　図

施工要領

ａ．床版下面の塵芥を除去する等の表面処理を行う。

ｂ．鉄筋を組みモルタルを吹き付ける。(吹付工とコテ塗工を何層か繰り返す。)

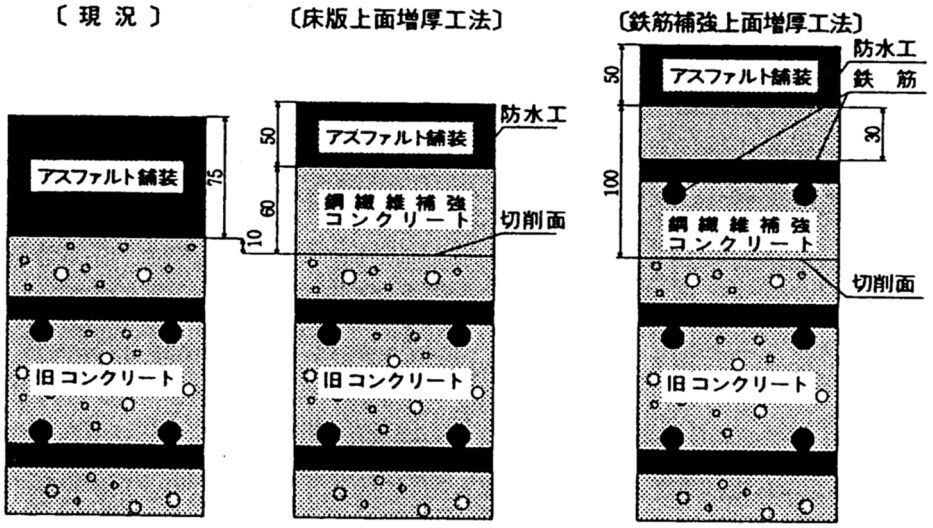
留意点

ａ．配置した鉄筋の定着が難しい。

ｂ．上向き施工であり、施工の良否の影響を受けやすい。

⑦ 床版上面増厚工法

交通止が可能な場合は、旧床版上面に鋼繊維補強超速硬コンクリートを打設する工法と増厚コンクリート中に鉄筋を配置する工法（鉄筋補強上面増厚工法）がある。



（単位：ｍｍ）

図９.240　施工断面図

施工要領

ａ．旧舗装のはぎ取り、旧コンクリートの切削（深さ１㎝）、床版上面のブラスト。

ｂ．鉄筋配置（鉄筋補強の場合）。

ｃ．鋼繊維補強超速硬コンクリートの投設。

ｄ．新舗装を行う。

留意点

ａ．死荷重増加に伴う床版、主構の応力増加の検討を行う必要がある。

ｂ．新旧コンクリートの密着性。

ｃ．伸縮装置、排水桝のカサ上げが必要となる。

ｄ．高欄の取り換えが必要となる。

⑧　縦げた増設工法

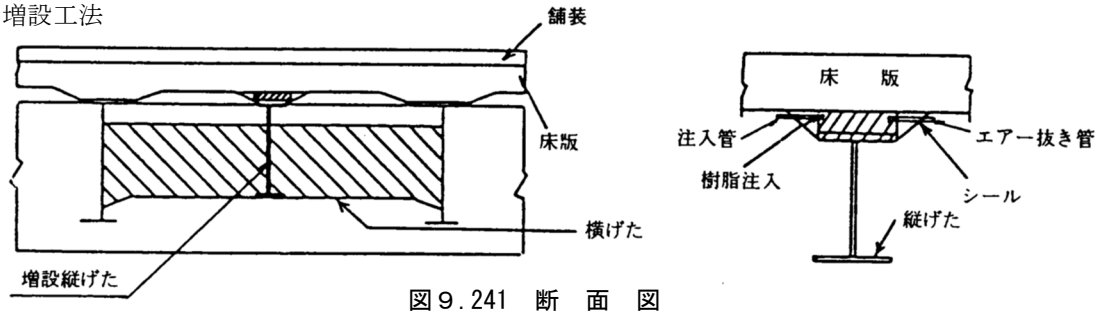


図９.241　断　面　図

施工要領

ａ．床版下面の下地処理を行う。

ｂ．縦げたを入れる。なお取付は２面摩擦ボルトとする。

ｃ．縦げたと床版との間のすきまにエポキシ系の樹脂を注入する。

ｄ．注入孔よりすきまにエポキシ系の樹脂を注入する。

留意点

ａ．縦げたの本数、剛性等は検討して決定する。

ｂ．縦げたの取付詳細には工夫を要する。

ｃ．古い橋梁の場合は、溶接法の検討、確認を行う。

⑨　対傾溝、横げたの補強増設工法

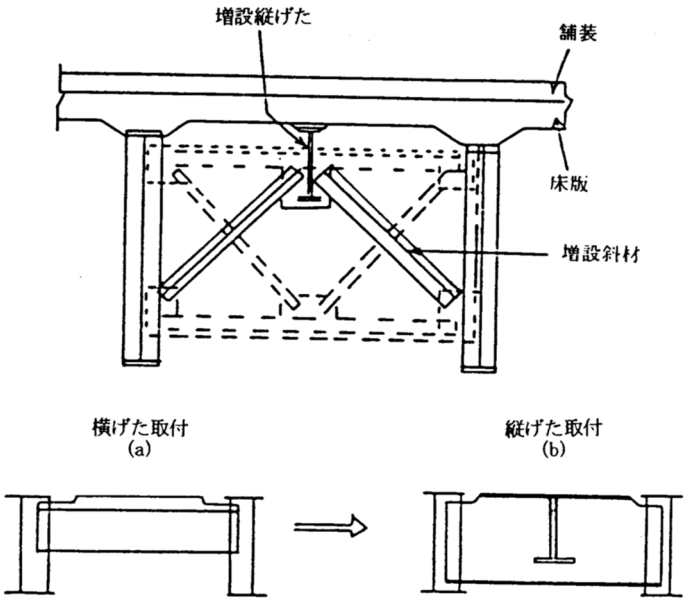


図９.242　施　工　図

施工要領

ａ．横げたを取付ける。

ｂ．縦げたを取付ける。

ｃ．縦げたと床版のすきまを両面からシールする。

ｄ．注入孔より樹脂を注入する。

留意点

ａ．増設部材の取付方法については工夫を要する。

⑩　床版打替工法

1）場所打床版

ＲＣ床版の取替え床版としては、次のようなものがある。

・現場打ち鉄筋コンクリート床版

・型枠・鉄筋をプレファブ化した床版

現場打ち鉄筋コンクリート床版による全面打替えは効果は大きいが、工期的な問題等から補修・補強工法として用いられることが少ない。

a）型枠・鉄筋をプレファブ化した床版

工場で適当な大きさに製作された型枠・鉄筋のパネルを、けた上に架設し、現場にてコンクリートを打設するもので、床版の構造として。

・型枠代りの鋼板の上に上下鉄筋を溶接

・Ｉ型鋼と鉄筋を格子状に組込み、Ｉ型鋼の下面に鋼板を溶接したものが広く使用されている。

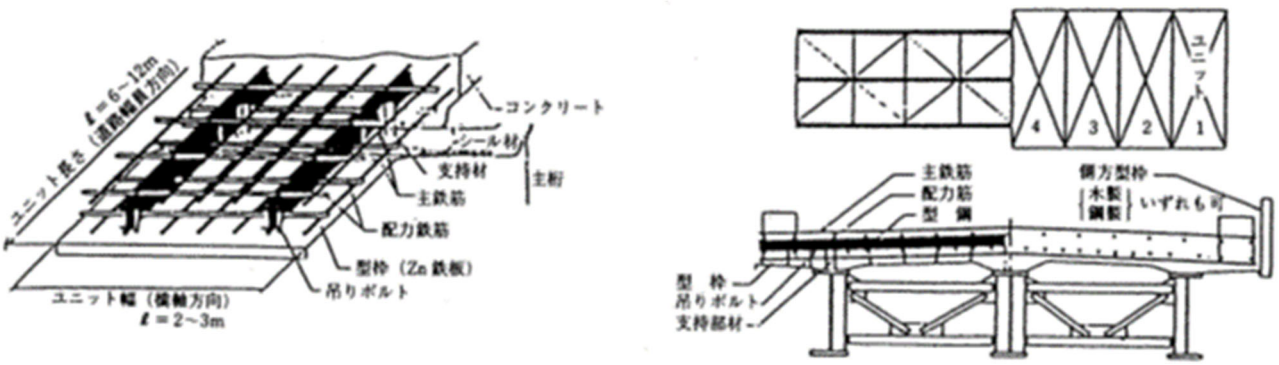


図９.243　プレファブ化した床版

2）プレキャスト床版

床版工の補修工法は場所打ちコンクリートによる打替え工法をはじめ、各種工法が考案されているが、交通量の増加と現場交通の確保等から、終日交通止めをする工法の選定は難しくなっているのが現状である。

また、床版の打替えには熟練した技能工が必要であるが、最近の労働者不足と高齢化によって熟練技能工の確保も難しい状況である。

このような現状に対応するために、マニュアル等を参考にプレキャストコンクリート版を用いた橋梁床版工の設計施工法と的確な工法の選択に適用する。

一般にプレキャスト床版には次の工法がある。

ⅰ　鉄筋コンクリート床版

ⅱ　プレストレストコンクリート床版

ⅲ　鋼コンクリート合成床版

ⅳ　Ｉ形鋼格子床版

それぞれについては以下のような特徴がある。

イ．版 厚

表９.49　工法別床版厚の傾向

版　の　種　類	工法別による床版厚の傾向
①鉄筋コンクリート床版	「d1=k1･k2･d0」によって決まる基準値
②プレストレストコンクリート床版	①の値に 0.9 を乗じた値
③鋼コンクリート合成床版	②とほぼ同程度
④Ｉ形鋼格子床版	①の値に 0.9 を乗じた値

ロ．工　法

表９.50　施工上の工法別相違点

版　の　種　類	施工上の工法別相違点
①鉄筋コンクリート床版 ②プレストレストコンクリート床版	＊ パネルを据付けたのち仮止めを行えば交通供用は可能。ただし、床版端部の場所打ち部は養生工が必要。 ＊ 橋軸方向の接合は、PC ケーブルを用いるため現場 PC 工が必要。
③鋼コンクリート合成床版	＊ 合成床版のタイプは様々なものがあるが、橋建協標準合成床版等、一定水準以上の性能が確認されたものを適用。 ＊ PC 鋼材の緊張管理等の特殊な技術を要せず、また型枠および支保工が不要であることから工期短縮が可能。
④Ｉ形鋼格子床版	＊ 橋軸方向の接合は、重ね合わせで連続している。亜鉛メッキ鋼鈑上に、間詰コンクリートを打設するため、施工は比較的容易。 ＊ パネルの接合部は RC 構造のため、プレキャスト床版の再取替え・部分取替えは比較的容易。

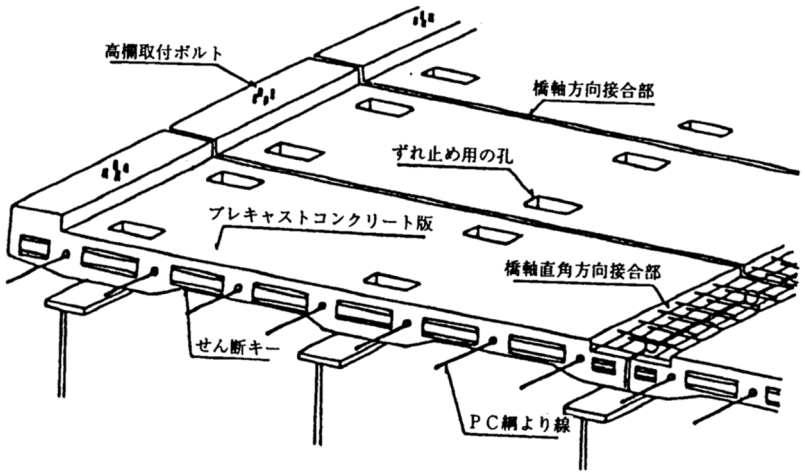


図９.244　プレキャストコンクリート版

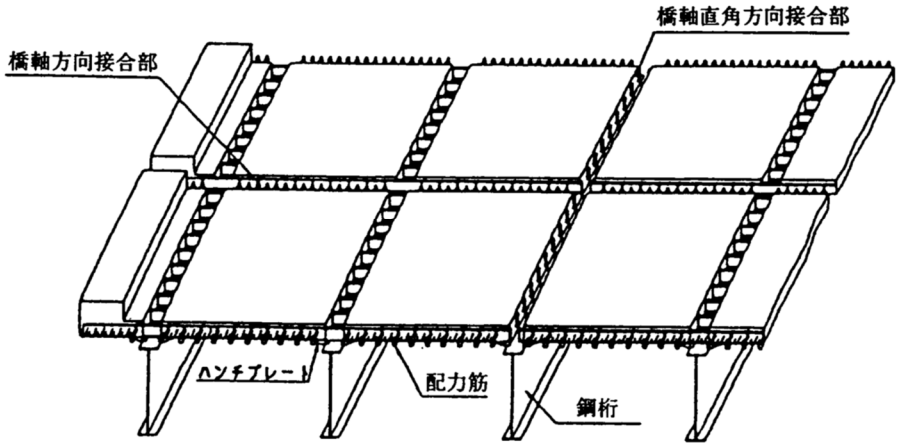


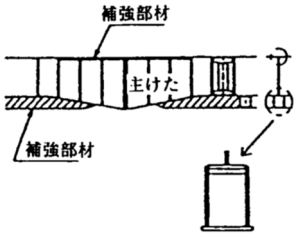
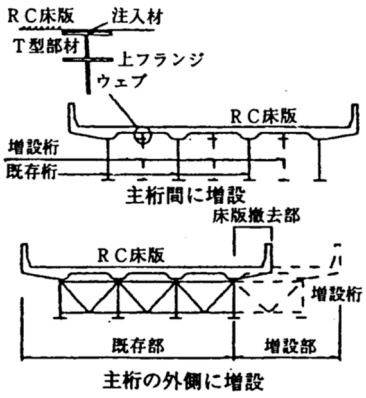
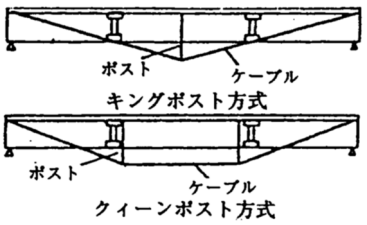
図９.245　Ｉ形鋼格子版

９－７－３　主げたの補強

９－７－３－１　鋼　　橋

（１）主桁の応力低減

表９.51　主桁の応力低減方法の概要

応力の低減の手段	工　法	設計・施工の概要	工法の概略	適用に際しての留意点
活荷重応力の低減	主げた・主構断面の補強	①主げたおよび主構の引張側部材の板厚をカバープレート等を溶接または高力ボルトにて接合して増す。 ②断面の剛性を上げるため、補強部材を溶接または高力ボルトにて取り付ける。 ③力の流れを変えるために、バイパス材を取り付ける。		①接合方法として溶接接合をする際の、施工性および品質保証。 ②応力レベルが高い部材に取り付けることが多いため、取付けの疲労損傷。 ③リベットを用いた構造における接合方法の違い。
死荷重応力および活荷重応力の低減	主げたの増設	主げたを新たに増設し、既存桁と一体化することにより橋梁の全体剛性を上げる。		①既存部と増設部の変位差がある場合の連結部耐久性。 ②接合方法として溶接接合をする際の、施工性および品質保証。 ③支点部の反力調整時における安全性。
応力域の改善	主げたへのプレストレスの導入	ケーブルなどの緊張材を用いて、引張側部材にプレストレスを導入することにより部材の応力域を改善し、許容応力内に部材応力を収める。		①クリープ・レラクセーションによるプレストレス導入量の抜け。 ②応力域が改善されるのみで、力振幅は施工前と変わらない。

（2）ゲルバーヒンジの留意点

ゲルバーヒンジ、桁端切り欠き部は、過去の事例からも亀裂が生じる可能性が高く、かつ発生と同時に進行し、落橋につながる可能性のある部位である。従って、補修補強にあたっては下記の点に留意する必要がある。

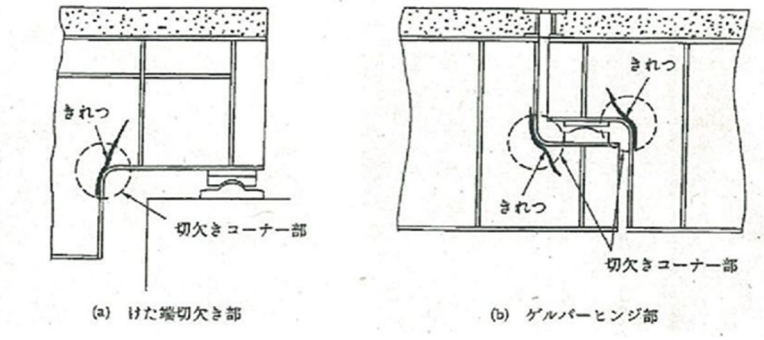


図９.246　損傷例

1）点検時の留意事項

・塗膜割れのあった箇所や腐食が生じている箇所においては、塗膜やサビを除去して非破壊検査等により調査を行い亀裂の検知に努めること。

・過去の橋梁については、現在は用いられていないディテールが用いられている場合もあり、特に以下のように割り込みフランジがなく切り欠き部がR（円弧フランジを有する切り欠き部）や斜めフランジの形状である場合には、割り込みフランジ及び補剛材がある場合に比べて、切り欠き部への応力集中が大きいため、注意を要する。

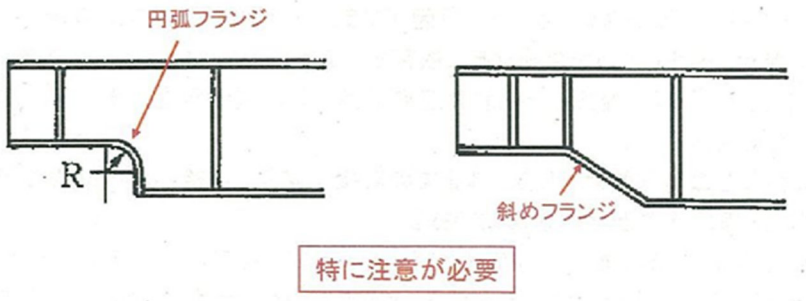


図９.247　注意すべき切り欠き形状の例

・既にあて板やストップホールが施されている場合であっても、補修補強等がされていない場合と同様に、亀裂について慎重に把握することが必要である。

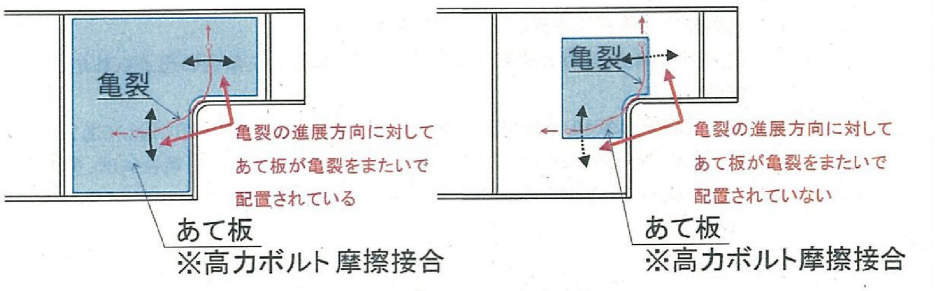
2）緊急措置

・応力状態からは、ベント設置など事故防止を行った上で、その他の措置を行う。

・母材に現場穴明けが可能な場合は、ストップホールを行う、さもなければ荷重軽減を行う。ただし、主部材が引張を受ける位置の亀裂（一次応力作用の厳しい部位）に対してのストップホールは、応急対策としての効果に不明な点が多い。加えて、原因がフランジとウェブのすみ肉溶接のルート部の応力集中やルートの形状、内在していた欠陥などに依存すること、またストップホールを開けることで応力状態が変化することなどから、発生した亀裂の起点以外から亀裂が発生することも懸念される。したがって、ベント設置は必須である。

・ベント設置などの事故防止をしないままでの溶接は禁止する。溶接中は断面性能が低下するため、支点部の断面性能低下は致命的である。

・ベント撤去前にあて板等、構造的な対策を行う。ストップホールやあて板を行ったとしても亀裂が進行する。別の起点から発生することを考え、板の範囲や形状を決定する必要がある。たとえば、亀裂が進行したとしても、それをまたいで部材が連結されるように、また既に発生した亀裂の起点以外からの亀裂が発生し、進行したとしても致命的な状態が避けられるように決定するのが良い。



［亀裂の進展方向に対して適切なあて板配置］　［亀裂の進展方向に対して不適切なあて板配置］

図９.248　あて板対策に関する注意点

3）予防保全

・過去の事例からも亀裂が生じる可能性が高く、かつ発生と同時に進行し、落橋につながる可能性がある部位であることを考えれば、応力状態を緩和でき、落橋を防げるような予防保全措置を実施しておくことは、極めて有効である。

・あて板を行う場合には、２）で示したように板の寸法や形状、ボルト配置を検討するのが良い。

・この他、桁を連結するなど、構造を抜本的に改造するなども考えられる。

表９.52　内、外ケーブルの比較

		外ケーブル	内ケーブル
設　　計	防　振	防振上の配慮が必要	問題とならない
	偏向部	プレストレス分力の作用に対する検討が必要	―――
	定着部	ＰＣ鋼材の張力変動による影響が大きく応力検討が必要	問題とならない
	フレッチング	ＰＣ鋼材と偏向具による擦り合わせ部分に生じる場合がある	問題とならない
施　　工	ケーブルの配置	比較的容易	鋼材の配置が複雑な場合困難となる
	コンクリート打設	容　易	鋼材の配置が複雑な場合困難となる
	偏向具	鋼材に局部的な折れが生じないように十分配慮が必要	―――
材　　料	ケーブルの防錆	重　要	腐食環境の厳しい地域では必要
	保護管	耐久性と強度の十分満足する材質が必要	外ケーブルほど重要ではない
管　　理	ケーブルの取替え	取替えることは可能	取替えは困難
	グラウトの信頼性	確認が簡単で補修も容易	確認は困難

９－７－４　既設道路橋の耐震性能照査及び耐震補強設計

１．適用

既設道路橋の耐震補強における耐震性能照査及び耐震補強設計にあたって、道路橋示方書・同解説Ｖ耐震設計編（平成 24 年３月）を準用する場合は、以下の２.～４.による。

２．耐震補強の基本的な考え方

既設道路橋の耐震性能を確保するために各部材に許容される損傷の程度は、個々の道路橋の条件に応じて適切に設定する。その際、道示Ｖ２．２の橋の耐震性能の確保にあたっては、地震時に当該道路に求められる役割を踏まえて、必要に応じて３.に示す既設道路橋の耐震性能の観点を考慮してよい。

既設道路橋における耐震性能照査は、地震時に当該道路に求められる役割を踏まえて、目標とする損傷度の限界状態を適切に設定し行うものとする。なお、耐震性能照査は、既設橋の諸元や設計条件を竣工図書、現地計測、復元設計等により十分に確認し実施する。

３．目標とする耐震性能

（１）既設道路橋の耐震性能照査及び耐震補強設計において目標とする橋の耐震性能については、**表９.53** に示す既設道路橋の耐震性能の観点を考慮してよい。

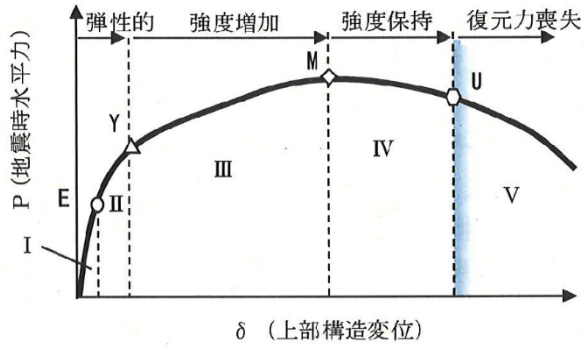
表９.53　既設道路橋において求める橋の耐震性能とその観点

橋の耐震性能	既設道路橋において求める観点			備考
	橋の安全性	橋の供用性	橋の修復性	
橋の耐震性能１	落橋に対する安全性を確保する	地震前と同じ橋としての機能を確保する	左記の橋の機能回復措置が基本的に不要	各部材の限界状態の選択によっては、橋の機能回復のための修復が必要になることもある。
橋の耐震性能２	落橋に対する安全性を確保する	少なくとも、避難路や救助・救急・医療・消火活動及び緊急物資の輸送路としての機能を確保する	左記の橋の機能回復を速やかに行なうことができる	各部材の限界状態の選択によっては、橋の機能回復にあたって、通行の制限や別途荷重を受け直すなどの措置が必要なことや、部材の恒久復旧は容易でないこともある。
橋の耐震性能３	落橋に対する安全性を確保する			－

（２）上部構造からの慣性力を支持する基礎の水平力－水平変位関係とその特性について、弾性とみなせる限界点（Ｅ点）、基礎の降伏点（Ｙ点）、最大強度点（Ｍ点）、終局点（Ｕ点）の関係を**表９.54** に示す。既設道路橋の耐震性能照査及び耐震補強設計においては、レベル１地震動に対して、橋の耐震性能１を確保する場合には、Ｅ点、Ｙ点、Ｍ点のいずれかを越えないように行う。また、レベル２地震動に対して、橋の耐震性能２を確保する場合には、Ｅ点、Ｙ点、Ｍ点、Ｕ点のいずれかを越えないように、また、橋の耐震性能３を確保する場合にはＵ点を超えないように行う。

いずれの点を基礎の限界状態とするかは、橋の応答変位や残留変位、強度や剛性の低下度を踏まえて、地震後に必要な通行の制限、橋の機能回復措置内容を考慮し、選定理由を含めて、個別の橋毎に検討する必要がある。なお、参考として基礎の損傷度と基礎の状態を**表９.55** に示す。

表９.54　道路橋基礎の水平力－水平変位関係

Ｐ－δ曲線					
損傷度	I	II	III	IV	V
	損傷度低い	⟵		⟶	損傷度高い
復元力特性	弾性範囲内	弾性範囲内	十分にある	低下	喪失
定量的指標	全部材弾性域	基礎全体系として弾性的	降伏点	最大強度点	終局点	残留変位大

Ｅ点	基礎を構成する部材や部材を支持する地盤抵抗のいずれかが弾性（可逆性を有する）とみなせる限界点を超える点
Ｙ点	基礎全体系の水平力－水平変位関係において基礎の降伏点
Ｍ点	Ｙ点を超えた後、基礎としての最大強度を発揮する点（最大強度点）
Ｕ点	基礎の降伏点及び基礎の最大強度点を超えた後、復元力の急激な低下が生じ始める点（終局点）

※１：基礎の降伏とは、基礎の部材の塑性化、地盤抵抗の塑性化、基礎の浮上りのいずれかにより、上部構造の慣性力の作用位置での水平変位が急増し始める時をいう。
※２：基礎の終局点とは、最大強度付近で安定していた復元力が低下し始める点をいう。

表９.55　基礎の損傷度と基礎の状態

基礎の損傷度	基礎の状態
基礎の損傷度Ⅰ	基礎を構成する部材や部材を支持する地盤抵抗のいずれかが弾性（可逆性を有する）とみなせる限界点を超えていない状態
基礎の損傷度Ⅱ	基礎を構成する一部の部材やそれを支持する地盤抵抗が可逆性を有するとみなせる限界点を超えるものの、基礎全体系としての水平力－水平変位関係においては基礎の降伏点を超えていない状態
基礎の損傷度Ⅲ	Ｙ点を超えた後、基礎としての最大強度を発揮する点（最大強度点）を越えない状態
基礎の損傷度Ⅳ	基礎の降伏点及び基礎の最大強度点を超えた後、復元力の急激な低下が生じ始める点（終局点）を超えない状態
基礎の損傷度Ⅴ	基礎の部材損傷や支持地盤の崩壊により、復元力を喪失した状態

４．基礎の限界状態に対応する工学指標

基礎の損傷度Ⅰ～Ⅳをそれぞれ満足する限界の状態、すなわち、**表９.54** におけるＹ点、Ｍ点、Ｕ点を基礎の耐力、変位、変形角、塑性率など、適切な工学指標に置き換えて照査を行う。工学指標に置き換えるにあたって、指標の選択と限界状態に対応する指標値の設定は、過去の載荷試験結果等に基づき、適切に設定する必要がある。

橋脚基礎の各基礎形式における損傷度に応じた基礎の塑性率の目安を**表９.56** に示す。なお、本表の塑性率は、現時点での知見を踏まえ設定したものであり、現場条件等を踏まえ、現場の判断で適切に設定するものとする。

表９.56　基礎の損傷度と基礎の状態

基礎形式			損傷度		
			Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ
直接基礎			1	4	8
杭基礎	フーチング		1	2	5
	鋼管杭	H2道示より前	1	2	4
		H2道示	1	4	8
	場所打ち杭	S46より前	1	2	4
		S46耐震指針	1	3	6
		S55道示	1	4	8
	既製コンクリート杭	H8道示より前	1	2	4
		H8道示	1	4	8
	木杭		1	－	－
	パイルベント橋脚	単列方向（鋼管杭）	1	4	8
		単列方向（鋼管杭以外）	1	$1+\frac{\delta u-\delta y}{1.8\delta y} \leqq 4$	$1+\frac{\delta u-\delta y}{\delta y} \leqq 8$
		複列方向	各杭種と同様		
ケーソン基礎及び地中連続壁基礎（Ｍｃ＜Ｍｙ＜Ｍu）			1	$1+\frac{\delta u-\delta y}{1.8\delta y}$	$1+\frac{\delta u-\delta y}{\delta y}$
鋼管矢板基礎			鋼管杭基礎に準じる		

注１）部材の曲げ損傷を前提として基礎の耐荷力保持、復元力保持という観点で各損傷度に応じた塑性率の目安を示しているものであり、部材のせん断破壊等が及ぼす影響は個別に検討する必要がある。また、一列の杭頭反力が押し込み支持力の上限値に達する場合については、回転挙動が卓越し、ここに示す目安を超える水平変位が生じたとしても、水平力を保持できる場合があると考えられるため、個別に許容される応答変位を踏まえて設定する必要がある。

注２）橋台及び斜面上の基礎は常時偏土圧を受けるため、ここに示す塑性率の目安よりも小さく設定する必要がある。損傷度Ⅲ、損傷度Ⅳの目安として４，８を示しているものについてはそれぞれ、３，６とする。なお、これよりも小さな塑性率の目安を示している古い基礎形式については個別に検討を行う必要がある。

注３）流動化に対しては、基礎の変形能で抵抗することを期待していないため、同様に、損傷度Ⅲ、損傷度Ⅳの目安として４，８を示しているものについてはそれぞれ、２，４とする。なお、これよりも小さな塑性率の目安を示している古い基礎形式については個別に設定する必要がある。

９－７－５　支承部の耐震補強対策及び落橋防止対策

９－７－５－１　新設橋及び既設橋の補強

新設橋及び既設橋の補強については下表に基づいて設計を行う。

表９.57　支承および落橋防止システムに関する規定の推移（１）

	Ｈ２道路橋示方書			Ｈ７復旧仕様		Ｈ８道路橋示方書					
支承	○免震支承は地震時保有水平耐力法レベル（タイプⅠ）で照査 ○その他の支承は震度法レベルで設計			○ゴム支承、免震支承を推奨 ○震度法、地震時保有水平耐力法レベルでの地震力で設計 ○移動制限等機能分散が望ましい		＜支承部構造における機能の明確化＞ ○タイプＡ：地震時保有紙幣耐力法レベル（タイプⅠ、Ⅱ）の地震力に落橋防止システムと補完し合って抵抗する構造 ○タイプＢ：地震時保有水平耐力法レベル（タイプⅠ、Ⅱ）の地震力に支承単独で耐える構造 （ゴム支承：せん断ひずみの限界値設定）					
落橋防止システム	落橋防止構造			落橋防止構造		落橋防止システム					
	橋軸方向	けた端から下部構造頂部縁端までのけたの長さ等 SE＝70+0.5L	いずれか一方必要	けた端から下部構造頂部縁端までのけたの長さ等両側支間の大きい方をＬとする	要	けたかかり長 支間長Ｌの他、地盤のひずみ、橋脚の変形、液状化・流動化の影響、斜角、曲線橋交角を考慮				要	
		落橋防止装置		落橋防止装置 （衝撃が生じにくい構造、橋軸直角方向への自由度および損傷しない配慮）	複数要	落橋防止装置（上部構造の落下を防止する）	支承	タイプＡ	要：両端橋台で上部50ｍ以下（Ⅰ種地盤）、25m以下（ⅡⅢ種地盤）は不要		
								タイプＢ			
						変位制限構造（上下部構造の相対変位を抑制する）	支承	タイプＡ	要		
		可動支承の移動制限装置	要	可動支承の移動制限装置	要			タイプＢ	不要		
						ジョイントプロテクター：変位制限構造との兼用可					
				予備支承（開設）		段差防止構造：Ｂ種の橋で背の高い鋼製支承を使用時					
	直角方向	規定なし		落橋防止装置の設置等の検討が望ましい（復旧仕様の参考資料） 斜橋、曲線橋、ゲルバーかけ違い部、橋梁のない単柱橋脚の橋		変位制限構造を設ける 斜橋、曲線橋、下部構造の頂部幅の狭い橋、1支承線上の支承数の少ない橋、地盤流動化により橋脚が橋軸直角方向に移動する可能性のある橋					

	H14 道路橋示方書					H24 道路橋示方書		
支承	＜支承部構造における機能の明確化＞ ○タイプＡ：レベルⅡ地震動により生じる水平力に対して変位制限構造と補完しあって抵抗する構造 ○タイプＢ：レベルⅠ、Ⅱ地震動に対し支承部の性能を満足する構造					＜支承部構造における機能の明確化＞ ○レベルⅠ、Ⅱ地震動に対し支承部の性能を満足する構造 （タイプＡの支承部の規定を削除）		
						段差防止構造：支承本体もしくは台座コンクリート高さが高い支承部構造を使用時		
落橋防止システム	橋軸方向	落橋防止システム				落橋防止システム		
		けたかかり長 支間長Ｌの他、地盤のひずみ、橋脚の変形、液状化・流動化の影響、斜角、曲線橋交角を考慮			要	けたかかり長 支間長Ｌの他、地盤のひずみ、橋脚の変形、液状化・流動化の影響、斜角、曲線橋交角を考慮		要
		落橋防止装置（上部構造の落下を防止する）	支承	タイプＡ	要：両端橋台で上部50ｍ以下（Ⅰ種地盤）、25m以下（ⅡⅢ種地盤）は不要	落橋防止装置（上部構造の落下を防止する）	要：両端橋台で一連の上部構造、橋軸方向に４基以上の下部構造で弾性支持または固定支持、２基以上の下部構造が剛結されるラーメン橋は不要	
				タイプＢ				
		変位制限構造（上下部構造の相対変位を抑制する）	支承	タイプＡ	要	（規定の削除）		
				タイプＢ	不要			
		ジョイントプロテクター：変位制限構造との兼用可				（規定の削除）		
		段差防止構造：Ｂ種の橋で背の高い鋼製支承を使用時				（支承部の構造にて規定）		
	直角方向	変位制限構造を設ける 斜橋、曲線橋、下部構造の頂部幅の狭い橋、1支承線上の支承数の少ない橋、地盤流動化により橋脚が橋軸直角方向に移動する可能性のある橋				横変位拘束構造を設ける 斜橋、曲線橋、下部構造の頂部幅の狭い橋、1支承線上の支承数の少ない橋、地盤流動化により橋脚が橋軸直角方向に移動する可能性のある橋		

表９.57　支承および落橋防止システムに関する規定の推移（２）

<table>
<tr><td></td><td colspan="4">H29 道路橋示方書</td></tr>
<tr><td rowspan="2">支承</td><td colspan="4">＜支承部構造における機能の明確化＞
○レベルⅠ、Ⅱ地震動に対し支承部の性能を満足する構造</td></tr>
<tr><td colspan="4">段差防止構造：支承本体もしくは台座コンクリート高さが高い支承部構造を使用時</td></tr>
<tr><td rowspan="5">落橋防止システム</td><td rowspan="2">橋軸方向</td><td colspan="3">落橋防止システム</td></tr>
<tr><td>けたかかり長
端支点において、支間長Ｌの他、地盤のひずみ、橋脚の変形、液状化・流動化の影響、斜角、曲線橋交角を考慮したけたかかり長を確保</td><td>要</td></tr>
<tr><td>落橋防止装置（上部構造の落下を防止する）</td><td colspan="2">要：両端橋台で一連の上部構造、橋軸方向に４基以上の下部構造で弾性支持または固定支持、２基以上の下部構造が剛結されるラーメン橋は不要</td></tr>
<tr><td>直角方向</td><td colspan="3">けたかかり長
全ての下部工において、橋軸方向と同様のけたかかり長を直角方向にも確保</td></tr>
<tr><td rowspan="2">回転方向</td><td colspan="3">けたかかり長
端支点において、上部工桁長Ｌの他、斜角、限界回転脱落角を考慮したけたかかり長を確保</td></tr>
<tr><td colspan="3">横変位拘束構造を設ける
斜橋、曲線橋が隣接する上部工や橋台の拘束を受けずに回転する場合に設置</td></tr>
</table>

表９.58　落橋防止システムの設計に関する規定の推移（１）

	Ｈ２道路橋示方書	Ｈ７復旧仕様（参考資料含む）	Ｈ８道路橋示方書
橋軸方向	けた端から下部構造頂部縁端までのけたの長さおよびかけ違い部のけたの長さ 1）$L \leqq 100$ $S_E = 70 + 0.5L$ 2）$L > 100$ $S_E = 80 + 0.4L$	けた端から下部構造頂部縁端までのけたの長さおよびかけ違い部のけたの長さ（支間長Ｌは両側支間の大きい方とする） 1）$L \leqq 100$ $S_E = 70 + 0.5L$ 2）$L > 100$ $S_E = 80 + 0.4L$	けたかかり長 $S_E = U_R + u_a$ $u_a = 100 \varepsilon_a L$ 動的解析の場合は最大相対変位によりu_Rを算出する最小値として以下の値を下回らないこと $S_{EM} = 70 + 0.5L$ 斜橋、曲線橋は以下の値をそれぞれ下回らないこと $S_{E\theta} = 50L_\theta(\sin\theta - \sin(\theta - \alpha_E))$ $S_{E\phi} = (0.5\phi + 70)(\sin\phi / \cos(\phi/2)) + 30$ 地盤流動化が生じる場合には50㎝の余裕量を見込む。
	落橋防止装置 $H_R \geqq 2.0 k_h R_d$ （許容応力度割増し考慮） けたを連結する構造 $V = R_d$	落橋防止装置 $P = R_d$ （許容応力度割増しなし）	落橋防止構造 $H_F = 1.5 R_d$　（許容応力度の割増し考慮） 設計最大移動量：$S_F = 0.75 S_E$
			変位制限構造 $H_S = 3 k_h R_d$ （許容応力度の割増し考慮） 設計移動量：温度変化など常時による移動量
	可動支承の移動制限装置 設計水平力 $H_S = 1.5 k_h R_d$ （許容応力度の割増し考慮）	可動支承の移動制限装置 設計水平力 $H_S = 1.5 k_h R_d$ （許容応力度の割増し考慮）	ジョイントプロテクター $H_J = k_h R_d$（許容応力度の割増し考慮）
		予備支承（解説）	段差防止構造 支承破損後に上部構造を適切な高さに支持できる構造
直角方向	（　規定なし　）	落橋防止装置 1）設計水平力（参考資料） $P = R_d$（許容応力度割増しなし） 2）鉛直力（けたを連結する構造） $V = R_d$	変位制限構造 $H_S = 3 k_h R_d$ （許容応力度の割増し考慮） 設計移動量：常時による移動量

	Ｈ14道路橋示方書	Ｈ24道路橋示方書
橋軸方向	けたかかり長 $S_E = u_R + u_G \geqq S_{EM}$ $u_G = \varepsilon_G L$ 動的解析の場合は最大変位によりu_Rを算出する最小値として次の値を下回らないこと $S_{EM} = 0.7 + 0.005L$ 斜橋、曲線橋は以下の値をそれぞれ下回らないこと $S_{E\theta} \geqq (L_\theta / 2)(\sin\theta - \sin(\theta - \alpha_E))$ $S_{E\phi} \geqq (0.005\phi + 0.7)(\sin\phi / \cos(\phi/2)) + 0.3$ 地盤流動が生じる場合には0.5m程度以上の余裕を見込む。	けたかかり長 $S_{ER} = u_R + u_G \geqq S_{EM}$ $u_G = \varepsilon_G L$ 最小値として次の値を下回らないこと $S_{EM} = 0.7 + 0.005L$ 上部構造が隣接桁や橋台の拘束を受けずに回転できる場合には、以下の値を下回らないこと $S_{E\theta R} \geqq 2L_\theta \sin(\alpha_E/2)\cos(\alpha_E/2 - \theta)$ 地盤流動が生じる場合には0.5m程度以上の余裕を見込む。
	落橋防止構造 $H_F = 1.5 R_d$（許容応力度の割増し考慮） 設計最大移動量：$S_F = C_F S_E$（ＣＦ：0.75）	落橋防止構造 1）上下部構造を連結　$H_F = P_{LG}$　ただし、$H_F \leqq 1.5 R_d$ 2）２連の桁を相互連結　$H_F = 1.5 R_d$ （許容応力度の割増し考慮） 設計最大移動量：$S_F = C_F S_E$（ＣＦ：0.75）
	変位制限構造 $H_S = 3 k_h R_d$ （許容応力度の割増し考慮） 設計移動量：温度変化など常時による移動量	（規定の削除）
	ジョイントプロテクター $H_J = k_h R_d$（許容応力度の割増し考慮）	（規定の削除）
	段差防止構造 支承破損後に上部構造を適切な高さに支持できる構造	段差防止構造　（支承部の構造にて規定） 支承破損後に上部構造を適切な高さに支持できる構造
直角方向	変位制限構造 $H_S = 3 k_h R_d$ （許容応力度の割増し考慮） 設計移動量：常時による移動量	横変位拘束構造 $H_S = P_{TR}$　ただし、$H_S \leqq 3 k_h R_d$ （許容応力度の割増し考慮） 設計移動量：レベル２地震動に対する支承部の変形量に余裕量を見込んだ値

表９．58　落橋防止システムの設計に関する規定の推移（２）

	H29 道路橋示方書
橋軸方向	けたかかり長 $S_{ER}=u_R+u_G \geqq S_{EM}$ $u_G=\varepsilon_G L$ 最小値として次の値を下回らないこと $S_{EM}=0.7+0.005L$ ※地盤流動が生じる場合には 0.5m程度以上の余裕を見込む。
	落橋防止構造 1）上下部構造を連結　　$H_F=P_{LG}$　ただし、$H_F \leqq 1.5R_d$ 2）２連の桁を相互連結　$H_F=1.5R_d$ （弾性域に留める） 設計移動量：けたかかり長を超えない範囲
直角方向	けたかかり長 $S_{ER}=u_R+u_G \geqq S_{EM}$ $u_G=\varepsilon_G L$ 最小値として次の値を下回らないこと $S_{EM}=0.7+0.005L$ ※地盤流動が生じる場合には 0.5m程度以上の余裕を見込む。
回転方向	けたかかり長 $S_{E\theta R} \geqq 2L_\theta \sin(\alpha_E/2)\cos(\alpha_E/2-\theta)$
	横変位拘束構造 $H_S=P_{TR}$　ただし、$H_S \leqq 3k_h R_d$ （弾性域に留める） 設計移動量：けたかかり長を超えない範囲

９－７－５－２　既設橋の支承部の耐震対策及び落橋防止対策

（１）既設橋の耐震補強においては、目標とする性能レベルに対して、支承部及び上部構造に生じる状態、ならびに、その状態を具体化するための対応の取り方を整理し対策を決定する。

（２）上部構造の落橋防止対策については、H24 道示Ⅴの５．７の（1）の規定に基づき、橋の構造条件を踏まえた上で、支承部の破壊に起因する上部構造の落下を防止できるように適切な対策を講じることとするが、既設橋では様々な制約条件があるため、H24 道示Ⅴの 16．2 から 16．5 による構造の詳細の検討においては当該橋梁固有の制約条件を適切に考慮する。

検討項目は橋梁の目標とする耐震性能レベルや構造形式及び構造部位により異なるため、それぞれ「既設橋の耐震補強設計に関する技術資料（ 国総研資料第 700 号、土研資料第 4244 号、平成 24 年 11 月）を参考に検討を行う。また改良箇所の現地状況や構造形式により不足構造の追加が困難な場合、ＳＥの余裕（1.5SE）の確保を行う。

このとき沓座拡幅はＲＣ構造を基本とする。

なお、新たな落橋防止システムを追加する際は既設部材の耐荷力を確認し、補強を検討する必要がある。

表９.59　既設橋の耐震補強における目標性能レベルに応じた支承部・落橋防止システムへの対応の考え方の例（橋軸方向の場合）

耐震補強において目標とする橋の耐震性能レベル	耐震補強において考慮する支承部及び上部構造に生じている状態			既設橋の耐震補強における支承部・落橋防止システムへの対応
	レベル１地震動まで	レベル１～レベル２地震動まで	支承部の破壊後	
レベル２地震動による損傷が限定的なものに留まり，橋としての機能の回復が速やかに行い得る状態が確保されるとみなせる耐震性能レベル	支承部（支承本体，取付用鋼板，ボルト等の取付部材等）に変状や損傷が生じない。	支承部（支承本体，取付用鋼板，ボルト等の取付部材等）に変状や損傷が生じない。	支承部は破壊するため，機能を喪失する※)。 桁かかり長と落橋防止構造により上部構造が下部構造頂部から逸脱しない。	支承部： レベル２地震動に対して機能確保できる支承部（必要に応じて，段差防止構造を設置） 落橋防止システム： 桁かかり長の確保 落橋防止構造の設置
レベル２地震動により損傷が生じる部位があり，その恒久復旧は容易ではないが，橋としての機能の回復は速やかに行い得る状態が確保されるとみなせる耐震性能レベル	支承部（支承本体，取付用鋼板，ボルト等の取付部材等）に変状や損傷が生じない。	既設の支承部（支承本体，取付用鋼板，ボルト等の取付部材等）に損傷又は変状が生じるため，支承部の恒久復旧は容易には行えないが，供用性に影響を及ぼす段差は生じない※)。また，水平力を分担する構造により水平力の伝達機能は確保されている。	支承部（水平力を分担する構造）は破壊するため，機能を喪失する。 桁かかり長と落橋防止構造により上部構造が下部構造頂部から逸脱しない。	支承部： 既設の支承部をそのまま使用 レベル２地震動による水平力を分担する構造の追加設置（必要に応じて，段差防止構造を設置） 落橋防止システム： 桁かかり長の確保 落橋防止構造の設置
レベル２地震動に対して落橋等の甚大な被害が防止されるとみなせる耐震性能レベル	支承部（支承本体，取付用鋼板，ボルト等の取付部材等）に変状や損傷が生じない。	既設の支承部（支承本体，取付用鋼板，ボルト等の取付部材等）に損傷又は変状が生じるため，支承部は機能を喪失する。	桁かかり長と落橋防止構造により上部構造が下部構造頂部から逸脱しない。	支承部： 既設の支承部をそのまま使用 落橋防止システム： 桁かかり長の確保 落橋防止構造の設置

※) 支承部に破壊が生じた場合にも，橋の速やかな機能の回復が求められる場合には，当該支承部の構造条件等によってはその破壊により路面に数百 mm の段差が生じる可能性がある場合もあるため，段差防止構造の設置等についても検討する。

「既設橋の耐震補強設計に関する技術資料」P.9

９－７－５－３　制震装置、落橋防止構造等の取付け部

（１）支承部の機能の一部を制震装置等で分担する構造に対する道示Ⅴ15．１（２）３）の規定の適用にあたっては、制震装置等から地震力の作用を受ける上部構造の部位は道示Ⅴ14．１（４）の規定に基づいて、また、下部構造の部位は作用を受ける箇所に応じて適切に設計するものとする。その際、制震装置等の機能が確実に発揮されるよう、それが取り付けられる上下部構造の部位に地震時に損傷が生じないように留意するとともに、地震発生時における所要の耐力や縁端距離、鉄筋端部における必要な定着長等について十分検討を行う。

（２）既設橋に落橋防止構造や水平力を分担する構造等を設置する場合においても（１）に準拠する。

（１）道示Ⅴ15．１（２）３）では、「支承部は15.６に規定する支承部の構造によるとともに、支承部から地震力の作用を受ける上部構造の部位は14．１（４）の規定に、また、下部構造の橋座部は下部構造編８．６の規定にそれぞれ基づいて設計する。」と規定している。支承部の減衰機能を制震装置等で補完する構造においては、当該の制震装置等は支承部を構成する部材であることから、上記の規定を適用し、制震装置等の機能が確実に発揮されるよう、それが取付けられる上下構造の部位は地震時に損傷が生じないように適切に設計する。

なお、道示Ⅴ15．１（２）３）の規定は、支承本体が橋座部に設置される一般的な支承部を念頭に規定しているが、支承部の減衰機能を分担する制震装置等は、橋座部以外に取付けられる場合もある。従って、制震装置等が取付けられる下部構造の側の部位は、その部位の特性に応じて適切に設計する。例えば、制震装置等を橋座部に取付ける場合には道示Ⅳ８．６の規定に基づくが、橋脚の張り出しばりに取り付ける場合には道示８．３．１（張り出しばりでかつ橋座部の場合には両規定）、鋼製橋脚に取り付ける場合には道示Ⅱの規定に基づくものとする。

また、支承部の減衰機能の補完を目的とした制震装置以外で、橋全体の減衰性を高める目的から設置される制震装置についても、上記の規定に準じてそれが取り付けられる上下部構造の部位は地震時に損傷が生じないように適切に設計する。制震装置等が取り付けられる部位の選定及び既に設置されている制震装置等への対応に関して、特に留意すべき点を以下に示す。

１）制震装置等が取り付けられる部位の選定にあたっての留意事項

・制震装置等は、耐震設計で塑性化を考慮する部位及び変位制限構造やその取付け部のように地震時に損傷が生じるおそれのある部位には取付けない。

・地震の影響を受ける部位に制震装置等を取り付ける場合には、当該部位への制震装置等からの作用力が同時に作用する可能性を適切に考慮して設計を行う。

２）既に設置されている制震装置等への対応に関する留意事項

・制震装置等が、地震時に損傷が生じるおそれのある部位に取り付けられていることが確認された場合には、設計内容を確認して対応の必要性を検討する。

・定期点検等において、制震装置、落橋防止構造、変位制限構造等の取り付け部、それが取り付けられる上下部構造の部位に、劣化、損傷、遊間の過不足などの不具合を発見した場合には適切に補修・補強を行う。

（２）既設橋の耐震補強設計においては、橋に求められる耐震性能と個々の橋の構造条件を踏まえ、橋を構成している各部材に許容できる損傷を個別に検討した上で、補強が必要な部材に対しては補強設計を行う。

また、現場施工の際、既設の鉄筋と干渉するなどの理由でアンカーボルト等の設置位置を変更した場合は、変更後のアンカーボルト等の設置位置・定着長等について改めて照査を行い、所定の耐力が確実に確保できていることを確認する。

９－７－５－４　落橋防止装置等の溶接

１．溶接の種類と適用

溶接線に直角な方向に引張応力を受ける継手には、完全溶込み開先溶接を用いるのを原則とし、部分溶込み溶接を用いてはならない。

２．溶接記号

落橋防止装置等の設計図面において、完全溶込み溶接を要する箇所については、JIS Z3021-2010（溶接記号）に従い溶接記号を表記するものとする。なお、JIS Z3021-2010（溶接記号）に従わない場合は、その旨を図面に明記する。

（１）溶接記号の表示を JIS Z3021-2010（溶接記号）に従う場合

・開先深さと溶接深さを併記し、完全溶込み溶接の時は溶接深さを省略する

・部分溶込み溶接で所要の溶込み深さが開先深さと同じときは、開先深さを省略する

（２）溶接記号の表示を JIS Z3021-2010（溶接記号）に従わない場合

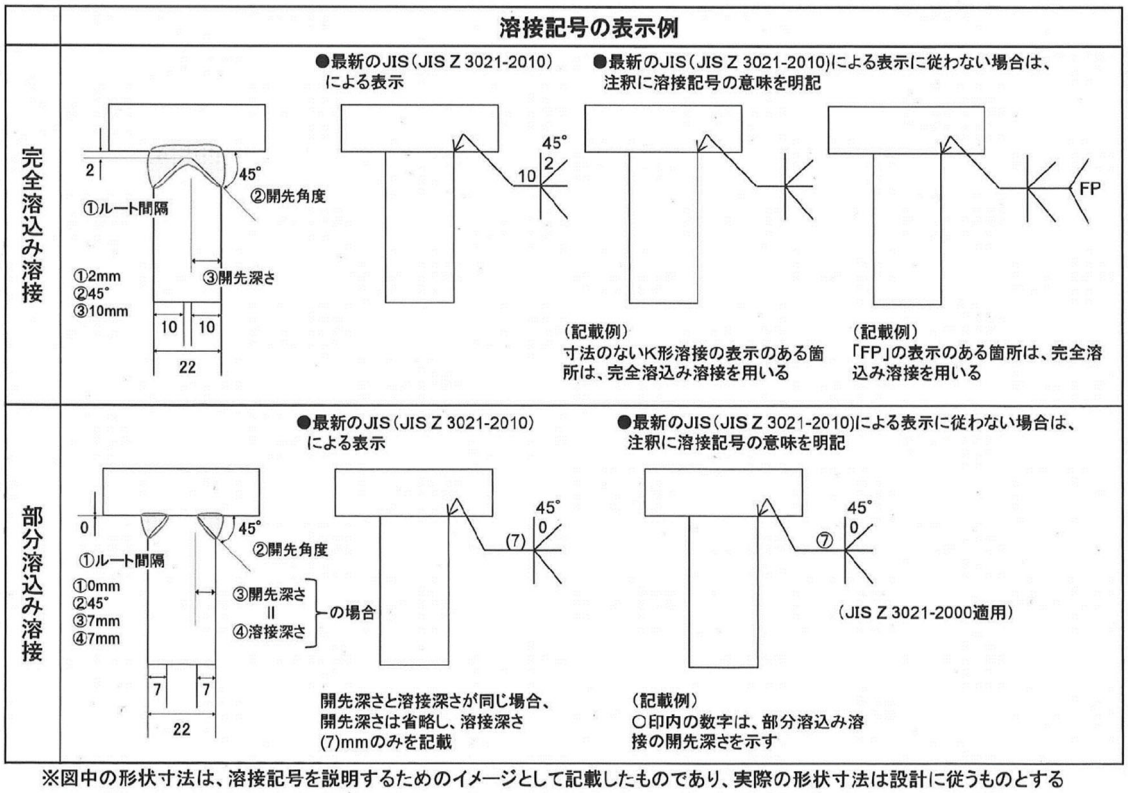
・寸法の記載がない「K」記号は、完全溶込み溶接を意味することを明記する

・溶接記号の尾に「ＦＰ」の表示のあるものは、完全溶込み溶接であることを明記する

・部分溶込み溶接を開先深さで指示する（JIS Z3021-2000 適用）場合は、〇印内に開先深さを記入した上で、「JIS Z3021-2000 適用」を明記する

※「ＦＰ」表示を行う場合は全ての該当箇所に表示し、寸法の記載がない「K」記号を混在させないこと

※レ形など、他の開先種類についても上記（１）（２）と同様に溶接種別を明確化すること



※図中の形状寸法は、溶接記号を説明するためのイメージとして記載したものであり、実際の形状寸法は設計に従うものとする

図９.249　溶接記号の表示例

３．溶接の施工性を踏まえた設計

（１）落橋防止装置等の設計にあたっては、施工の条件を適切に考慮しなければならない。

（２）溶接線が集中する箇所では、板組、開先形状、施工順序等について慎重に検討を行い、施工時に溶接が困難とならないよう適切な設計を行う。

９－７－６　ＲＣ橋脚の耐震補強

設計は次の示方書及び参考図書によるものとする。

(1)道路橋示方書	平成 24 年３月
(2)既設道路橋の耐震補強に関する資料	平成９年　３月
〃　　参考資料	平成９年　８月
(3)既設鉄筋コンクリート橋脚耐震補強施工・管理マニュアル（案）	平成 10 年７月
(4)既設道路橋基礎の補強に関する参考資料	平成 12 年２月
(5)既設橋の耐震補強設計に関する技術資料 国総研資料第 700 号、土研資料第 4244 号	平成 24 年 11 月

＊　炭素繊維補強では補強部材に塗装しない。但し、周辺の環境条件によっては検討を要する。
また、炭素繊維シートの設計は「**９－７－２ RC 床版の補修**　８.炭素繊維シートの設計」を参照。

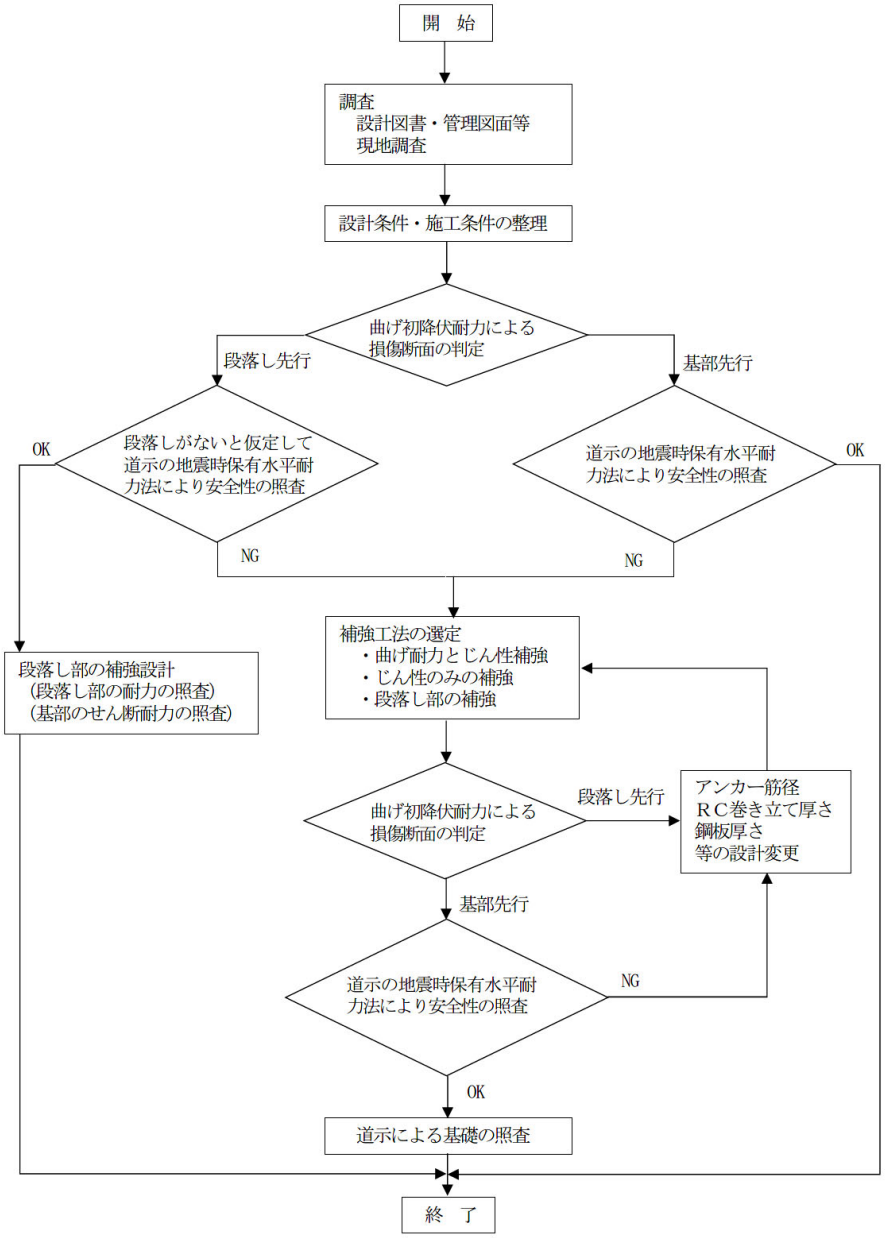


図９.250　鉄筋コンクリート橋脚の耐震補強設計の流れ

９－７－７　附属施設の補修

９－７－７－１　支　承

（１）補修工法の決定に際しては破損の原因を究明し、その原因を除去するように努めなければならない。
（２）支承部の機能に対する検討と並行して、その施工方法について十分に検討を行わなければならない。

支承部の補修は短期工事を要求され、作業空間が狭く補修作業が困難な箇所である。また、交通規制を伴うことが多いので、構造、施工方法、治具の選択などをあらかじめ十分に検討し、迅速かつ確実な補修を心掛けなければならない。

比較的多い破損例と、補修方法を示すと下記のとおりである。

（１）支承本体の破損

損傷支承が１基の場合でも同一橋座上の上部構造全体を同時にジャッキアップして仮受けし、新しい支承あるいは部材を交換する。

また、形式を変更する場合は、同一橋座上の全支承を同一形式に統一する。

（２）支承座コンクリートの破損

上部構造をジャッキアップして仮受けしてから､破損部を十分はつって補強し､新しいコンクリートを打設する。

（３）支承座コンクリートあるいはモルタルの軽微なひびわれ

ひびわれ内にエポキシ樹脂を加圧注入し、ひびわれの発達を防止する。

（４）支承充填モルタルの破損

上部構造をジャッキアップし、仮受けして無収縮モルタル、樹脂等で再充填する。

支承下面の調整ライナーがくずれている場合は、据付高さを再調整し、調整ライナーが振動でくずれないように溶接等で固定するのがよい。

充填モルタルは下図のように仕上げるのがよい。

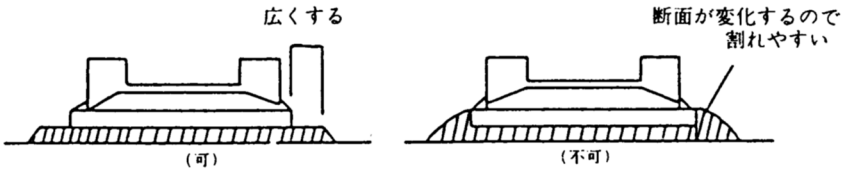


図９.251　充填モルタルの仕上げ図

（５）上下部構造の計画が不一致で支承、下面のモルタル破損。

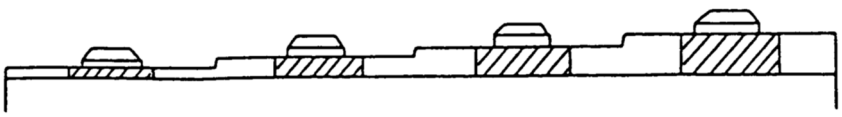


図９.252　支承位置が不一致の場合

充填モルタルは何回補修しても結果は同じである。そのため下部工と支承座面を補強鉄筋で一体とする嵩上モルタルを施工する必要がある。

９－７－７－２　伸縮装置の設計

補修工法の決定に際しては、破損の原因を究明し、それに見合った適切な工法を決定する。
また、施工に先立ち次の事項を十分に検討し、着手する。
１.作業中および養生中の交通処理方法。
２.工事中の騒音、振動等による地元住民への影響およびその対策。

（１）補修は破損の程度により、伸縮装置の本体から取替える場合、本体の一部を取替えまたは補修する場合あるいは伸縮装置廻りの後打材、床版等を全体的または部分的に補修する場合がある。

新たに伸縮装置を選定する場合、**９－６－３　伸縮装置**によることを原則とし、形式選定の要因として次のものがあげられる。

１）破損原因
２）桁の構造形式と床版および桁端部構造
３）必要伸縮量
４）漏水、騒音防止の必要性
５）舗装厚

（２）一般に伸縮装置の補修を行う場合、大なり小なりの交通規制を伴う。従って、伸縮装置の構造的、機能的な検討と同時に施工条件の検討が必要条件である。

補修を行う場合、通行止めできない場合が多いので、次のいずれかの方法により工事を行う必要がある。

１）昼間に交通規制をして、幅員の半分ずつ施工する。
２）昼間は覆工板を利用して開放し、夜間工事の際は通行止めとする。
３）昼間は覆工板を使用して開放し、夜間交通規制を幅員の半分ずつ施工する。

（３）橋梁の伸縮装置は、車両走行時に衝撃を生じること、損傷しやすい部材であることから、維持管理における問題点ともなっている。

桁の伸縮量が小さい場合には、舗装の下にジョイントを埋設し、舗装体を連続する構造により伸縮の吸収が可能である。

このような埋設ジョイントにより、従来のジョイントに比べ走行性が向上するばかりでなく、経済性も向上する。

ただし、大型車の交通量が多い箇所では早期に損傷が進行する場合もあるので、これまでの補修履歴や周囲での損傷状況等を確認し、鋼製ジョイントも含めて検討する必要がある。