

第5章 木橋の設計施工要領

5-1 総 則

5-1-1 適用の範囲

本要領の適用範囲は、公園・河川公園等で歩行者・自転車等の通行を目的とした、支間6m以下の木げた橋の設計および施工に適用する。

木橋は、一般に耐荷力が小さく、耐久性に乏しいため、歩行者・自転車等の通行を目的とする橋にとどめ、自動車荷重に対するものは適用範囲外とする。

近年、歩道橋や林道橋に集成材を使用し、適用支間が10mを越えるものも数例有るが、実績が少ない事から集成材を除外し、使用目的と単材の市場性、製作加工の制約、防腐処理等を考慮して適用支間は6m以下、構造形式は単純桁形式の橋に適用する。したがって集成材を使用する場合、構造形式を他の形式（トラス・方丈・アーチ・吊橋・斜張橋等）とする場合は、必要な事項を検討し、十分な安全性を確保する必要がある。

また、本要領に記述無きものは、表1-1の関係図書によるものとする。

表 1-1 関係図書

関係図書	発行年月	発 刊
道路橋示方書・同解説（Ⅰ共通編・Ⅱ鋼橋編・Ⅲコンクリート橋編・Ⅳ下部構造編・Ⅴ耐震設計編）	H14.3	日本道路協会
立体横断施設技術基準・同解説	S54.1	日本道路協会
自転車道等の設計基準解説	S49.10	日本道路協会
設計要領（共通編）	最新版	北陸地方整備局
設計要領（道路編・河川編）	最新版	北陸地方整備局
改訂 解説・河川管理施設等構造令	H12.1	日本河川協会

なお、本要領は木道路橋設計示方書（案）（S15.11 内務省）を参考としたものである。

5-1-2 調査・計画

- (1) 橋の合理的かつ経済的な設計・施工を行うために、橋の計画予定地点の状況、構造物の規模に応じて必要な調査を行うのが望ましい。
- (2) 橋の計画にあたっては、路線線形や地形・地質・気象・交差物件などの外部的な諸条件、施工性、維持管理、経済性および環境との調和を考慮して、架橋位置を選定するとともに、橋の形式の選定を行わなければならない。
- (3) 木橋は原則として直線橋とする。

一般に、橋を設計・施工するために必要とされる調査は様々なものが考えられるが、実際にはそれらの中から橋の予定地点の状況・規模に応じて適宜必要な調査を行う。調査が不十分な場合には、施工段階において設計上の問題が生じる事もあるので、各段階において必要とされる調査を十分に行うことが肝要である。

橋梁形式の決定にあたっては、基礎構造、下部構造および上部構造の各要素について、安定性、施工性、経済性、耐久性、ならびに景観等を考慮し、総合的判断のもとに決定しなければならない。

木橋は、木材の製作加工の制約を受けるため、できる限り単純な構造とし、斜橋や曲線橋は避けることが望ましい。

5-2 荷 重

5-2-1 荷重の種類

設計にあたっては、次の荷重を考慮するものとする。

主荷重	1 死荷重
	2 活荷重
従荷重	3 風荷重
	4 地震の影響
主荷重に相当する特殊荷重	5 雪荷重

本要領の適用範囲にある橋を設計するときに考えなければならない荷重の種類を列記したもので、架橋地点の諸条件や構造などによって適宜選定することができ、必ずしも全部採用する必要はない。

5-2-2 死 荷 重

死荷重の算出に使用する木材の単位重量は、 7.85kN/m^3 とする。その他の材料の単位重量は、道路橋示方書・同解説 I 共通編 2.2.1 によるものとする。

木材の重量は樹齢や含水率によって異なり、 7.85kN/m^3 は通常の使用材料にたいしてやや過大であるが、クギ、カスガイ、ボルトなどの金物を含むものとして上記の値をした。

5-2-3 活 荷 重

活荷重は群集荷重とし、設計する部材に関係なく、 4.91kN/m^2 とする。ただし、地震の影響と組み合わせる場合の活荷重は 0.981kN/m^2 とする。

歩道橋の設計をするときの活荷重は、床版および床組にたいして 4.91kN/m^2 、主げたにたいして 3.43kN/m^2 とするのが普通である。これは主げたについては荷重の分布範囲が比較的広く、不利な応力が起こりうる回数も、床版および床組よりも一般に少ないと思われるからである。支間が短い場合、主げたに不利な応力を生じさせる荷重と、床版および床組に不利な応力を生じさせる荷重の発生頻度に差が少ないため、一律に 4.91kN/m^2 とした。

また、地震時に最大の活荷重が載荷されていることはまれであると考えられるので、地震の影響と組み合わせる場合の活荷重は 0.981kN/m^2 に低減した。

5-2-4 風 荷 重

風荷重は活荷重を載荷しない状態で考慮するものとしてその大きさは次の値を標準とする。

風上側上部工の有効鉛直投影面積に対して 2.94kN/m^2

風下側上部工の有効鉛直投影面積に対して 1.47kN/m^2

ただし、架橋条件等により特別に考慮しなければならない場合の風荷重は、道路橋示方書・同解説 I 共通編の 2.2.9 風荷重の項に規定する風荷重の大きさとする。

5-2-5 地震の影響

地震の影響は次の2ケースについて考慮するものとする。

- ・死荷重+群集荷重+圧雪荷重
- ・死荷重+積雪荷重

地震の震度は次のとおりとする。

水平震度 $K_h=0.2$ (下部工におけるアンカー設計に0.2を考慮している。)

鉛直震度 $K_v=0.1$

5-2-4、5-2-5 に規定する水平荷重によって決定される上部工部材は支承アンカーボルトであるが、5-5-5 の解説に示されるアンカーボルトを使用すれば十分に安全なので、通常、上部工を設計するときには、これらの水平荷重を考える必要はない。

5-2-6 雪 荷 重

上部構造に作用する雪荷重は、設計要領〔道路編〕(北陸地方整備局)に従い、次の様に載荷する。

(1) 除雪される橋

圧雪 15cm 程度に相当する荷重(圧雪荷重)を載荷させるものとし、荷重は 0.981kN/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、次式で算出される等分布荷重(積雪荷重)を載荷する。

$$q_s = \gamma_s \times H_s$$

ここに q_s : 積雪荷重

γ_s : 積雪の単位重量

H_s : 設計積雪深

1) 設計積雪深 (H_s) は過去の積雪を考慮して決めなければならないが、一般には 10 年確率再現値とする。

積雪の単位重量 (γ_s) 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、最大積雪深 4 m までは 3.4kN/m^3 とし、4 m を超え 7 m までは、建築荷重基準に基づき 4.4kN/m^3 とした直線補間で求めることができる。

積 雪 荷 重

積雪深 (m)	5	6	7
密度 (kN/m^3)	3.7	4.1	4.4

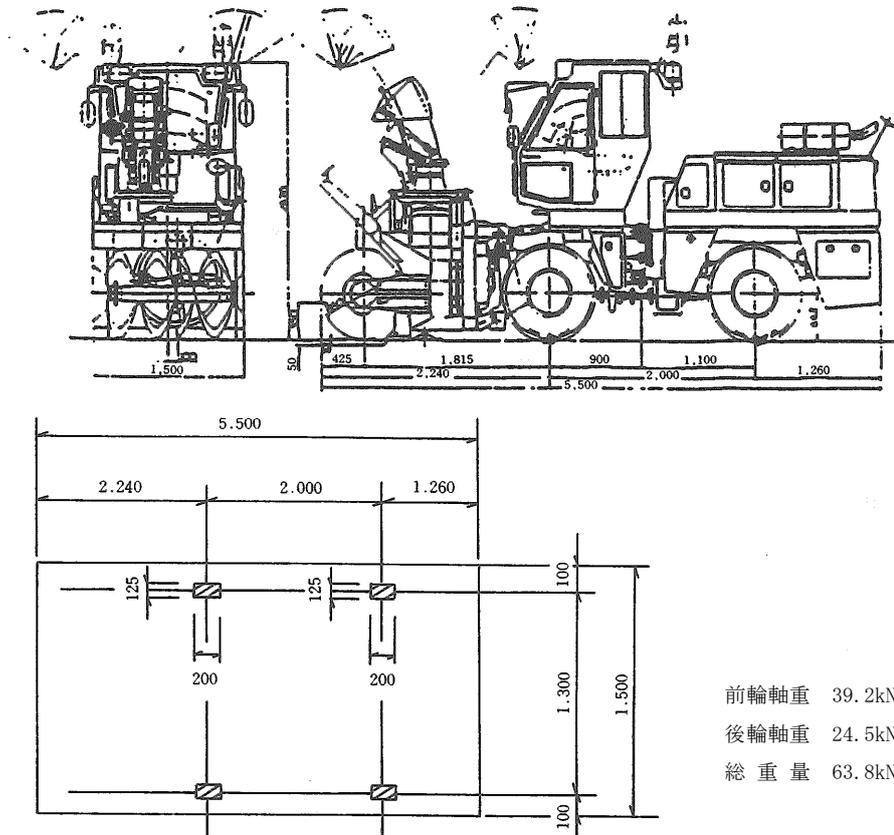
2) 木橋の幅員が 2 m 以上で、歩道除雪車で除雪する場合は、除雪車荷重による照査を行わなければならない。この場合、許容応力度を 50% 割増ししてよい。

除雪車荷重の大きさは 63.8kN/台 を標準とし、1 橋につき 1 台載荷させる。

3) 側道橋等、設計荷重の小さい橋梁で冬期除雪を行わない場合には、雪荷重が交通荷重より大きくなるケースがあるので次の荷重の組合せのうち大きい方で設計を行う。

- ・死荷重+群集荷重+圧雪荷重
- ・死荷重+積雪荷重
- ・死荷重+除雪車荷重

4) 歩道除雪車の諸元



5-3 使用材料

5-3-1 木 材

木材は気乾状態にあるフシ、キズ等欠点の少ないものを使用し、断面寸法等は「針葉樹の構造用製材の日本農林規格」を標準とする。

木材はフシ（節）、キズ（疵）、腐れ、繊維の傾斜、丸身などの欠点が特に著しくないものを使用する。欠点がある材は主部材に用いず、他部材に振り向ける。また、大きな引張応力がはたらく部分（たとえば桁の中央部の引張側）や接合部には、これらの欠点がこないように使うものとする。

また、伐採したての木材は 50%程度の水分をふくんでおり、これを製材して相当の期間空气中で自然に乾燥させると 15~20%の水分になる。このような気乾材にくらべて、水分が 30%以上の湿った木材では、強さが 2/3 程度に小になるばかりでなく、後にたって乾燥のため収縮して、接合部にゆるみを生じたり、干割れを生じたりする。

木材の断面寸法は「針葉樹の構造用製材の日本農林規格」（全国木材組合連合会編 平成 14 年 4 月）を標準とするが、この中でも大断面木材は市場性が低く、価格も安定とは言い難いので注意を要する。

使用材種は、強度特性、材料の入手、価格等から総合的に判断し決定しなければならないが、マツ、スギ等が一般的である。

木口の短辺	木口の長辺																	
15						90	105	120										
18						90	105	120										
21						90	105	120										
24						90	105	120										
27				45	60	75	90	105	120									
30				45	60	75	90	105	120									
36	36		39	45	60	75	90	105	120									
39			39	45	60	75	90	105	120									
45				45	60	75	90	105	120									
60					60	75	90	105	120									
75						75	90	105	120									
90							90	105	120	135	150	180	210	240	270	300	330	360
105								105	120	135	150	180	210	240	270	300	330	360
120									120	135	150	180	210	240	270	300	330	360
135										135	150	180	210	240	270	300	330	360
150											150	180	210	240	270	300	330	360
180												180	210	240	270	300	330	360
210													210	240	270	300	330	360
240														240	270	300	330	360
270															270	300	330	360
300																300	330	360

「針葉樹の構造用製材の日本農林規格」より
農林水産省告示第143号 単位mm

5-3-2 鋼材およびコンクリート

鋼材およびコンクリートの使用材料の規格は道路橋示方書・同解説 I 共通編 3.1 および 3.2 に示す材料を用いることを標準とする。

なお、木材の接合に使用する釘、木ねじ、ボルト等は、JIS の規格による。

木材の接合に使用する釘は、JIS A 5508（鉄丸釘）、木ねじは JIS B 1112（十字穴付き木ねじ）、ボルト・ナットは JIS B 1180（六角ボルト）、JIS B 1181（六角ナット）の規格による。

JIS 以外の材料を使用する場合は、試験をするなどして強度を定める。

5-3-3 設計計算に用いる物理定数

- (1) 木材のヤング係数は、 981kN/cm^2 とする。
- (2) 鋼材およびコンクリートの設計計算に用いる物理定数は、道路橋示方書・同解説 I 共通編 3.3 によるものとする。

木材のヤング係数は樹種、繊維方向、含水量等によって異なるが木橋に使用する木材の曲げに基づく繊維方向のヤング係数は 981kN/cm^2 とする。

5-4 許容応力度

5-4-1 木材の許容応力度

木材の許容応力度は、下表によるものとする。

(1) 木材の許容応力度

(単位 N/cm²)

種別	材種	軸方向引張 (純断面につき) (N/cm ²)	*横軸方向圧縮 (総断面につき) (N/cm ²) 1/γ < 100	曲げ引張 (純断面につき) 繊維に平行 (N/cm ²)	支圧 (N/cm ²)		せん断 (N/cm ²)	
					繊維に 平行	繊維に 直角	繊維に 平行	繊維に 直角
針葉樹	マツ、スギ、 ヒノキ	785	9.81(70-0.48/γ)	883	785	196	78	118
広葉樹	カシ、クリ、 ナラ	1079	9.81(80-0.58/γ)	1178	1079	343	118	177

* $\frac{1}{\gamma} \geq 100$ のときは種別に係らず $9.81(220,000(\frac{\gamma}{1})^2)$

1 : 部材長 (cm)、γ : 断面の最小回転半径 (cm)

(2) 繊維に斜方向の許容支圧応力度

(単位 N/cm²)

種別	繊維トナ ス角度	0	10	20	30	40	45	50	60	70	80	90
	針葉樹 (N/cm ²)		785	716	579	451	353	314	284	244	216	206
広葉樹 (N/cm ²)		1079	1010	863	706	569	520	481	412	373	353	343

木材の許容応力度については、木道路橋設計示方書案（昭和 15 年 11 月内務省）に準拠した。

木材の強度は含水率が少ないほど強いが、気乾状態すなわち含水率が重量の 18% 以下の場合においては、上記の許容応力度は破壊強度に対しおおむね 5 の安全率を持っている。

特殊荷重の組合せに対する許容応力度の割増し係数は、関連示方書の体系を準用することなどを考慮し道路橋示方書の規定と同じとする。

なお、歩道除雪車で除雪する場合の荷重の組合せに対しては、一時的な荷重であることから許容応力度を 50% 割増した値とする。

5-4-2 鋼材およびコンクリートの許容応力度

鋼材およびコンクリートの許容応力度は、道路橋示方書・同解説Ⅱ鋼橋編 3.2 およびⅢコンクリート橋編 3.2 によるものとする。

5-5 部材の設計

5-5-1 一般

- (1) 引張り材の純断面積の算出は、総断面積より切欠き、ボルト孔等によって失われる断面積を控除するものとする。
- (2) 圧縮材の一部に切欠きのある場合、または強度低下をきたす填充材がある場合はその断面を控除するものとする。

5-5-2 床版

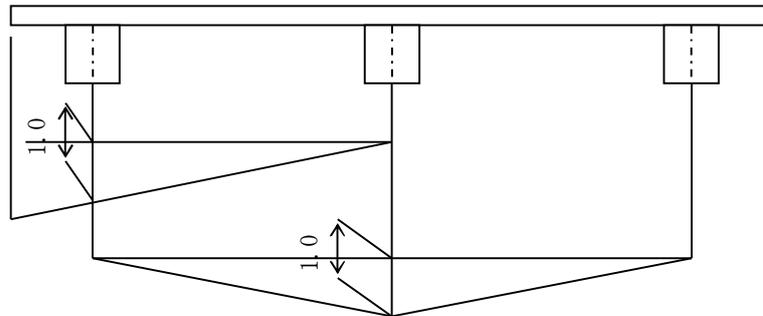
- (1) 床版は単純桁と仮定し、支間はその主桁純径間に 10cm を加算した長さとする。
- (2) 床版は計算上必要な厚さに、磨耗を考慮して相当の厚さを加えるものとする。床版に使用する木材の厚さは、4.5cm 以上のものとする。

床版に使用する木材の最小厚さは、磨耗や腐食および市場性を考慮したものである。

5-5-3 主桁

- (1) 各主桁の荷重分担は、慣用計算法により計算してよい。
- (2) 主桁に使用する木材の断面は、幅、厚さとも 10.5cm 以上のものとする。

本要領で扱う 6 m 以下の支間では、床版が薄く、剛性の大きな横桁の取り付けも困難と考えられるため、各主桁の荷重分担は、慣用計算法により計算してよいものとした。また、主桁に使用する木材の最小断面は市場性を考慮したものである。



慣用計算法

5-5-4 地覆・高欄

- (1) 橋の幅員方向の両側には、地覆等を設けるのがよい。
- (2) 歩行者が多く高欄を設ける場合は、路面から 110cm の高さとするを標準とし、その側面に直角に 2.45kN/m の推力が頂部に働くものとして設計するものとする。この場合、高欄束柱は、外桁にボルトにより取り付けるものとし、許容応力度の割増しを行わないものとする。

地覆を設ける場合は、必要な強度が得られるならば、排水や腐食を考慮して、床版と接する部分に切欠きを設けるのがよい。

高欄を設ける場合に、外桁の桁高が小さいと高欄束柱の取り付けが困難になることがあるので、桁高を高くするかまたは橋長が短い場合は親柱として主桁および枕梁に取り付けるなどの注意が必要である。

5-5-5 支 承

- (1) 主桁の支承は枕梁等を使用し、その鉛直荷重を全支承面になるべく均等に分布させるものとする。また水平荷重はアンカーボルトによって定着することを原則とする。
- (2) 主桁と枕梁は、直径 16mm 以上のボルトにより連結するものとする。
- (3) アンカーボルトは、各主桁間に 1 本以上、直径 22mm 以上を使用するものとする。

木橋における支承は、実績の多い枕梁等を使用するものとした。

アンカーボルトは、風荷重や地震の影響による水平荷重に対し、支間 6 m 以下の木橋では各主桁間に 1 本、直径 22mm を使用すれば十分安全である。ただし、架橋条件が特殊な場合や、主桁本数の少ない場合は安全を確認する必要がある。

5-5-6 部材の接続

- (1) 部材の軸線はなるべく構造の骨組み線と一致させ、部材の連結はその軸に対してできるだけ対称に接続し、偏心を避けるのがよい。
- (2) 主要部材の添接または連結は、材片接触部のせん断により応力を伝達させるものとし、直径 16mm 以上のボルトによって締付けるものとする。

5-6 設計細目

- (1) 構造の各部分はなるべく単純にして、製作・運搬・検査・排水・防腐・防蝕・維持管理等に便利ないように設計するものとする。
- (2) 構造の各部分は部材の偏心、自重による部材のたわみ等の影響をできるだけ小さくなるように設計するものとする。

5-7 施 工

5-7-1 防腐・防食

木材は原則として防腐処理を行うものとする。また、ボルト・ナット、座金、クギ等の金物類は、亜鉛メッキを施すかステンレス製のものを使用するのがよい。
防腐処理は木材の加工完了後に行い、処理後の加工は原則として行ってはならない。

木材の防腐処理の方法には防腐剤の加圧注入、塗装等があり、現在では加圧注入法が主流である。良く利用されている防腐剤の種類と特徴は次のとおりであるが、無毒、無公害の材料を選択することが重要である。

① クレオソート油

防湿効果が高く使用実績は多い。難点は油性であるため色を塗ることができないこと、架設時に作業衣や人の皮膚を汚す恐れがあることに加え臭気が強いことである。

② C C A

クロム（C r）、銅（C u）、ひ素（A s）の化合物であり防腐効果は大きく（40～50 年）防腐処理を行なった後塗装ができる。この処理を行なった廃材を焼却すると有害物質（六価クロム）が発生する。

③ A A C (Alkyl Ammonium Compound)

低毒性タイプの防腐剤で廃材の処理は普通の木材と同じように処理できる。防腐効果はC C Aよりやや劣るが（約 20 年）安全性が高い。無色であり塗装ができる。

④ その他の防腐塗料

最近、化学的に作られたよりクリーンな防腐塗料が開発されているが、加圧注入法に比べ有効期間が短かく、2～5年毎に再塗装する必要がある。

5-7-2 加 工

木材の加工は原則として工場で行うものとする。

工場加工、仮組立てののち防腐処理を行ったものを現場に搬入架設することを原則とする。

5-7-3 架 設

現場において部材の仮置きをする場合には、部材が地面に接することのないように配慮しなければならない。

橋の組立ては、所定の組立て順序にしたがって正確に行い、組立て中の部材は入念に取り扱って損傷のないように注意しなければならない。

部材の吊り上げ時には、当てもの、布バンド等を使用し部材を損傷しないように配慮しなければならない。

5-8 維持管理

通行者の安全を確保するため、交通管理及び維持管理に努めるものとする。

(1) 交通管理

設計時に想定した活荷重をこえる荷重が橋を通行すると橋の各部が損傷する恐れがあるばかりでなく、場合によっては落橋につながることもあるので適切な方法で交通管理を行う必要がある。

① 道路標識による「自転車及び歩行者専用」等の規制標識の取り付け。

② 駒止等により自動車（管理用車両を含む）の進入を物理的に阻止する構造とする等。

(2) 冬季管理

除雪の有無が設計条件となっている場合には、それぞれに応じ適切な対応を決めておく必要がある。

(3) 点 検

橋の状況を把握し、変状、損傷、腐食等の異常を発見すると共に、交通の状況を把握し、安全、かつ円滑な交通を確保するため、一般の道路等の巡回を行う際に橋面、地覆、高欄、定着部等の状況を目視点検する。

(4) 維持修繕

橋の汚れ、いたみ、泥やごみの堆積等を放置すると木材の腐食を早める。

従って、これらを見つけた時には速やかに除去、または補修する事が望ましい。