

5 章 コンクリート橋

5.1 設計一般

5.1.1 材料及び材料の特性値

- (1) コンクリート橋に用いるコンクリート及び鋼材は、3.3 及び [道示 I] 9 章に規定される材料を用いる。
- (2) コンクリート及び鋼材の特性値は、[道示 III] 4 章に従って設定する。
- (2) コンクリート橋に用いられる PC 鋼線及び PC 鋼より線の強度の特性値は表 - 5.1 のとおりである。

表 - 5.1 PC 鋼線及び PC 鋼より線の強度の特性値 (単位 : N/mm²)

記号	呼び名	降伏強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)
SWPRIAN SWPRIAL SWPD1N SWPD1L	5mm	1420	1620
	7mm	1320	1510
	8mm	1270	1470
	9mm	1220	1410
SWPR1BN SWPR1BL	5mm	1520	1720
	7mm	1420	1610
	8mm	1370	1560
SWPR2N SWPR2L	2.9mm, 2本より	1710	1930
SWPR7AN SWPR7AL	9.3mm, 7本より	1460	1720
	10.8mm, 7本より	1460	1720
	12.4mm, 7本より	1460	1720
	15.2mm, 7本より	1470	1730
SWPR7BN SWPR7BL	9.5mm, 7本より	1580	1850
	11.1mm, 7本より	1590	1860
	12.7mm, 7本より	1580	1850
	15.2mm, 7本より	1600	1880
SWPR19N SWPR19L	17.8mm, 19本より	1580	1850
	19.3mm, 19本より	1580	1850
	20.3mm, 19本より	1550	1820
	21.8mm, 19本より	1580	1830
	28.6mm, 19本より	1510	1780

[道示 III] 表-4.1.2 より

5.1.2 設計に考慮する作用及び作用の組合せ

コンクリート橋の上部構造の耐荷性能の照査にあたっては、耐荷性能の照査において考慮する状況を、作用の特性値、作用の組合せ、荷重組合せ係数及び荷重係数を用いて適切に設定する。

[道示 III] 3.3 の規定に従い定めた。

耐荷性能の照査において考慮する状況は、[道示 III] 3.2.1 の規定による。また、設計状況は [道示 I] 3.2 に従い設定する。

コンクリート橋の耐荷性能の照査にあたっては、[道示 I] 3.1 に示される 22 の作用の種類の中から、架橋地点の諸条件や構造等に応じて作用する可能性がある荷重を考慮する。従来は、荷重組合せに応じた許容応力度の割増係数を考慮することから、暗に照査を省略していた荷重組合せがあった。平成 29 年道示においては、許容応力度の割増係数はないことから、原則として当該構造物に作用すると考えられる荷重又は影響は全て考慮する。作用を考慮し

ない場合や照査を省略する場合などは、報告書の中にその理由を記載すること。報告書への記載例として、「平成 29 年道路橋示方書に基づく道路橋の設計計算例」（（公社）日本道路協会）のⅢ. 1. (2) ポストテンション方式連続 PC 箱桁橋の設計計算例及び (3) プレキャストセグメント工法で施工する橋の接合部の設計計算例が参考になる。

コンクリート橋において考慮する一般的な作用（荷重）を表 - 5.2 に示す。作用の組合せと各作用の組合せにおける荷重組合せ係数及び荷重係数は、[道示 I] 3.3 に従う。

また、施工時における設計については、施工の過程に対して、橋の完成時に所要の性能が得られるよう [道示 I] 3.1 (3) に従い、施工時において設計で考慮する状況を適切な荷重又は影響により考慮すること。

表 - 5.2 コンクリート橋の設計において考慮する一般的な作用の種類

	一般的なコンクリート橋の設計で考慮する荷重又は影響		
	永続作用	変動作用	偶発作用
1) 死荷重 (D)	○		
2) 活荷重 (L)		○	
3) 衝撃の影響 (I)		○	
4) プレストレス力 (PS)	○		
5) コンクリートのクリープの影響 (CR)	○		
6) コンクリートの乾燥収縮の影響 (SH)	○		
7) 温度変化の影響 (TH)		△	
8) 温度差の影響 (TF)	○	○	
9) 雪荷重 (SW) ※1			
10) 風荷重 (WS,WL)		○	
11) 地震の影響 (EQ)		○	○
12) 衝突荷重			○

(凡例) △：必要に応じて考慮する

※1：茨城県においては、雪荷重は考慮しない。

5.1.3 内部鋼材の防食

- (1) コンクリート橋は、内部鋼材の防食を行うために、架橋地点の環境、橋の部位及び規模、部材の形状を考慮し、最小かぶりを満足したうえで、適切なかぶりを確保すること。
- (2) 対策区分 S 及び鉄筋コンクリート構造における対策区分 I においては、塗装鉄筋又はコンクリート塗装等かぶりによる方法以外の方法を併用すること。

[道示Ⅲ] 6.2.3 の規定に従い定めた。

- (1) 平成 29 年の道路橋示方書の改定では、コンクリート部材の耐久性能を満足することを目的とした塩害（飛来塩分により促進されるコンクリート内部鋼材の腐食）対策として、適切なかぶりを確保することが求められている。かぶりの最小値を表 - 5.3 及び表 - 5.4 に示す。

表 - 5.3 耐荷性能確保のためのかぶり

部材の種類	版部材	棒部材	
	床版, 地覆, 高欄, 主版部材	桁	その他 (ディーブビーム及びコーベル)
最小かぶり	30 35 (支間が 10m を超える主版部材)	35 25 (工場で製作されるプレストレストコンクリート部材)	35

※ただし、鉄筋、PC 鋼材及び鋼製シースにおいては、それぞれの直径以上のかぶりを確保する

表 - 5.4 耐久性能確保のためのかぶり

塩害の影響の度合い	部材・部位	(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
	対策区分			
影響が激しい	S	70 ^{※1}		
影響を受ける	I	50	70	
	II	35	50	70
	III	25	30	50

※1) 塗装鉄筋又はコンクリート塗装等かぶりによる方法以外の方法を併用する

- (2) [道示Ⅲ] 6.2.3 に規定される塩害の影響を受ける地域において、かぶりによる防食のみでは耐久性を十分に確保出来ない場合、塗装鉄筋やステンレス鉄筋等の防食性のある鉄筋の使用による方法、又はコンクリートの表面に被覆や塗装を併用すること。なお、毎年冬に路面凍結防止剤を頻繁に散布する地域においては、周辺のコンクリート構造物の損傷状況を把握したうえで適切な対策区分を設定し、必要なかぶりや耐久性能確保の方法を選定すること。個別工法の仕様については、次の指針等を参考にすること。

- 1) エポキシ樹脂塗装鉄筋
 - ・コンクリートライブラリー112号 エポキシ樹脂塗装鉄筋を用いる鉄筋コンクリートの設計施工指針[改訂版] 平成15年11月 (公社) 土木学会
- 2) ステンレス鉄筋
 - ・コンクリートライブラリー130号 ステンレス鉄筋を用いるコンクリート構造物の設計施工指針(案) 平成20年9月 (公社) 土木学会
- 3) ポリエチレン製シース (PEシース)
 - ・PEシースを用いたPC橋の設計・施工指針(案) 平成27年8月 (公社) プレストレストコンクリート工学会
- 4) 表面保護工法
 - ・コンクリートライブラリー119号 表面保護工法 設計施工指針(案) 平成17年4月 (公社) 土木学会
- 5) コンクリート塗装
 - ・鋼道路橋防食便覧 平成26年3月 (公社) 日本道路協会

5.2 プレキャスト桁橋

5.2.1 設計一般

- (1) プレテンション桁にはスラブ桁、T桁がある。桁形状及び適用方法は JIS A5373⁻²⁰¹⁶ を準用すること。
- (2) ポストテンション方式T桁は、[建設省制定標準設計]を準用すること。なお、桁形状が類似する PC バルブ T 桁、コンボ桁について採用可否の検討を行うこと。

- (2) 1) [建設省制定標準設計]は、平成 24 年道路橋示方書以前の設計手法である許容応力度設計法により設計されており、平成 6 年～平成 8 年に発刊されて以降更新がされていない。これまで多くの実績があることから適用支間や桁高、桁形状、鋼材配置等は現在においても準用することが望ましいが、部分係数設計法による設計照査や架橋環境条件、荷重条件等により桁形状や鋼材配置の見直しが必要となる場合には適切に対処すること。
- 2) バルブ T 桁は、T 桁の下フランジを球根状に拡大させた断面形状であり、T 桁よりも桁高を低く抑えることが可能である。また、コンボ桁は T 桁と比べて桁高が高くなるものの主桁本数の低減が可能であり、架橋環境条件に応じて最適な形式を検討すること。

5.2.2 横締め PC 鋼材

プレキャスト桁の横締めは、橋梁規模や鋼材配置、定着のための最小部材厚、施工性、経済性等を総合的に判断して選定する。

一般的に、短い区間で PC 鋼材を使用するとクサビののめり込みによるセットロスが生じ、不経済になる。横締めの長さが 6.0m 未満の場合は、従来の設計要領の考え方を踏襲し PC 鋼棒を使用する。横締めの長さが 6.0m 以上の場合は、施工性を考慮して PC 鋼より線（シングルstrand）を使用することを標準とし、緊張は交互片引きを原則とする。

5.2.3 横断勾配に対する主桁の設置方法

主桁の配置は橋面上の縦断・横断勾配、キャンバー及び斜角などの影響を考慮したうえで、橋面全体の最小舗装厚を確保できるように設定する。

[PC 道路橋計画マニュアル]（2007.10）を参考に定めた。

横断勾配の処理方法としては、それぞれの主桁形状により対処方法が異なり、次の方法を参考とすること。

1) プレテンションスラブ桁

① 横断勾配が小さい場合や規模が小さい橋梁の場合

主桁を水平に据え付け、調整コンクリート又は舗装厚で処理する。

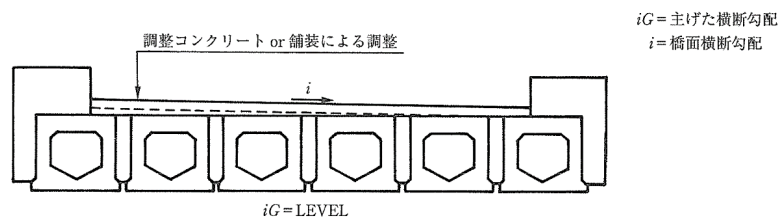


図 - 5.1 横断勾配の処理（調整コンクリートで処理する方法）

② 横断勾配が 4% 以下の場合

主桁を傾斜させ、横断勾配に合わせて据え付ける。

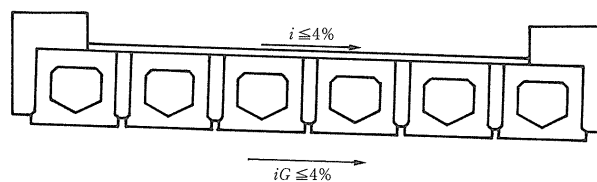


図 - 5.2 横断勾配の処理（主桁を横断勾配に合わせて傾斜させる方法）

③ 横断勾配が 4% を超える場合

主桁の傾斜を 4% 以下とし、残りの勾配分は調整コンクリート又は舗装厚で調整する。

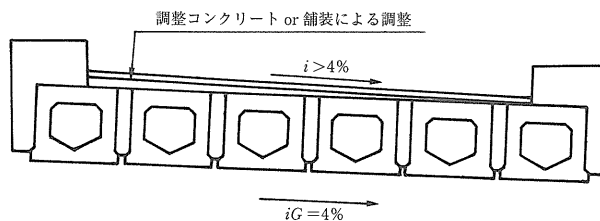


図 - 5.3 横断勾配の処理（調整コンクリート又は舗装厚で調整させる方法）

2) プレテンションT桁橋、ポストテンションT桁橋

① 横断勾配が2%以下の場合

主桁を水平に据え付け、調整コンクリート又は舗装厚で処理する。

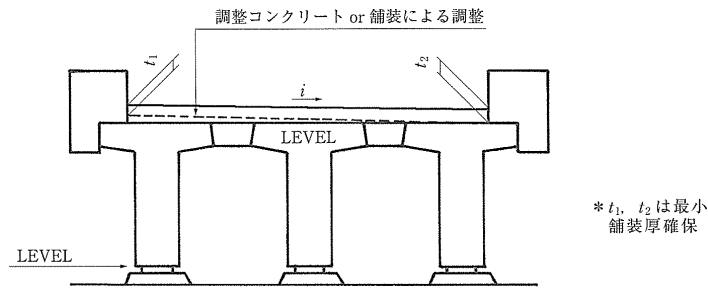


図 - 5.4 横断勾配の処理（調整コンクリート又は舗装で処理する方法）

② 横断勾配が2%を超え4%以下の場合

主桁を水平に据え付け、4%まで桁の余盛りにて処理する。

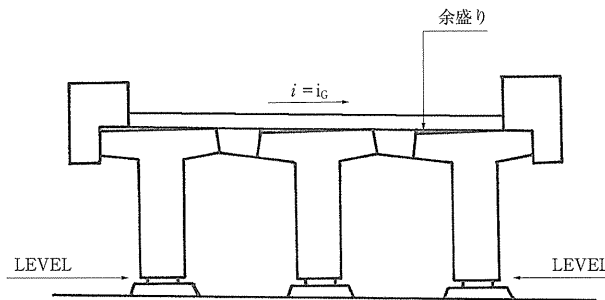


図 - 5.5 横断勾配の処理（主桁を傾斜させる方法）

③ 横断勾配が4%を超える場合

主桁を水平に据え付け、プレテンションT桁は4%、ポストテンションT桁は2%までを桁の余盛りにて対処し残りの勾配分は調整コンクリート又は舗装厚で処理する。

ただし、ポストテンションT桁橋など、調整コンクリート等による調整量及び死荷重増加による影響が比較的大きい場合は、フランジを傾けて調整量を低減させて対処する。

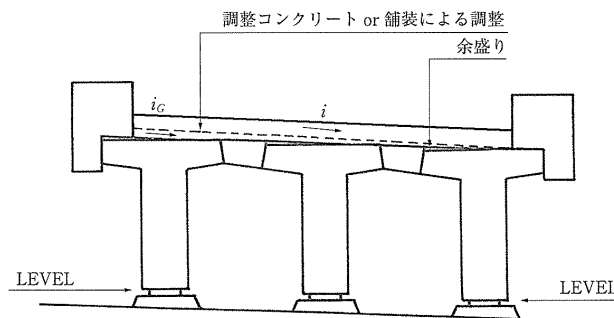


図 - 5.6 横断勾配の処理（桁の余盛りと調整コンクリートによる方法）

3) PC コンポ橋

横断勾配への対処方法は調整コンクリートによる方法、桁の余盛りと調整コンクリートによる方法があるが、いずれの場合も主桁は架設時の安全性を考慮して鉛直に据え付けることを標準とする。勾配の程度によって図 - 5.7 のような処理を行うこと。

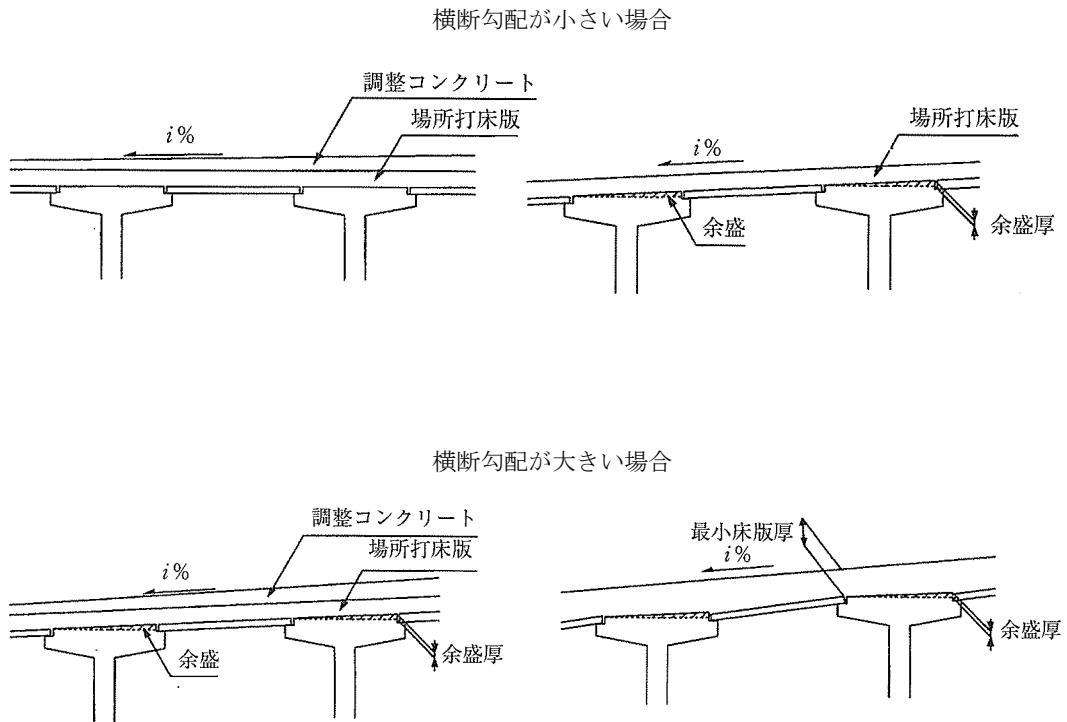


図 - 5.7 PC コンポ橋の対処方法

5.2.4 縦断勾配に対する主桁の設置方法

支承部の桁底面は水平に保つ処理を行うものとする。

[支承便覧] 4.5.7 を参考に定めた。

- 縦断勾配の対処方法としてレアーを設けて支承を水平に設置することが望ましい。
ただし、レアーの高さが低すぎると補強鉄筋が桁の鉄筋と錯綜し、コンクリートの充てん性を阻害することがあるため施工性に考慮した構造とすること。
レアーの構造例を図 - 5.8 に示す。
- 縦断勾配が 3% 以下のプレキャスト桁でパッド型ゴム支承を採用する場合、レアーを設けずに設置することも可能であるが、ゴム支承と桁を平行に据えるため沓座も同一の縦断勾配とする。

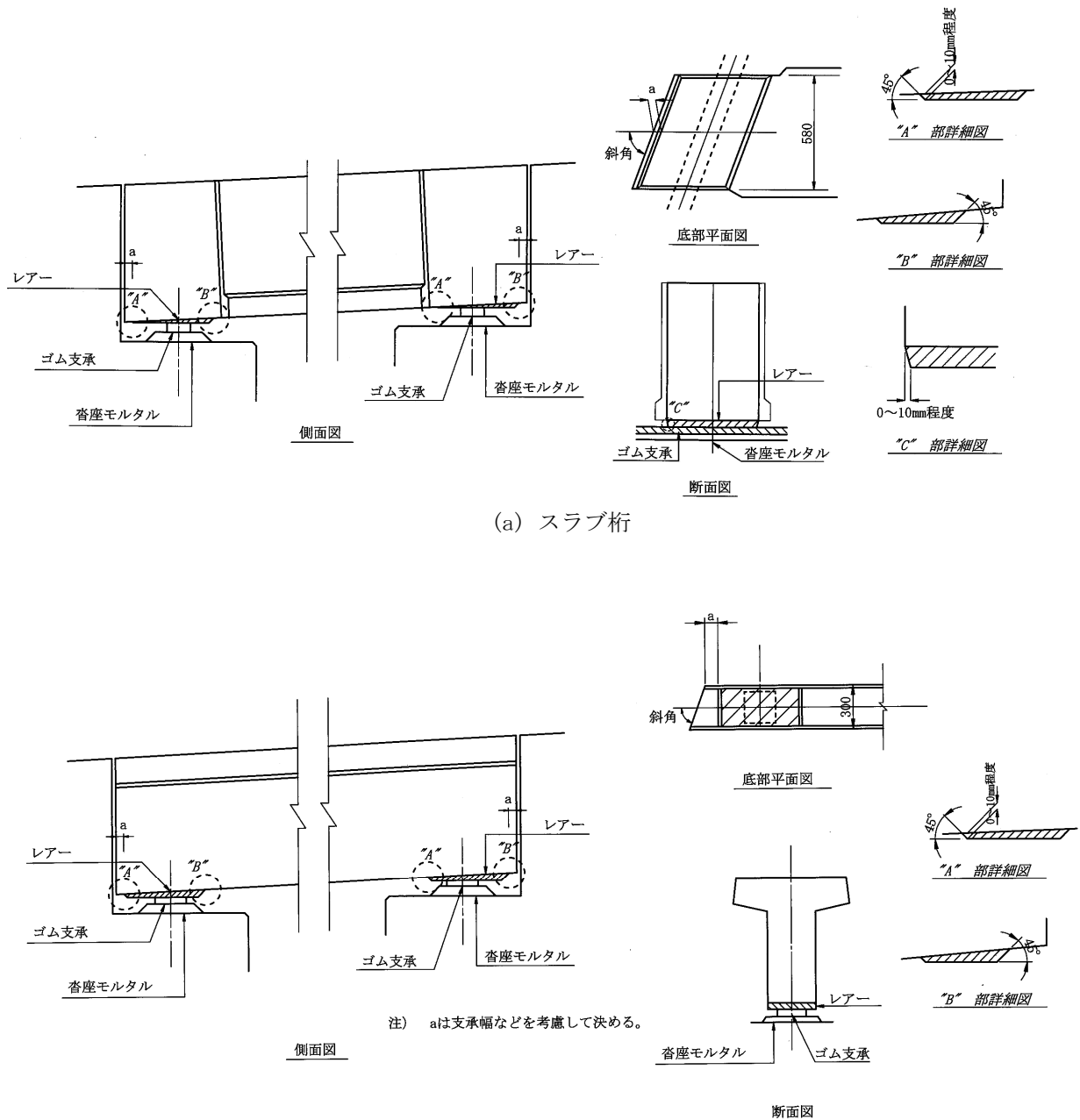


図 - 5.8 レアーの構造例

- 3) 中間横桁は縦断勾配に関わらず、桁底面に直角に配置してよい。

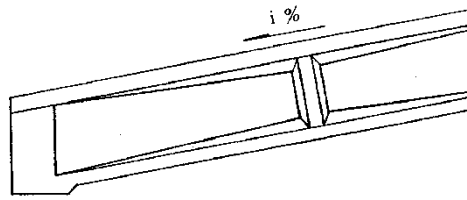


図 - 5.9 中間横桁の配置

5.2.5 斜橋

斜橋は直橋に比べて設計・施工が煩雑であり、工事費も割高になるため、斜角が小さい場合には橋長を長くして斜角を改善したケースと比較検討することが望ましい。

斜角が小さい場合には、計画又は詳細設計の段階で次の点に注意すること。

1) 一般的注意事項

斜角は 60° 以上とすることが望ましい。

鈍角部の支承反力は、鋭角部より大きくなるため留意すること。また、桁の回転方向と伸縮方向が異なることから、ゴム支承の使用を検討するとよい。

2) 横桁の配置方法

中間横桁の配置は、斜角や支間と幅員の関係により決めるものとする。

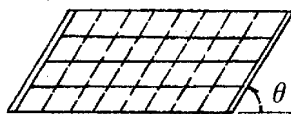
中間横桁は主桁に直角に配置することが望ましいが、斜角が 60° 以上 90° 以下の場合、支承線に平行に配置してよい。

3) 床板の横締め方法

T桁の床板の横締め鋼材及び配筋の方向は斜角 60° 以上の場合は支承線と平行（斜角方向）とし、斜角 60° 未満の場合は主桁に直角に配置する。

(b)の場合は主桁 PC 鋼材を桁上縁に定着すると横締め鋼材の配置が困難になるため、極力桁端面に定着するのがよい。

(a) 斜角 $\theta \geq 60^\circ$ の場合



(b) 斜角 $\theta < 60^\circ$ の場合



図 - 5.10 横締め鋼材及び配筋の方法

5.3 プレキャストセグメントを接合した桁

5.3.1 計画

プレキャストセグメント構造によるプレストレストコンクリート道路橋の設計・施工にあたっては、継目部のない橋として計画するのに加えプレキャストセグメント構造に特有な設計・施工上の事項について留意して計画すること。

プレキャストセグメント構造を計画する場合、以下に示すプレキャストセグメント特有の事項について総合的に考慮すること。

1) 設計に関する事項

- ① 運搬及び架設条件を考慮した継目部の配置（ブロック割）の選定
- ② 運搬及び架設時の検討
- ③ 継目部の検討

2) 施工に関する事項

- ① ブロック製作場所の選定
- ② ブロックの製作方法
- ③ 運搬・架設方法などの諸条件

5.3.2 使用材料

- (1) プレキャストセグメント構造の主桁に用いるコンクリートの設計基準強度は、 40N/mm^2 以上とする。
- (2) プレキャストセグメントの接合に用いる接着剤は、所要の強度、耐久性及び水密性を有し、継目部の施工の条件に適するものとする。
- (3) プレキャストセグメント工法に用いる鋼製接合キーの材料は、所要の強度、伸び及び加工性を有するものとする。

[道示Ⅲ] 16章の規定に従い定めた。

- (2) エポキシ樹脂系接着剤の品質規格の標準を表 - 5.5 に示す。

試験方法としては、土木学会基準[プレストレストコンクリート用エポキシ樹脂系接着剤（橋げた用）品質規格（案）]（1994）による。

表 - 5.5 エポキシ樹脂系接着剤の品質規格の標準（案）

品質項目		単位	品質規格	試験温度	養生条件
未硬化の 接着剤	外 観	—	有害と認められる異物の混入がなく材料分離が生じていないこと	春秋用 : $20\pm 2^\circ\text{C}$ 夏用 : $30\pm 2^\circ\text{C}$	—
	粘 度	$\text{mPa}\cdot\text{s}$	$1\times 10^4\sim 1\times 10^5$	冬用 : $10\pm 2^\circ\text{C}$	
	可使時間	hS	2 以上		
	だれ最小厚さ	mm	0.3 以上		
硬化した 接着剤	比重	—	1.1~1.7	$20\pm 2^\circ\text{C}$	$20\pm 2^\circ\text{C}$ 、 7日間
	引張強さ	N/mm^2	12.5 以上		
	圧縮強さ	N/mm^2	50.0 以上		
	引張せん断 接着強さ	N/mm^2	12.5 以上		
	接着強さ	N/mm^2	6.0 以上		

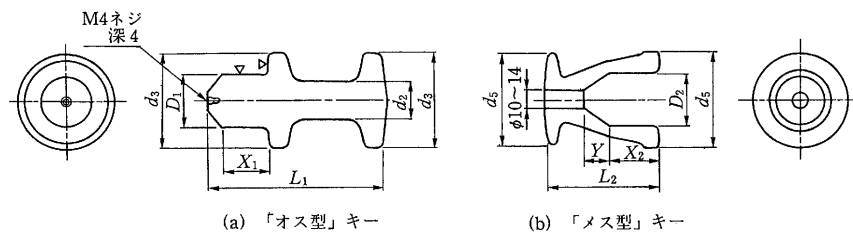
5.3.3 構造細目

- (1) プレキャストセグメントの接合面は、主桁の部材軸線に直角に設ける。
- (2) プレキャストセグメント端部及び接合キーの周辺部は、鉄筋又は鉛直方向の PC 鋼材によって補強すること。
- (3) プレキャストセグメントの継目部に設ける接合キーは、相互のセグメントを確実に接合し、せん断力を伝達する構造とする。
- (4) 接合キーは、接合面に直角に、1 継目部あたり 2 箇所以上分散して配置することを原則とする。

(1) 解説は[道示Ⅲ] 16.4.1 p.339 による。

(2) 接合キーの構造例

接合キーは、リング型鋼製接合キーとコンクリート製接合キーがあるが、T 桁やコンポ桁、小規模の箱桁に採用されるリング型鋼製接合キーの構造例を図 - 5.11 に示す。



型式	L_1	D_1	d_3	d_4	L_2	D_2	d_5	X_1	X_2	Y	備考
$\phi 28$	93	28	50	20	59	28.3	50	25	27	13	
$\phi 32$	105	32	60	30	55	32.3	60	30	32	11	
$\phi 50$	172	50	80	40	79	50.3	80	35	37	17	リップ付き

(注) 材質：SS400 又は FCD450 単位：mm

図 - 5.11 リング型鋼製接合キーの構造例

(3) 接合キーの配置について

鋼製接合キーのかぶりや鋼製接合キーとシースのあきは、局所的な応力によってコンクリートに有害な損害を与えないように定めること。これまでの実験によると、継目部の破壊は鋼製キーによる支圧応力度の増加による圧壊が原因であると考えられ、破壊耐力は接合キーのかぶりやシースとのあきにより影響を受ける。したがって、一般的に接合キーのかぶりは 70mm 以上、シースとのあきは 70mm 以上とすること。

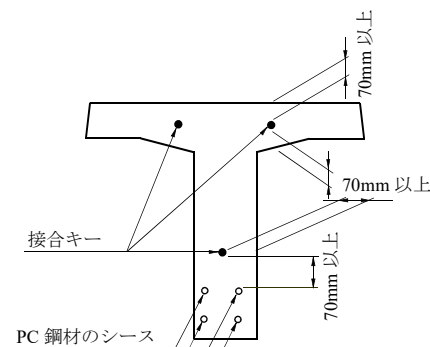


図 - 5.12 接合キーとシースの配置

5.4 プレキャスト桁架設方式連続桁橋

5.4.1 設計一般

プレキャスト桁架設方式連続桁橋とは、プレキャスト単純桁を架設し、その後に中間橋脚上でこれらを連結し、連続桁とするプレストレストコンクリート桁橋である。

プレキャスト桁架設方式の連続桁は、連結部の構造により鉄筋コンクリート（RC）連結方式連続桁とプレストレストコンクリート（PC）連結方式連続桁に分類される。

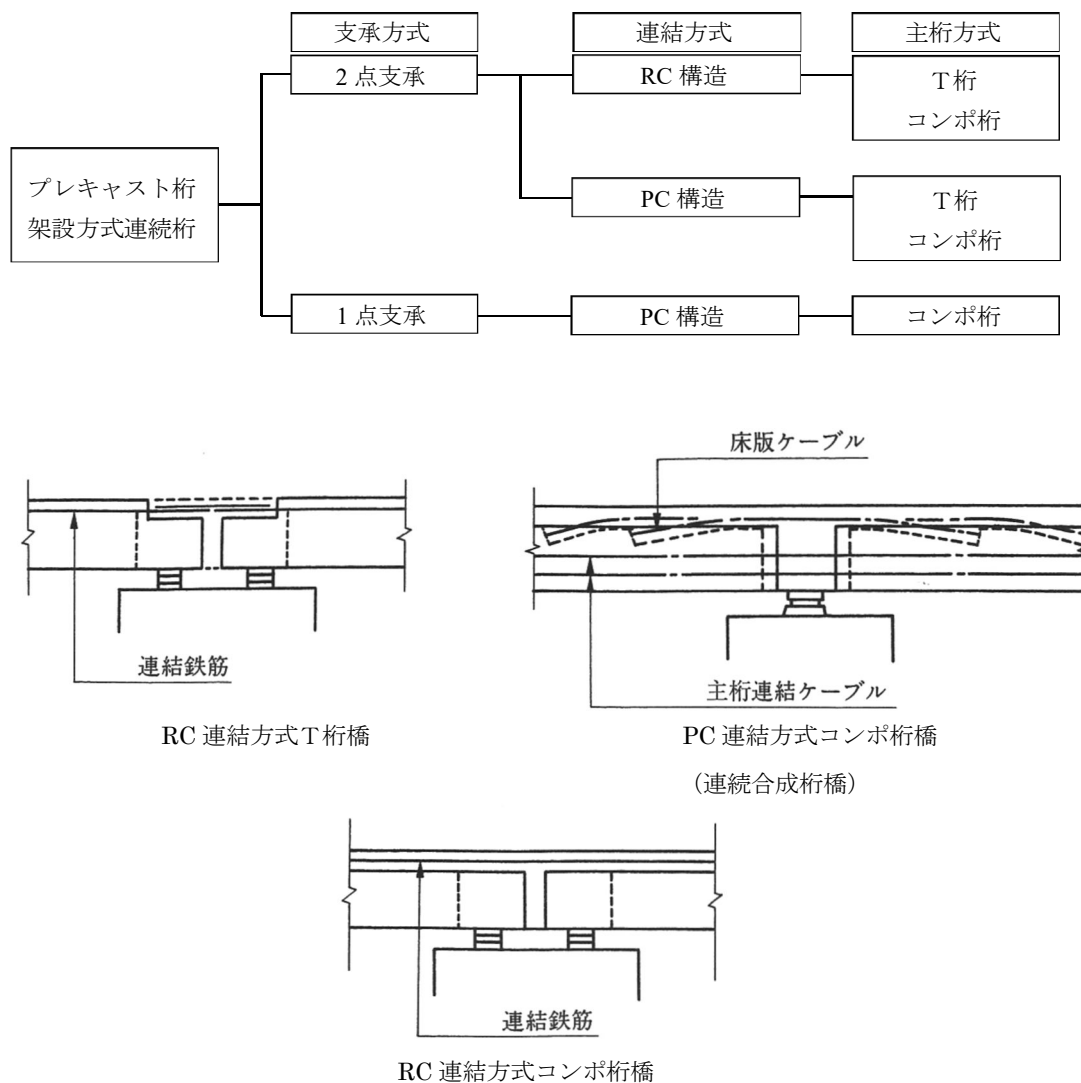


図 - 5.13 プレキャスト桁架設方式連続桁橋の各種形式

プレキャスト桁の支間は、プレテンション桁では24mまで、ポストテンション桁では45m程度までが適用支間の目安となる。支間長が長くなると連結部の断面力が大きくなり、単純桁とした場合の桁高では連結部の設計が困難になることから、桁高を高くするなどにより対処すること。

5.4.2 設計計算

- (1) 断面力を算出する際は主桁自重、横桁及び床版自重については単純桁として算出し、橋面工重量、活荷重、衝撃については連結桁として格子構造理論により算出し、ねじり剛性を考慮することを原則とする。
- (2) 連続桁の解析モデルは中間橋脚上の2点のばね支持を考慮する。
- (3) 連続桁橋の中間支点上の設計曲げモーメントは、負の曲げモーメントによる低減を行わない。

- (2) 連続桁の解析モデルについては、図 - 5.14 に示すように中間橋脚上の2点のばね支承を考慮し解析するが、衝撃係数を算出するための支間は $Lc1$ 、 $Lc2$ 、 $Lc3$ を用いる。

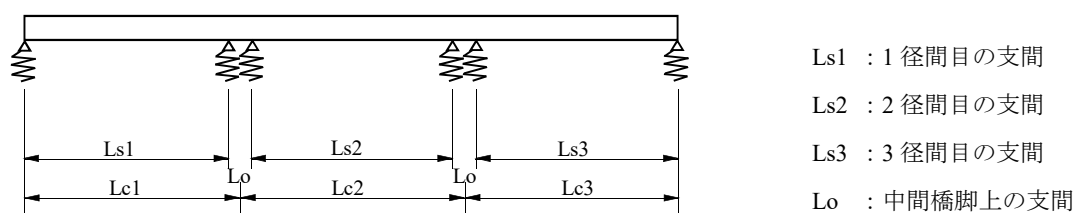


図 - 5.14 解析モデルと設計支間

- (3) 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[道示Ⅲ] 10.5 により低減しているが、連結桁橋では中間橋脚上で2点支持とした解析モデルを採用することから、この低減は行わない。

5.4.3 連結部の設計断面

- (1) 連結部の設計断面は、図 - 5.15 に示す中心位置の断面 B - B、横桁前面位置の断面 A - A 及び断面 C - C とする。

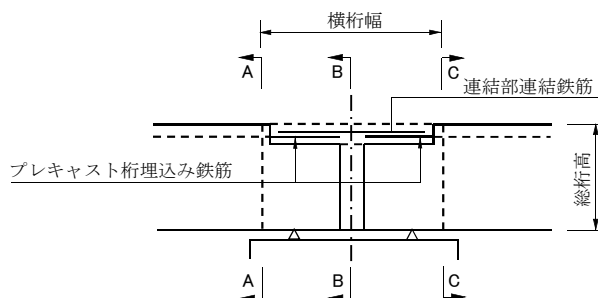
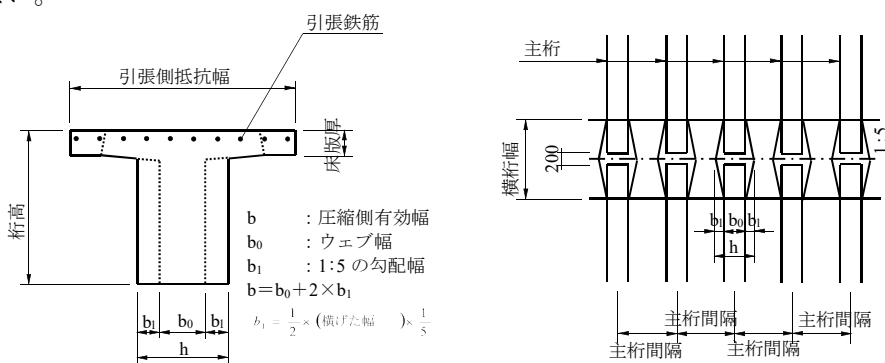
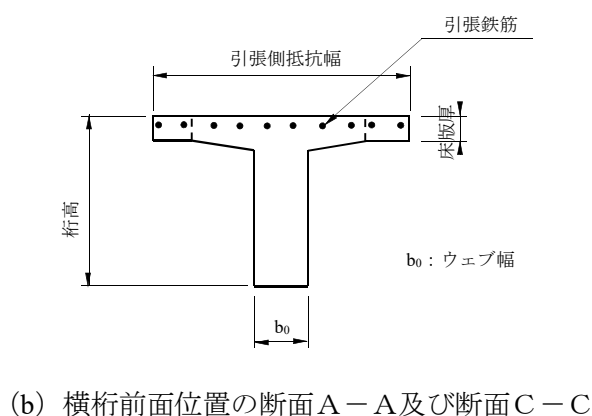


図 - 5.15 連結部の設計断面

- (2) 連結部に作用する負の曲げモーメントに対する抵抗断面は、図 - 5.16 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連結部の横桁前面位置より 1:5 の範囲で考慮してよい。



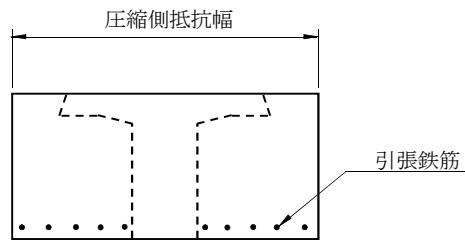
(a) 横桁中心位置の断面 B - B



(b) 横桁前面位置の断面 A - A 及び断面 C - C

図 - 5.16 負の曲げモーメントに対する抵抗断面

- (3) 連結部に作用する正の曲げモーメントに対しては、図 - 5.17 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 - 5.17 の実線で示される断面形状とする。



(横桁中心位置の断面 B-B)

図 - 5.17 正の曲げモーメントに対する抵抗断面

- (1) 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 で照査しておけば安全であるが、断面 A-A、断面 C-C では連結後に作用する負の曲げモーメントによりプレキャスト桁の下縁に圧縮応力を生じる場合があるため、これについても照査する。
- (3) 連結部には負の曲げモーメントが作用するが、支間が短く自重の軽いプレテンション桁を用いる場合などでは連結部に正の曲げモーメントが生じることがある。また、不等沈下の影響を考慮する場合には正の曲げモーメントが作用する場合がある。このような場合には、場所打ちの横桁部下端に必要な量の引張鉄筋を配置する。

5.4.4 設計一般

- (1) 連結部の構造は次による。
 - 1) 連結部の桁端の間隔は 200mm を標準とする。
 - 2) 床版切欠き長は連結鉄筋の長さに両端部の余裕をそれぞれ 50mm 加えた長さ以上とし、連結鉄筋の長さは鉄筋の重ね継手長に連結部の桁端の間隔 200mm を加えた長さとする。
 - 3) 横桁の幅はポストテンション桁の場合は桁高程度以上とし、プレテンション桁の場合は床版切欠き長+100mm 程度とする。プレテンションスラブ桁の場合は、正のモーメントに対する鉄筋（断面下側の鉄筋）を主桁の連結部隔壁内に埋め込む構造としている。この隔壁の幅は引張鉄筋を確実に定着するため 200mm 程度とし、横桁幅は床版切欠き長+400mm 程度とする。
 - 4) 横桁には主桁を縫う形で PC 鋼材を配置する。そのプレストレス量は横桁断面に対してプレテンション桁の場合 1.0N/mm² 以上、ポストテンション桁の場合は 1.5N/mm² 以上とする。この場合、横桁断面とは（横桁幅×総桁高）とする。
 - 5) 連結部横桁の横締め PC 鋼材は箱抜きをして定着するものとするか、もしくは後打ちコンクリートで対応する。
- (2) 連結部の鉄筋は次による。
 - 1) 連結部上側引張鉄筋は 2 段配置までとする。
 - 2) 連結部上側引張鉄筋は原則として D22 以下、中心間隔は 100mm 以上とする。
 - 3) 連結部上側引張鉄筋の最小鉄筋量は 1 段配置で次のとおりとする。

ポストテンション桁	: D22	中心間隔	150mm
プレテンション桁	: D19	中心間隔	150mm
 - 4) 埋込み鉄筋の長さは支間 Ls の 20%以上とする。
 - 5) 埋込み鉄筋と連結鉄筋の重ね継手長は、鉄筋径の 25 倍以上とする。
 - 6) 横桁の下側には主桁の正の曲げモーメントと支点の不等沈下に対する主鉄筋を配置するが、計算上鉄筋が必要でない場合でも用心鉄筋として、連結部上側鉄筋量の 1/2 以上の鉄筋を配置するものとする。
 - 7) 横桁の配力鉄筋は D16 を 200mm 以下の間隔で配置する。
 - 8) 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 150mm 以下とする。

[PC 連結げた橋 設計の手引き (案)] (1998.10) 及び[プレキャスト連結げたの設計法に関する共同研究報告書] (1992.2) を参考に定めた。

- (1) 3) 横桁幅は横桁を介して主桁の連続性を確保するため、ポストテンション桁の場合は桁高と同じ長さ以上とし、プレテンション桁の場合は床版の切欠き部を完全に包むものとしたものである。

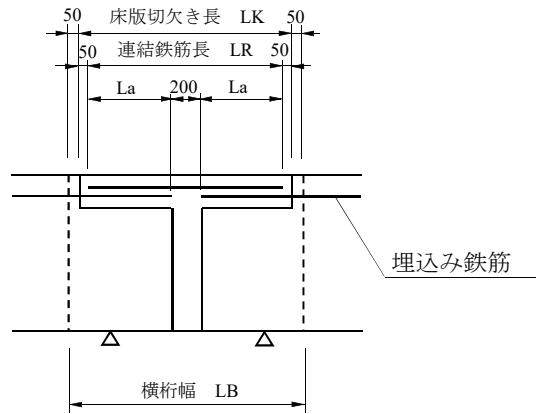


図 - 5.18 連結部の寸法 (プレテンションT桁)

- 4) 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、プレストレスが横桁断面に均等に分布するように横桁 PC 鋼材を配置する。
- 5) ポストテンション桁の場合は桁端が拡幅されており、主桁を箱抜きしても構造上支障がないため、連結部横桁の横締め PC 鋼材は主桁を箱抜きして定着してもよい (図 - 5.19 (a))。ただし、施工性を考慮して後打ちコンクリートで対応する場合もある。プレテンション桁の場合は張出した横桁を箱抜きして定着する。(図 - 5.19 (b))。

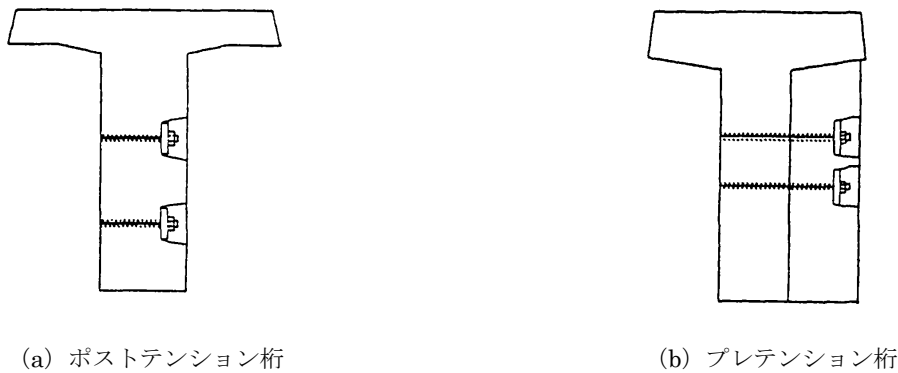


図 - 5.19 連結部横桁の構造

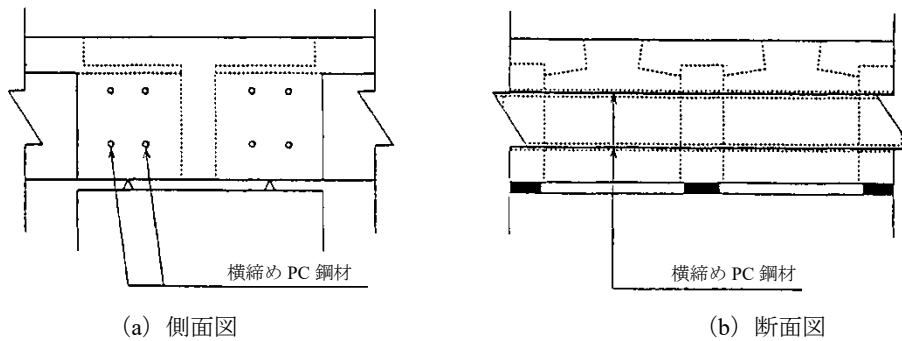


図 - 5.20 連結部横締め PC 鋼材

- (2) 連結部上側鉄筋は重ね継手位置が同一断面にあり、施工性、ひびわれ制御、鉄筋の応力度の面からは1段配置とするが、やむを得ない場合は2段配置までとし鉄筋径についてはD22以下とするのが望ましいが、配置困難な場合はD25まで用いてよい。また、鉄筋の中心間隔は、振動機を挿入するあきを確保するため、100mm以上とする。
- 4) 連結桁の反曲点は支間(Ls)の20%付近にあり、連結部上側引張鉄筋を圧縮域に定着させるには埋め込み鉄筋長は(0.2Ls+定着長)となる。しかし、前死荷重(D1)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寄りになることから、埋込み鉄筋の長さは支間の20%以上としたものである。
- 5) 重ね継手長は本規定及び[道示Ⅲ]5.2.7の値以上を確保すること。
- 8) 切欠き部は横桁に包まれてしまうためずれせん断は発生しないが、用心鉄筋として図-5.21に示すずれ止め鉄筋を配置する。

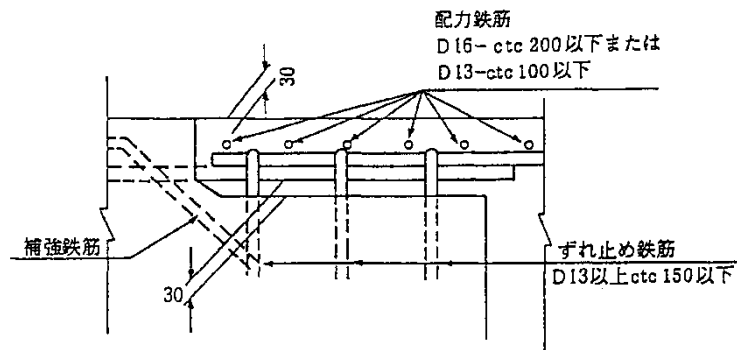


図 - 5.21 連結部におけるずれ止め鉄筋

5.4.5 設計計算

- (1) 連結桁橋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、下記の値を標準とする。
- | | |
|-----------|--------------------------|
| プレテンション桁 | 280kN/mm ² 以下 |
| ポストテンション桁 | 800kN/mm ² 以下 |
- (3) 設計に用いる反力は以下により算出したそれぞれの反力を加算し求める。
- ・連結前の荷重に対しては、単純桁での反力とする。
 - ・連結後の荷重に対しては、ばね支承を考慮した連続桁として算出した反力とする。

- (1) 連結桁橋に用いる支承は、連結後において主桁の挙動が1点支承に近い支持条件となるように所要の鉛直ばね定数をもつゴム支承を用いる。
- (2) ゴム支承の設計圧縮ばね定数は、連結桁端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あり、設計にはこの値を用いてよい。ただし、算出された支点反力にもとづいてゴム支承を設計し、このばね定数が仮定したばね定数を上回る場合は別途設計圧縮ばね定数を定め直す。

5.5 箱桁橋

5.5.1 断面力の算定

- (1) コンクリート桁における主方向及び横方向の設計では、断面形状、幅員、支持条件等に応じて適切に有効断面を設定し、横方向の荷重分配及びねじり剛性効果を適切に評価できる解析理論及び解析モデルによって断面力を算出する。
- (2) 交角 5° 程度以下でも活荷重等の偏載を考慮するため、格子モデルを作成する必要がある。ただし、交角 5° 程度以下であれば曲線長を直線とした、直線の格子モデルで偏載の解析を行ってもよい。

- (1) [道示Ⅲ] 10.2.1 p242、243 による。

供用後の比較的早い段階で発生する変状に対するリスク軽減の配慮として、ねじりの影響を考慮する。直線橋又は曲線橋の区別なく、また単一箱桁又は多重箱桁の区別なく全ての桁形式において活荷重が偏載荷される等によるねじりの影響を考慮する必要がある。構造設計の原則として、活荷重などにより生じるねじりモーメントを考慮することを基本とする。

- (2) 解析モデルの参考例（単一箱桁橋）は以下に示すとおりである。

- ① 段階施工を考慮した架設計算及びプレストレス計算等に用いる棒モデル

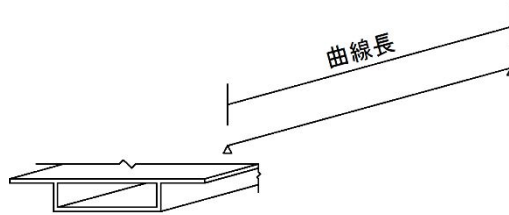


図 - 5.22 解析モデル（棒モデル）

- ② 活荷重の偏載等を考慮した格子モデル

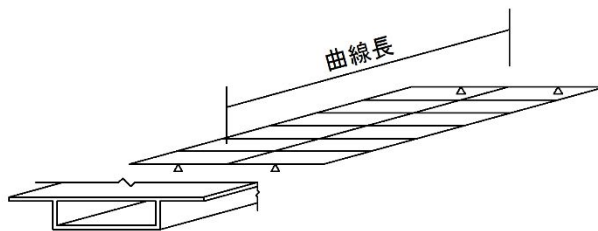


図 - 5.23 解析モデル（格子モデル）

i) 交角 5° 程度以上の場合

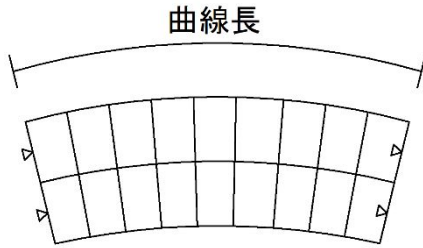


図 - 5.24 解析モデル (曲線)

ii) 交角 5° 程度以下の場合

(直線の格子モデル)



図 - 5.25 解析モデル (直線)

5.5.2 構造細目

- (1) 開口部を設ける場合においては、その周辺を補強すること。
- (2) ウェブの橋軸方向と下フランジ上下面の橋軸方向及び橋軸直角方向には、直径 13mm 以上の鉄筋を 250mm 以下の中心間隔で配置すること。
- (3) 下フランジの最小厚さは 140mm とする。
- (4) ウェブ及びフランジに配置される PC 鋼材は以下の 1) から 3) に配慮して設置する。
 - 1) ウェブに配置することを標準とする。
 - 2) ウェブに配置できない場合には、桁高が変化することにより生じる腹圧力等の影響が小さくなり、また、ウェブにプレストレスが適切に伝達されるようウェブ付近のフランジに配置する。
 - 3) 各ウェブになるべく均等にプレストレス力が伝達されるよう配置する。

(1) [道示Ⅲ] 10.4.3 p.263 による。

(2) 箱桁は、その特性を発揮させるにはねじりモーメントに対しても十分な抵抗力を持つ必要がある。したがって、条文に示す鉄筋を配置するとともに下フランジとウェブの結合部にハンチを設け、鉄筋の定着を十分に行う必要がある。

(3) [道示Ⅲ] 10.3.3 p.260 による。

(4) [道示Ⅲ] 10.3.1(4)の規定に従い定めた。

従来の道示で設計された PC 箱桁の下フランジには橋軸方向のひび割れが見られることがあり、PC 緊張力の鉛直分力（腹圧力）の影響が原因の 1 つとして考えられている。ひび割れ発生リスクを低減するため PC 鋼材配置に配慮すること。

なお、主方向がプレストレストコンクリート構造である箱桁の横桁の設計において、下フランジに腹圧力が作用する場合には[道示Ⅲ] 10.3.1(7)を満足すること。

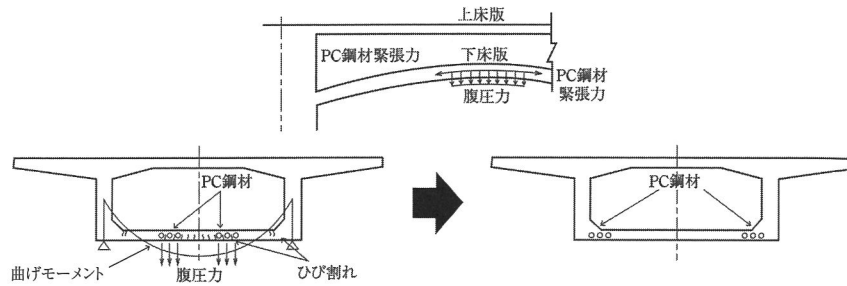


図 - 5.26 下床版に配置する PC 鋼材をウェブ近くに配置した例

5.5.3 縦締 PC 鋼材

PC 箱桁の縦締め PC 鋼材は橋梁規模や鋼材配置、定着のための最小部材厚、施工性、経済性等を総合的に判断して、適切に選定する。

5.5.4 横締 PC 鋼材

PC 箱桁の横締め PC 鋼材は橋梁規模や鋼材配置、定着のための最小部材厚、施工性、経済性等を総合的に判断して選定する。また、施工性の向上や品質確保を図るため、グラウト工が不要となるプレグラウト PC 鋼材の採用を検討すること。

横締 PC 鋼材は施工性を考慮してケーブルを用いることを原則とするが、横締め長が短い場合にはセットロスの影響が大きく不経済となる場合がある。このような場合には PC 鋼棒を含めて施工性、経済性等を総合的に判断し選定するのがよい。

プレグラウト PC 鋼材は、あらかじめポリエチレンシース内に遅延硬化型の樹脂系グラウト材を充填して一体構造とした PC 鋼材で、グラウト作業の省略を図るとともにグラウト不良による品質低下の懸念が少なく耐久性に優れているため多くの実績がある。使用実績のあるプレグラウト PC 鋼材は、鋼より線 SWPR19 の場合 1S21.8 及び 1S28.6 で図 - 5.27 に示す形状である。また、設計にあたっては表 - 5.6 の摩擦係数により行う。

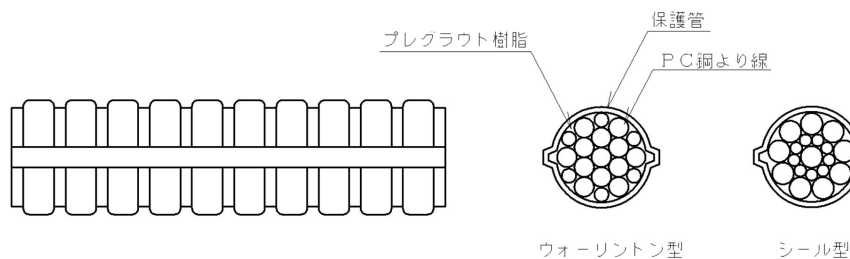


図 - 5.27 プレグラウト PC 鋼材の形状（東北地方整備局の例）

表 - 5.6 プレグラウト PC 鋼材の摩擦係数

	μ (1/rad)	λ (1/m)	備考
プレグラウト PC 鋼材	0.003	0.1	直線に近く、比較的短い鋼材

5.6 中空床版橋

5.6.1 設計一般

- (1) 中空床版橋の断面力は、原則として版理論により算出する。
(2) 片持版を有する中空床版橋の有効幅は主版幅としてよい。

- (1) 中空床版橋の断面力は厳密には異方性版として解析すべきあるが、等方性と仮定しても実用上は問題がないため、等方性版として **olsen** の薄版理論により求めてよい。ただし、**olsen** の薄版理論は線支承を前提としたものであり、支承条件がこれと著しく異なる場合、又は斜角の影響が著しくなる斜角 80° 未満の場合やラーメン床版橋等の支持条件が複雑な場合、又は曲線橋及び斜橋等の場合には格子理論や有限要素法等により解析するのがよい。
- (2) 片持部の曲げ剛性は主版部に比べ十分に小さいため、有効幅は主版幅をとるものとする。片持部の主版部に与える影響は、縁端荷重及び縁端モーメントとして考慮する。

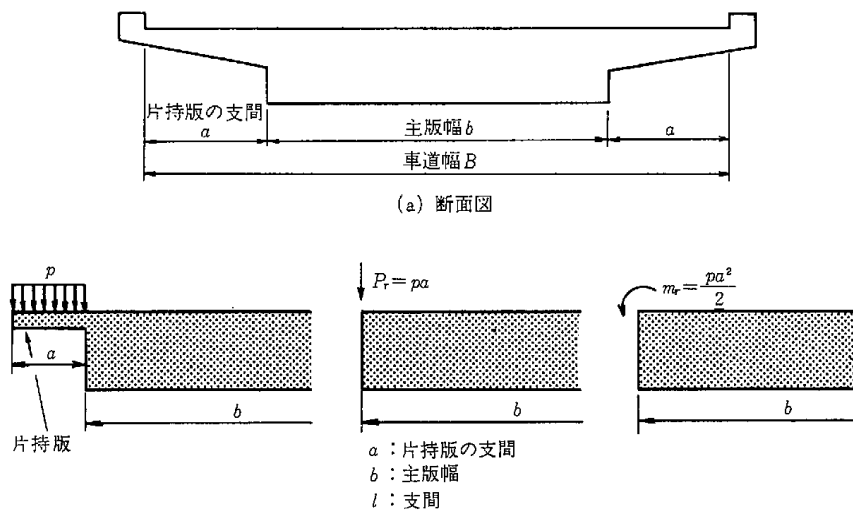


図 - 5.28 縁端荷重及び縁端モーメント

5.6.2 主桁の断面形状

場所打ち中空床版橋の断面形状は次の(1)～(5)を標準とする。

- (1) 片持版の張出し長は 1200～1400mm 程度とする。
- (2) 片持版の付け根の厚さは 400mm を標準とする。
- (3) ボイドの純間隔は、PC 鋼線を用いる場合は 300mm 以上、PC 鋼より線を用いる場合は 350mm 以上とする。
- (4) 主版端部からボイドまでの距離は、PC 鋼線を用いる場合は 350mm 以上、PC 鋼より線を用いる場合は 400mm 以上とする。
- (5) ボイドの上下のかぶりはそれぞれ 150mm、100mm を標準とする。縦断勾配やスペーサーの影響で鋼材のあきが確保できない場合は 150mm 確保する。

ボイドの純間隔は[道示Ⅲ] 14.4.1 に最小寸法を規定しているが、鋼材配置上の実績から図 - 5.29 の値を標準としたものである。

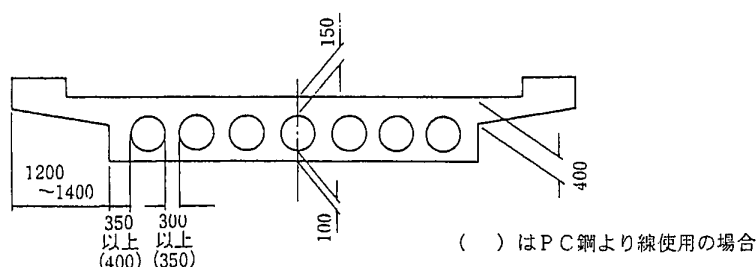


図 - 5.29 場所打ち中空床版橋の断面形状

- (5) 斜角が 70° 未満の場合には斜角方向の鉄筋が重なって配置されるため、ボイドの下のかぶりは 125mm、上のかぶりは 175mm を標準とする。

5.6.3 横桁の形状

- (1) 支承上の横桁幅は版厚以上とする。
- (2) 中間横桁幅は 300mm 以上とする。

横桁幅のとり方は、図 - 5.30 に示すように、支承線に対し直角方向に必要幅を確保する。

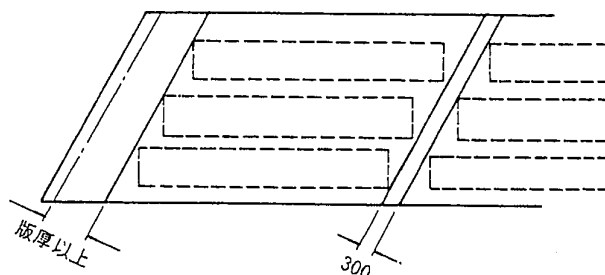


図 - 5.30 横桁の幅のとり方

5.6.4 ボイドの浮き上がり対策

- (1) ボイドはコンクリート打設時に浮力のために浮き上がりや変位が発生し易く、施工時にこのような状態を防ぐ対策を講じること。
- (2) ボイド内に水等が混入しても排水出来るように縦断の低い方へ水抜き孔を設ける。

(1) ボイドの浮き上がり対策例を図 - 5.31～図 - 5.33 に示す。

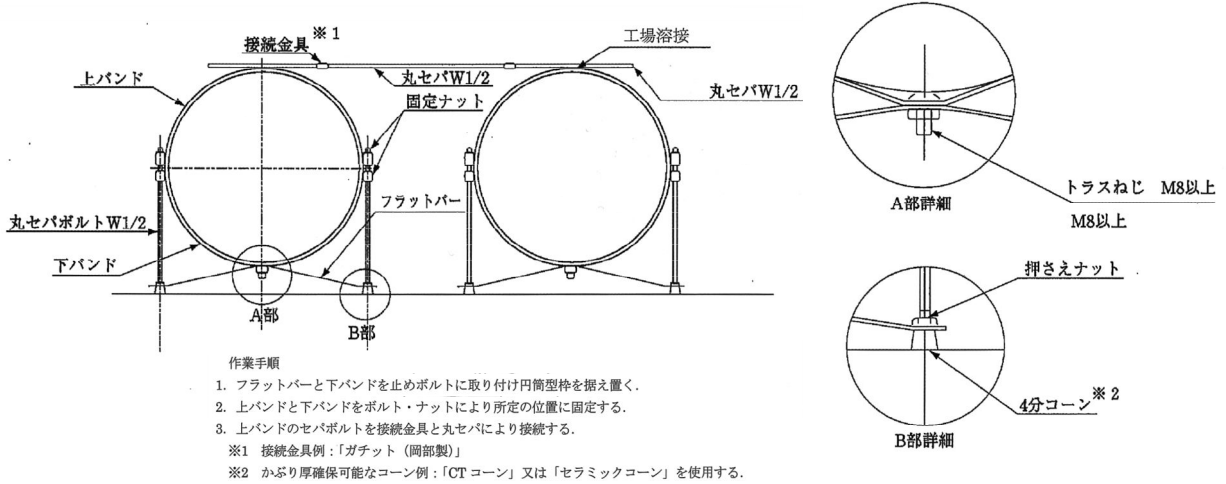


図 - 5.31 等断面桁の場合の固定例

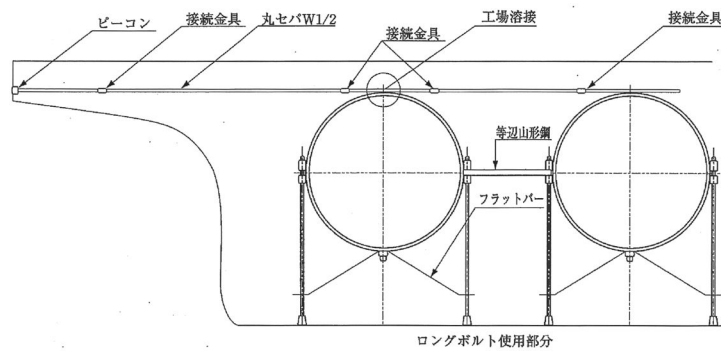


図 - 5.32 変断面桁の場合の固定例

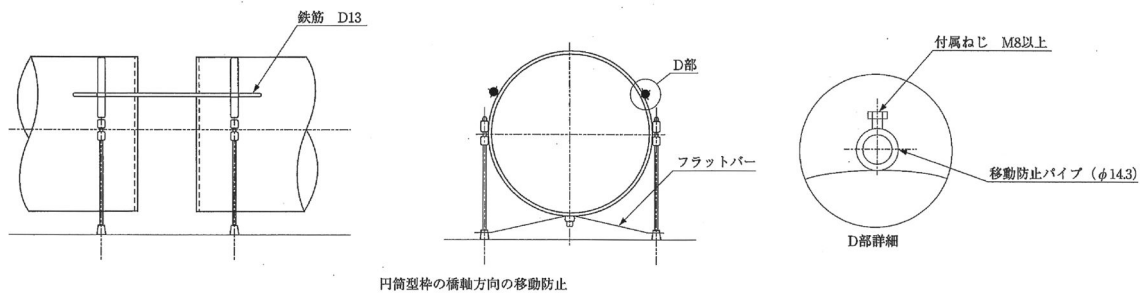


図 - 5.33 橋軸方向の固定例

5.7 外ケーブル構造

5.7.1 適用範囲

外ケーブル構造は内ケーブル構造と併用し、箱桁の桁高の範囲内に恒久的な防錆処理を施した PC 鋼材を配置し、定着部又は偏向部を介して永続的にプレストレスを与える設計に適用する。

- 1) 外ケーブル構造を採用した PC 橋は PC 鋼材をコンクリートの外に配置するため、コンクリートの部材厚、特にウェブの厚さを薄くでき自重の軽減が可能である。また、コンクリート部材内へのシースの取付け作業が不要となると同時に、コンクリート断面内に緊張材が少なくなることからコンクリートの打設が容易になり施工性の向上及び工期の短縮が可能となる。

反面、外ケーブルは桁断面内空部に配置するため、内ケーブルに比較して鋼材の偏心量は小さく、曲げ及びせん断に対する寄与は小さい。終局耐力も付着のある内ケーブルより小さくなる。これらから外ケーブル構造を採用した場合、内ケーブルのみの構造に対して鋼材の偏心量を確保するために、桁高を高くしたり大容量の緊張材を使用することによって対処する必要が生じる。

外ケーブル構造を採用した事例は、外ケーブルを外部環境から保護することのできる PC 箱桁橋が最も多い。

- 2) PC 箱桁橋を計画する際は外ケーブル構造の特性を踏まえ、構造的、施工性及び経済性から内ケーブル構造との併用を検討し設計を行うものとする。外ケーブルと内ケーブルの比率は、その効果が十分に得られるように設定するとともに将来の耐久性にも配慮して検討する必要がある。張出し架設にて施工される PC 箱桁橋においては、架設時荷重を内ケーブル、後死荷重や活荷重を外ケーブルにて負担させている事例が多い。

[PC 道路橋計画マニュアル] (2007.10) に示された例を以下に示す。

- ・ 全て外ケーブルとする場合
- ・ 外ケーブルを配置可能な範囲内で最大限配置し、その他を内ケーブルで負担する場合
- ・ 永久荷重を内ケーブル、変動荷重を外ケーブルで負担する場合
- ・ 架設時に必要な分を内ケーブル、その他を外ケーブルで負担する場合
- ・ 内ケーブルを上床版及び下床版に配置し、その他を外ケーブルで負担する場合

- 3) 外ケーブル方式の緊張材を定着する横桁、隔壁、及び定着突起には大きな局部応力が生じるため、鉄筋又は PC 鋼材で補強すること。定着部の部材厚やハンチなどの形状・寸法及び補強鋼材量は実績を考慮し簡易式にて補強を決定してよい。しかし、主桁の断面形状や定着部の構造、架設工法の制約などにより簡易法が適切でないことがあるため、十分留意すること。

[新技術評価事例 (コンクリート構造) -外ケーブル構造-] (2007.8 一社プレストレストコンクリート建設業協会) では、定着部及び偏向部の構造を主桁の拘束面数で分類し、各構造に対する慣用的な断面力算定方法を示している。拘束面数が多い場合 (3~4 面) は、簡易モデルを用いる事例が多いが、形状が複雑又は開口の影響が無視できない場合は、FEM 解析による応力照査が併行される場合もある。一方、拘束面数が少ない場合 (1~2 面) は、実挙動に近い解析応答値 (FEM 解析等) により安全性が検証される場合が多い。