

第5章 道路構造物

5-1 適用

5-1-1 適用範囲

本章では、擁壁、ボックスカルバート、排水構造物、遮音壁の設計の考え方を示した。

なお、カルバートの種類と適用範囲は表5.1のとおりとする。

表5.1 適用範囲

カルバートの種類		項目	適用土かぶり (m) 注1)	断面の大きさ (m)
剛性 ボックス カルバート	ボックス カルバート	場所打ちコンク リートによる場合	0.5~20	内空幅B: 6.5まで 内空高H: 5まで
		プレキャスト部材 による場合		
		門形カルバート		0.5~10
	アーチ カルバート	場所打ちコンク リートによる場合	10以上	内空幅B: 8まで
		プレキャスト部材 による場合	0.5~14 注2)	内空幅B: 3まで 内空高H: 3.2まで
剛性パイプ カルバート	遠心力鉄筋コンクリート管		0.5~20 注2)	3まで
	プレストレストコンクリート管		0.5~31 注2)	3まで
たわみ性 パイプ カルバート	コルゲートメタル カルバート		(舗装厚+0.3) または 0.6の大きい方~60 注2)	4.5まで
	硬質塩化ビニルパイプ カルバート (円形管 (VI) の場合) 注3)		(舗装厚+0.3) または 0.5の大きい方~7 注2)	0.7まで
	強化プラスチック複合 パイプカルバート		(舗装厚+0.3) または 0.5の大きい方~10 注2)	3まで
	高耐圧ポリエチレン パイプカルバート		(舗装厚+0.3) または 0.5の大きい方~26 注2)	2.4まで

注1) 断面の大きさ等により、適用土かぶりの大きさは異なる場合もある。

注2) 規格化されている製品の最大土かぶり。

注3) 硬質塩化ビニルパイプカルバートには、円形管 (VU, VP, VM) , リブ付き円形管 (PRP) があるが、主として円形管 (VI) が用いられる。

(カルバート工指針 第1章1-3-1参照)

注4) 「標準設計 国土交通省北陸地方整備局」に掲載している大型ボックスカルバートについては、上表の場所打ちコンクリートによる場合の適用範囲に準ずるものとする。

5-1-2 適用図書

1. 道路構造物（擁壁・ボックスカルバート等）の設計は本章による。
2. 記述のない事項については表5.2の関係図書他によるものとする。

表5.2 関係図書

関係図書	発行年月	発行
道路土工構造物技術基準・同解説	H29. 3	(公社) 日本道路協会
道路土工-カルバート工指針(平成21年度版)	H22. 3	(公社) 日本道路協会
道路土工-擁壁工指針(平成24年度版)	H24. 7	(公社) 日本道路協会
道路土工-切土工・斜面安定工指針(平成21年度版)	H21. 6	(公社) 日本道路協会
道路土工-盛土工指針(平成22年度版)	H22. 4	(公社) 日本道路協会
道路土工-仮設構造物工指針	H11. 3	(公社) 日本道路協会
道路橋示方書、同解説Ⅰ共通編、Ⅲコンクリート橋編	H24. 3	(公社) 日本道路協会
道路橋示方書、同解説Ⅰ共通編、Ⅳ下部構造編	H24. 3	(公社) 日本道路協会
道路橋示方書、同解説Ⅴ、耐震設計編	H24. 3	(公社) 日本道路協会
コンクリート標準示方書-基本原則編	H25. 3	(公社) 土木学会
コンクリート標準示方書-規準編	H30. 10	(公社) 土木学会
コンクリート標準示方書-設計編	H30. 3	(公社) 土木学会
コンクリート標準示方書-施工編	H30. 3	(公社) 土木学会
コンクリート標準示方書-維持管理編	H30. 10	(公社) 土木学会
立体横断施設技術基準、同解説	S54. 1	(公社) 日本道路協会
杭基礎設計便覧(平成26年度改訂版)	H27. 3	(公社) 日本道路協会
杭基礎施工便覧(平成26年度改訂版)	H27. 3	(公社) 日本道路協会
標準設計	R 2. 10	国土交通省北陸地方整備局
土木用コンクリート製品設計便覧	R 2. 1	北陸土木コンクリート製品技術協会
土木構造物設計ガイドライン 土木構造物設計マニュアル(案)	H11. 11	(一社) 全日本建設技術協会
ジオテキスタイルを用いた補強土の設計・施工マニュアル第二回改訂版	H25. 12	(一財) 土木研究センター
多数アンカー式補強土壁工法設計・施工マニュアル第4版	H26. 8	(一財) 土木研究センター
補強土(テールアルメ)壁工法設計・施工マニュアル第4回改訂版	H26. 8	(一財) 土木研究センター
アダムウォール(補強土壁)工法・施工マニュアル	H26. 9	(一財) 土木研究センター
プレキャストボックスカルバート設計・施工マニュアル	H30. 4	全国ボックスカルバート協会
プレキャストボックスカルバート設計施工要領・同解説	H24. 3	日本PCボックスカルバート製品協会

(注) 使用にあたっては、最新版を使用するものとする。ただし、道路構造物（擁壁、ボックスカルバート等）の設計は、これまで通り許容応力度法であることから、道路橋示方書（Ⅰ～Ⅴ）はH24.3版、杭基礎設計・施工便覧はH27.3版を使用する。

「土木構造物設計ガイドライン 土木構造物設計マニュアル(案)」は、「道路土工-擁壁工指針」、「道路土工-カルバート工指針」に準拠した擁壁、カルバート、および側溝の設計・施工合理化に関して、現場作業の省力化および自動化・機械導入のうち、特に施工の合理化に対する効果が大きいと考えられる項目に関して設計面からの促進を図るべく発刊されている。

本要領においても、構造物形状の単純化、使用材料の標準化・規格化、構造物のプレキャスト化等の視点を設計等にもりこむことがよいと考えるが、ただし、従来の実績から全て対応可能とは考えがたいため、ここに設計の考え方を示した。

5-1-3 使用材料の標準化・規格化

1. 使用するコンクリート（側溝、ブロック積み擁壁、もたれ式擁壁、重力式擁壁、パイプカルバート、プレキャスト製品は除く）の設計基準強度は 24N/mm^2 を標準とする。
2. 使用する鉄筋の材質は、SD345（プレキャスト製品は除く）を標準とする。

(1) 擁壁、カルバートに使用するコンクリートおよび鉄筋は、次の材料を標準とする。

場所打ちコンクリート $\sigma_{ck}=24\text{N/mm}^2$

なお、塩害対策が必要となる構造物は、コンクリート自体の耐久性を向上させるために、できる限りW/Cを下げ、密実なコンクリートとする観点から、 $\sigma_{ck}=30\text{N/mm}^2$ ($W/C \leq 50\%$) を標準とする。

鉄筋 SD345

ただし、無筋コンクリートについては $\sigma_{ck}=18\text{N/mm}^2$ を標準とする。

(2) コンクリートおよび鉄筋の許容応力度は表5.3、表5.4のとおりとする。

ただし、地震時の許容応力度は表5.3、表5.4の値を50%割り増すものとする。

表5.3 コンクリートの許容応力度 (N/mm^2)

設計基準強度	許容曲げ圧縮強度	許容付着応力度	許容せん断応力度
24	8.0	1.60	0.23

(擁壁工指針 第4章4-5-2参照)

(カルバート工指針 第4章4-5-2参照)

表5.4 鉄筋の許容引張応力度 (N/mm^2)

応力度、部材の種類		鉄筋の種類	SD345	
		引張応力度		一般の部材
水中あるいは地下水位以下に設ける部材	160			
荷重の組合せに衝突荷重あるいは地震の影響を含む場合の基本値				200
鉄筋の重ね継手長あるいは定着長を算出する場合の基本値				200

(擁壁工指針 第4章4-5-3参照)

(カルバート工指針 第4章4-5-3参照)

5-2 擁 壁

5-2-1 型式選定

構造型式の選定では、設置箇所の地形・地質・施工条件・周辺構造物の影響および擁壁高さ等を総合的に検討しなければならない。

なお、設計条件が適合する場合は、プレキャスト製品の採用を標準とする。

一般に設計される擁壁には次のようなものがあり、それぞれの擁壁の特色は「道路土工—擁壁工指針」によるものとするが、設置高さからの適用範囲は表5.5のとおりである。

従来の場合打ち工法に対し、近年における建設労働者不足・施工用機械の普及、各製品の標準化等によりプレキャストコンクリート製品の活用は欠かせない。さらに、工程の短縮、通年化施工が可能であり、施工管理も容易となるため適用可能な箇所においては積極的に活用することが望ましい。

表5.5 擁壁の適用高さ

型式	高さ(m)													適用条件など
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
ブロック積 (石積) 擁壁														<ul style="list-style-type: none"> 背面の地山が締まっている切土。 比較的良質な裏込め土で十分締固められた盛土。 構造として耐震性に劣る。
もたれ式擁壁														<ul style="list-style-type: none"> 岩盤等の堅固な支持地盤が望ましい。
重力式擁壁														<ul style="list-style-type: none"> 底版反力が大きいため、支持地盤の良好な箇所。 ウィングの巻き込み部等、形状の変化がある所。 杭基礎となる場合は適していない。
U型擁壁														<ul style="list-style-type: none"> 側壁と底版が一体となっており、堀割道路や立体交差点の取付部等に用いられる。 水圧の影響や浮き上がりに対する安定を検討する必要がある。
逆T型擁壁														<ul style="list-style-type: none"> 普通の基礎地盤以上が望ましい。 杭基礎となる場合も適用できる。
L型擁壁														<ul style="list-style-type: none"> 擁壁が用地境界に接する等、つまさき版を設けることができない箇所。
補強土壁														<ul style="list-style-type: none"> 柔軟性のある構造であるため、ある程度の変形が生じる。 規模が大きくなる場合もあるため、詳細な地盤調査を行う必要がある。 良質な盛土材料を用い、施工・施工管理を確実にを行う必要がある。 盛土に比べて変形・変状に対する修復性に劣る。 水による影響を受けやすいため、十分な排水施設を設ける。 橋台背面に適用する際は9-5-2-11 橋台背面アプローチ部を参照する。
プレキャスト L型擁壁														<ul style="list-style-type: none"> 設計条件が適合していれば、省力化、通年化施工等の観点から品質が安定し、施工性に優れたプレキャスト製品を標準とする。

□ : 一般的な適用範囲

■ : 標準設計(国土交通省北陸地方整備局)収録範囲

この他に、地すべり地帯・湧水の多い箇所・含水比の高い材料で盛土を施工する場合等では、井桁擁壁等があるので現場条件に適した規格および構造を選定しなければならない。

また、上表に示されない軽量盛土等、特殊な擁壁の施工実績も多く見られてきており、計画に際しては道路土工—擁壁工指針「第7章 軽量盛土を用いた擁壁」 「巻末資料 その他の擁壁」を参考とする。

擁壁の計画において景観に配慮する必要がある場合は、化粧型枠等の採用も検討するとよい。

5-2-2 設計一般

(1) 擁壁の要求性能

擁壁の設計に当たっては、使用目的との適合性、構造的な安全性について、安全性、供用性、修復性の観点から要求性能を設定する。

1) 要求性能の水準

性能1：想定する作用によって擁壁としての健全性を損なわない性能

性能2：想定する作用による損傷が限定的なものにとどまり、擁壁としての機能の回復が速やかに行い得る性能

性能3：想定する作用による損傷が擁壁として致命的とならない性能

2) 重要度の区分

重要度1：万一損傷すると交通機能に著しい影響を与える場合、あるいは隣接する施設に重大な影響を与える場合

重要度2：上記以外の場合

擁壁の要求性能は、想定する作用と擁壁の重要度に応じて表5.6から選定する。

表5.6 擁壁の要求性能の例

想定する作用		重要度	
		重要度1	重要度2
常時の作用		性能1	性能1
降雨の作用		性能1	性能1
地震動の作用	レベル1地震動	性能1	性能2
	レベル2地震動	性能2	性能3

(擁壁工指針 第4章4-1-3参照)

レベル1地震動とは供用期間中に発生する確率が高い地震動、レベル2地震動とは供用期間中に発生する確率は低いが大きな強度を持つ地震動をいう。

重要度の区分は、擁壁が損傷した場合の道路の交通機能への影響と、隣接する施設等に及ぼす影響の重要性を総合的に勘案して定めるものとし、道路の交通機能への影響は、主働すべり角の想定線が車道部に影響するかどうかを目安にするとよい。

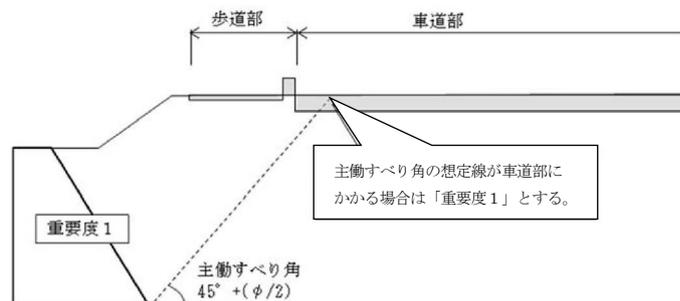


図5.1 主働すべり角の想定線

また、隣接する施設に重大な影響を与える場合とは、概ね下記によるものとする。

- ① 鉄道や道路（農道等の交通量の少ない道路は除く）に面して設ける場合
- ② 家屋等に接するか、近い将来、接する可能性がある場合

直轄国道に設置する擁壁は、その路線特性から重要度1を基本とするが、万一損傷しても直轄国道としての交通機能に与える影響が小さく、隣接する施設もない場合は、重要度2となる。

なお、取付道路等に設置する擁壁は、その路線の特性や周辺状況に応じて重要度を設定する。

(2) 荷重の種類

1. 擁壁の設計に用いる荷重の種類およびその詳細は、「道路土工－擁壁工指針」による。その他、「道路土工－擁壁工指針」に記載のない荷重については、本項による。
2. 擁壁の性能設計に対する取扱いは、以下のとおりとする。

常時の作用に対しては、適切な設計を行うことで性能1を満足しているとみなしてよい。

地震時の作用に対しては、常時の作用に対し設計と施工を綿密に行っておけば被害が限定的であり、ある程度の地震動に耐え得ることが認められている。したがって、適切な設計を行うことにより以下のようにみなせる。

 - i) レベル1地震動に対する設計震度に対して、擁壁の安定性と部材の安全性を満足する場合には、レベル1地震動に対して性能1を、レベル2地震動に対して性能3を満足する。
 - ii) レベル2地震動に対する設計震度に対して、擁壁の安定性と部材の安全性を満足する場合には、レベル2地震動に対して性能2を満足する。
 - iii) 高さ8m以下の擁壁で常時の作用に対して、擁壁の安定性と部材の安全性を満足する場合には、レベル1地震動に対して性能2を、レベル2地震動に対して性能3を満足する。

なお、補強土壁については、上記 iii) のみなしは適用しない。

擁壁に作用する荷重は、自重、載荷重、土圧の他、浮力、自動車の衝突、水圧、雪荷重、風荷重、地震の影響等が考えられる。

このうち設計に用いる荷重は通常、自重、載荷重、雪荷重および土圧の組み合わせとする。また地震を考慮する場合は、自重、地震時土圧および地震時慣性力の組み合わせとする。ただし、特に浮力、水圧および衝突荷重等、他の荷重が問題となる場合はそれらの影響を考慮しなければならない。

「道路土工－擁壁工指針」に記載のない荷重については、以下のとおりとする。

① 載荷重

載荷重については、「道路土工－擁壁工指針」に準じ、 10kN/m^2 を標準とするが、歩道部等において群集荷重や歩道除雪車を載荷重として考える場合は、以下の値を採用する。

群集荷重： 3.5kN/m^2

歩道除雪車荷重： 7.9kN/m^2 総重量 $65\text{kN} \div$ 車両面積 ($1.5\text{m} \times 5.5\text{m}$) **9-2-10 荷重一般参照**

なお、採用に当たっては、施工時等に不安定な構造とならないよう注意が必要である。

② 雪荷重

積雪地域においては、雪荷重を考慮する。雪荷重は、**9-2-10 荷重一般**によるものとする。

③ 地震時に考慮する雪荷重

橋梁設計は、道路橋示方書の部分係数法導入に伴い、地震時に載荷する雪荷重の考え方が見直されている。しかし、道路土工－擁壁工指針が従来の許容応力度法であることから、地震時に載荷する雪荷重は従来通り以下の考え方を踏襲することとした。

北陸地方整備局管内の積雪期間は12月～4月までの約5ヶ月間と長期間に及ぶことから、北陸地方特有の規定として地震時に雪荷重を考慮する。冬期除雪を行わない道路では、雪荷重が活荷重より大きくなるケースがあるので、荷重の組合せのうち大きい方で設計を行う。地震時（レベル1地震動、レベル2地震動）に載荷する積雪荷重は、設計積雪深の $1/2$ としてよい。

(3) 安定計算

擁壁の安定に関しては、一般に下記の①～③について検討すればよいが、軟弱地盤上や斜面上に設置する場合は④についても検討する。

- ① 滑動に対する安定
- ② 転倒に対する安定
- ③ 基礎地盤の支持力に対する安定
- ④ 背面盛土および基礎地盤を含む全体の安定

(4) 計画上の留意事項

1. 擁壁の床付面は水平を原則とする。やむを得ず勾配をつける必要がある場合は、縦断方向の滑動や施工性等について十分検討する。
2. 擁壁の設計断面は、1ブロックのうち、背後地盤の形状を含め、最も荷重条件の厳しい断面を設定する。

(5) 土の設計諸定数

土の設計諸定数は、原則として土質試験および原位置試験等の結果を総合的に判断し、施工条件等も十分に考慮して設定するものとする。

1) 裏込め土の諸定数

裏込め土の諸定数は、土質試験結果を基に決定するのが望ましいが、高さが8 m程度以下の擁壁で、土質試験を行うことが困難な場合は、土質試験によらないで、表5.7および表5.8の値を用いてもよい。

表5.7 裏込め土の種類と土質定数

裏込め土の種類	内部摩擦角： ϕ (度)	粘着力： C (kN/m^2)
礫質土	35	原則として見込まない
砂質土	30	原則として見込まない
シルト・粘性土 (ただし $\omega L < 50\%$)	25	原則として見込まない

- 注) 1. 細粒分が少ない砂は礫質土の値を用いてもよい。
2. 土質定数をこの表から推定する場合、粘着力 C を無視する。
3. 再生材の利用は第1種および第2種建設発生土相当が望まれるが、第3種以下の建設発生土も適切な土質改良により、利用可能となる。

表 5.8 裏込め土の種類および単位体積重量 (k N/m³)

地 盤	土 質	緩いもの	密なもの
自然地盤	砂および砂礫	18	20
	砂 質 土	17	19
	粘 性 土	14	18
盛 土	砂および砂礫	20	
	砂 質 土	19	
	粘性土 (ただし $w_L < 50\%$)	18	

(擁壁工指針 第4章4-3参照)

2) 基礎地盤の諸定数

擁壁等の構造物に対する地盤の許容支持力度は、土質試験結果を基に決定することを基本とするが、斜面上でない高さが8m程度以下の擁壁で、土質試験を行うことが困難な場合は、土質試験によらないで、表5.9の値を用いてもよい。

ただし、特に重要度の高い擁壁、大規模な擁壁、斜面上の擁壁、ゆるい砂質地盤あるいは軟らかい粘性土地盤上の擁壁、特殊な施工条件の擁壁については、慎重に検討する必要がある。

表 5.9 基礎地盤の種類と設計定数

基礎地盤の種類		許容支持力度 (k N/m ²)	擁壁底面の滑動安定計算に用いるすべり摩擦係数(注)	備 考	
				Qu (Kn/m ²)	N 値
岩 盤	きれつの少ない均一な硬岩	1000	0.7	10000 以上	—
	きれつの多い硬岩	600		10000 以上	—
	軟 岩 ・ 土 丹	300		1000 以上	—
礫 層	密 な も の	600	0.6	—	—
	密 で な い も の	300		—	—
砂 質 地 盤	密 な も の	300	0.6	—	30~50
	中 位 な も の	200		—	20~30
粘性土 地 盤	非 常 に 硬 い も の	200	0.5	200~400	15~30
	硬 い も の	100		100~200	10~15

(注) 場所打ちコンクリートによるもの

プレキャスト擁壁では、基礎底面が岩盤であっても摩擦係数は0.6を越えないものとする。

(擁壁工指針 第4章4-3参照)

5-2-3 基礎型式の選定

(1) 直接基礎

基礎型式の選定に当たっては、必要な調査を行い、その結果に応じた安全な設計をしなければならない。
直接基礎は、良好な支持層に設け、鉛直荷重は底面地盤のみで支持するものとする。

表層が軟弱で、比較的浅い位置に良質な支持層がある場合には、安定処理や良質土による置換えを行ない、改良地盤を形成してこれを支持層とすることも可能である。安定化処理および置換え基礎については、「道路土工—擁壁工指針」を参照すること。

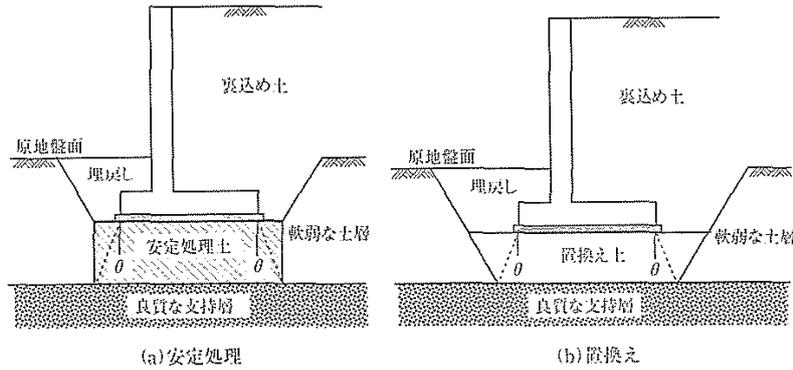


図 5.2 改良地盤上の直接基礎

なお、用地境界に接して擁壁を設置する場合においても、民地も含め、荷重の分散角を考慮した改良を行うことを基本とする。民地内の改良について地権者の了解が得られず、荷重の分散角を考慮した改良が不可能な場合には、改良地盤への応力集中による擁壁の傾斜や民地への影響について十分検討を行う。

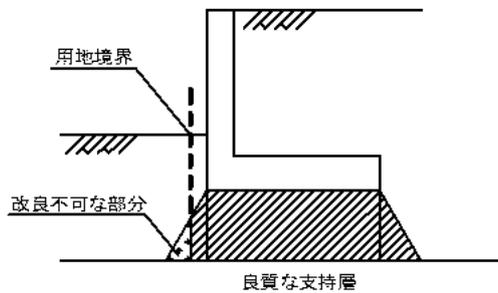


図 5.3 荷重分散が考慮できない例

また、基礎地盤が傾斜している場合等で、底版下面の一部が不良な場合、その部分を掘削しコンクリートで置換えるものとする。この場合、置換える場所の底面は水平に掘削し、必要に応じて 50 cm以上の段切を設けるとよい。なお、置換え部分を含めた全体の安定については「道路土工—擁壁工指針」による。なお、置き換え基礎の形状は、9-5-6-2 斜面上の直接基礎を参考にする。

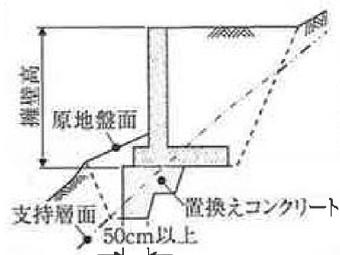


図 5.4 斜面上や傾斜した支持層での直接基礎の例

(2) 杭基礎

1. 擁壁の杭基礎の設計は、「道路橋示方書・同解説IV下部構造編」(H24. 3)に準拠する。
2. 杭頭処理は以下を基本とする。
 - 1) 地震の影響を考慮した設計を行わず、変位も制限しない擁壁の杭頭は、ヒンジ結合を原則とする。
 - 2) 地震を考慮する場合や、変位量を小さくする必要のある場合、軟弱地盤上に設置する場合等の杭基礎は杭頭固定結合とすることが望ましい。なお、この場合の許容変位量は1.5cmを目安とする。
 - 3) 設計は、「道路土工—擁壁工指針」等に準拠する。

許容応力度法による杭基礎の設計は、「設計要領(道路編)」(H29. 4) 9-5-2 杭基礎を参照する。

(参考)

杭とフーチングの結合部の設計

杭頭と底版の結合方法は、一般に剛結合とヒンジ結合があり、擁壁への適用にあたっては、重要度、変位に対する制約、杭本体の強度、経済性等を考慮して結合方法を決定しなければならない。

一般の擁壁では杭本体を経済的に設計できるヒンジ結合を採用するものとする。ただし、地震時の設計を行う場合や、変位量を小さくする必要のある場合、軟弱地盤上に擁壁を設置する場合等には剛結合とすることが望ましい。

① 杭頭ヒンジ結合の構造細目は、図5.5による。

ヒンジ結合の場合「道路橋示方書IV下部構造編」(H24. 3)の剛結合の従来方法Bの考え方を準用し、杭頭での押し込み力、引き抜き力、水平力に対して抵抗できるように設計する。

表5.10 杭頭ヒンジ結合における支持力分担

鉛直力	押し込み力	底版コンクリートの垂直支圧および押し抜きせん断抵抗
	引き抜き力	杭頭補強鉄筋の引張り抵抗
	水平力	底版コンクリートの水平および底版端部の水平方向の押し抜きせん断抵抗

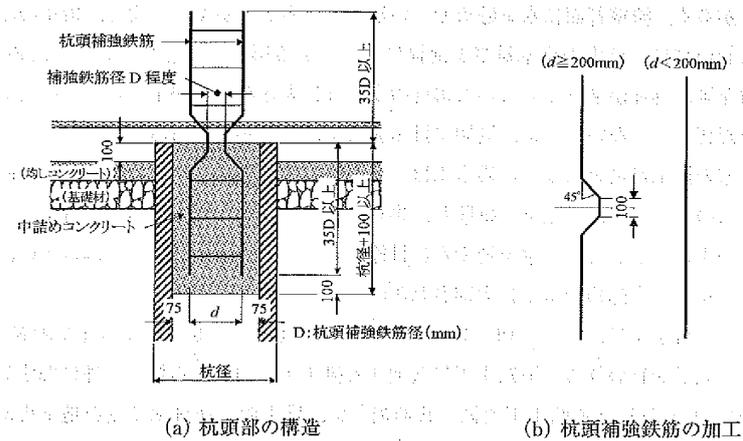


図5.5 杭頭ヒンジ結合の例

杭頭結合部には不足の事態を考慮し、最小鉄筋量としてD16を杭径に応じて4~6本程度配置する。鉄筋かご径(d)が200mm未満の場合は、ストレートのかごとする。(中間でしぼらない)なお、中詰コンクリートは躯体コンクリートと同等のものを使用する。

② 杭頭固定の剛結合方法は、「道路橋示方書IV下部構造編」(H24. 3)による。

なお、杭頭結合の設計において、部材として定まる底版厚では杭頭鉄筋の定着長を鉛直に確保することが困難な場合がある。この場合は、底版厚を増加させることなく、杭頭鉄筋に曲げ加工を施す等、十分な定着力を発揮する構造を採用してもよい。杭頭補強鉄筋の定着長は、地震時において橋梁の下部構造のように繰り返し载荷の影響が生じにくいと考えられることから、 $35D$ (D ：杭頭鉄筋径)を確保すればよい。

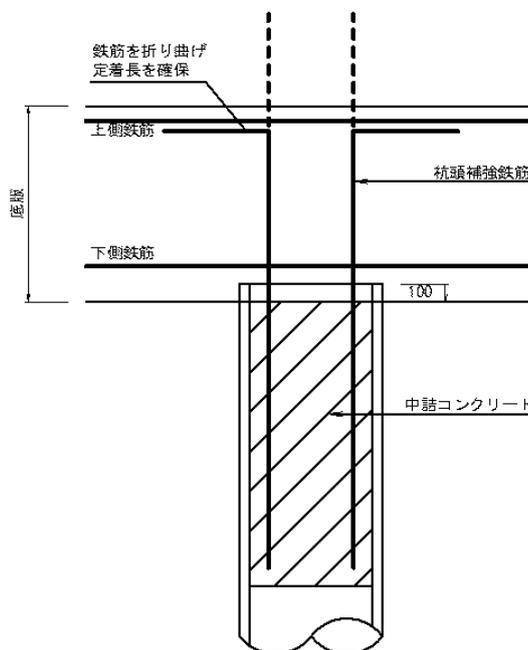


図 5. 6 底版が薄い場合の例

また、無筋構造の底版に杭頭結合する場合は、過大なひび割れを防止する目的で、底版に補強筋を配置しなければならない。

(擁壁工指針 第 5 章 5 - 8 参照)

5-2-4 塩害に対する検討

1. 擁壁の鉄筋コンクリート部材は、塩害により所要の耐久性が損なわれてはならない。
2. 表5.11に示す地域における擁壁の鉄筋コンクリート部材においては、十分なかぶりを確保する等の対策を行うことにより、1. を満足するとみなしてよい。

表5.11 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 影響を受ける
	100mをこえて300mまで	I	
	300mをこえて500mまで	II	
	500mをこえて700mまで	III	

(擁壁工指針 第5章5-5-2参照)

3. 海岸線は護岸工の位置が基本となるが、海岸線が明確でない場合は海岸保全区域の陸側境界線を海岸線とみなすこととし、海岸管理者に確認すること。

塩害の影響が懸念される地域に建設される擁壁の鉄筋コンクリート部材では、十分なかぶりを確保する等の対策を行う。その考え方は、「道路橋示方書・同解説 IV下部構造編」(H24.3)の「6.2 塩害に対する検討」や「道路橋示方書・同解説 IIIコンクリート橋編」(H24.3)の「5.2 塩害に対する検討」を参考にしてよい。

片持ちばり式擁壁等における壁等の直接外気に接する鉄筋コンクリート部材は、表5.11に示す塩害の影響地域に基づき、十分なかぶりを確保したり、塗装鉄筋、コンクリート塗装、埋設型枠等を併用することにより、1. を満足するとみなしてよいものとした。ただし、建設地点の地形、気象・海象条件、近傍の鉄筋コンクリート構造物の損傷実態等を十分検討し、対策区分を一段階上下に変更してもよい。なお、常に水中または土中にある部材は、気中にある部材に比べて酸素の供給が少ないため、5-2-5 配筋 表5.13に示すかぶりを確保すればよいものとした。

鉄筋コンクリート部材表面に供給される塩分には、海洋から飛来する塩分の他に路面凍結防止剤（融雪剤）として散布されるものがある。路面凍結防止剤の影響を受けることが予想される擁壁については、同等の条件下における既設擁壁の損傷状況等を十分把握し、適切な対策区分を想定して十分なかぶりを確保する必要がある。一般には、対策区分I相当を想定した十分なかぶりを確保することが望ましい。基本的には、図5.7に示すように、路面凍結防止剤が直接附着する可能性が高い部分について、5-2-5 配筋 表5.14に示す対策区分I相当の純かぶりを確保するものとする。

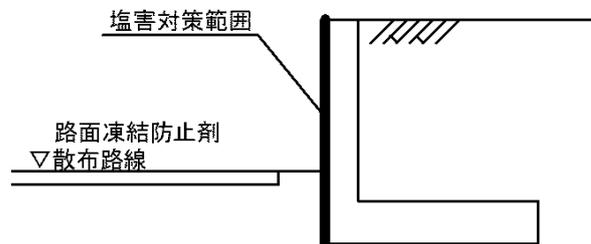


図5.7 路面凍結防止剤散布に対する塩害対策範囲

5-2-5 配筋

場所打ちコンクリート部材の鉄筋の純かぶりは、一般には 40 mm、底版のように土中および地下水以下に設ける部材については 70mm 以上を確保する。なお、高強度コンクリートを使用する場合は、別途検討する。

表 5.12 鉄筋の配筋規定

	最小鉄筋径 (mm)	鉄筋間隔 (mm)		重ね継手長	定尺長 (m)
		250	125		
主鉄筋	D13	D13~D32	D22~D32	$l_a = \frac{\sigma_{sa}}{4 \cdot \tau_{oa}} \phi$	12m
配力鉄筋	D13	250		l_a : 重ね継手長 σ_{sa} : 鉄筋の重ね継手長を算出する際の許容引張応力度 (N/mm ²) τ_{oa} : コンクリートの許容付着応力度 (N/mm ²) ϕ : 鉄筋の直径 (mm)	

鉄筋かぶりは表 5.13 のとおりとする。なお、鉄筋最小純かぶりは鉄筋からコンクリート表面までの距離、鉄筋芯かぶりは鉄筋中心からコンクリート表面までの距離を示す。

表 5.13 鉄筋かぶり

型 式	鉄筋最小純かぶり	鉄筋芯かぶり	
場所打ちコンクリート	一 般	4 cm	縦壁・底版側面 10cm
	土中・地下水以下	7 cm	底版上下面 11cm

また、塩害対策を施す部位の最小純かぶりは、表 5.14 を標準とする。

表 5.14 塩害の影響による最小純かぶりの標準値 (mm)

構 造 対策区分		想定水セメント比 : 36%	想定水セメント比 : 43%	想定水セメント比 : 50%	
		期待できる設計基準強度 $\sigma_{ck}=50\text{N/mm}^2$	期待できる設計基準強度 $\sigma_{ck}=40\text{N/mm}^2$	期待できる設計基準強度 $\sigma_{ck}=30\text{N/mm}^2$	
影響の度合い	影響が激しい	S	70※	70※	90※
	影響を受ける	I	50	70	90
		II	35	50	70
		III	25	35	50
出典		道路橋示方書Ⅲ コンクリート橋編		道路橋示方書Ⅳ 下部構造編	

※ : 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。

5-2-6 ブロック積の設計

1. ブロック積擁壁は、背面地山が締まっている箇所や盛土部の比較的良質土で締固められている箇所等の土圧の小さい場所に適用し、その高さは5.0mまでを基本とする。なお、斜面上に設ける場合やゆるい砂質土地盤あるいは軟らかい粘性土地盤に設ける場合等は、支持力に対する安定の照査を行う。支持力に対する安定の照査は「道路土工—擁壁工指針」による。
2. π型ブロック積および間知ブロック積は、次の状況により選定することを標準とする。なお、控え長が35cmの大型ブロック積を使用する場合は、π型に準じる。
 - ① π型ブロック積は擁壁・法面の形状変化が少なく、直線部または曲線半径の大きな場合（目安として壁高H=3.0mでR=70m以上、H=5.0mでR=130m以上）に使用する。
 - ② 間知ブロック積は施工延長が短かく、擁壁形状が複雑な場所に使用し、練積で谷積を標準とする。

(1) ブロック積の詳細は、「標準設計（国土交通省北陸地方整備局）」によるものとする。

(2) 直高とのり勾配および控え長の関係は表5.15のとおりとする。

表5.15 直高・のり勾配・控え長

		1.5m以下	1.5~3.0m	3.0~5.0m
のり勾配	盛土	1 : 0.3	1 : 0.4	1 : 0.5
	切土	1 : 0.3	1 : 0.3	1 : 0.4
控え長 (cm)	胴込コンクリートのみ	35	35	35
	胴込コンクリート+ 裏込コンクリート	40	45	50

(擁壁工指針 第5章5-7-4参照)

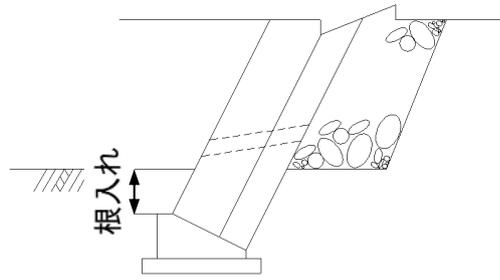
(3) 裏込材は、切込砕石および栗石から選定するものとし、裏込材の厚さは表5.16のとおりとする。

表5.16 直高と裏込め材の厚さ

直高 (m)		~1.5	3.0	5.0
厚さ (cm)	上部	30を基本		
	下部	法面勾配Nに対し、地山と接する面の傾斜を 1 : (N-0.1) とする		

- (注) 1. 上端における裏込め材の厚みは、背面の土砂が良好な場合20cm程度としてもよい。
2. 切土のときは、比較的よく締った地山では裏込め材の厚さを上下等厚に設置してよい。ただし、地山がよく締っていないものおよび背面に押戻しを多く必要とするような場合は、前記盛土部の場合に準じる。
 3. 裏込め材は擁壁前面の地盤線程度まで原則として設置する。
 4. 裏込め材の直下、基礎底板高さまでの間には不透水層を設置する。
 5. 前面に水位を考慮する場合、裏込め材は支持地盤程度まで設置する。

(4) ブロック積の根入れと裏込材の施工高さの関係は図5.8のとおりとする。ただし、擁壁前面に側溝等を計画する場合の根入れ深さは、「道路土工—擁壁工指針」に基づき別途考慮する。



根入れ：積ブロック1個以上
ただし、 π 型ブロックは500以上

図5.8 根入れ深さ（単位：mm）

5-2-7 補強土壁

補強土壁の採用に当たっては、下記に留意するものとする。

- ① 補強土壁内に将来にわたり、道路付属物の設置や占用物件等の構造物を設置しない場所であること。
- ② 補強土壁に適した盛土材が確保できること。
- ③ 塩害、土質等による腐食環境においては防食対策を十分検討すること。
- ④ その他、以下に示す箇所に設置する場合は、適用上の留意点について十分に検討すること。
 - ・急峻な地形 ・集水地形 ・軟弱地盤 ・変形に対する制限が厳しい箇所や異種構造物との隣接箇所
 - ・積雪寒冷地 ・水辺

以上を留意したうえで、経済性、安全性、施工性を十分検討し本線に採用する。

補強土壁は従来の擁壁とは異なるメカニズムで安定を保つ土留め構造物であり、一般にコンクリート擁壁に比べ規模が大きく厳しい条件の箇所で設置されることも多い。このような条件で設置された補強土壁に変形・変状が生じた場合には、道路交通や周辺の構造物等に与える影響が大きい。このため、補強土壁の適用に当たっては、補強土壁の変形特性や変状形態、適用上の留意点を十分に理解しておく必要がある。

(1) 補強材と盛土材の適合性

補強土は土中に敷設した補強材の引張力と土圧を釣り合わせて安定を保つ構造物である。補強材としては帯状鋼材や高分子材料のジオテキスタイル、または支圧板プレート付き鋼棒等がある。前者は裏込め材と補強材の摩擦により、後者は支圧板の支圧抵抗力により補強効果を発揮する。一般には砂質土系の材料が適しているが、現地発生材料を用いる際には補強材の種類によって補強効果が発揮されにくいものもあるので、留意が必要である。

また材料と土質によっては腐食等の化学的な安定性も考慮する必要がある。

(2) 適用に当たっての留意点

以下に示す箇所に補強土壁を設置する場合は、適用上の留意点を十分に理解しておく必要がある。

- ① 急峻な地形
- ② 集水地形
- ③ 軟弱地盤
- ④ 変形に対する制限が厳しい箇所や異種構造物との隣接箇所
- ⑤ 積雪寒冷地
- ⑥ 水辺

適用上の留意点の詳細は、「道路土工—擁壁工指針 第6章 補強土壁 6-1」による。

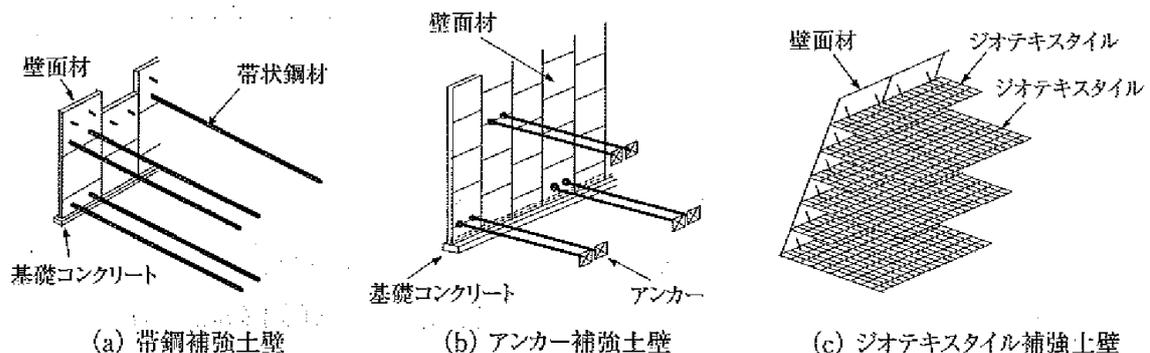


図5.9 代表的な補強土壁の構造形式

5-3 ボックスカルバート

5-3-1 ボックスカルバートの計画

(1) ボックスカルバートの選定

ボックスカルバートの選定に際しては、省力化、通年化施工等の観点から品質が安定し、施工性に優れたプレキャスト製品を標準とする。

プレキャスト製品採用における注意事項

プレキャスト製品は均一な支持状態を想定しているため、軟弱地盤上の計画等で杭基礎採用が有利である場合等は別途、基礎工処理が必要となる。

この場合、構造的・経済性等からプレキャスト製品採用が不利となることもあるため、場所打ち構造と十分比較検討を行い採用を決定するものとする。

なお、プレキャスト製品を選定できない場合は、5-3-2 設計一般以降によるものとする。

(2) 平面形状

ボックスカルバートの計画に当たっては、取付道路および水路等の状況によるが、車線との平面交差角は 60° 以上とする。

斜角のあるボックスカルバートは、偏土圧の影響を受ける。特に軟弱地盤の場合には、その影響が大きいためボックスカルバートの平面形状は極力直角にするのが望ましい。なお、斜角のあるボックスカルバートは、次の条件を満足するように計画しなければならない。

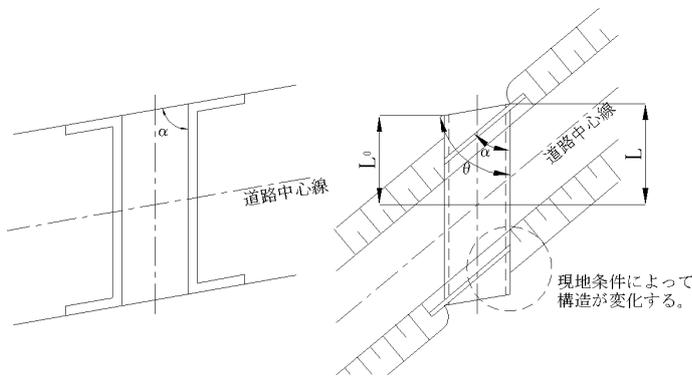


図5.10 斜角(α)のつくボックスカルバートの端部形状

表5.17 基礎地盤と角度の関係

地盤 \ 角度	a
軟弱地盤	70°
通常地盤	60°

軟弱地盤の場合： $\theta \geq 70^\circ$ または $L_0/L \geq 0.5$

普通地盤の場合： $\theta \geq 60^\circ$ または $L_0/L \geq 0.5$

(注) 杭基礎とした場合でも軟弱地盤を適用するものとする。

(カルバート工指針 第5章5-7参照)

また、次のような条件では、偏土圧や地盤の側方流動によって回転移動を起す恐れがあるので、それらについて検討を行っておくことが望ましい。

①斜角が小さく杭基礎とする場合。

②軟弱地盤上に設けられるボックスカルバート、特に継手を設けるボックスカルバートでは注意が必要である。

(3) 内空断面

ボックスカルバートの内空断面の決定にあたっては、次の条件を満足しなければならない。

1. 道路ボックスカルバート

- (1) 道路の建築限界を確保すること。
- (2) 埋設管等がある場合にはその空間を確保すること。
- (3) 道路管理者等との協議内容を明確にしておくこと。

2. 水路ボックスカルバート

- (1) 計画流量を確保できる断面であること。
- (2) 管理者の定めた余裕を有すること。
- (3) 水路管理者等との協議内容を明確にしておくこと。
- (4) 水路管理者と協議のうえ、管理用通路が必要な場合は確保できる。

内空断面の設計では下記事項に留意する。

- 1) 舗装および水路等を施工した後に、必要な道路の建築限界を確保した断面とする。
- 2) 照明・通信等の添架物や水道等の埋設物を計画する場合には、その設置空間を考慮した断面であること。
- 3) 「道路土工—盛土工指針」より求めた流量または現況水路断面からの通水断面で設計する。
- 4) 水路の特性等により、管理者が定めた余裕高を確保する。
- 5) ボックスカルバートに水路を抱込む場合には、水路部分を除いた道路有効幅員を確保するものとする。

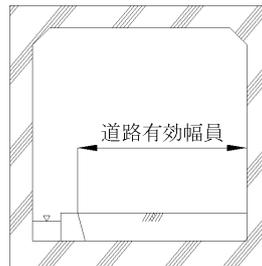


図5.11 水路併用の有効幅員

(4) 土かぶり

1. 最小土かぶり厚さは、標準として 50 cmを確保する。
2. 場所打ちボックスカルバートの最大土かぶり厚は 20m とする。
3. 継手を設ける場合で、土かぶりが変化する場合には、各ブロックの最大、最小土かぶり、および土かぶりの変化点において、活荷重、雪荷重等を含めたカルバートに作用する荷重を求め、大きな値となる方を計算上の土かぶりとする。

土かぶりの設計では、下記事項に留意する。

- 1) 建築限界の確保等により 50 cmが取れない場合でも、車道下で路盤を含む舗装厚を確保することが望ましい。
なお、土かぶりが 50 cmを下回る場合は、「道路土工—カルバート工指針」にもとづき、温度変化および乾燥収縮の影響を考慮する必要がある。
- 2) 図5.12、図5.13に示すように各ブロックの土かぶり厚さが大きく異なる場合には、各ブロックの最大、最小土かぶり、および土かぶりの変化点において、活荷重、雪荷重等を含めたカルバートに作用する荷重を求め、大きな値となる方を計算上の土かぶりとする。ただし、施工性から部材厚は揃えておくのが望ましい。
なお、活荷重は、路面直下について考慮するものとする。

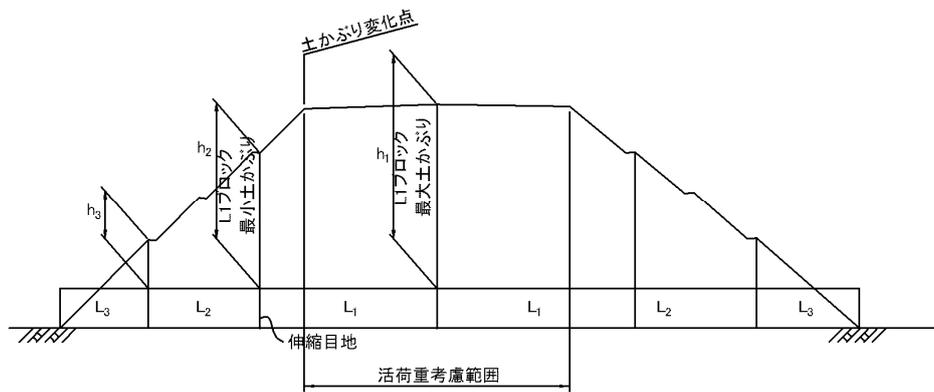


図 5.12 各ブロックの設計土かぶりの例

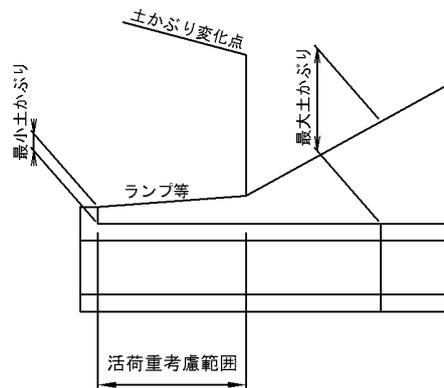


図 5.13 ランプ設置部等の設計土かぶりの例

5-3-2 設計一般

(1) 荷重

ボックスカルバートの設計に用いる荷重の種類およびその詳細は、「道路土工—カルバート工指針」による。その他、「道路土工—カルバート工指針」に記載のない荷重については、本項による。また杭基礎、継手枕等の設計にはボックスカルバート内の荷重を考慮する。

カルバートに作用する荷重は、死荷重、活荷重・衝撃、土圧、水圧および浮力、温度変化の影響の他、雪荷重が考えられる。

「道路土工—カルバート工指針」に記載のない荷重については、以下のとおりとする。

① 活荷重

活荷重については、「道路土工—カルバート工指針」に準じ、T-25 を標準とするが、歩道部等において群集荷重や歩道除雪車を載荷重として考える場合は、以下の値を採用する。

群集荷重： 3.5 kN/m^2

歩道除雪車荷重： 7.9 kN/m^2 総重量 $65 \text{ kN} \div$ 車両面積 ($1.5 \text{ m} \times 5.5 \text{ m}$) **9-2-10 荷重一般参照**

なお、採用にあたっては、施工時等に不安定な構造とならないよう注意が必要である。

② 雪荷重

積雪地域においては、雪荷重を考慮する。雪荷重は、**9-2-10 荷重一般**によるものとする。

なお、人道ボックスカルバート等の上屋設計に用いる雪荷重についても、**9-2-10 荷重一般**における除雪されない橋梁に準じるものとするが、建築物として上屋の設計を行う場合は、建築基準法を適用する。(その場合は雪荷重のみの適用でなく構造設計全体とする。)

③ 地震時に考慮する雪荷重

橋梁設計は、道路橋示方書の部分係数法導入に伴い、地震時に載荷する雪荷重の考え方が見直されている。しかし、道路土工-カルバート工指針は部分係数法に適應していないことから、地震時に載荷する雪荷重は従来通り以下の考え方を踏襲することとした。

北陸地方整備局管内の積雪期間は 12 月～4 月までの約 5 ヶ月間と長期間に及ぶことから、北陸地方特有の規定として地震時に雪荷重を考慮する。冬期除雪を行わない道路では、雪荷重が活荷重より大きくなるケースがあるので、荷重の組合せのうち大きい方で設計を行う。地震時（レベル 1 地震動、レベル 2 地震動）に載荷する積雪荷重は、設計積雪深の $1/2$ としてよい。

5-3-3 塩害に対する検討

- 剛性ボックスカルバートは、塩害により所要の耐久性が損なわれてはならない。
- 表 5.18 に示す地域における剛性ボックスカルバートにおいては、十分なかぶりを確保する等の対策を行うことにより、1. を満足するとみなしてよい。

表 5.18 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 影響を受ける
	100m をこえて 300m まで	I	
	300m をこえて 500m まで	II	
	500m をこえて 700m まで	III	

（カルバート工指針 第 5 章 5-5-2 参照）

- 海岸線は護岸工の位置が基本となるが、海岸線が明確でない場合は海岸保全区域の陸側境界線を海岸線とみなすこととし、海岸管理者に確認すること。

塩害の影響が懸念される地域に建設される剛性ボックスカルバートでは、十分なかぶりを確保する等の対策を行う。その考え方は、「道路橋示方書・同解説 IV 下部構造編」（H24. 3）の「6. 2 塩害に対する検討」や「道路橋示方書・同解説 III コンクリート橋編」（H24. 3）の「5. 2 塩害に対する検討」を参考にしてよい。

剛性ボックスカルバートを構成する部材のうち、直接外気に接する鉄筋コンクリート部材は、表 5.18 に示す塩害の影響地域に基づき、十分なかぶりを確保したり、塗装鉄筋、コンクリート塗装、埋設型枠等を併用することにより、1. を満足するとみなしてよいものとした。ただし、かぶりを検討する際、建設地点の地形、気象・海象条件、近傍の鉄筋コンクリート構造物の損傷実態等を十分検討し、対策区分を一段階上下に変更してもよい。なお、常に水中または土中にあり、外気に接していない部位は、気中にある部材に比べて酸素の供給が少ないため、塩分の影響は小さいと考えられることから、対策区分 III とみなしてもよいものとした。具体的には、ボックスカルバート本体外面、ウイング背面が対策区分 III として考えられる。

鉄筋コンクリート部材表面に供給される塩分には、海洋から飛来する塩分の他に路面凍結防止剤（融雪剤）として散布されるものがある。路面凍結防止剤を使用することが予想される場合は、同等の条件下における既設構造物の損傷状況を十分把握し、適切な対策区分を想定して十分なかぶりを確保する必要がある。一般には、対策区分 I 相当を想定した十分なかぶりを確保することが望ましい。基本的には、図 5.14 に示すように、路面凍結防止剤が直接付着する可能性が高い部分について、5-3-4 構造細目 (6) 配筋規定 表 5.22 に示す対策区分 I 相当の純かぶりを確保するものとする。

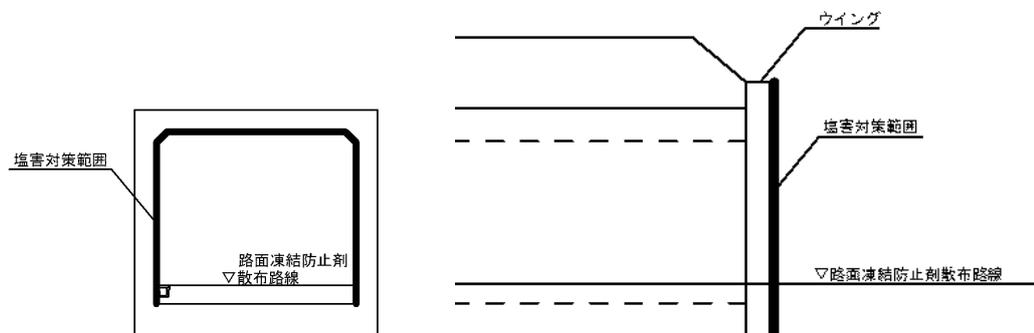


図 5.14 路面凍結防止剤散布に対する塩害対策範囲

なお、底版上に直接アスファルト表層を施工する場合等は、底版上面も塩害対策範囲とする。

5-3-4 構造細目

(1) 縦方向の検討

ボックスカルバートには 10~15m 程度に伸縮目地を設けるものとし、やむを得ず 15m を超える場合には、縦方向の検討を行った上で使用する。

15m 以下のボックスカルバートは、通常縦方向の検討を行わなくてよいが、15m を超える場合には、「弾性床の上のり」として検討する。

(2) 伸縮継手

ボックスカルバートの継手の位置および間隔型式は、長さ・基礎型式・縦方向鉄筋の有無・上げ越し量および地下水位等を考慮して決定する。

1) 一般的な継手位置

伸縮継手の間隔は 10~15m を標準とし土かぶりによる継手の位置は次のとおりとする。

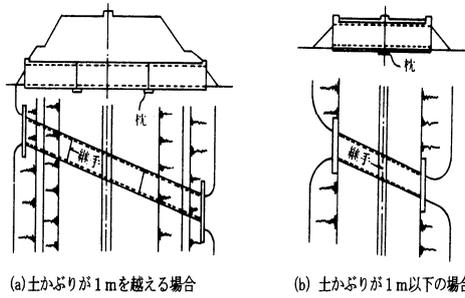


図 5.15 ボックスカルバートの継ぎ手の位置と方向

(カルバート工指針 第 5 章 5-7 参照)

2) 継手の構造は下図とし、施工条件によっては表 5.19 の組合せとする。

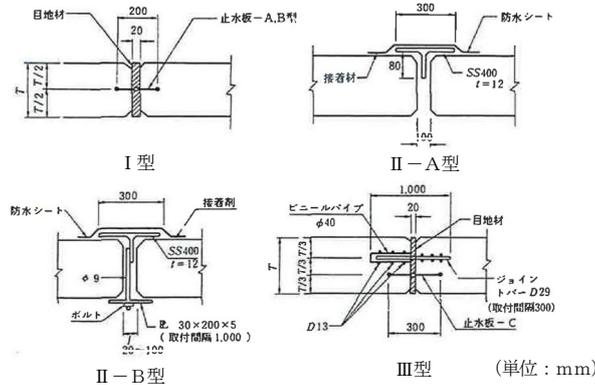


図 5.16 継手構造の例

表 5.19 継手構造の組合せ

適用箇所	頂板	側壁	底板
通常の場合	I 型	I 型	I 型 (III 型) 注)
上げ越しを行う場合	II-A 型	II-B 型	III 型

注) 土かぶりが 1m 以下の場合

(カルバート工指針 第 5 章 5-7 参照)

なお、継手部に段落ち防止枕を設ける場合は、施工条件に係らず、底板の継手構造は I 型とする。

3) 既設のボックスカルバートに継足しを行う場合で、基礎地盤の沈下より段差が生じる可能性がある場合は、継手部において段差抑制対策を行う。継手部の構造例を図5.17に示す。

場所打ちボックスのジョイントバーは、Ⅲ型の継手構造を参考として設計する。

プレキャストボックスの場合は、基礎地盤の沈下により継手部に作用するせん断力を設定し、その荷重に抵抗できる鋼板及びアンカーボルトを設計する。

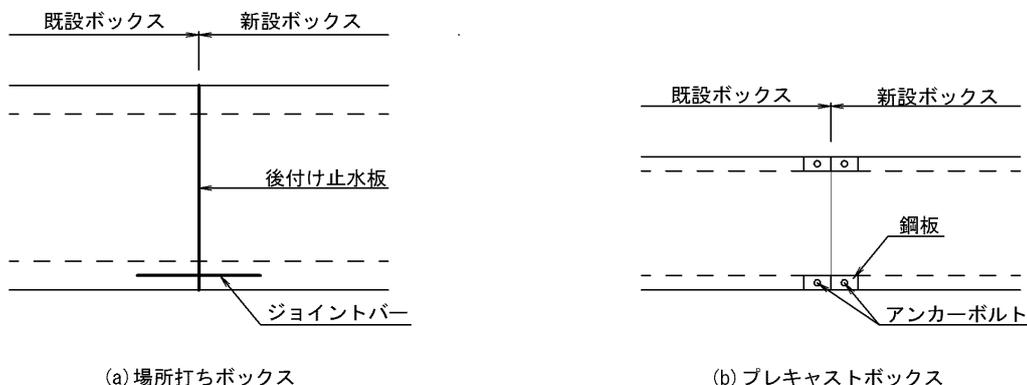


図5.17 継足しの場合の継手構造の例

(3) 段落ち防止枕

ボックスカルバートの段落ち防止枕は、15m以下に設置した伸縮目地部に設置することを標準とする。

1) ボックスカルバートの基礎地盤が、岩盤、砂礫層等の沈下の恐れがない地盤、軟弱地盤であっても着底式のブロック改良等が行われ、残留沈下の恐れがないものについては、段落ち防止枕を省略することができる。

ただし、施工中の偏土圧、暫定供用時の盛土形状による変位も考慮すること。

2) 段落ち防止枕の寸法の決定については次のとおりとする。

① 段落ち防止枕の長さは、図5.18を標準に選定する。

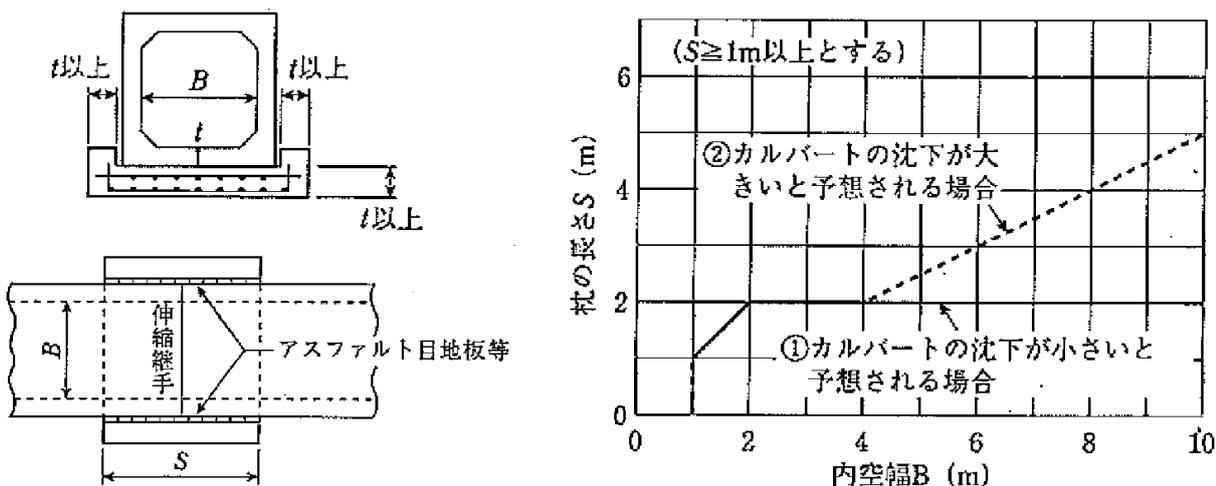


図5.18 ボックスカルバート工の枕長選定図

(カルバート工指針 第5章5-7参照)

② 段落ち防止枕の厚さはボックスカルバートの底版厚以上とする。

③ 段落ち防止枕の鉄筋量は、底版の配筋量(配力筋も含む: cm^2/m^2)以上を枕の軸方向と軸直角方向が等量になるように配筋する。

(4) ボックスカルバートの最急勾配

ボックスカルバートの最急勾配は、10%程度以下とする。地形上やむを得ない場合には、滑り止めの設置や、従来型カルバートの設計では考慮していない縦断方向の継手部の抜け出し、縦断方向に対して斜めに横断する断面での断面力、縦断方向の軸圧縮応力等について検討を加える。

急勾配の付くボックスカルバートの配筋は図5.19のように鉛直方向に配筋するものとし、有効断面の計算は h を、応力計算では h_1 を用いるものとする。なお、縦断勾配が10%以下の場合は、 h 方向によって計算した鉄筋を h_1 方向に配筋してもよい。

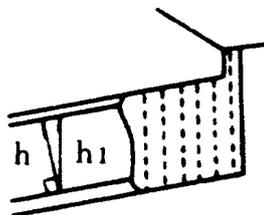


図5.19 ボックスカルバート工の設計断面および配筋

滑り止めの構造は、個々に計算を行い決定する。

(5) 上げ越しおよび内空断面の余裕

軟弱地盤等で、構築後に沈下が予想される場合には、ボックスカルバートを上げ越して設置するものとする。

上げ越し量は、プレロード除去後の残留沈下量 S_r に基づくものとする。

また、供用後も長期にわたり沈下が予想され、上げ越しを実施しても将来ボックスカルバートの機能に支障を及ぼす恐れのある場合は、内空高さに余裕を持たせるものとする。

上げ越しおよび内空断面の設計に当たっては、下記に留意する。

- 1) 継目部の構造上の理由から、上げ越し量の最大値は10 cm程度とする。
- 2) 縦断方向の上げ越し量は一律に行うものとする。(プレロード工法を採用できない場合は別途検討を行う。)
- 3) 上げ越しおよび内空断面の余裕の検討に当たっては、第4章 軟弱地盤対策 4-5 軟弱地盤上の構造物の対策工法によるものとする。
- 4) 端部にウイングがある時は、その影響が無視できない場合もあり、注意する必要がある。

(6) 配筋規定

1) 鉄筋の最小径およびその間隔等は、表 5.20 を基本とする。

表 5.20 鉄筋の配筋規定

	最小主鉄筋径 (mm)	鉄筋間隔 (mm)		重ね継手長	定尺長 (m)
		250	125		
横方向 (ラーメン)	D13	D13~D32	D22~D32	$l_a = \frac{\sigma_{sa}}{4 \cdot \tau_{oa}} \phi$ la : 重ね継手長 σ _{sa} : 鉄筋の重ね継手長を算出する際の許容引張応力度 (N/mm ²) τ _{oa} : コンクリートの許容付着応力度 (N/mm ²) φ : 鉄筋の直径 (mm)	12m
縦方向	D13 250		横方向主鉄筋の最大配筋量の 1/6 以上を側壁、頂版等の全部材に配筋。なお、地盤が良くない場合やカルバート長が 15m より長くなる場合は、別途検討する必要がある。		

また、ボックスカルバートの鉄筋量は、施工性、経済性を考えて、コンクリート 1 m³ 当たり 80~120kg 程度とすることが望ましい。

2) 最小部材厚および鉄筋かぶりは表 5.21 のとおりとする。なお、鉄筋最小純かぶりは鉄筋からコンクリート表面までの距離、鉄筋芯かぶりは鉄筋中心からコンクリート表面までの距離を示す。

表 5.21 最小部材厚および鉄筋かぶり

型式	最小部材厚	鉄筋最小純かぶり	鉄筋芯かぶり	
函 渠	最 小	30 cm	一般部 4 cm	頂版・側壁 10 cm
	ピッチ	10 cm	土中・地下水以下 7 cm	底 版 11 cm

また、塩害対策を施す部位の最小純かぶりは、表 5.22 を標準とする。

表 5.22 塩害の影響による最小純かぶりの標準値 (mm)

構 造 対策区分		想定水セメント比 : 36%	想定水セメント比 : 43%	想定水セメント比 : 50%	
		期待できる設計基準強度 σ _{ck} =50N/mm ²	期待できる設計基準強度 σ _{ck} =40N/mm ²	期待できる設計基準強度 σ _{ck} =30N/mm ²	
影響の度合い	影響が激しい	S	70※	70※	90※
	影響を受ける	I	50	70	90
		II	35	50	70
		III	25	35	50
出典		道路橋示方書Ⅲ コンクリート橋編		道路橋示方書Ⅳ 下部構造編	

※ : 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。

3) せん断補強鉄筋を設置する場合は、「道路橋示方書Ⅲコンクリート橋編」(H24. 3)、「道路橋示方書Ⅳ下部構造編」(H24. 3)を参考に設計する。なお、機械式鉄筋定着工法の採用は、経済性を勘案のうえ、採用を検討する。機械式鉄筋定着工法を採用する場合は、「機械式鉄筋定着工法の配筋設計ガイドライン H28. 7」に準拠すること。

(7) ハンチ

ボックスカルバートの隅角部には、「土木構造物設計マニュアル(案)」に示すように原則として、ハンチを設けないこととする。

ただし、土被り 10m以上、内空断面 6.5×5.0mを超える等、施工性と合わせ経済性が重要となる場合等は、ハンチを設けてもよい。

剛性ボックスカルバート（場所打ちボックスカルバートによる場合）には原則として、型枠の製作・設置・撤去の省力化を目的に、下側のハンチは設けない形状とする。

このような場合は、断面に余裕としてコンクリートの圧縮応力度を許容応力度の 3/4 程度となる部材厚にすることとする。なお、このような場合は隅角部に図 5.20 に示すような用心鉄筋を配置しなければならない。

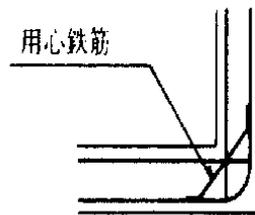


図 5.20 下方ハンチの除去における用心鉄筋

ただし、ボックスカルバートの規模が大きく、応力伝達を確実にすることが重要な場合や、下側ハンチを省略することにより、著しく不経済となる恐れがある場合等は下側ハンチを設けてもよい。

(8) ウイングの設計

1. ウイングの最大長さは、8 m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、ウイングの長さを 6 m以上とする場合は、自重が与える影響およ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。
2. ウイングの設計は、「道路土エールカルバート工指針」によるものとするが、ウイング背面に盛土を抱える場合の載荷重の考え方は、本項によるものとする。

ウイング背面が水平の場合は、背面の荷重として擁壁と同様の載荷重や雪荷重を設定すればよいが、背面に盛土を抱える場合は、図 5.21 に示すように、ウイング背面の主働崩壊角内の盛土等を等分布荷重に換算し載荷するものとする。

なお、設計段階で盛土材料が特定できない場合は、内部摩擦角 ϕ の取り扱いに留意すること。

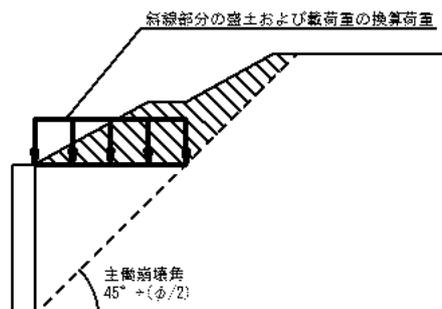


図 5.21 背面に盛土を抱える場合のウイング設計モデル

(9) 斜角がついたボックス端部の設計

斜角がついたボックス端部の設計モデルは、斜断面の軸線間距離に対して、側壁の直断面寸法を与えた断面とする。

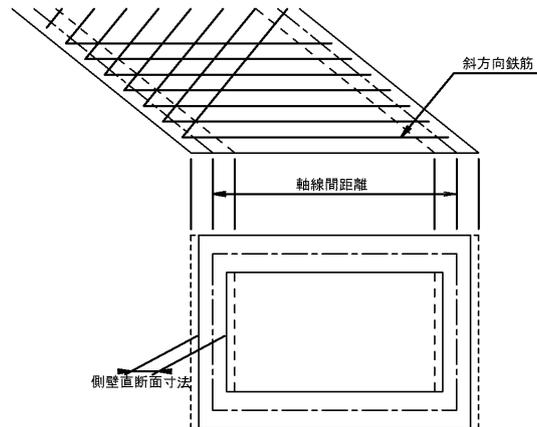


図 5.22 斜角がついたボックス端部の設計モデル

(10) 飛雪等防止柵

ボックスカルバートに飛雪等防止柵を設置する必要がある場合は、第9章 橋梁 9-6-6 防止柵等によるものとする。

飛雪等防止柵の設置範囲は、ウイング間を標準とするが、プレキャストボックスでウイングがない場合や、ウイング長が短い場合は、9-6-6 防止柵等に記載している設置範囲の考え方を参考に適切に設定する。

(11) 排水ポンプ室

ボックスカルバートに排水ポンプ室を設ける場合、3槽式を標準とする。

排水ポンプ室の構造は、現地状況にあわせて設計するものとする。図5.23を参考例として示す。

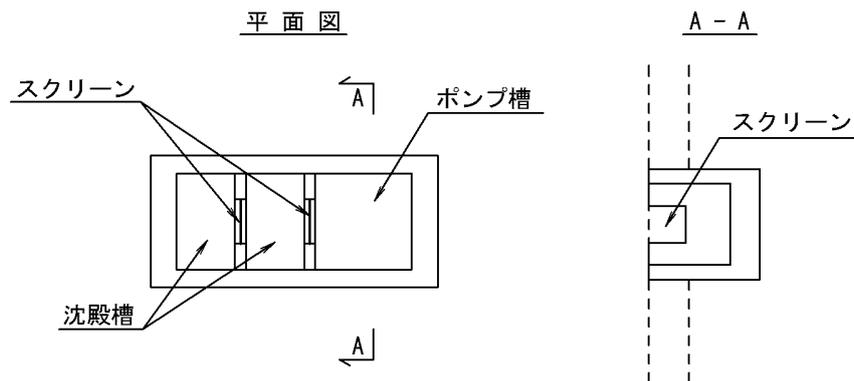


図 5.23 集水槽構造の例

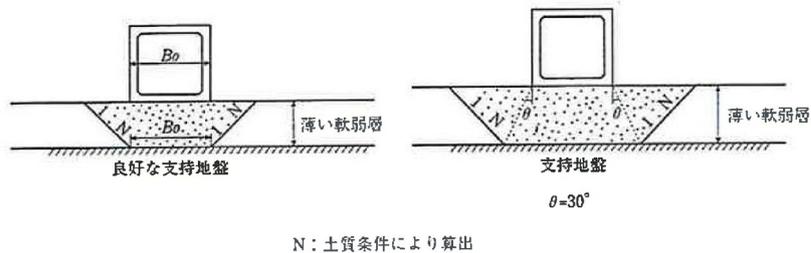
(12) その他

1. 人道ボックスカルバートにおいて地下水の影響を受ける場合は、継手部の漏水対策に配慮する。
2. 人道ボックスカルバートの人家連担部等では、必要に応じて清掃用の水道栓等を設けることができる。

5-3-5 基礎型式

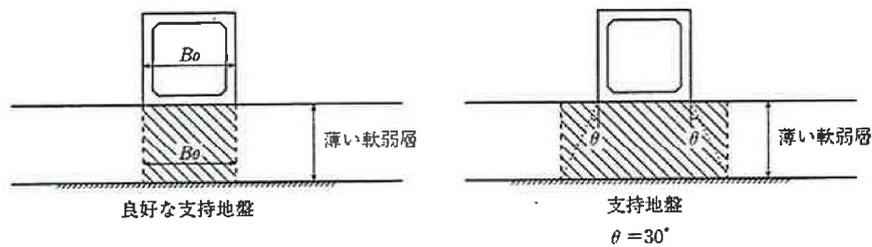
1. ボックスカルバートの基礎工は、直接基礎を原則とする。
2. 直接基礎においては、設計地盤反力度以上の許容鉛直支持力度を確保するものとする。
3. 現場において平板載荷試験を実施し、現地盤の許容鉛直支持力度を確認すること。
4. 偏心荷重を受ける場合等、特殊な条件下にあるボックスカルバートは、別途検討を行う。

- (1) ボックスカルバートの基礎工の設計にあたっては、盛土との段差防止の観点から、直接基礎を採用することを原則とする。
- (2) 軟弱地盤の場合で、その層厚が厚く、カルバートの残留沈下が許容できる場合は、プレロード工法等の沈下抑制対策を施した上で、直接基礎を採用する。ただし、プレロードを施しても支持力が確保できない場合もあり、地盤改良等との併用も考えられる。地盤改良を併用する場合で、特に土かぶり小さい場合は、路面の段差発生抑制に配慮する。
残留沈下が許容できない場合は、施工性、経済性等十分検討のうえ基礎型式を決定する。
- (3) 軟弱層が地表近くで比較的薄い場合には、良質な材料（土砂・砕石等）での置換えや土質安定処理により改良地盤を形成して、これを支持地盤とする。



- (a) 軟弱層の下に底版面積と同面積で支持できる地盤がある場合
- (b) 荷重の分散を考えた方が妥当な場合

図 5.24 置換え基礎の形状

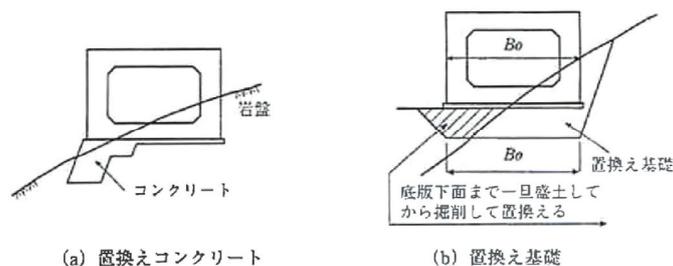


- (a) 軟弱層の下に底版面積と同面積で支持できる地盤がある場合
- (b) 荷重の分散を考えた方が妥当な場合

図 5.25 改良地盤の形状

(カルバート工指針 第3章3-3-1参照)

- (4) 支持層が岩盤で傾斜していて不等沈下の恐れがある場合には、これを防止するため図5.26のように置換えコンクリート、置換え基礎等を考慮する必要がある。



- (a) 置換えコンクリート
- (b) 置換え基礎

図 5.26 横方向に地盤が傾斜している場合の例

(カルバート工指針 第3章3-3-1参照)

(5) ボックスカルバートは、土中構造物のうえ、中空構造で、周囲の盛土と比較して増加荷重は小さいため、盛土の沈下に比べてカルバートの沈下が大きくなることは一般的にはない。このため、カルバートの支持力の検討を行う場合は、一般的には表 5.23 に示す許容支持力度を使用してよい。なお、表 5.23 の値は常時のものであり、地震時の検討を行う場合には 1.5 倍の値とする。

表 5.23 支持地盤の種類と許容支持力度（常時値）

支持地盤の種類		許容鉛直支持力度 qa (kN/m ²)	目安とする値	
			一軸圧縮強度 qu (kN/m ²)	N 値
岩盤	亀裂の少ない均一な硬岩	1000	10000 以上	——
	亀裂の多い硬岩	600	10000 以上	——
	軟岩・土丹	300	1000 以上	——
礫層	密なもの	600	——	——
	密でないもの	300	——	——
砂質地盤	密なもの	300	——	30 ~ 50
	中位なもの	200	——	20 ~ 30
粘性土地盤	非常に堅いもの	200	200 ~ 400	15 ~ 30
	堅いもの	100	100 ~ 200	10 ~ 15

(カルバート工指針 第 4 章 4-3 参照)

また、ゆるい砂質地盤上あるいは軟らかい粘性土地盤上のボックスカルバート等で、表 5.23 の許容支持力度が使用できない場合や、偏荷重の載荷からボックスカルバートが偏心傾斜を受ける場合等は、「道路橋示方書IV下部構造編」(H24.3) に準じ、地質調査結果から極限支持力を算出、表 5.24 の安全率で除した値を許容鉛直支持力度とする。

表 5.24 安全率

常時	地震時
3	2

(カルバート工指針 第 4 章 4-3 参照)

(6) 施工中および完成後のボックスカルバートの安定を図るために、設計地盤反力度以上の許容鉛直支持力度を確保する必要がある。そのため、施工時に平板載荷試験を行い、「道路橋示方書IV下部構造編 10.3.1 基礎底面地盤の許容鉛直支持力」(H24.3) に記載されている方法により、設計地盤反力度に表 5.24 の安全率を乗じた値以上の支持力度が確保されていることを確認することとした。

5-3-6 裏込めの設計

(1) 設計の基本方針

構造物裏込め部は、土工と構造物の接点であり、路面の平坦性を確保する上で弱点となりやすい箇所である。したがって、その設計に当たっては、次の点に留意し十分な対策を行わなければならない。

- 1) 構造物裏込め部に使用する材料は、現地で発生する盛土材の中から良質なものを選定し使用するものとする。
- 2) 構造物裏込め部は、大型締固め機械により入念な締固めを行うことを原則とする。
- 3) 施工中および施工後の排水対策は、十分に行うものとする。

(2) カルバートの裏込め

カルバートの裏込めは、カルバートの施工位置によって図5.27、図5.28、図5.29に示す構造を標準とする。

なお、横断方向の裏込め範囲は、カルバートのウイング間とする。

1) カルバート上面が路床内にある場合

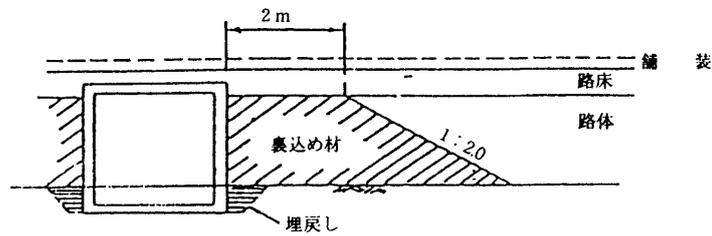


図5.27 カルバート上面が路床内にある裏込め構造

2) カルバート上面が路体内にある場合

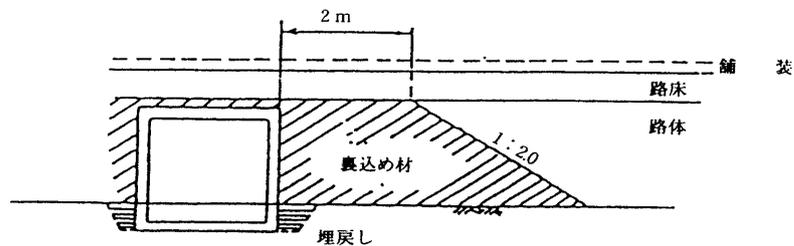


図5.28 カルバート上面が路体内にある裏込め構造

3) カルバートが切盛境にある場合

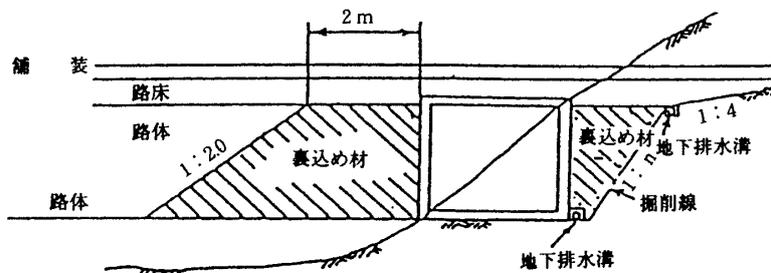


図5.29 切盛境の裏込め構造

(カルバート工指針 第5章5-7参照)

(3) 裏込め部の排水

裏込め部の排水は、地形条件、湧水状況等に応じて適切に設置するものとする。

- 1) 現地盤に傾斜があり、裏込め部に水が浸水するような場合は、隣接盛土と裏込め部の境界部、構造物背面部に湧水量に応じて地下排水溝を設けることが望ましい。
- 2) 現地盤が、傾斜地および沢部の水田部等で湧水が多いと予想される場合は、地下排水溝に加えて、フィルター一層を設けることが望ましい。

5-3-7 耐震設計

(1) カルバートの要求性能

カルバートの設計に当たっては、使用目的との適合性、構造的な安全性について、安全性、供用性、修復性の観点から要求性能を設定する。

1) 要求性能の水準

性能1：想定する作用によってカルバートとしての健全性を損なわない性能

性能2：想定する作用による損傷が限定的なものにとどまり、カルバートとしての機能の回復が速やかに行い得る性能

性能3：想定する作用による損傷がカルバートとして致命的とならない性能

2) 重要度の区分

重要度1：万一損傷すると交通機能に著しい影響を与える場合、あるいは隣接する施設に重大な影響を与える場合

重要度2：上記以外の場合

カルバートの要求性能は、想定する作用とカルバートの重要度に応じて表5.25から選定する。

表5.25 カルバートの要求性能の例

想定する作用		重要度	
		重要度1	重要度2
常時の作用		性能1	性能1
降雨の作用		性能1	性能1
地震動の作用	レベル1地震動	性能1	性能2
	レベル2地震動	性能2	性能3

(カルバート工指針 第4章4-1-3参照)

レベル1地震動とは供用期間中に発生する確率が高い地震動、レベル2地震動とは供用期間中に発生する確率は低いが大きな強度を持つ地震動をいう。

重要度の区分は、カルバートが損傷した場合のカルバート内部の道路の交通機能や水路の機能および上部道路の交通機能への影響と、隣接する施設などに及ぼす影響の重要性を総合的に勘案して定める。

直轄国道に設置するカルバートは、上部道路の重要性から重要度1となり、表5.1 適用範囲を大きく超えるカルバートについては地震の影響を考慮する必要がある。

また、取付道路等に設置するカルバートは、その路線の特性や周辺状況に応じて重要度を設定する。

(2) 地震の影響を考慮した設計方法

カルバートの地震の影響を考慮した設計に当たっては、静的照査法から設置箇所の条件に応じて適切な方法を選定する。

カルバートのような盛土または地盤中に設けられる地中構造物では、カルバート周辺の盛土・地盤の慣性力や挙動が影響する。盛土・地盤の変位を考慮した静的照査法は、応答変位法や応答震度法等のFEM系静的解析手法が一般的である。前者は、「共同溝設計指針」や「駐車場設計施工指針」に示されている方法であり、地中に埋設するカルバートに対しての適用性は高いと考えられる。盛土中に設置するカルバートの設計に当たっては、盛土の諸定数が結果に大きく影響することから、設置箇所の条件に応じて適切な方法を選定する。

5-4 排水構造物

5-4-1 側溝類

側溝類の設計は下記に留意する。

1. 側溝類は、原則として「標準設計（国土交通省北陸地方整備局）」による。
2. コンクリート製品の採用にあたっては、原則として長尺物を選定する。
3. 車道内に入る鋼製蓋については、固定化を原則とする。
4. 盛土部の路肩排水溝は、盛土材料等を勘案の上、のり面が浸蝕されやすい箇所にはアスファルトカーブやL型側溝等を検討する。
5. 切土箇所の法尻側の路肩部に設ける側溝は、原則としてU型側溝とする。
6. 車道、または自歩道の路側にU型側溝を設置する場合は落蓋型もしくはFu側溝を原則とする。
7. 盛土法尻部の側溝は、一般的に交通荷重や土圧等の影響を受けないので、ベンチフリュームを原則とするが、その影響を受ける箇所では耐えられる側溝とする。
8. U型側溝の最小内幅は30cmとする。なお、U型側溝を法面排水に使用する場合も同様とする。
9. 側溝の縦断勾配は原則として0.5%以上とする。なお、コンクリート側溝の場合でも、最小勾配0.2%程度を限度とする。
10. 法尻、法肩に設ける側溝の標準位置は、用地境界線に接するものとする。
11. 側溝の末端は、他の側溝、水路、河川等と接続するが、水路経路や管理者を十分に調査したうえで設計する。
12. 土側溝は、周辺の水路構造、存置期間、耐用性、災害の誘発性、汚濁性等を検討のうえ採用する。
13. 仮排水路（路体保護のための）は、適宜断面構造を決めるものとするが、雨水を集中させて路体崩壊を起こすことのないよう流末処理に配慮する。

- (1) 側溝類は、施工性および均一な品質確保からコンクリート製品を原則とする。

コンクリート製品は、従来 JIS 規格を原則としていたが、施工性、省力化、経済性を図った新製品が数多く開発されており、それらを集録した「土木用コンクリート製品設計便覧」を参考に選定する。

- (2) 北陸地方は建設労働者の高齢化が顕著な地域であり、コンクリート製品を人力で施工することが困難となっている。このため長尺物（重量が増加する）を採用し、機械化施工とするとともに、構造の一体性に期待することにした。
- (3) 車道内（路肩部含む）の鋼製蓋は走行時の衝撃影響緩和から、固定化する。
- (4) 盛土路肩にアスファルトカーブを用いるか、L型側溝を用いるかは、施工性、経済性、強度等が相反しているため検討を要する。
- (5) 切土路肩部はU型側溝とするが、L型側溝が望ましい場合はこの限りではない。
- (6) 路側に設ける側溝は落蓋型とし、自動車荷重が想定される場合は側溝および蓋ともT-25対応とする。（歩道除雪車も含む）
- (7) 盛土法尻に設置する側溝はベンチフリュームとする。
- なお側溝には、表面排水機能する場合や、地下水位の高い箇所の路盤、路体等に地下水が浸透し、道路に悪影響を及ぼす場合があるので、よく検討する。
- また、法尻の側溝であっても、農道や副道の一部となるものは、交通荷重を受けることとなるので、路側側溝に準ずる。
- (8) 側溝の内幅は、維持管理時の作業性を考慮して30cmを最小とする。

- (9) 側溝の流下能力を確保するため最小縦断勾配を確保する。なお、縦断勾配はなるべく大きくした方が望ましいが、あまり急勾配にすると流末部で跳水現象を起こす恐れがあるので、施工にあたってよく検討する必要がある。
- (10) 法尻、法肩の側溝は、境界に接して設置した方が境界の管理上望ましい。民地側に畔的機能を持たせる必要がある場合は、**図5.30**のような構造も検討する。

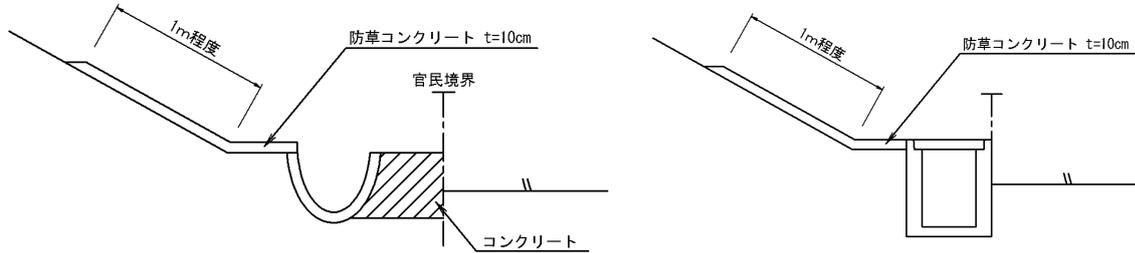


図5.30 法尻側溝

- (11) 側溝には流末がなければならない。流末処理のために、長い区間にわたって既存水路を改良せざるをえない場合は過大設計とならないように留意するとともに、後の管理等について水路管理者とよく協議しておく必要がある。
- (12) 土側溝、仮排水路の構造は「標準設計（国土交通省北陸地方整備局）」に準ずる。
- (13) U型側溝の型式選定
路肩、路側、法尻、官民境界および歩道部に設置するU型側溝（300×300程度）は、プレキャスト側溝を原則とする。

5-4-2 蓋

溝蓋、柵蓋の設計は「標準設計（国土交通省北陸地方整備局）」による。

蓋は、設置箇所状況、流出量および清掃管理等を勘案し、鋼製格子蓋の設置間隔を適宜決定する。ただし、狭い歩道の場合は、蓋そのものが歩道有効幅員となるので、歩行に支障のないよう配慮する。

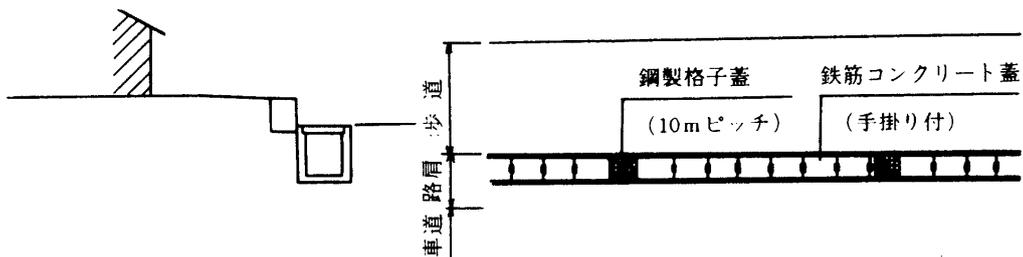


図5.31 日常の維持管理を考慮した側溝蓋の設置例

5-4-3 管 渠

(1) 管渠の選定

管渠の設計は、原則としてRC：遠心力鉄筋コンクリート管（JIS A5372 推奨仕様 C-2）、PC：コア式プレストレストコンクリート管（JIS A5373 推奨仕様 D-1）によるものとし、コルゲートメタルカルバートは、止むを得ない場合を除き使用しない。

盛土本体に埋没される管渠の断面は現地の状況を考慮して決定するが、最小径は60cmとする。

ただし、分離帯等の集水および排水管は、径30cm以上とする。

1) 管渠には、鉄筋コンクリート管、遠心力鉄筋コンクリート管、プレストレストコンクリート管等があり、一般に用いられるのは、遠心力鉄筋コンクリート管（JIS A5372 推奨仕様 C-2）である。遠心力鉄筋コンクリート管（外圧管）には、強度により1種と2種があり、さらに継手による区分として、A型管（カラー管）、B型管（ソケット管）、NC型管がある。

なお、構造は「標準設計（国土交通省北陸地方整備局）」による。

2) 断面は、管渠、函渠等と比較の上、合理的な設計に努めなければならない。

3) コルゲートメタルカルバートは原則として使用しないが、仮設等でやむを得ず使用する場合は、下記の事項に留意する。

- ① コルゲートパイプの特長を生かした設計をする。
- ② 均一で安定した基床の施工を行う。
- ③ パイプを正しく組立てる。
- ④ 良好な埋戻し材料で一層の敷均し厚を30cm程度とし、必要な締固めを行う。
- ⑤ 施工中重い集中荷重が、かからないように注意を払う。

4) 管渠の種類および基礎構造

管渠の種類および基礎構造は、「道路土工—カルバート工指針」によるものとする。

また、中央帯の縦断排水等全く輪荷重が作用しない箇所については、RC管・PC管以外の管種を使用することができる。

5) 山間部における管渠断面

山間部における管渠の断面決定は次の点について留意すること。

- ① 将来予想される流量から断面を決定する。
- ② 土石流の発生を調査した結果、大規模な土石流が発生する場合は、別途対策を検討する。

6) 素巻管渠の設計

I C内等の自動車荷重を受けない箇所には、砂基礎管渠を設計することができる。

素巻管渠を設計する場合は表 5. 26 により行うものとし、基本的な設計の考え方を示す。

- ① 自動車荷重を受ける箇所には適用しない。ただし、農耕車程度の荷重は差支えない。
- ② 土かぶり 2.5m以上は、原則としてコンクリート基礎とする。
- ③ 基礎部の土質が砂質土の場合は、基礎工を必要としない。

表 5. 26 素巻管渠の選定表

土かぶり (m) 土質		土かぶり (m)				
		0.5	1.0	1.5	2.0	2.5
突出型	砂質土	1 種		2 種		
	粘質土	1 種		2 種		
溝型	砂質土	1 種				
	粘質土	1 種				

なお、素巻管渠の主な使用箇所は、高架下・I C内・中央分離帯内・植樹帯内等である。

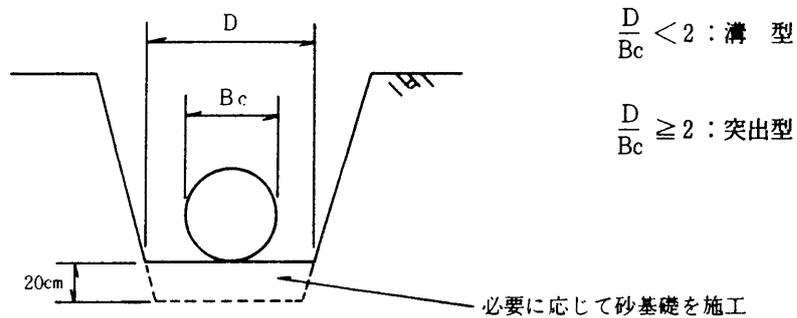


図 5. 32 素巻管渠の基礎

5-5 遮音壁設計

5-5-1 適用

遮音壁の設計では、その重要性、耐久性、使用目的別に施工性および維持管理の容易さや経済性等を考慮して、構造物本体とその構成部材の強度、変形、安定等を検討しなければならない。

なお、設計にあたっては本要領による他、表 5.27 の関係図書によるものとする。

表 5.27 関係図書

関係図書	発行年月	発行
設計要領 第五集 遮音壁	H29. 7	東日本・中日本・西日本高速道路株式会社
道路土工－擁壁工指針（平成 24 年度版）	H24. 7	（公社）日本道路協会
道路橋示方書（Ⅰ～Ⅴ）	H24. 3	（公社）日本道路協会
道路橋示方書（Ⅰ～Ⅴ）	H29. 11	（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。ただし、橋梁取付基部以外に設置（許容応力度法により設計）する遮音壁は、道路橋示方書（H24. 3）を適用する。

5-5-2 設置位置

遮音壁を設置する場合は、道路の断面構造に応じて、次の位置に設置することを標準とするが、視距の確保に十分注意する。

1. 平地部、盛土部

土中建込み防護柵がある場合は、ガードレールの車道側前面から 1.5m 以上離すこととし、歩道がある場合は、歩行者に支障とならない位置に設置する。

2. 掘削（切土）・地下部

掘削（切土）部では法肩の外端に設置する。また地下部では周辺住宅の状況を考慮して、最適と思われる位置に設置する。

3. 構造物部

コンクリート壁高欄の部分は壁高欄に直接取り付ける。その他の場合は、現場の条件に応じて最適と思われる位置に設置する。

- (1) 遮音壁の位置は、一般に車道に近接して立てることが音響的に最も有利であるが、道路利用者の快適性や視距・壁の維持・管理を考慮すると必ずしも最適とは言えない。そのため、設置位置は総合的に検討した上で決定する。
- (2) 平地部および盛土部において、ガードレールのある場合には防護柵の衝突時最大変位量を考慮して、路肩端から 1.5 m 程度離すことを標準とした。なお、用地に余裕がある場合には、植樹、築堤等を併用することが望ましく、歩道のある場合には、歩行者の支障にならない位置に設置するものとする。
- (3) 切土部においては、法肩に設置することが最も効果的である。
- (4) 構造物に設置する場合は、アンカー部や構造物の横倒れ座屈等に注意して、構造物本体の検討が必要である。
- (5) 設置にあたっては、公害対策基本法、騒音規制法等関係法規に留意し設置すること。

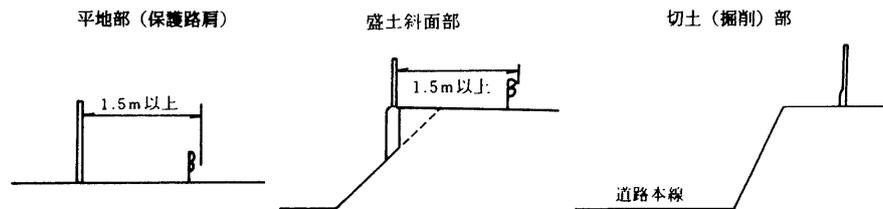


図 5.33 標準的な設置例

5-5-3 パネルの選定

遮音壁に用いる壁材（遮音板）は、現場条件および音響性能等を考慮して決定する。

遮音壁に用いる壁材（遮音板）としては反射タイプと吸音タイプとがある。

遮音板は一般に不透明で視界を悪くするものが多いが、反射タイプの中には透明なプラスチック系の板で、視界や日照をある程度確保したものや、吸音タイプもスリット構造として視界を確保するものがあるため、以下を参考として使い分けるものとする。

(1) 反 射 板

遮音壁による反射音の影響が無視できると考えられる場合は、反射板の使用を標準とする。

「反射音の影響」とは、遮音板を両側に立てた場合に、壁の間で音が多重反射をくり返し減衰しないため壁の効果が逆効果になる場合や、片側に立てた場合でも反対側にコンクリート法面のように音の反射面があり、その反射音が住宅側に影響を及ぼすような場合を言う。

(2) 吸 音 板

遮音壁による反射音の影響が無視できないと考えられる場合は、吸音板の使用を標準とする。

なお、スリット・タイプは周辺の景観等にすぐれ視界の確保が必要と考えられる場合に使用することができる。ただし、遮音効果、視界の確保に不明確な点があるため、使用にあたっては注意を要する。

5-5-4 パネルに求める性能

遮音壁に用いる壁材（遮音板）は、以下に示す性能を満たすものを用いるものとする。

①音響性能 ②基本性能 ③安全性能 ④耐候性能 ⑤透光性能

各性能の詳細は、「設計要領 第五集 遮音壁 H29.7 東日本・中日本・西日本高速道路株式会社」による。

5-5-5 構 造

(1) 遮音壁の構造

遮音壁の構造は、外力に耐える構造であるとともに施工の容易さ、維持管理の容易さ等を考慮したものでなければならない。また、事故によってパネルが支柱から外れた場合でも、周囲に被害が及ばないように、パネルと支柱、パネル相互を連結しておく必要がある。

(2) 支柱間隔

遮音壁の支柱間隔は、4 mを標準とするが、橋梁高架部において取付構造により4 mが不可能な場合には2 mを標準とする。

やむを得ず標準寸法にできないとき、既設構造物との空間的な配置や現場状況等を考慮し、構造物の安全性、施工および維持管理の容易さ、工事の経済性等について、検討して決定するものとする。

5-5-6 遮音壁の設計

(1) 設計荷重

1. 荷重の種類

遮音壁の設計にあたっては、次の荷重を考慮する。

- (1) 死荷重 (2) 風荷重 (3) 土圧 (4) その他

2. 死荷重

死荷重の算出に用いる材料の重量は、表5.28のとおりとする。ただし、実重量の明らかなものは、その値を用いるものとする。

表5.28 材料の重量

材 料	単位重量 kN/m ³
鋼、鋳鋼、鍛鋼	77
鋳 鉄	71
アルミニウム	27.5
鉄筋コンクリート	24.5
プレストレスコンクリート	24.5
無筋コンクリート	23
セメントモルタル	21
木 材	8
瀝青材 (防水用)	11
アスファルトコンクリート	22.5
土 砂	18

(道路橋示方書 I 第2章2.2.1参照)

3. 風荷重は、遮音壁延長方向に直角に作用する水平荷重とし、その大きさは次のとおりとする。

- 橋 梁 部 2.0 kN/m²
土 工 部 1.5 kN/m²

4. 土 圧

土圧は、「道路土工—擁壁工指針 H24.7」による。

1) 遮音壁の風荷重については次式により求められる。

風荷重の算出にあたっては、耐用年数20年、非超過確率0.6として基本風速37.2m/secを採用し、水平長補正係数1.2をとって、 $37.2\text{m/sec} \times 1.2 = 45\text{m/sec}$ を設計の基本風速とする。

$$P = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V^2 \cdot Cd$$

- P : 単位当たりの風荷重 kN/m²
 ρ : 空気密度 1.25 kg/m³
 V : 設計風速 45m/sec
 Cd : 抗力係数 橋梁部 1.6、土工部 1.2

2) そ の 他

既設道路の盛土部等で防護柵から1.5m未満となる場合は、「防護柵設置要綱」を準用し、衝突荷重を考慮するものとする。

3) 風荷重が地震の影響に対して卓越するため、地震の影響を考慮しないこととする。

(2) 許容応力度

1. 設計荷重による部材各部の応力度は、本項に規定する許容応力度を越えてはならない。
2. 鋼材およびコンクリートの許容応力度は、荷重の組合せに応じて次の4. 関連示方書に示す許容応力度に次の割増し係数を乗ずるものとする。

死荷重+土圧	1.0
死荷重+土圧+風荷重	1.5
3. アルミニウム合金材の許容応力度は、荷重の組合せに応じて次の4. 関連示方書に示す許容応力度に次の割増し係数を乗ずるものとする。

死荷重+土圧	1.0
死荷重+土圧+風荷重	1.5
4. 関連示方書
 - ① コンクリートおよび鉄筋
道路橋示方書Ⅳ (H24. 3) 4章 許容応力度
 - ② 鉄筋を除く鋼材
道路橋示方書Ⅱ (H24. 3) 3章 許容応力度
 - ③ アルミニウム合金材
JIS 規格 A5052P

許容応力度を関連示方書の規定より増したのは、遮音壁の構造物としての重要度、耐用年数、維持補修の容易さ、荷重が明確であることを考慮したものである。

(3) 支 柱

1. 支柱に作用する荷重は、支柱自重、遮音板自重、土留板自重、土圧、風荷重とする。
2. 支柱は、基礎または高欄天端およびアンカーボルト位置を固定端とする片持ばりとして設計する。
 - 1) 支柱のH形鋼の断面算定にあたっては、設計外力に対して横倒れ座屈その他の局部的残留変形を生じないことに留意する。

また、H形鋼の腐食しろは防錆処理を施すことを原則とするので、考慮しなくてもよい。
 - 2) 支柱のたわみ制限は設けていない。しかし、場合によっては支柱のたわみによるパネルの脱落および、運転者に与える影響等を考慮する必要がある。

(4) パ ネ ル

遮音板は風荷重を受ける単純梁として設計する。

その他の荷重（衝突重量等）がある場合は、別途考慮する。

遮音板は単純梁として設計し、部材の応力度は許容応力度以下とする。

(5) 基礎構造

1. 基礎杭の設計は、水平方向の安定、杭本体の断面力について検討を行うものとし、計算にあたっては斜面の影響を考慮し、かつ風荷重を作用させるものとする。

なお、基礎杭の水平方向安定度照査は、地盤の塑性化を考慮した極限平衡法によるものとする。

また、基礎杭の断面力および変位量は、弾性支承上の梁として解析する弾性設計法より計算する。

表 5.29 転倒安全率

	安全率
常時	3
風荷重時	2

2. 直接基礎の設計は、地盤の支持力、転倒および滑動に対する安定、く体の断面力について検討しなければならない。この場合、基礎根入れ部の前面抵抗土圧は原則として無視する。

(1) 鉛直支持力の照査

基礎底面地盤の許容鉛直支持力は、基礎底面地盤の極限支持力に対し、次に示す安全率を確保するものとする。

表 5.30 安全率

	安全率
常時	3
風荷重時	2

(2) 転倒に対する安定

基礎底面における荷重の作用位置は、常時においては底面の中心より底面幅の 1/6 以内、風荷重時においては底面幅の 1/3 以内とする。

(3) 滑動に対する安定

基礎底面地盤の許容せん断抵抗力は、基礎底面と地盤との間に働くせん断抵抗力に対し、次に示す安全率を確保するものとする。

表 5.31 安全率

	安全率
常時	1.5
風荷重時	1.2

3. 設計に使用する土の設計諸定数は、「道路土工—擁壁工指針」を参考に、設置位置の状況に応じて適切に設定する。

- 1) 基礎構造の設計にあたっては遮音壁全体の変形について、壁を設置する道路の種類や周辺環境を考慮して、有害な影響を及ぼす恐れのある残留変形を生じないように配慮する必要がある。
- 2) 杭を弾性支床上の梁と考えて求めた杭頭の許容水平変位量は、一般構造物の場合と異なり、変位による支柱、遮音板等への影響は小さいと考えられるので、特に許容水平変位量については規定しないものとする。
- 3) 直接基礎は、基礎底面で図 5.34 に示す位置とするのが望ましい。

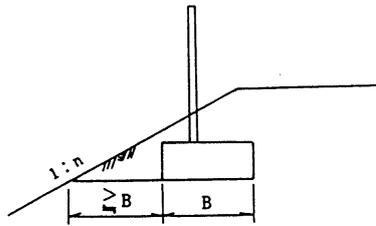


図 5.34 直接基礎底面位置

- 4) 各基礎構造の設計計算の詳細は、「設計要領 第五集 遮音壁 H29.7 東日本・中日本・西日本高速道路株式会社」による。

5-5-7 細部設計

(1) 管理用出入口

遮音壁には、防災上あるいは維持管理上等から必要に応じて道路内外への出入口を設けなければならない。

遮音壁の延長が 500m を越えるものについては出入口を設けるものとし、その間隔は 500m を越えないものとする。

なお、橋梁・高架部および高盛土部では道路外への連絡路に通じている必要がある。

管理用出入口は当然のことながら、扉は遮音壁本体と同様の音響性能を有し、かつ隙間のないものでなければならない。

(2) 遮音壁の外観等

遮音壁の外観は、道路の内外環境に調和するように配慮しなければならない。

特に、壁の設置区間が長い場合には、運転者への心理的効果を配慮する必要がある。

遮音壁の設置区間については、沿道条件、用地の余裕状況等を検討して、内外環境との調和に配慮し、植樹、築堤等との組合せなどを考慮する必要がある。

(3) 支柱落下防止装置

遮音壁の事故等による支柱の落下防止をするため、必要と認められる箇所について支柱落下防止装置を設置するものとする。また、支柱上部には回転防止装置を設置するものとする。

(例) 鉄道および交通量の多い道路と交差または平行する所、人家に接近する所。

(4) 遮音板落下防止装置

遮音壁に対する事故または不測の強風等による遮音板の落下を防止するため、必要と認められる箇所について遮音板落下装置を設置するものとする。

(例) 鉄道・道路と交差する所、鉄道および交通量の多い道路と平行する所、人家に接近する所、河川・湖沼と交差する所（河川敷湖沼面が娯楽施設などに利用されている場合）

(5) 橋梁伸縮部

橋梁伸縮装置部では主げたのたわみによる支柱の倒れと伸縮けた長による伸縮量を考慮して、H鋼ウェブと遮音板の遊間を決定すること。