

第 5 章 橋梁

5-1-6	基礎構造	5-36
1)	設計一般	5-36
2)	場所打ち杭	5-37
3)	深礎基礎	5-39
5-1-7	耐震設計	5-41
1)	耐震設計の基本方針	5-41
2)	免震設計	5-41
3)	支承	5-43
4)	落橋防止システム	5-44
5-1-8	橋梁付属物	5-44
1)	基本事項	5-44
2)	地覆、高欄	5-44
3)	遮音壁の建築限界及び建て込み方法	5-47
4)	橋面排水、橋面防水	5-47
5)	伸縮装置	5-49
6)	検査路	5-49
7)	親柱	5-50
8)	落下物防止柵	5-50
5-2	橋梁保全	5-52
5-2-1	基本事項	5-52
5-2-2	耐震補強	5-53
1)	基本事項	5-53
2)	橋脚の耐震対策	5-54
3)	落橋防止システムの構築	5-59

I. 基本コンセプト

① 単純・連続構造

昭和時代に施工された橋梁の多くは、静定構造で複雑な設計計算が必要なく、経済性でも有利となる場合が多いことから、連続高架橋などにおいても、単純桁を並べる構造を多く採用していたが、平成7年に発生した兵庫県南部地震において、地盤の水平移動などにより、落橋防止対策が講じられていたにもかかわらず、単純桁の落橋被害が数多く発生した。



写真-5- I-1 単純桁の落橋

これらの教訓を踏まえ、橋全体での耐震性の向上が重要とされ、平成8年の道路橋示方書改定で、耐震設計の基本として、上部構造の落下を確実に防止するためには、できるだけ多径間連続構造とするのが望ましいとされ、耐震性の高い構造形式として、連続構造が基本となった。

また同時に、多径間連続構造においても、固定支承を支持する下部構造の負担が過大となりやすいため、地震時水平力分散構造が望ましいとされた。

経済性についても、表5-I-1に示すように、昭和50年代頃の比較では、連続構造は1点固定が一般的であり、地震時水平力が集中する固定支承部の下部工が、他の下部に比べて大きくなるため、単純桁の方が有利となる傾向にあったが、現在では、免震支承や多点固定などの新たな支承形式が普及したことで、下部工が合理化され、橋梁全体での経済性では連続構造が有利となる傾向にある。

また、支承においては、免震支承の価格が水平力分散支承と同程度になったことや、高減衰ゴムなどのより減衰効果が大きな免震支承が開発されたことから、免震支承を採用することで地震時水平力の減衰による下部工規模の縮小とあわせ、橋梁全体のトータルコストの縮減が可能となり、近年多くの橋梁で採用されている。ただし、免震支承の採用にあたっては、道路橋示方書において免震効果が確実に発揮されるよう、その適用範囲が示されているため留意する必要がある。

表5-I-1 連続桁と単純桁の経済比較例

＜鋼3径間連続桁橋、支間長40m、幅員10mを想定＞ (単位: 百万円)

		【昭和50年代】								【現在】							
		連続桁				単純桁				連続桁				単純桁			
橋梁形式																	
		M	F	M	M	F	M,F	M,F	M	E	E	E	E	F	M,F	M,F	M
下部工	下部躯体	20	40	20	20	20	20	20	20	22	22	22	22	27	27	27	27
	杭基礎	6本	12本	6本	6本	6本	6本	6本	6本	8本	8本	8本	8本	8本	8本	8本	8本
	下部工計	16	32	16	16	16	16	16	16	22	22	22	22	22	22	22	22
		180				144				176				196			
		(1.25)				(1.00)				(1.22)				(1.36)			
上部工	支承	BP支承				BP支承				免震支承				ゴム支承			
		4個	4個	4個	4個	4個	8個	8個	4個	4個	4個	4個	4個	4個	8個	8個	4個
		8	12	12	8	8	16	16	8	14	20	20	14	12	24	24	12
	橋体	300t				315t				300t				315t			
		正曲げの影響により鋼重大															
		220				230				220				230			
	床版	160				160				160				160			
	落橋防止	2				4				3				6			
	上部工計	422				442				451				468			
		(0.95)				(1.00)				(1.02)				(1.06)			
合計	合計	602				586				627				664			
		(1.03)				(1.00)				(1.07)				(1.13)			

Ⅱ. 中部知見

① 橋梁形式選定の方法

橋梁形式の選定については、一部の設計において表-5-II-1 に示すような適用可能な全ての橋梁形式を抽出し、それらについて経済性に加えて、構造的性、施工性、走行性、環境性、維持管理などの項目を点数評価し、合計点数が最も高い橋梁形式を選定している事例が見受けられる。

この方法では、個々の評価項目の点数評価の重み付けや、評価項目間のバランス等の評価方法がオーソライズされていないため、評価方法によって選定される橋梁形式が左右されたり、意図しない橋梁形式が選定されることにもなりかねない。

表-5-II-1 点数評価による橋梁形式選定のイメージ

	第1案 ○○橋	第2案 △△橋	第3案 ◎◎橋	第4案 □□橋	第5案 ▼▼橋
構造的性	5点	⋮	⋮	⋮	⋮
施工性	3点	⋮	⋮	⋮	⋮
走行性	4点	⋮	⋮	⋮	⋮
環境性	2点	⋮	⋮	⋮	⋮
経済性	4点	⋮	⋮	⋮	⋮
合計	18点	20点	19点	17点	16点
採否		採用			

これらの評価項目は、比較する橋梁形式を予め抽出するための前提条件と建設費用や維持管理費等の定量的なコスト比較（経済性）に区分できると考えられる。（表-5-II-2 参照）

このため、橋梁形式選定にあたっては、適用可能な全ての橋梁形式から、予め前提条件で橋梁形式を絞り込み、抽出した橋梁形式に対してLCCを含む経済性で橋梁形式を選定する方法が好ましいと云える。

表-5-II-2 評価項目の経済性と前提条件への区分

評価項目	評価分類	経済性	前提条件
構造的性	耐久性	—	○
	耐震性	—	○
施工性	工期	○	—
	工法	○	—
	仮設工	○	—
	施工時の安全性	—	○
	施工時の制約条件	—	○
	施工時の騒音振動	—	○
走行性	伸縮継手	○	—
環境性	景観	—	○
維持管理	日常管理	○	—
	床版・主桁の補修	○	—
	塗装塗り替え	○	—

② 橋種選定

橋梁の設計において、近年、工費や工期が縮減できるなどの理由から、設計手法などが確立されていない新技術・新工法を取り入れた新たな橋梁形式が選定される場合が増加している。

これまでの中部地方整備局における橋種の選定については、支間長 200m 以上の橋梁等で実験等を通じて性能を確認する場合を除き、道路橋示方書に示されている規定及び留意点を満足していることを、採否の判断基準としていた。

中部地方整備局における橋種選定について、これまでの考え方及び平成 24 年道路橋示方書改定に伴って変更した点を中心に、基本方針を下記のとおり記載する。

a) 鋼橋

ア) 少数主桁橋、細幅箱桁橋

少数主桁橋、細幅箱桁橋については、道路橋示方書に対傾構及び横構の簡略化に関する規定がないが、他機関で設けた指針などによる設計手法が一般化されていることから、採用は可能である。ただし、2 主桁橋については、将来の補修時の施工方法に対する懸念があるため、迂回路のない路線については原則採用しないこととしている。

なお、ここでいう迂回路とは、当該道路と同等規格の道路を指す。



写真-5-II-1 少数主桁橋

イ) 鋼・コンクリート合成床版

鋼・コンクリート合成床版については、道路橋示方書に設計手法が記載されていないが、他機関で実施した性能実験の結果を踏まえ、性能が確認できている形式を工事の追加特記仕様書で明示して採用している。

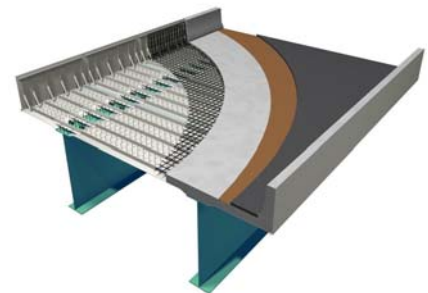


図-5-II-1 鋼・コンクリート合成床版

ウ) 開断面箱桁橋

開断面箱桁橋については、道路橋示方書・鋼橋編 11.1 「適用の範囲」において、充腹の I 型断面、 π 型断面、箱桁断面の鋼桁のみを適用としているため、原則採用しないこととしている。

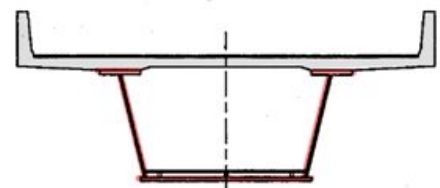


図-5-II-2 開断面箱桁橋

エ) 複合ラーメン橋

複合ラーメン橋については、道路橋示方書・鋼橋編 16.1 「適用の範囲」において、鋼製の上部構造とコンクリートの下部構造による一体構造については、設計手法が規定されていないため、原則採用しないこととしている。

ただし、これらの構造のうち「橋台部ジョイントレス構造」については、下記「c) その他 イ)」に示すとおりである。



写真-5-II-2 複合ラーメン橋

b) コンクリート橋

ア) 外ケーブル橋

外ケーブル橋については、道路橋示方書に基づき採用可能であるが、大規模地震時等において、部材の変形による外ケーブルの偏心に対する懸念があるため、外ケーブルの荷重分担を活荷重に限定して採用している。

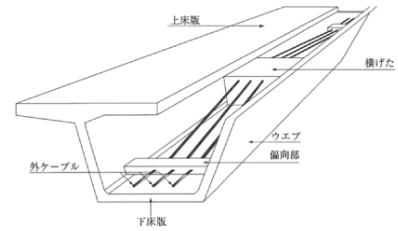


図-5-II-3 外ケーブル橋

イ) PRC 構造

PRC 構造については、道路橋示方書において、ひび割れを制御する設計手法が規定されていないため、これまで採用していない。また、H24 道路橋示方書においても従来と同様に PRC 構造について規定がされておらず、また過去の PRC 構造に関する不具合に対する課題が明らかに解消されていないため、原則採用しないこととしている。

ウ) PCU コンポ橋

PCU コンポ橋については、道路橋示方書・コンクリート橋編においては、床版桁を除き T 桁と箱桁橋のみを規定しており、また U 型桁内部の点検が困難であることから、原則採用しないこととしている。



写真-5-II-3 PCU コンポ橋

c) その他

ア) 複合構造

波形鋼板ウェブ橋などの鋼とコンクリートを組み合わせた合成構造については、H14 道路橋示方書までは、これらに関する規定が無く、設計手法が確立されていなかったため、中部地方整備局ではこれまでに採用をしていない。

H24 道路橋示方書の改訂により、新たに「複合構造」として留意点が記載されたため、既に他機関にて行った性能実験などで実証済みの細部構造に限定し、留意点を個別に性能を照査することで採用可能である。



写真-5-II-4 波形鋼板ウェブ橋

イ) 橋台部ジョイントレス構造

ポータルラーメン橋などの橋台部ジョイントレス構造については、道路橋示方書に規定がされていなかったが、土木研究所等における研究が進められており、これらの研究成果を踏まえ、個々に性能を照査することで採用可能としている。

H24 道路橋示方書の改定により、新たに橋台部ジョイントレス構造として記載されたため、これに基づき採用可能である。

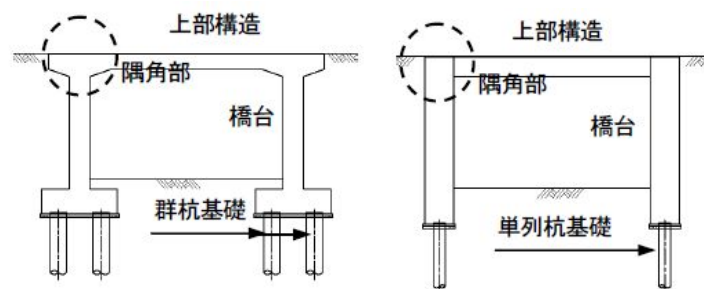


図-5-II-4 橋台部ジョイントレス構造

③ 盛りこぼし橋台設計時の留意点

高盛土部分に橋台を設置する場合、現地盤面にフーチングをセットすると壁高が高くなり、土圧も非常に大きくなることからコストも割高となる。(図-5-II-5 参照)

このため考え出された方式が、図-5-II-6 に示す様に、盛土内に躯体をセットしてコストを抑えるようにしたものであり、「盛りこぼし橋台」という。

盛りこぼし橋台では、盛土内へ杭が突出することとなり、従来は杭の突出部に受働土圧を載荷するなどしていた。

その後、NEXCO の設計要領に応答変位法を用いた盛りこぼし橋台の設計法が示され、これによると従来の設計法と比べ杭本数が減らせることとなり、現在では、盛りこぼし橋台の設計は、NEXCO の設計法を用いたものといっても過言ではない状況である。

但し、NEXCO の設計法は単に設計手法というものではなく、図-5-II-7 に示す様に、盛土形状が規定されるとともに、盛土の強度が変形係数で $E_{sp}=10,000\text{kN/m}^2$ 、N 値に換算すると 15 程度が必要条件として示されている。

一方、一般的な盛土工事では流用土を使うなど、設計段階で、盛土の強度をあらかじめ把握しておくことは大変困難である。

このため、NEXCO の設計法を用いた盛りこぼし橋台を計画する際は、使用する盛土の強度等の品質管理まで十分配慮した上で、採用を検討する必要がある。

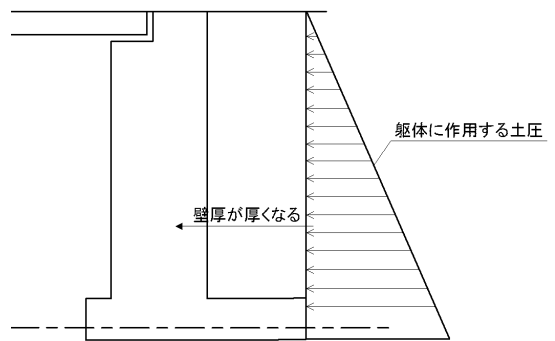


図-5-II-5 逆T式橋台のイメージ

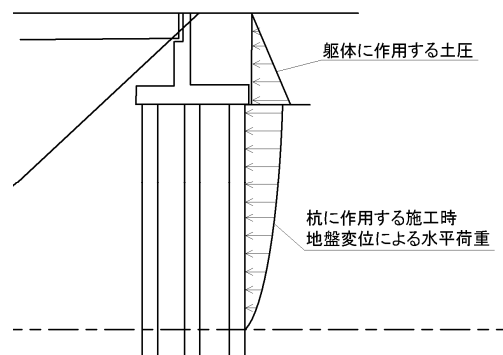


図-5-II-6 盛りこぼし橋台のイメージ

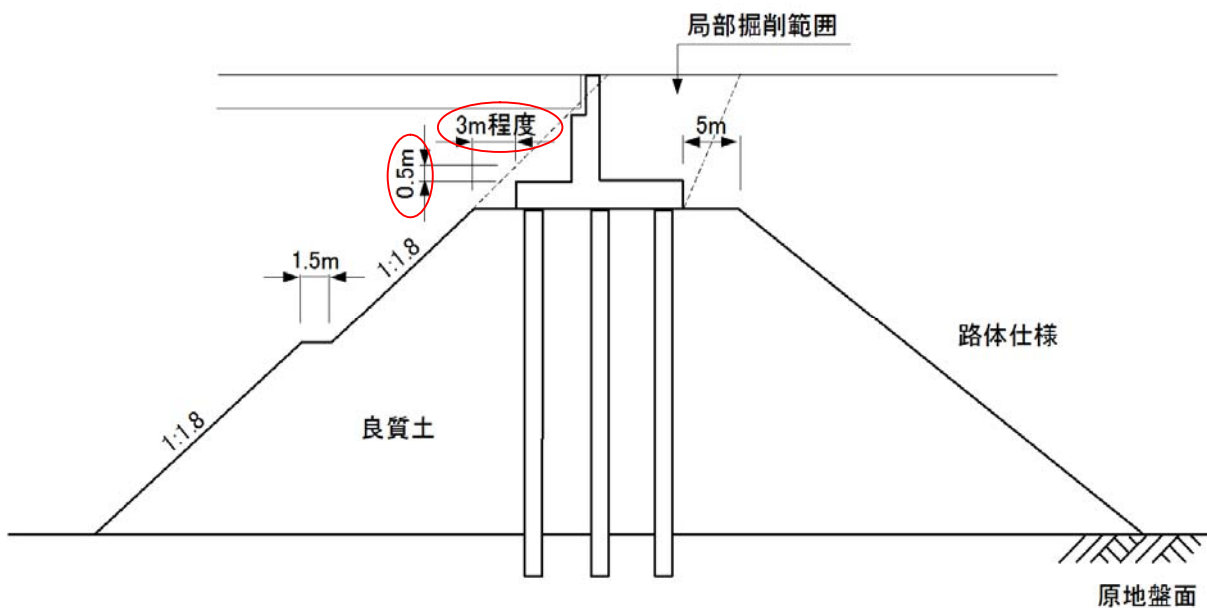


図-5-II-7 NEXCO の設計法による盛土形状の規定

Ⅲ. 設計標準

5-1 橋梁新設

5-1-1 基本事項

1) 上部工の形式

一般に用いられている道路橋（鋼橋、コンクリート橋）の形式、支間長の参考資料を下表に示す。

表-5-Ⅲ-1 上部工形式の適用支間長と桁高スパン比の目安

橋梁形式			支間長 (m)				桁高スパン比の目安
			50	100	150	200	
鋼橋	ガーダート系	単純形式	H形鋼橋		■		1/25
			非合成鉄桁		■		1/18
			非合成箱桁		■		1/20
		連続形式	非合成鉄桁橋		■		1/18
			非合成箱桁橋		■		1/23
	鋼床版鉄桁橋		■			1/25	
	鋼床版箱桁橋		■			1/27	
	π型ラーメン橋		■			—	
	少数主桁橋		■			1/15	
	細幅箱桁橋		■			1/25	
	インテグラル橋(上下部一体型複合ラーメン橋)		■			1/18	
	トラス系	単純トラス		■			1/9
		連続トラス		■			1/10
	補剛アーチ系	上路	ランガー桁橋		■		—
			ローゼ桁橋		■		—
		中路	ローゼ桁橋		■		—
			ランガー桁橋		■		—
			トラスランガー桁橋		■		—
			ローゼ桁橋		■		—
	下路	ローゼ桁橋		■		—	
ニールセン系ローゼ桁橋		■		—			
アーチ橋(無補剛)		■			—		
斜張橋		■			—		
吊橋		■			—		
コンクリート橋	プレキャスト桁架設	プレテンション	単純橋		■		1/24
			T桁		■		1/18
			連続桁橋		■		1/18
		ポストテンション	単純橋		□		1/18
			T形コンボ桁		□		1/15
			連続桁橋		□		1/18
	T形コンボ桁		□		1/15		
	支保工架設	単純橋		□		1/20~1/25	
		連続橋		■		1/17~1/20	
		箱桁		■		1/17~1/20	
	π型ラーメン橋		■			1/32	
	片持架設(注3)	箱桁		■			1/15~1/35
		連続ラーメン		■			1/15~1/35
	ポータルラーメン橋		■			1/20	
	アーチ橋		■			支間ライズ比 1/4~1/8	
エクストラード橋(注3)	固定支保		■			1/25~1/30	
	片持架設		■			1/30~1/60	
	斜張橋		■			1/40~1/100	
その他	プレビーム合成桁橋		■			1/20~1/35	
	パイプレ方式による桁橋		■			1/32	
RC橋	中空床版橋		■			1/15~1/18	

注 1) ■ : 一般的によく適用される範囲、 □ : 比較的適用される範囲

注 2) PC箱桁の適用支間長については、波形鋼板ウェブも含む

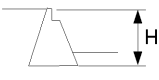

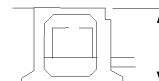
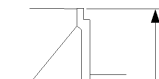
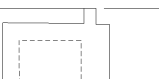

注 3) 桁高スパン比の目安の値は、中間支点桁高~支間中央桁高

2) 下部工の形式

(1) 橋台の種類

一般的に採用される橋台の種類は下表を参照のこと。

表-5-III-2 橋台の種類と適用高さ

橋台形式	適用高さ	特徴等
重力式 	3.0m~6.0m	<ul style="list-style-type: none"> 自重が大であるため、高さが低くかつ良好な地盤の場所に用いる。
逆T式 	5.0m~15.0m	<ul style="list-style-type: none"> 逆T式橋台のたて壁は、軸力と曲げモーメントを受ける片持梁として設計する。 自重を少なくし、土の重量によって安定を保たせる利点がある。
ラーメン式 	10.0m~15.0m	<ul style="list-style-type: none"> ラーメン式橋台は、次のような条件のとき採用されることが多い。 <ol style="list-style-type: none"> 躯体が高くなると土圧による影響が支配的となるので、その軽減を図る場合。 上部構造からの大きい水平力に抵抗させる場合。 ラーメン形式として背面に通路を設ける必要がある場合。 その他ラーメン形式にする方が他形式と比較して、より構造的・経済的に有利となる場合。
控え壁式 	特別な事情がない限り採用しないものとする。	<ul style="list-style-type: none"> 前壁、後底版は連続梁、控え壁はT型梁として設計する。 自重を軽くすることができ、高い橋台に適する。ただし、控え壁部のコンクリート打設や裏込土砂の転圧が困難であることから、特別な事情がない限り採用しないものとする。
箱式 	12.0m~18.0m	<ul style="list-style-type: none"> 箱式橋台は、杭基礎で中空とすることにより地震時慣性力が小さくなり、基礎も小さく経済的となる場合に採用されることが多い。 滑動で厳しい場合は、箱内に土を詰め、自重増を図る。 箱内に土を詰めない場合は、箱内の点検に配慮すること。
盛りこぼし 	h=5.0m~7.0m H=10.0m~30.0m	<ul style="list-style-type: none"> 盛りこぼし橋台は、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。 ただし、II-③に示すように、その適用に当たっては盛土工事の品質管理まで十分配慮する必要がある。

3) 設計図等に記載すべき事項

橋梁全体一般図へ表-5-III-3を参考として、設計条件表を記載するものとする。

表-5-III-3 設計条件表 (参考)

基本事項	路線名			
	架橋位置			
	橋名			
	設計業務名			
	設計年月日			
	設計会社名			
橋梁基本 条件	適用示方書			
	道路規格			
	重要度区分			
	設計速度			
	橋長			
	桁長			
	支間長			
	幅員	全幅員		
		有効幅員		
	平面線形			
	縦断勾配			
	横断勾配			
	斜角			
	形式	上部工		
		下部工	橋台	
			橋脚	
		基礎工	橋台	
	橋脚			
	塩害対策区分とその対策			
	耐震性能	レベル1		
		レベル2		
		地域区分		
	固有周期	レベル1	橋軸方向	
			橋軸直角方向	
		レベル2	橋軸方向	
			橋軸直角方向	
	設計水平震度	レベル1	橋軸方向	
橋軸直角方向				
レベル2		タイプⅠ	橋軸方向	
		タイプⅡ	橋軸直角方向	
支承条件	地震時に損傷させる部材		どこを優先的に点検するか判断するため	
	支持条件	橋軸方向		
		橋軸直角方向		
	支承形式		どのような支承なのか把握するため	
落橋防止システム	許容せん断ひずみ			
	落橋防止構造		どのように機能しているべきか把握するため	
	横変位拘束構造		どのように機能しているべきか把握するため	
伸縮装置		構造形式のほか、損傷するかどうか記載する		
荷重条件	防護柵形式			
	設計活荷重			
	単位重量			
	付属物(遮音壁等)			
地形・地質 ・地盤条件	添架物		ライフラインとして重要なので、添架物名称を列記する	
	支持層			
	地盤種別			
材料の条件	使用材料	上部工	鋼材	
			コンクリート	床版
		地覆・壁高欄		材料(コンクリート、鋼材)
		下部工	コンクリート	
	鉄筋			
	基礎工	コンクリート		設計基準強度
		鉄筋(鋼材)		
	防食		防食仕様	
			防水層	
	施工の条件	施工方法	架設工法	
維持管理の 条件	検査路設置位置	上部工		橋梁までの進入ルートについても記載する
		下部工		橋梁までの進入ルートについても記載する
	点検方法	主桁		点検に必要な機材等を含めて記載する
		支承部		点検に必要な機材等を含めて記載する
		下部工		点検に必要な機材等を含めて記載する

【解説】

平成24年3月に改定された道路橋示方書・同解説Ⅰ共通編「1.7 設計図等に記載すべき事項」において、施工段階における設計の前提条件との整合や、補修・補強・維持管理段階における適切な情報伝達等を目的として、記載すべき事項の内、主な設計条件等に関して項目の充実が図られた。この改定を踏まえ、橋梁全体一般図に記載する設計条件表を規定したものである。

5-1-2 使用材料、共通事項

1) 使用材料

(1) 鋼橋の鋼材

- ① 主構に使用する鋼材は溶接構造用圧延鋼材及び溶接構造用耐候性熱間圧延鋼材とする。
なお、形鋼を使用する場合は、SS400 としてもよい。

【解説】

形鋼の SS400 材の使用について『ガイドライン型設計適用上の考え方と標準図集』において、「溶接箇所を持つ部材には SM400 材を用いるのが原則であるが、SM 材の形鋼の入手難易度を考慮して、SS400 材を用いてもよい」と記載されている。

この背景は、日本橋梁建設協会へのヒアリングから、以下のとおりである。

- ・SS400 材の形鋼については、SM 材の形鋼の入手が一般的に困難であり、国内で流通する SS 材は品質が高く、溶接性試験においても実質的に問題がないことから、形鋼を使用する場合は SS400 としてもよいものとした。
- ・ただし、海外製品には粗悪品が含まれる可能性があることに十分留意する必要がある。

② 高力ボルト

高力ボルトは摩擦接合とし、トルシア型高力ボルト (S10T、M22) を原則とし、専用締付機で施工できない箇所は、高力ボルト (F10T、M22) を原則とする。

(2) コンクリート橋の使用材料

- ① 鋼より線、鋼棒については、B 種を用いることを標準とする。
- ② 横締 (横方向) の設計に用いる PC 鋼材の種別は、設計条件、現場条件、架設条件、経済性、施工条件等総合的な検討を行い決定するものとする。なお、鋼より線、鋼棒については、B 種を用いることを標準とする。

場所打ち床版に用いる横締め PC 鋼材は、プレグラウト PC 鋼材を標準とし、この場合に用いるシースは、被覆材シース (高密度ポリエチレン管) を標準とする。

なお、被覆材シースの寸法は、下表を標準とする。

表 5-III-4 被覆材シースの断面寸法表 (mm)

	呼び名	被覆材シースの外径 (最大)
SWPR19L	1S17.8	31
	1S19.3	33
	1S21.8	36
	1S28.6	45

③ 外ケーブルに用いる PC 鋼材等

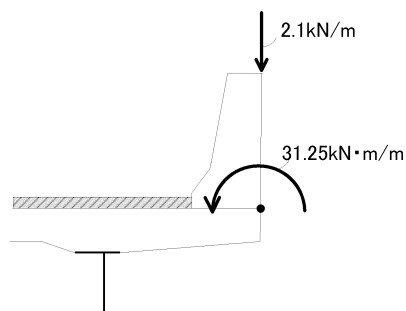
なお、外ケーブルに用いるプレグラウト PC 鋼材やエポキシ被覆鋼材については、偏向部におけるフレッチング疲労に対する耐久性及び定着具の性能について検証されたものを使用すること。

2) 付属物荷重

付属物荷重として、笠木付遮音壁：W=2.1kN/m、H=4.1m（路面から5.0m）相当の荷重を載荷するものとし、1期線、2期線に係らず、両側の地覆最外縁に考慮するものとする。

また、張り出し床版部等の曲げモーメントを考慮する必要がある部材の設計においては、上記鉛直荷重の他、曲げモーメントとして31.25kN・m/m（死荷重）を付属物荷重として考慮するものとする。ただし、床版上面引張等の曲げモーメントの向きが逆向きとなる場合は、風下側の値として、15.625kN・mを逆向きに作用させるものとする。

なお、上記は、死荷重+風荷重時における値であり、活荷重同時載荷時の値でないことに留意すること。



※床版上面引張等の曲げモーメントの向きが逆になる場合は、風下側の値として、15.625kN・mを逆向きに作用させること。

図-5-III-1 付属物荷重

【解説】

従来、遮音壁荷重としていたが、本来、遮音壁以外にも、標識や照明施設等も設置されることが考えられ、これらすべてに対する想定荷重のため、名称を付属物荷重とした。

なお、死荷重としての曲げモーメント31.25kN・m/mは、遮音壁に作用する風荷重3.0kN/m²を風時の許容応力度の割り増し1.20で除したものである。よって、設計段階において、張り出しが大きい標識等の設置が明確でない場合は、この荷重で包括されるものである。

- ・風荷重：3.0kN/m²（活荷重無載荷時、風上側）
- ・作用高さ：5.0m / 2 = 2.5m
- ・曲げモーメント：3.0kN/m² × 5m × 2.5m = 37.5kN・m/m
- ・常時換算：37.5kN・m/m / 1.2 = 31.25kN・m/m

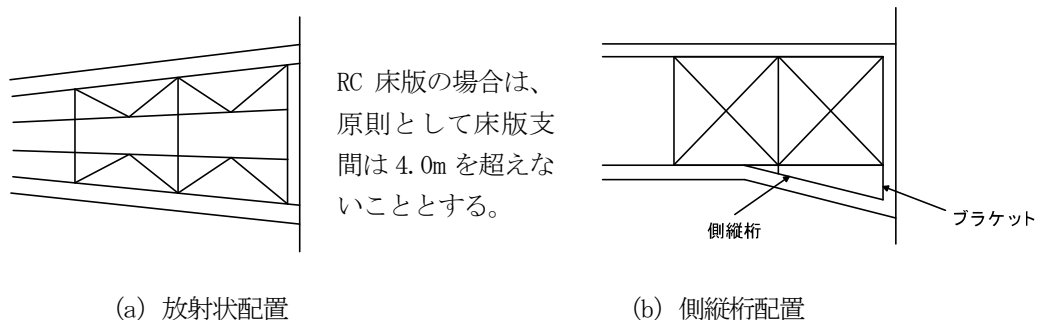
5-1-3 上部構造（鋼橋）

1) 共通

(1) 主桁

① 斜橋及びバチ橋の桁配置

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とするか側縦桁（ブラケットを含む）とするか検討を行う。



RC 床版の場合は、原則として床版支間は4.0mを超えないこととする。

図-5-III-2 斜橋及びバチ橋の桁配置

② 主桁の形状と橋面の横断勾配及びハンチ

a) 鈹桁

横断勾配とハンチとの関係はハンチ高を一定とし、各主桁相互の高さを変えることを標準とする。

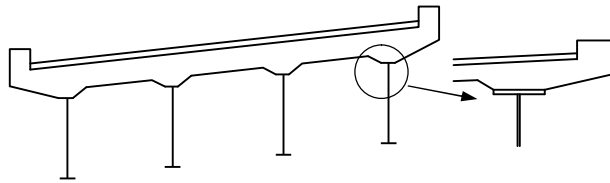


図-5-III-3 鈹桁の形状

b) 箱桁

ア) 横断勾配が小さく1箱桁左右のハンチが標準程度であれば各箱桁左右のハンチをそれぞれ一定となるように、各箱桁相互の高さを変えることを標準とする。

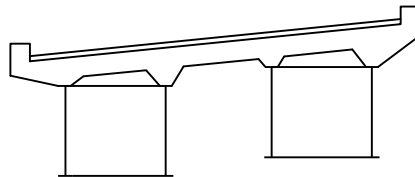


図-5-III-4 箱桁の形状

イ) 横断勾配と箱桁フランジ幅によって1箱桁左右のハンチの差が100mm程度大きくなる場合は箱桁を台形としてもよい。

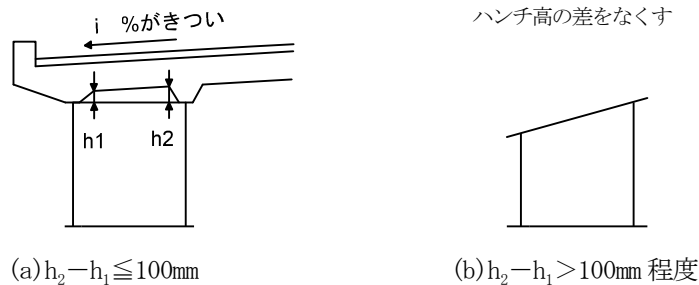


図-5-III-5 箱桁

ウ) 箱桁埋設床版型枠

$W=0.5\text{kN/m}^2$ 施工：発泡スチロールを想定

③ 部材の大きさ

設計部材の大きさは運搬経路により多少の差異はあるが、設計にあたっては、車両制限令に基づく許可可能範囲のものであるか確認すること。

鋼鈹桁については、桁高に応じ以下の部材長を標準とする。ただし、この部材長は低床式セミトレーラーおよび高床式セミトレーラーを対象としているため、架設現場までの輸送経路を設定し、対象車両の通行を妨げる障害物、狭幅員部、急勾配区間などが無いことを確認すること。

また、鋼箱桁、鋼製橋脚のアンカーフレームなどの部材については、上記の輸送経路の他、荷姿について検討し、部材の大きさを決定すること。

表-5-III-5 鋼板桁の桁高と部材長

桁高	部材長	対象車両
2.5m以下	13.5m以下	高床式セミトレーラー
2.5m～2.9m	9.8m以下	低床式セミトレーラー

【解説】

上記の部材長については、以下から決定した。

- ・桁高 2.5m 以下は、高床式セミトレーラーでの運搬が可能である。部材長は、鋼板の輸送条件から 13.5m とする。

3) 高床式セミトレーラー許可範囲 (18トン積)

積荷先端巾が、車両荷台巾より超える場合には、超える寸法分 (ℓ) 後方へずらす必要がある。(積荷制限長さは短くなる。)

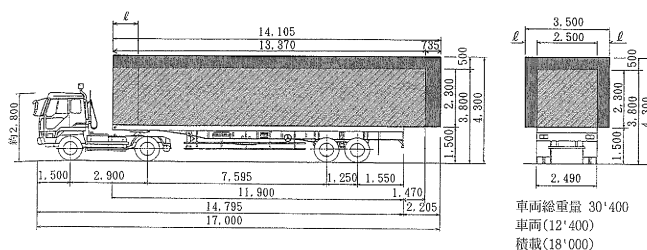


図-5-III-6 高床式セミトレーラー輸送姿図

- ・桁高 2.5m～2.9m は、上記の高床式セミトレーラーでの運搬が不可能であることから、低床式セミトレーラーでの運搬となる。その部材長は 9.8m 以下とする。

7) 低床式セミトレーラー許可範囲 (20トン積)

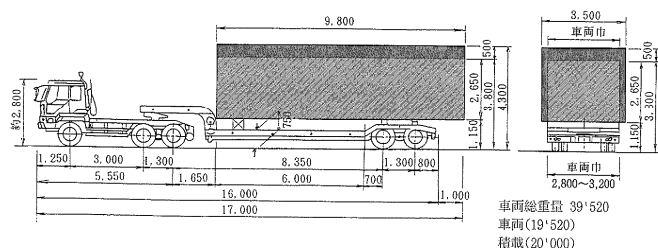


図-5-III-7 低床式セミトレーラー輸送姿図

④ 非合成桁の上フランジの座屈について

非合成桁の圧縮側上フランジについては、スラブ止めの間隔が大きいと、コンクリート床版と上フランジが局部的に十分に密着していない場合が考えられる。よって、非合成桁の圧縮側上フランジは、局部座屈による許容応力度の低減を行うものとする。

【解説】

「ガイドライン型設計 適用上の考え方と標準図集 (改訂版)」平成 15 年 3 月 (社) 日本橋梁建設協会において記載されている以下の主旨を踏まえ、非合成桁の圧縮フランジにおける局部座屈による許容応力度について上記のとおり規定した。

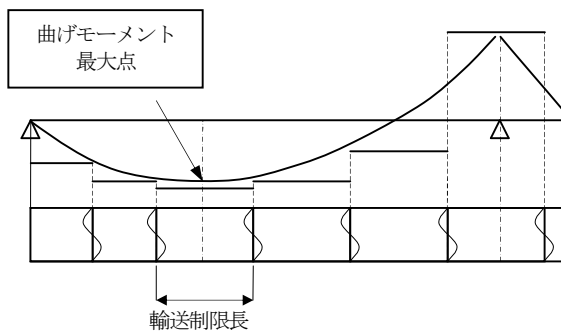
- ・合成桁のようにコンクリート床版と上フランジが完全に密着している場合はコンクリート床版によってフランジの局部座屈が防止されていると考えられる。
- ・しかしながら、非合成桁の場合は、スラブ止めの間隔が大きいと、コンクリート床版と上フランジが局部的に十分に密着していない場合が考えられる。

なお、『道路』1981 年 3 月号には、『道路橋に関する質問および回答』として、「局部座屈を考慮しなくてもよい。」旨の記載があるが、その後、「ガイドライン型設計適用上の考え方と標準図集 (改訂版)」が 2001 年に発刊され、上記のとおりである。よって、新しい文献に基づき規定したものである。

⑤ 主桁の断面変化

断面変化は、1部材1断面を原則とする。

継手位置は、最大曲げモーメント位置をさけることを基本とすること。



【断面変化位置設定の手順】

①最大モーメント位置に部材を配置する。最大モーメント部には極力継手を設けない。

②その他の部材は、輸送制限内で最少部材数になるように配置する。

③なお、継手位置における板厚差は以下の通りとする。

- ・最小板厚差：普通鋼材 2mm 以上、耐候性鋼材 3mm 以上
- ・最大板厚差：最大 25mm または、厚い方の 1/2 以上

図-5-III-8 主桁の断面変化

⑥ 桁端部の張出し長さ

桁端部の張出し長さは、支承の設計、伸縮継手の設計、落橋防止装置の設計、桁かかり長の設計、下部工の橋座の設計等のことを考えた上で決定するものとする。特に斜橋・曲線橋の場合は注意すること。

桁端部の張出し長さは、表-5-III-6 を目安とする。

表-5-III-6 桁端部の張出し長さの目安

上部工形式	支間長	桁端部の張出し長さ
プレートガーダー	30~40 m	350~500 mm 程度
	40~50 m	400~550 mm 程度
ボックスガーダー	40~50 m	400~500 mm 程度
	50~70 m	500~700 mm 程度

注) その他の橋種については上記の値を準用してよいが、特に、落橋防止装置と支点上の補剛材との取合に留意しなければならない。

【解説】

上記の桁端部の張出し長さは、「橋梁年鑑」社)日本橋梁建設協会のH20、H21より、支間長と桁端部の張出し長さを散布図としてプロットして決定したものである。

散布図を以下に示す。

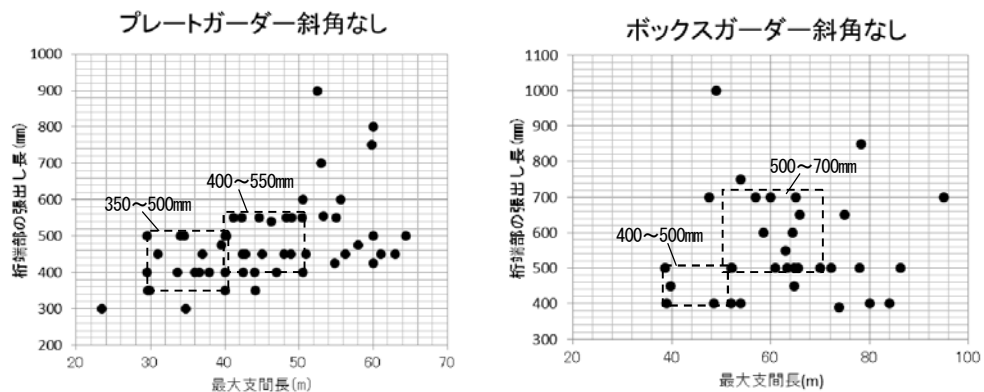


図-5-III-9 支間長と桁端部の張出し長さ

(2) 横桁、対傾構、横構

① 横構配置

横構の配置は下記を標準とする。

a) 直橋（原則として下面1面のみとする。）

3 主桁

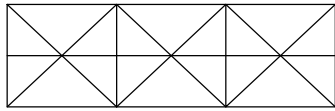
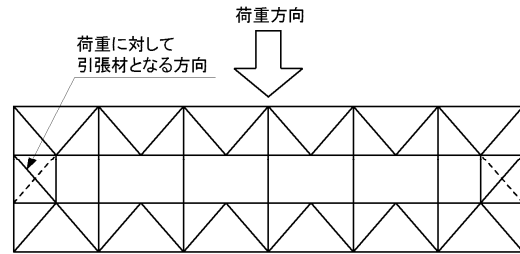


図-5-III-10 直橋 (3 主桁)

4 主桁



暫定（片側供用）の場合等、左右から風荷重を受ける場合には破線で示した横構を考慮すること。

図-5-III-11 直橋 (4 主桁)

5 主桁

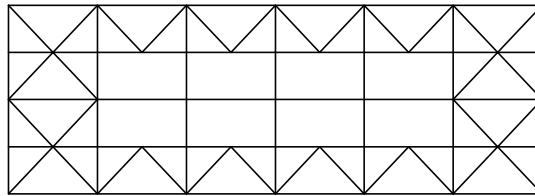


図-5-III-12 直橋 (5 主桁)

b) 斜橋（原則として、下面1面のみを原則とする）

(a) 斜角 $90^\circ > \theta \geq 70^\circ$

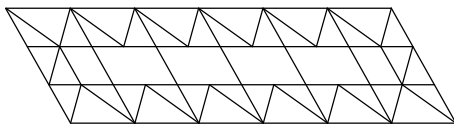
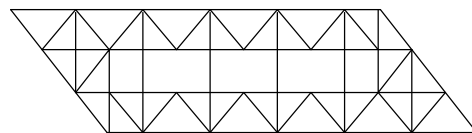


図-5-III-13 斜橋 (斜角 $90^\circ > \theta \geq 70^\circ$)

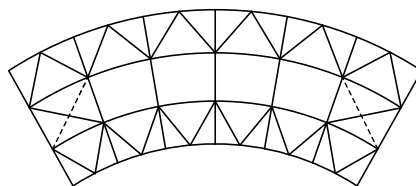
(b) 斜角 $70^\circ > \theta \geq 45^\circ$



原則として斜角を 70° 未満とする場合は、主桁の倒れに対して、プレツイストや対傾構の長孔などの対策を検討すること。

図-5-III-14 斜橋 (斜角 $70^\circ > \theta \geq 45^\circ$)

c) 曲線橋（原則として上下面配置することを原則とする）



暫定（片側供用）の場合等、左右から風荷重を受ける場合は破線で示した横構を考慮すること。

図-5-III-15 曲線橋

- ② 横桁・対傾構の形状は、下図に示す形状を標準とする。
 ただし、桁端部の形状・構造細目については、「橋梁の長寿命化に向けた設計の手引き(案)」によるものとする。

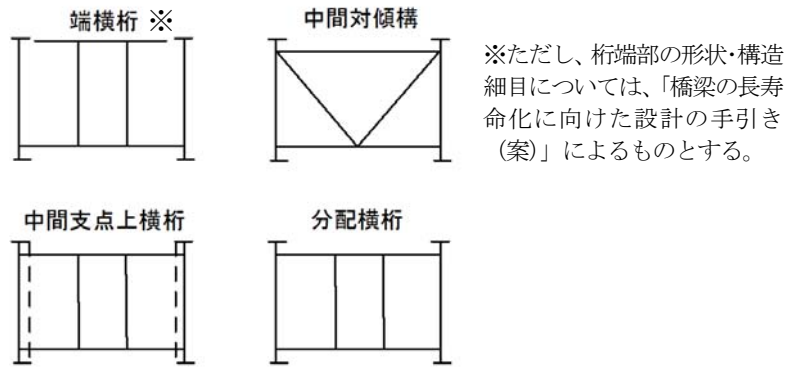


図-5-III-16 横桁・対傾構の形状 (参考)

- ③ 検査路を設ける場合の横桁には、下図に示す幅 500mm・高さ 600mm 程度の開口部を設けるものとする。
 横桁では補強プレートを両面に設ける。また箱桁のダイヤフラムで充腹板方式の場合は片面のみとする。

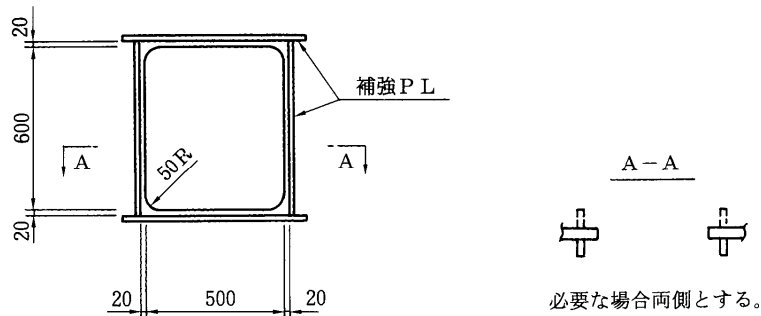


図-5-III-17 横桁の開口

- ④ 中間対傾構及び横構の鋼材は原則として、山形鋼は 130×130 以下とし、それ以上の断面が必要な場合は、ビルトアップ材の使用を避け CT 鋼とすることを基本とする。
 ⑤ 中間支点上横桁、分配横桁、中間対傾構の上面は床版型枠の施工性、塗装などの維持管理に配慮して、150mm 程度あける。

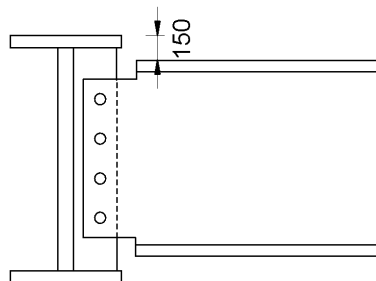


図-5-III-18 横桁の設置位置

- ⑥ 端横桁は上フランジに床版を打ちおろし、スラブ止めを設置する。



図-5-III-19 端横桁のずれ止め

- ⑦ 端横桁は横荷重に抵抗でき、鉛直荷重にも単独に抵抗できるものでなければならない。
 ⑧ 端横桁は上フランジを広げて、伸縮継手を支持する構造とする。
 ⑨ 風荷重、地震荷重などの水平荷重に対して床版と横構で1/2ずつ負担する。横構が2面ある場合は横構負担分を2面で抵抗させるものとする。
 ⑩ 端横桁の上フランジ（ジョイント受け部）は図-5-III-20 に示すフルフランジ構造を標準とする。ただし、端横桁で支持する必要がないジョイントを採用する場合は、この限りではない。

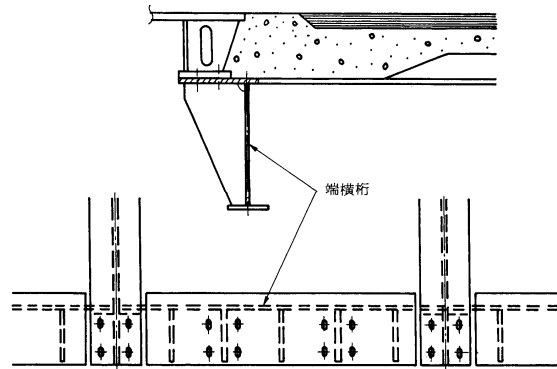


図-5-III-20 ジョイント受け部

(3) 足場吊金具

足場吊金具は、横組・排水装置等付属物に支障のない箇所に設けること。

① Aタイプ

床版打設時および塗装時の足場用として使用する。ウェブ上部に取り付ける場合は、上フランジから50mm以上の離隔を確保する。また、設置間隔は、足場の許容載荷荷重等を考慮して1.8m以下とする。

② Bタイプ

塗装足場用とRC床版の現場打設時に用いる型わく支保工用に兼用する(外桁に使用)上段、中段のφ24.5の孔は、支保工の梁の固定と防護工の引留めのために使用する。下段のφ60の孔は、足場を吊るためのチェーンの取付けに使用する。

Bタイプの設置間隔は、型わく材の許容載荷荷重等を考慮して1.0m以下とするのがよい。

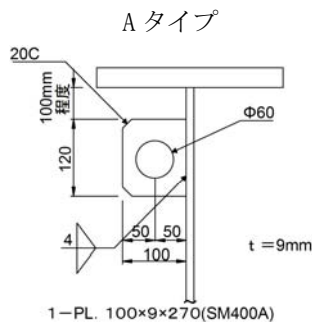


図-5-III-21 Aタイプ

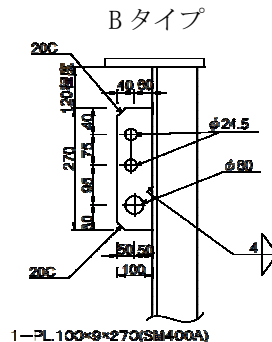


図-5-III-22 Bタイプ

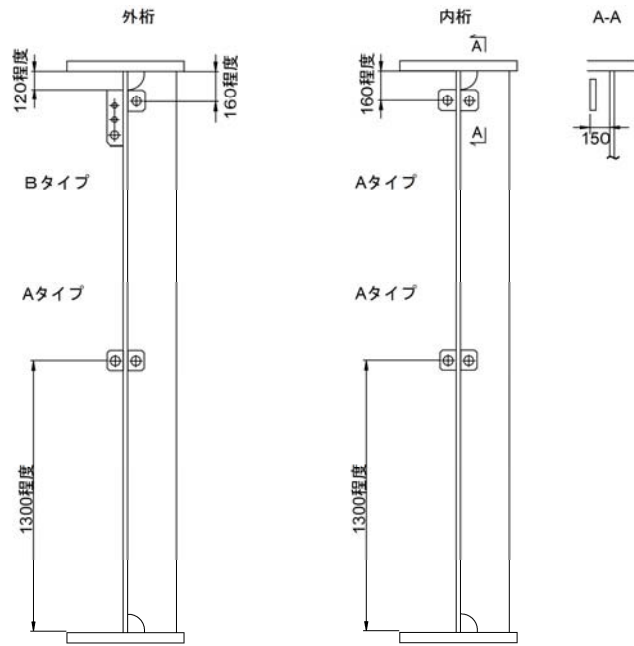


図-5-III-23 桁高が1.8m以上の場合

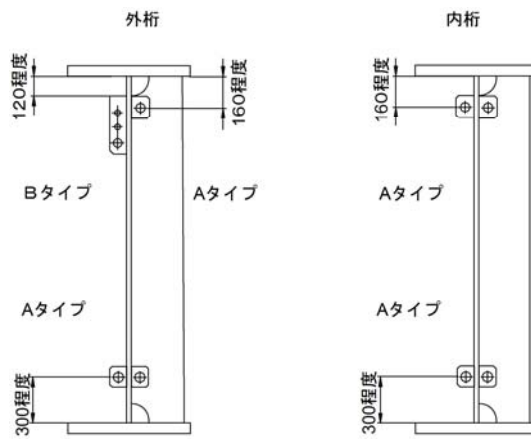
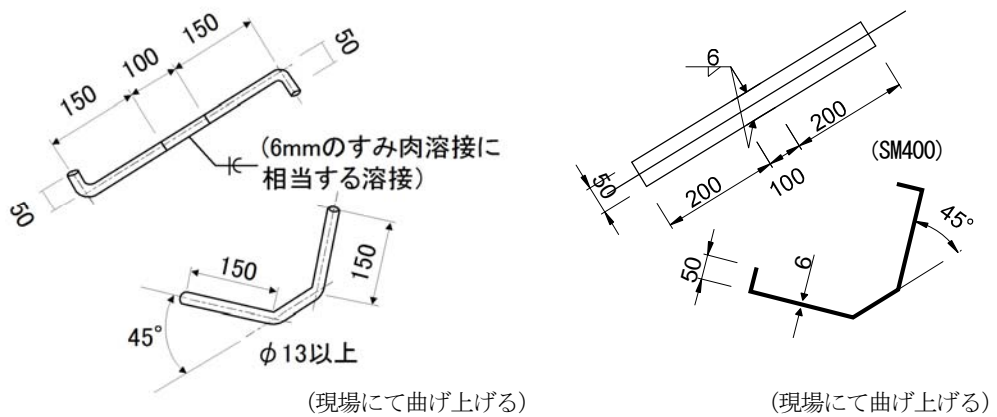


図-5-III-24 桁高が1.8m未満の場合

(4) スラブアンカー

スラブアンカーは図-5-III-25 に示す構造を標準とする。



< 棒鋼を使用する場合 >

< 鋼板を使用する場合 >

図-5-III-25 スラブアンカー (参考)

(5) 剛度、鋼重

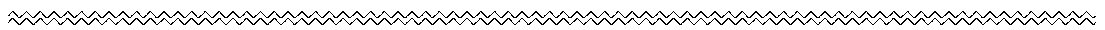
レオンハルトーホンベルグによる格子理論の格子曲げ剛度 (Z) は 10 以上とする。なお、仮定剛度と実剛度及び仮定鋼重と実鋼重の差の範囲は下記に示す範囲に納めること。その範囲に入らない場合は仮定を修正し再設計すること。

- ・ 仮定鋼重と実鋼重 $\pm 5\%$
- ・ 仮定剛度と実剛度 $-5\% \sim 10\%$

主桁の剛度の算定は、格点間の平均値とし、格点間に主桁断面が変化する場合はその長さに一次比例により剛度を求めるものとする。

(6) 耐候性鋼材の使用について

耐候性鋼材を使用した場合の内面鋼材については、「鋼箱桁橋で、耐候性鋼材を使用した場合の内面鋼材の使用について」(H11. 12. 15 付 道路工事課長 事務連絡) が以下のとおり通知されており、これによるものとする。



—以下通知文—

鋼箱桁橋で、耐候性鋼材を使用した場合の内面鋼材の使用について

- 1) 鋼箱桁内部鋼材 (リブ材、補剛材、ダイヤフラム等) については、一般鋼材 (溶接構造等) とする。
- 2) 鋼箱桁の内面は塗装を施すのを標準とする。
- 3) 製作において、全て耐候性鋼材とする場合は承諾とする。

—以 上—



2) 少数主桁、細幅箱桁

- ① 横桁間隔は、10m 以下とする。
- ② 中間横桁は、H 型鋼、中段配置とする。
- ③ 端横桁は、コンクリート巻立て構造とする。

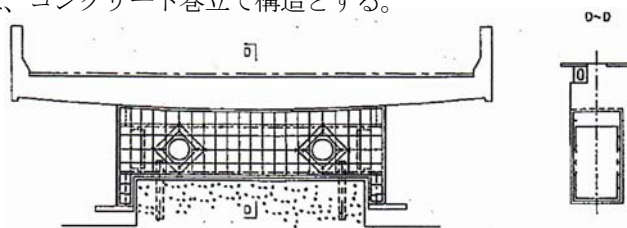


図-5-III-26 端横桁の構造

- ④ 横構は省略する。ただし、安定上必要な場合は設置検討する。
- ⑤ 床版と主桁との連結は、スタッドジベルとする。なお、鋼・コンクリート合成床版を採用する場合のスタッドジベルの配置については、製品による配置上の制約が様々であるため、特定の製品によらない配置とする。

3) 鋼橋の床版

(1) 床版の設計一般

跨線橋・跨道橋等の施工上の制約を受ける箇所には PC プレキャスト床版・合成床版及びグレーチング床版等の使用を検討する。

(2) RC 床版

① 床版の使用材料

鉄筋の規格は、SD345 とする。

② 鉄筋コンクリート床版のハンチ

a) ハンチの標準

ア) 鉄筋コンクリート床版のハンチ量は 80mm を標準とし、片勾配をハンチでとる場合などでは、最大 150mm 程度とする。

イ) 最大ハンチ高が 80mm 以上になる桁については、図-5-III-1-27 に示すように、用心鉄筋 (D16) を配置するものとする。ハンチ高が 80mm 未満の場合は、用心鉄筋は配置しないものとする。

ウ) 鉄筋コンクリート床版のハンチ量は、1 橋梁内において一定とすることを標準とする。
 なお、鉄筋コンクリート床版の場合、現場での型枠作業およびハンチ量の管理、配筋作業の省力化の観点より、ハンチは 1 橋梁内において一定とするのが望ましいが、やむを得ない場合でも 1 主桁内において一定とするのがよい。

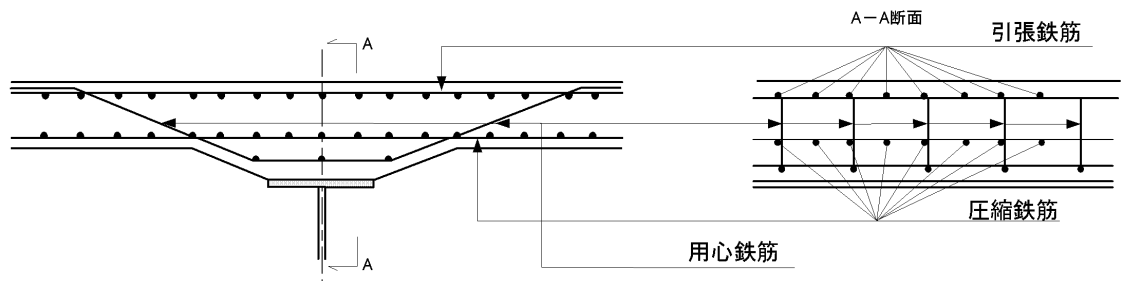


図-5-III-27 ハンチの標準構造及び用心鉄筋の配置

③ 床版の支間、配筋

a) 斜橋の場合の床版支間は、主鉄筋の方向により、図-5-III-28 に示すように考え、支間長は、主鉄筋方向の長さとする。

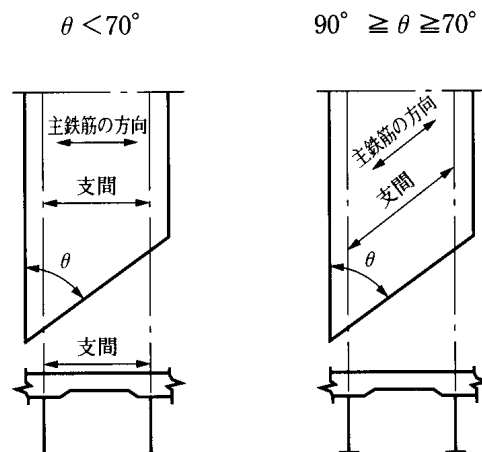


図-5-III-28 橋の床版の支間

b) 支間毎による張出し部分、支間部分モーメントの差が著しく大きい場合は鉄筋径の変化にて処理する事も考慮する。

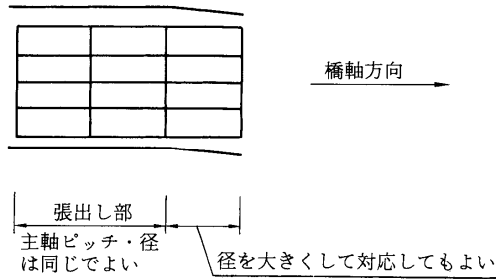


図-5-III-29 鉄筋径の変化

c) 鉄筋の配置

ア) 折曲鉄筋の配筋は原則として図-5-III-30の(2)の方法とする。

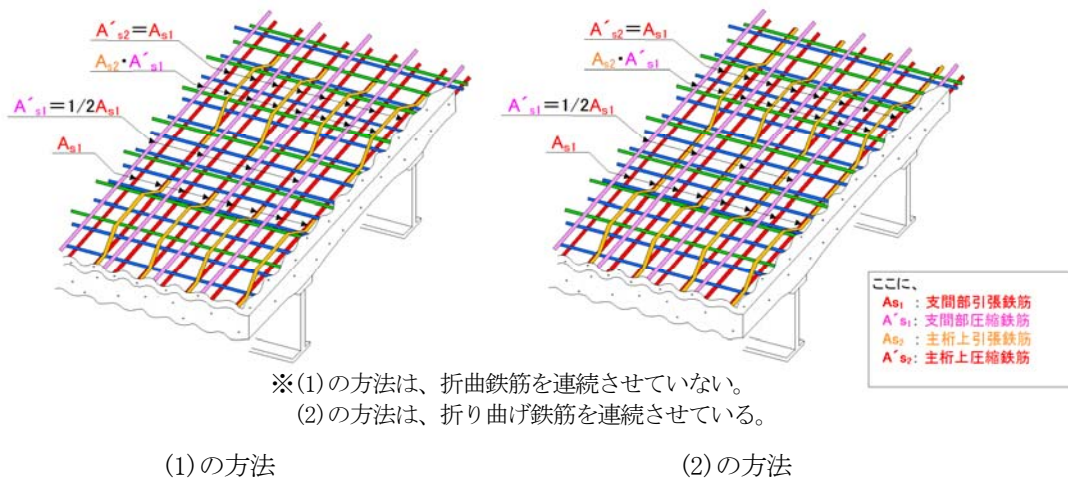


図-5-III-30 鉄筋の配置

【解説】

床版の配筋方法については、「鋼道路橋設計便覧」昭和55年8月(社)日本道路協会の図-解5.1(1)と図-解5.1(2)において、上記の二つの方法が記載されている。同便覧に記載のとおり、(2)のように、支点付近の床版のせん断補強を目的とした折曲鉄筋を途中で切断せずに連続させることにより、補強鉄筋の確実な定着と配筋精度の向上を図れるため、(2)の配筋を基本とした。

イ) 連続桁の中間支点付近の配筋

連続桁の中間支点付近(非合成連続桁支点上の床版配筋)の負の曲げモーメントが発生する区間の床版には橋軸方向の引張に対する鉄筋を配筋する。(図-5-III-31参照)

- i) 床版の中間支点付近の橋軸方向鉄筋は施工上大きな支障を来さない範囲内で配置間隔を小さく、かつ鉄筋径を1ランク大きくするのがよい。その場合の鉄筋の重ね継手長は細径鉄筋で決定し、常に鉄筋間隔は100mm以上鉄筋径が22mm以下とする。
- ii) 上記鉄筋量を増やす区間は、死荷重によって負の曲げモーメントの生ずる区間とする。支点上の補強鉄筋の配筋はイモ継ぎにならないように交互に千鳥配置する。

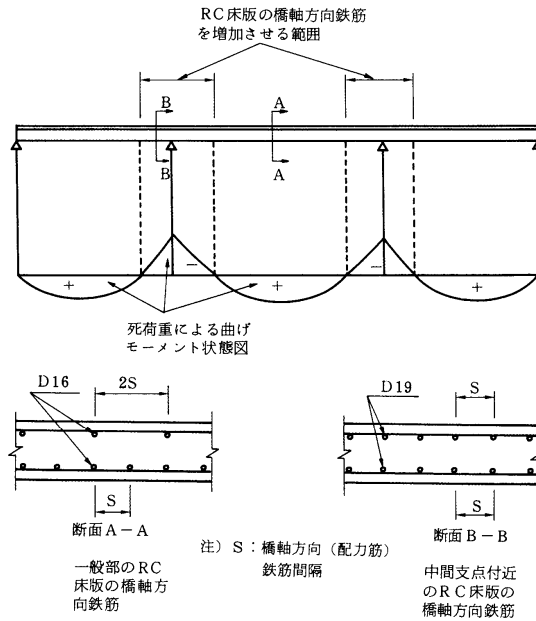


図-5-III-31 連続桁の配筋

ウ) 斜橋の床版

床版の主鉄筋の配筋は下記を標準とする。

i) $90^\circ \geq \theta \geq 70^\circ$

ii) $70^\circ > \theta$

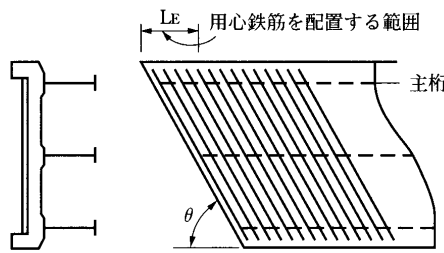


図-5-III-32 床版の配筋 ($90^\circ \geq \theta \geq 70^\circ$)

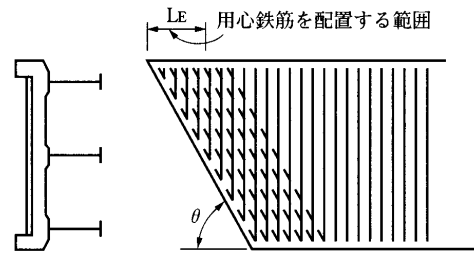


図-5-III-33 床版の配筋 ($70^\circ > \theta$)

(3) 鋼・コンクリート合成床版

① 構造細目

- a) 最大床版支間長は、8.0m とする。
- b) 床版張出長は床版支間長の 0.4 倍程度以下とする。
- c) 床版死荷重は 27.5 kN/m^3 (ハンチ部は 24.5 kN/m^3) とする。
- d) 最小床版厚は $25L + 110 \text{ (mm)}$ 、(L:T 荷重に対する床版の支間(m)) とする。
- e) ハンチ高は 100mm を標準とする。
- f) ハンチ勾配は、1 : 5 を標準とする。
- g) 図化は、特定のメーカーを指定する表現を避け、性能等の条件や仕様を明記する。
- h) 合成床版の適用曲線半径は、 $R=130\text{m}$ 以上とする。

5-1-4 上部構造（コンクリート橋）

1) 共通

(1) 床版張出し部の処理

床版張出し部処理例

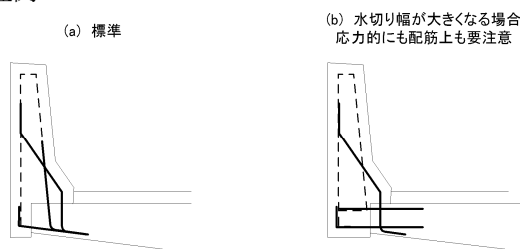


図-5-III-34 床版張出し部の処理（参考）

(2) 組立用鉄筋（段取り筋）の配置方法

- ① 場所打ち構造となるコンクリート橋は、組立用鉄筋を用いることを標準とする。
- ② 組立用鉄筋の直径は13mmを標準とする。ただし、鉄筋量が少ない部材は直径10mmの組立用鉄筋を用いてもよい。
- ③ 組立用鉄筋は所定のかぶりを満足しなければならない。
- ④ 組立用鉄筋の配置位置は、部材の下面および傾斜したウェブの側面を基本とする。
- ⑤ 組立用鉄筋は、鉄筋の重量、加工・組立形状およびコンクリートの充填性を考慮し、適切に配置しなければならない。
- ⑥ 組立用鉄筋に用いるスペーサーは、設計図書ないし共通仕様書で定められたスペーサーの必要個数に含めてよい。
- ⑦ 受注者が設計図書で示された組立用鉄筋によりがたい場合は、監督員と協議の上、必要に応じ変更できるものとする。

【解説】

- a) 場所打ちのコンクリート橋において、鉄筋の組み立て精度やかぶりの確保を目的として、組立用鉄筋（通称：段取り筋）を用いることを標準とした。
- 一方、プレキャスト方式のPC桁は、組立用鉄筋を用いなくても十分な鉄筋組み立て精度が確保できることから、対象外とした。ただし、プレキャスト方式であっても、セグメント方式の箱桁など構造上必要なものは、組立用鉄筋を用いることとする。
- ア) 組立用鉄筋を用いる構造の例
- 場所打ち箱桁橋、場所打ち床版橋、PCコンポ橋の場所打ち床版、プレキャストセグメント方式の箱桁
- イ) 組立用鉄筋を用いない構造の例
- プレキャスト方式のホロー桁およびT桁、コンポ桁、T桁橋およびコンポ橋の横組工、地覆・壁高欄
- b) 組立用鉄筋は直径10mmまたは13mmの異形鉄筋が一般に用いられてきた。このうち、直径10mmの組立用鉄筋を太径のスターラップの直下に用いると、剛性が不足して所定の組立精度が得られない場合があることから、直径13mmを標準とした。
- ただし、鉄筋量の少ない上床版などで、組立用鉄筋が支持する鉄筋重量が小さく、直径10mmの組立用鉄筋を用いても十分な組み立て精度が確保できる場合は、直径10mmを用いてもよいこととした。
- c) 図-5-III-35に示すよう組立用鉄筋で所定のかぶりを満足させると、構造物本体の鉄筋のかぶりは、組立用鉄筋の直径の分だけ大きくなる。このため、対象となる構造物

の設計・照査にあたっては、組立用鉄筋によるかぶりの増加を考慮して鉄筋の有効高を算定する必要がある。また、かぶりの増大を考慮して、PC 鋼材や定着具等が配置可能かを照査し、部材厚を決定しなければならない。

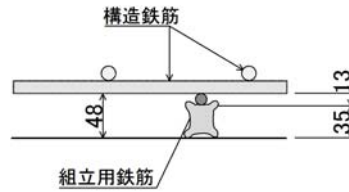


図-5-III-35 組立用鉄筋のかぶり (参考)

- d) 組立用鉄筋が適切な位置に配置されないと、かぶりや鉄筋の組立精度に支障を来すことがある。鉄筋の重量、加工形状、コンクリートの充填性を考慮して、必要最小限となる配置が望ましい。組立用鉄筋の配置例については、図-5-III-36 及び図-5-III-37 の配置例を参考にするとよい。なお、組立用鉄筋は構造鉄筋ではないため、重ね継手や定着長は不要である。

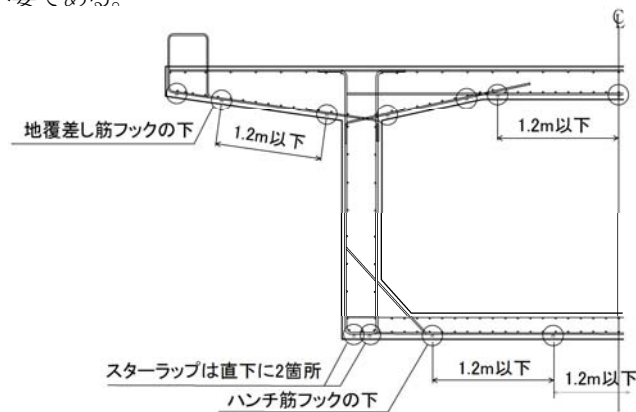


図-5-III-36 PC 箱桁橋における組立用鉄筋配置 (参考)

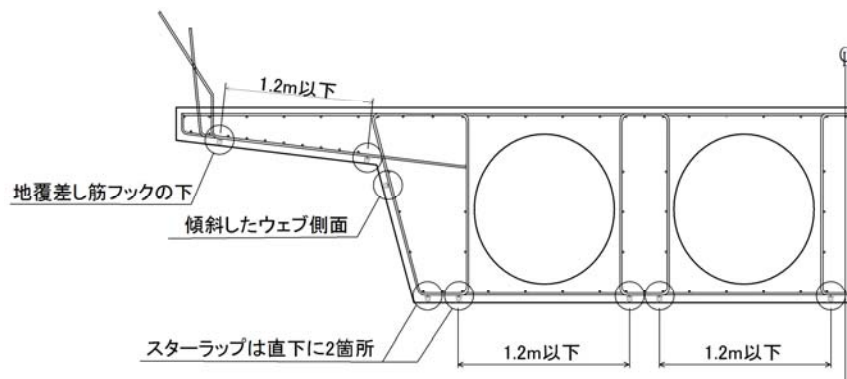


図-5-III-37 PC 中空床版橋における組立用鉄筋配置 (参考)

2) プレテンション桁

(1) 主桁のたわみ (そり量)

プレテンション方式の床版橋 (スラブ橋桁) 及び T 桁橋 (けた橋桁) たわみ (そり量) の標準値を表-5-III-7 に示す。

なお、この値は、橋桁製作後、90 日 (クリープ係数 $\phi=1.3$) 経過した時点で生じるたわみをそり量の標準値として示したものであり、コンクリートの配合・養生条件等によって異なるものである。

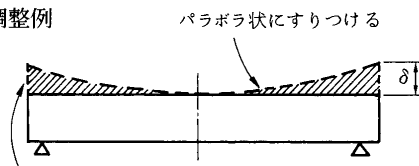
表-5-III-7 プレテン桁のそり量の目安

たわみ(そり量)の標準値							
	A活荷重			B活荷重			
	呼び名	支間L (m)	そり量 (cm)	呼び名	支間L (m)	そり量 (cm)	
ス ラ ブ 橋 桁	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 <td 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	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		

※材令90日、クリープ係数 $\phi=1.3$ として算出した。

出典：「JIS 橋桁によるPC道路橋設計・製造便覧 JISA5373：2004」
(社)プレストレストコンクリート建設業協会

そりの調整例



桁と一体にコンクリートを打ちます

図-5-III-38 プレテン桁のそり(参考)

(2) 桁端部の張出し長さ

桁端部の張出し長さは、次表を標準とする。

表-5-III-8 桁端部の張出し長さ

	呼び名	支間長L (m)	張出長 ℓ (cm)	備考
プレテンション方式	スラブ橋	$5 < L \leq 7$	15	JIS A 5373-2004
		$7 < L \leq 9$	20	
		$9 < L \leq 14$	25	
		$14 < L \leq 19$	30	
		$19 < L \leq 24$	35	
	桁橋	$18 < L \leq 19$	30	
		$19 < L \leq 24$	35	

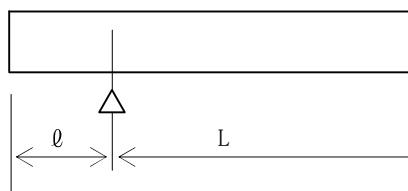


図-5-III-39 桁端部の張出し長さ説明図

- (3) プレテンション桁の運搬長
桁長 22m を超える場合は運搬経路を確認の上、採用するものとする。
- (4) プレテンション桁の主桁形状寸法
以下に JIS 規格に基づく主桁形状寸法を示す。

表-5-III-9 スラブ橋の主桁諸元一覧
主桁諸数値表

		けた高 H (mm)	H1 (mm)	H2 (mm)	H3 (mm)	
A 活荷重	充実断面	AS05	350	—	—	
		AS06	350	—	—	
		AS07	400	—	—	
		AS08	400	—	—	
		AS09	450	—	—	
		AS10	450	—	—	
	中空断面	AS11	450	—	—	
		AS12	450	60	140	90
		AS13	500	110	140	90
		AS14	500	110	140	90
		AS15	550	160	140	90
		AS16	600	210	140	90
AS17		650	260	140	90	
AS18		700	310	140	90	
B 活荷重	充実断面	BS05	350	—	—	
		BS06	350	—	—	
		BS07	400	—	—	
		BS08	400	—	—	
		BS09	450	—	—	
		BS10	450	—	—	
	中空断面	BS11	500	—	—	
		BS12	500	110	140	90
		BS13	500	110	140	90
		BS14	550	160	140	90
		BS15	600	210	140	90
		BS16	600	210	140	90
BS17		650	260	140	90	
BS18		700	310	140	90	
BS19	750	340	160	90		
BS20	800	390	160	90		
BS21	850	440	160	90		
BS22	900	440	180	120		
BS23	950	470	200	120		
BS24	1000	520	200	120		

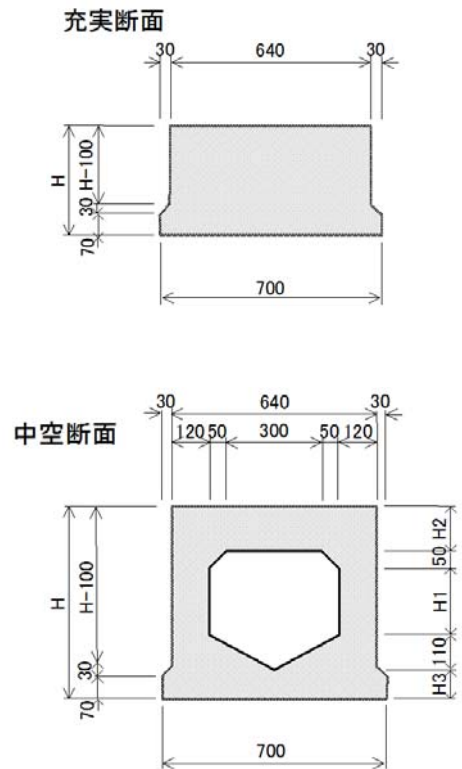


図-5-III-40 スラブ橋の主桁断面図

表-5-III-10 桁橋の主桁諸元一覧
主桁諸数値表

		桁高 H (mm)
A 活荷重	AG18	900
	AG19	1000
	AG20	1000
	AG21	1100
	AG22	1100
	AG23	1200
	AG24	1200
B 活荷重	BG18	1000
	BG19	1000
	BG20	1100
	BG21	1100
	BG22	1200
	BG23	1200
	BG24	1300

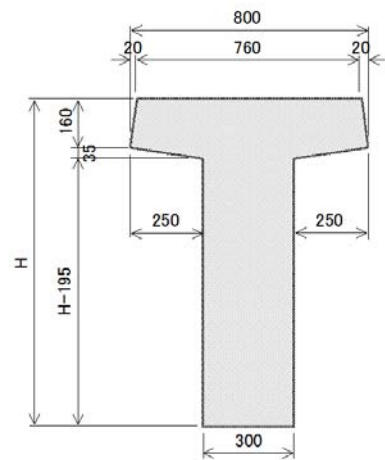


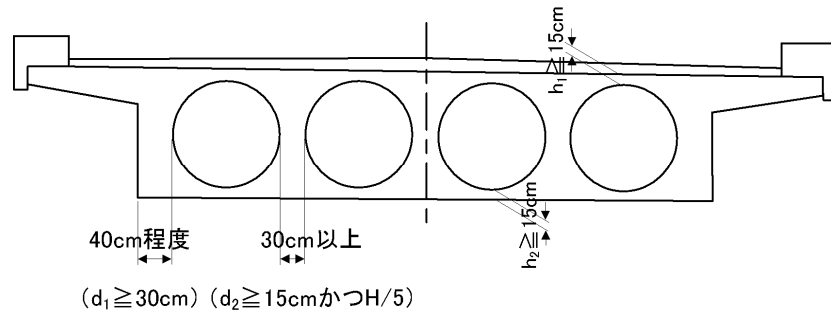
図-5-III-41 桁橋の主桁断面図

3) PC 中空床版橋（場所打ち桁方式）

(1) 設計一般

① 断面形状

PC 中空床版橋の断面形状を以下に示す。なお、円筒型枠下面のコンクリート最小厚は組立用鉄筋のかぶりを考慮し 150mm を標準とする。よって、構造鉄筋の位置、設計における有効高については、組立筋の配置を考慮した設計とする。



※ () 内は、中空床版橋の断面の最小値

図-5-III-42 PC 中空床版橋の断面形状（標準値）

【解説】

中空床版桁におけるボイド直下のボイドのかぶりについて、道路橋示方書Ⅲ 8.4 においては、10cm 以上と記載されているが、下図のとおり、組立鉄筋 13mm を用いると、ボイドと鉄筋とのかぶりが 35mm 以下となり、規定を満足しない。

よって、15cm 以上確保するよう規定した。

※ボイド直下のかぶりが 100mm の場合は、鉄筋のかぶり 35mm を確保できない。

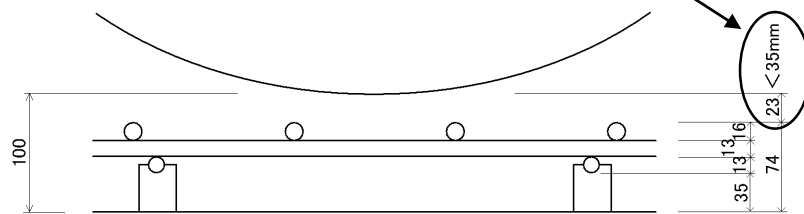


図-5-III-43 円筒型枠下面のコンクリート厚について¹⁾

② 横桁寸法

端支点横桁は支承線から版厚以上とする。支間中央附近にはボイド長の調整のため 300mm 程度の充実部を設ける。

中間支点横桁は版厚の 2 倍以上とする。

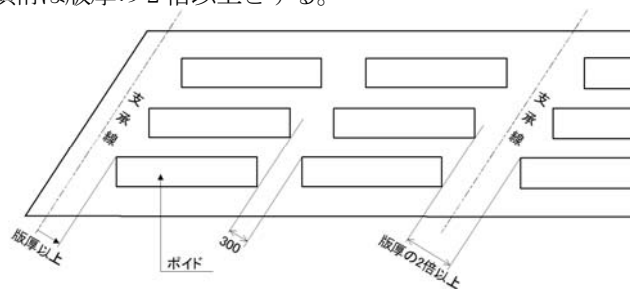


図-5-III-44 横桁の厚さ

③ PC 鋼材の最小配置本数・鉄筋配置

PC 鋼材の最小本数は、1 ウェブ当り 2 本とする。PC 鋼材のシースの水平方向のあきは振動機の挿入に配慮し 60mm 以上確保する。

主版横方向鉄筋は軸方向鉄筋外側に一段配筋を原則とする。

主版横方向鉄筋の径は D13 を標準とし、配置間隔は 125mm を標準とする。

④ 円筒型枠の浮き上がり防止、水抜き孔の確保など

中空床版橋の施工および管理における注意事項について、「中空床版橋の施工および管理における注意事項について」(H12.12.8 付 道路工事課長 事務連絡) が以下のとおり通知されており、これによるものとする。

~~~~~  
—以下通知文—

1) 施工時のホローの浮き上がり防止の対策

(ホローの浮き上がりの原因とその対策例)

原因 1：ナットのゆるみ

ボイドの固定には通常スチールバンドが使用され、型枠支保工に固定されているが、バイブレーターの振動などによりナットがゆるみ、スチールバンドが外れることがある。

対策例：スチールバンドを固定しているナットをダブルナットにする。

原因 2：ボルトの切断

スチールバンドと型枠支保工をつないでいるボルトが切れる。

対策例：コンクリート打設時の浮力に抵抗できるように、ボルト径を大きくするか、スチールバンドの配置間隔を小さくする。

原因 3：型枠ごとの浮き上がり

スチールバンドが型枠支保工にではなく、合板やその下の鋼管などに固定されている場合には、型枠ごと浮き上がる可能性がある。

対策例：コンクリート打設前に、型枠支保工の下部にしっかり固定されているかチェックする。

原因 4：コンクリート打設時の過大かつ急激な浮力

コンクリート打設の際、スランプの大きいコンクリートを使用したり、1 回の打設高を高くしすぎると型枠にかかる側圧が大きくなるばかりでなく、ボイドの浮力が急激に作用する。

対策例：1 回の打設高を大きくしないように配慮する。特にスランプの大きいコンクリートを使用する場合には注意が必要である。

2) 所要の床版厚さが確保されているかのチェック

対策例：ボイドの天端にチェック棒などを取り付け、所定の床版厚の位置にマーキングを行い、床版厚を確認する。

3) ホローからの水抜き穴の確保

対策例：完成後に水が底板に伝わらないように、水抜き穴は、底板のコンクリート面で止めるのではなく、コンクリート面より 2,3cm 出す。これは、型枠の浮き上がりチェックも兼ねる。

4) ホロー内部の点検

対策例：供用開始後もファイバースコープなどにより、ホロー内部の点検を適宜実施する。

<等断面桁の場合>

下バンドと補強FBを組み合わせた独立型横移動防止タイプである。

作業手順

1. 補強FBと下バンドを止めたボルトに取り付け円筒型枠を据え置く
2. 上バンドと下バンドをボルト・ナットにより所定の位置に固定する。

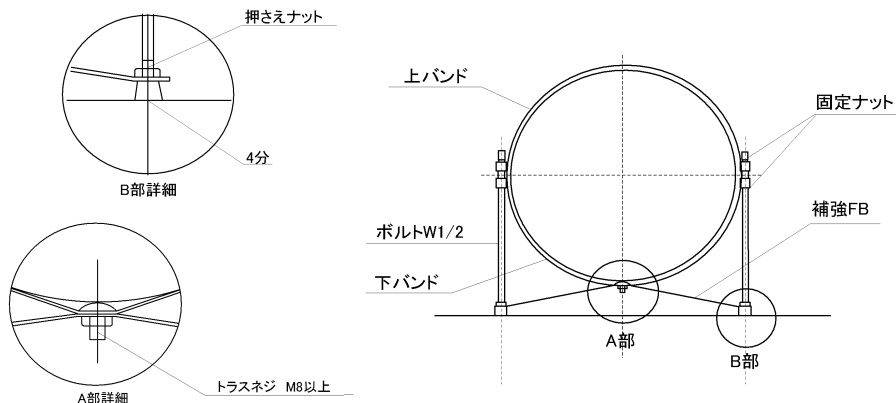


図-5-III-45 等断面桁の場合

<変断面桁の場合>

作業手順

1. 補強FB・下バンドにより円筒型枠をセットする。
2. 横移動防止パイプを溶接した上バンドを取付後、異型鉄筋 D13 をパイプに挿入し付属ネジで固定する。
3. 全体的な横振れ制御のため、型枠より捨てピーコン、機械継手等により固定する。

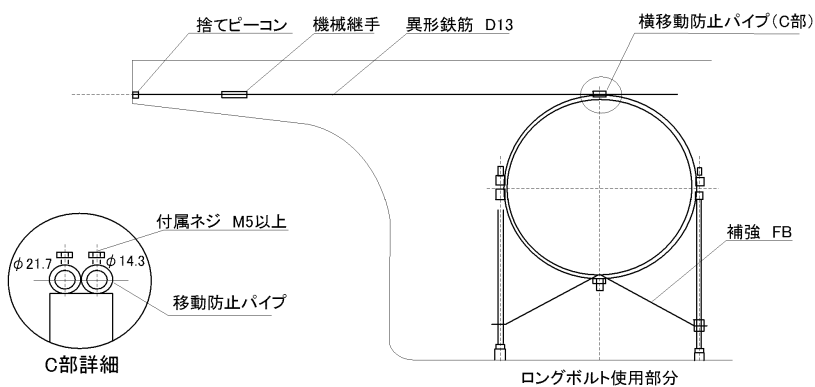


図-5-III-46 変断面桁の場合

<橋軸方向の移動制御>

円筒型枠の橋軸方向の移動防止

作業手順

1. 円筒型枠端部を縦移動防止パイプ2箇所取付バンドによりセットする。
2. 異型鉄筋 D13 を縦移動防止パイプに挿入する。
3. 付属ネジで固定する。

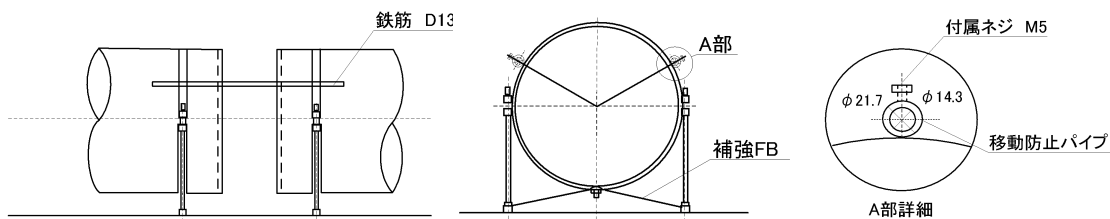


図-5-III-47 橋軸方向の移動制御

<検尺棒>

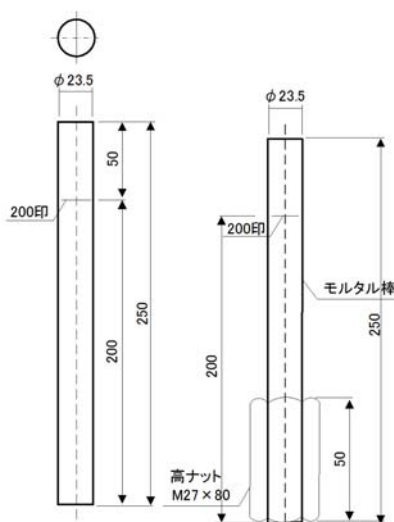


図-5-III-48 検尺棒

—以 上—

4) PC コンボ桁

(1) 標準適用支間長及び斜角

PC コンボ橋を設計・施工する場合の適用支間長は、25m～45m とする。

また、斜角の適用範囲は、70° 以上とする。

斜角の適用範囲は 70° 以上を標準としていることから格子構造理論より断面力を算出する際に部材のねじり剛性を無視している。したがって、斜角 70° 未満の場合は、斜角の影響に対する適切な検討を行うこととする。斜角のついた PC コンボ橋を設計する場合の主な留意点を以下に示す。

① 解析上の留意点

- a) 斜角 70° 未満の場合は、ねじりの影響を考慮する。
- b) 主桁 PC 鋼材の定着部の切り欠き形状や補強鉄筋等の構造細目について適切な処置を行う。
- c) 中間横桁の配置は、斜角 45° 未満の場合は主桁に対して直角に設ける。

② 鉄筋配置上の留意点

- a) 主桁のスターラップは、セグメント目地が主桁直角方向であることから斜角が小さい場合には主桁直角方向に、大きい場合には斜方向に配置するのが望ましい。  
なお、直角方向へ配置した場合の斜角への調整は主桁端部で行う。
- b) ずれ止め鉄筋及び場所打ち床版の横方向鉄筋は、スターラップの配置に合わせることを基本とする。

5) プレキャスト桁架設方式連続桁

(1) 設計一般

- ① プレキャスト連続桁は、中間橋脚上にて隣接する径間のプレキャスト単純桁どうしを鉄筋コンクリートで連結する構造を標準とする。
- ② 連結桁橋は、連結部を 2 個の支承で支持する形式を原則とする。

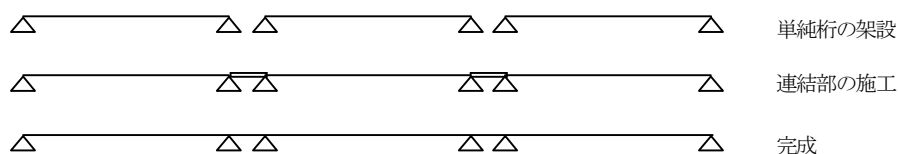


図-5-III-49 連結桁の概要



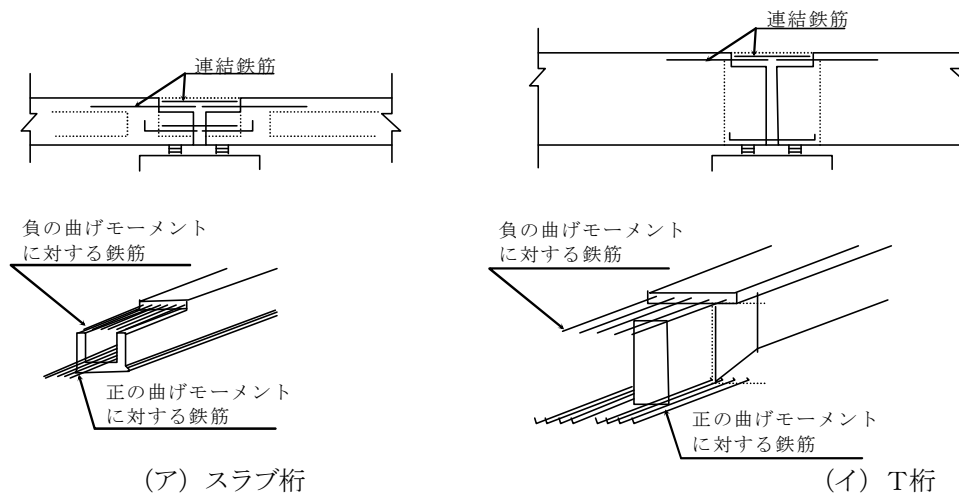


図-5-III-50 中間支点部の連結構造

(2) 連結部の設計

① 連結部の使用材料、許容応力度

- a) コンクリート            設計基準強度                     :  $\sigma_{ck}=30\text{N/mm}^2$   
                                  許容曲げ圧縮応力度          :  $\sigma_{ca}=10\text{N/mm}^2$
- b) 鉄筋 SD345             許容引張応力度                 :  $\sigma_{sa}=160\text{N/mm}^2$

② 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・同解説Ⅲコンクリート橋編」12.3 による低減を行わないのとする。

③ クリープ係数について

工場製作桁の連結において、設計段階の時点では工場製作から連結までの期間が定かでないため、設計上のクリープ係数は3ヶ月と想定してよい。

④ 支承の鉛直バネ

- a) 連結桁に使用する沓はゴム支承を原則とする。
- b) 設計に用いる反力及び断面力は、連結桁を支承鉛直バネで支持された連続桁として計算する。
- c) 支承鉛直バネの定数は、以下の値を初期値とし、使用する支承の鉛直バネ定数がこの仮定値よりも大きくなる場合は、使用する支承の鉛直バネ定数を用いるものとする。
  - PC プレテンション桁                 : 280kN/mm
  - PC ポストテンション方式T桁       : 800kN/mm
  - PC コンポ桁                         : 1200kN/mm

⑤ 連結部の鉄筋

- a) 連結部上側引張鉄筋は、2段配置までとする。
- b) 連結部上側引張鉄筋はD22以下、中心間隔は10cm以上を原則とする。
- c) 連結部上側引張鉄筋の最小鉄筋量は、1段配置で次の通りとする。
  - ポストテンション桁     : D22、中心間隔 15cm
  - プレテンション桁     : D19、中心間隔 15cm
- d) 埋込み鉄筋の長さは支間の20%以上とする。
- e) 埋込み鉄筋と連結鉄筋の重ね継手長は、鉄筋の許容引張応力度とコンクリートの許容付着応力度により算出する。
- f) 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しなければならない。

- なお、a)で配置した連結上側鉄筋量の少なくとも半分以上を下側に配置するものとする。
- g) 横桁の配力鉄筋は、D16 を中心間隔 20cm 以下または、D13 を中心間隔 10cm 以下で配置するものとする。
- h) 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 15cm 以下とする。
- i) 排水ますを連結桁の中間支点上付近に配置するときは、原則として連結鉄筋を切断しない位置に配置する。

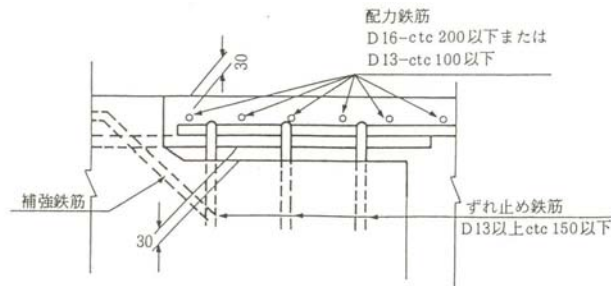


図-5-III-51 床版切欠き部側面図

6) PC ラーメン橋

PC ラーメン橋の設計においては、以下に配慮すること。

(1) 片持ち架設における下部工コンクリート打ち止め位置

ブラケット解体時のクリアランスや1ロットの打設高さを考慮し、下床版下面から 5m を標準とする。ただし、下部構造の鉄筋継手位置等も考慮し、5～7m の範囲で変更してよい。

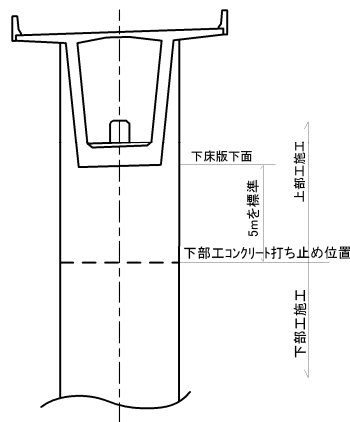


図-5-III-52 下部工コンクリートの打ち止め位置

【解説】

片持ち架設を行う PC ラーメン橋の上部工工事では、柱頭部施工時に橋脚にブラケット式支保工を設置することとなり、そのために橋脚にブラケット式支保工を設置するためのアンカーの埋設が必要となる。

しかし、従来では上部工と下部工は別々に施工されており、下部工施工での橋脚柱頭部の打ち止め位置を定めていなかったことや、上部工会社が保有するブラケット支保工のサイズが不統一であることから、アンカー施工の手戻り等が散見された。

このため、ブラケット式支保工を設置する範囲は上部工工事にて施工するものとし、下部工のコンクリート打ち止め位置は、(社)プレストレスト・コンクリート建設業協会にヒアリングして規定した。

7) 波形鋼板ウェブ PC 橋

波形鋼板ウェブ PC 橋の設計においては、以下に配慮すること。

設計の基本的な考え方は、道路橋示方書に基づき設計するが、具体的な設計方法、細目については、設計要領第 2 集 (NEXCO) に基づき設計する。ただし、これまでの実験などによる性能検証結果をふまえた構造の採用を基本とする。

- (1) 波形鋼板の波長・振幅：近年は 1600 型 (波高 220) が多く採用されており、同型は実物大試験等によりその性能が確認されているため、1600 型を標準とする。

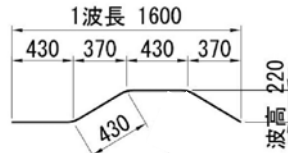


図-5-III-53 波形鋼板のサイズ (1600 型)

- (2) 床版支間：6m 以下を基本とする。  
 (3) 接合部：波形鋼板ウェブとコンクリート部材の接合方法はアングルジベルを標準とする。  
 (4) 裏打ちコンクリート

中間支点横桁において断面剛性が急変することを避けるため、中間支点横桁近傍には波形鋼板ウェブの裏側 (箱桁内部) に裏打ちコンクリートを設けることを標準とする。片持ち架設工法の場合は、柱頭部および張出 1 ブロックを打設範囲とする。

- (5) 片持ち架設工法における諸事項

本構造を片持ち架設工法に適用する場合は、以下の点に留意する。

- ① 連続ケーブルは外ケーブル、架設ケーブルは内ケーブルの使用を標準とする。  
 ② 張出ブロック長は波形鋼板の波長を考慮して決定すること。

5-1-5 下部構造

1) 部材寸法

(1) 橋台

設計にあたっては、地形、支持地盤、上部工反力等により種々異なるが、形状寸法決定にあたっては下記形状寸法を参考にし決定する。

各部の寸法は 10cm 単位に丸める。ただし、フーチングの寸法については、「(3) フーチング」によるものとする。

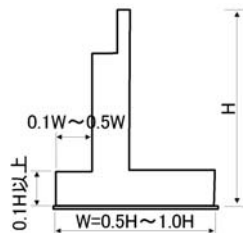


図-5-III-54 逆 T 式橋台寸法 (参考)

(2) 橋脚

橋脚各部の寸法は 10cm 単位に丸める。ただし、フーチングの寸法については、「(3) フーチング」によるものとする。

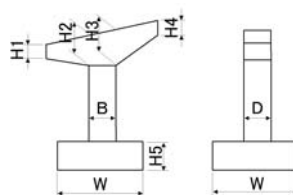


図-5-III-55 橋脚の形状寸法 (参考)

(3) フーチング

- ① フーチングの厚さは、部材として必要な厚さを確保するものとし、十分な曲げ剛性を有することを確認することがよい。  
ただし、立地条件、施工条件により十分なフーチング厚が確保できない場合には別途フーチングの曲げ変形を考慮した解析を行い、十分な安全性を有することを確認した上で、計画してもよい。
- ② 直接基礎の場合のフーチング幅  $W$  は 50cm 単位程度に丸めるものとする。ここで、橋台におけるフーチング幅  $W$  とは橋軸方向の長さを示す。
- ③ 杭基礎の場合は、別途形状を考慮し、フーチング最小厚は杭径程度以上とする。  
また、フーチング幅  $W$  は 10cm 単位程度に丸めるものとする。ここで、橋台におけるフーチング幅  $W$  とは橋軸方向の長さを示す。
- ④ 橋台において、杭基礎の場合は、前フーチングを出す等の処理による杭本数の検討も考慮する。

2) 鉄筋

(1) 鉄筋量算定

鉄筋量算定は、軸力を考慮し設計計算する部材は複鉄筋部材として計算し、それ以外は単鉄筋として計算してもよいものとする。

(2) 配筋仕様

- ① 鉄筋はすべて異形棒鋼を使用するものとし、最小径を 13mm、最大径を 51mm とする。  
ただし、太径鉄筋を用いる場合には、ひび割れ制御、応力分散などの面で不利となるため注意を要する。
- ② 鉄筋の間隔は最小 100mm、最大 300mm とし 25mm ピッチで 100、125、250 の中から選定する。  
ただし、円形断面の配筋については 25mm ピッチとしなくてもよい。  
また、太径鉄筋を使用する場合は、200mm、300mm などとしてもよい。
- ③ 主鉄筋は 2 段配筋までを原則とする。
- ④ 配力鉄筋は、D13～D16@250 を標準とする。
- ⑤ 組立鉄筋の加工

表-5-III-11 組立鉄筋の寸法

| 径   | a   |
|-----|-----|
| D13 | 150 |
| D16 | 150 |
| D19 | 150 |
| D22 | 150 |

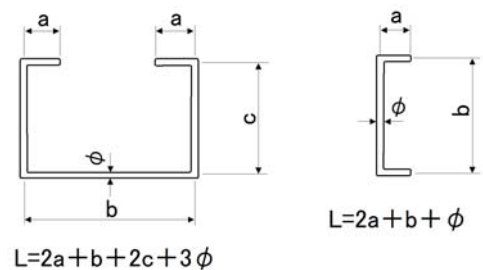


図-5-III-56 組立鉄筋の形状

3) 構造細目

(1) 裏込め材

高さ 15m 以下の橋台の裏込め材の定数は実際に使用する土質試料の値を用いるものとする。  
ただし、設計段階で特定できない場合は、表-5-III-12 に示す裏込め材の土質定数を使用してもよい。

なお、高さ 15m 以上の橋台の場合や、トンネルずり等の現地発生土を用いることが明確な場合は、実際に現場で使用する裏込め材の土質試験結果に基づき土圧計算を行うものとする。

表-5-III-12 裏込め材

| 種 別   | せん断抵抗角 $\phi$ (°) | 単位重量 kN/m <sup>3</sup> | 備 考           |
|-------|-------------------|------------------------|---------------|
| 礫 質 土 | 35                | 20                     | よく締固めた砂と砂利の混合 |
| 砂 質 土 | 30                | 19                     | よく締固めた砂及び砂質土  |
| 粘 性 土 | 25                | 18                     | WL < 50%      |

注) : 水中単位重量は、表中の値から9を差し引いた値とし、せん断抵抗角は、水中でも同じ値を用いる。

(2) ウイングの設計

ウイングの設計は、「道路橋示方書・同解説 IV 下部構造編」(日本道路協会 H24.3) 第8章 橋脚、橋台及びフーチングの設計 8.4.4 ウイング の項の条文及び解説 によるものとする。

また、ウイングを設置する場合は、ウイング付根の曲げモーメントを用いてパラペットに補強鉄筋を設けるものとし、補強の方法は、図-5-III-57 に示すとおりとする。

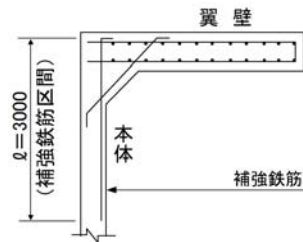


図-5-III-57 パラペット本体の補強

(3) 踏掛版の設計

災害時の道路啓開の観点から、パラペット背面には、踏掛版等の段差防止構造を設置するものとする。

踏掛版の幅は、路肩部も含めた全幅とする。

以下に踏掛版の設計例を示す。

踏掛版の設計例

舗装厚 T=25cm、踏掛版厚 t=350mm、 $\theta=90^\circ$ 、L=5m の場合

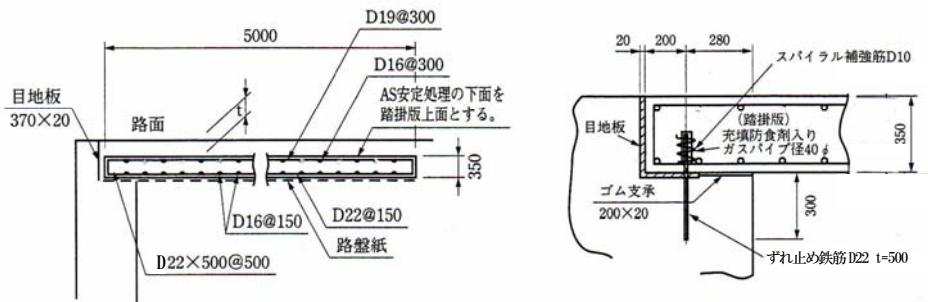


図-5-III-58 踏掛版の構造 (参考)

(4) 橋台背面の排水処理

橋台等の背面には、地下水や雨水等が集中しやすいので排水処理を行うことを標準とする。排水処理の方法は、図-5-III-59 に示す構造を標準とする。

水抜き孔 : VP  $\phi$  100 @2.0m

透水材 : 幅 400mm × 厚 30mm × 必要長さ

なお、最下段の水抜き孔の位置は、排水処理 (側溝) の方法を考慮し設置するものとする。

但し、配筋が密で VP  $\phi$  100 の配置が困難な場合、VP  $\phi$  75 とすることとし、原則として VP  $\phi$  100 の2倍の本数を配置するものとする。

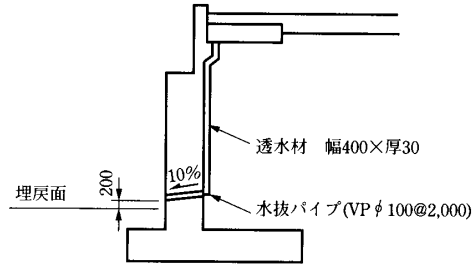


図-5-III-59 橋台背面処理

(5) 橋座部の設計

① 横断勾配の調整

横断勾配の調整は、4%までは橋座で調整処理を、4%以上は沓座で調整処理をすることを標準とする。

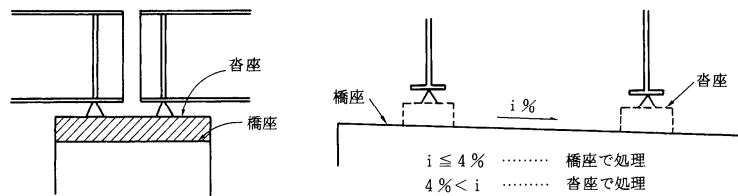


図-5-III-60 橋座部の処理

(6) 道路に近接する橋台、橋脚の位置

道路に近接して下部工を設置する場合、当該道路管理者との協議によって決定することを原則とするが、その場合下記を参考として決定する。ただし地下埋設占有物及びその計画がある場合は別途考慮すること。

道路に近接する橋台、橋脚は道路（のり敷を除く）に設けないものとする。ただし、特別の場合は歩道、中央分離帯又は路肩に設けることができるものとする。

のり敷に設ける場合並びに前項ただし書きの規定により路肩に設ける場合にあっても、次の基準によるものとする。

① 道路の地上部にあつては原則として車道部端より側方 1.5m の範囲を侵さないものとする。

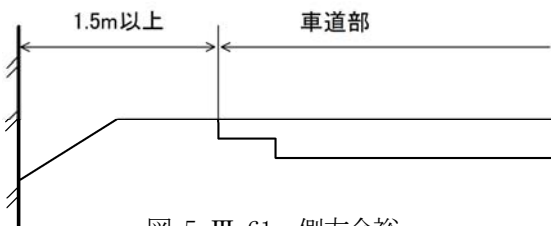


図-5-III-61 側方余裕

② 跨道橋の基礎部分は原則として歩道の路面下、深さ 1.5m 以内又は車道部端 1m の位置で路面下深さ 1.5m 以内かつ車道部端より 1.5m 以内を侵さないものとする。

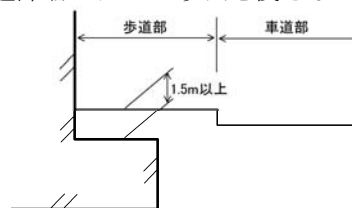


図-5-III-62 フーチングの設置位置

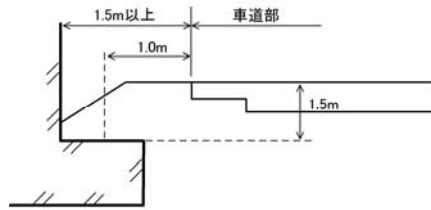


図-5-III-63 フーチングの設置位置

(7) フーチングの根入れ深さ

一般部の土被りは、0.5m を標準とする。埋設占用物およびその計画等がある場合は別途考慮する。

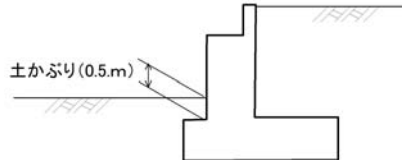


図-5-III-64 フーチングの土かぶり

5-1-6 基礎構造

1) 設計一般

(1) 杭基礎の根入れ深さ

支持杭、不完全支持杭のように支持層の支持力を主とする杭では、支持層の支持力を十分に確保するために、杭先端を支持層に貫入させる必要がある。

支持層に対する杭先端の貫入量は、杭径程度以上確保する。

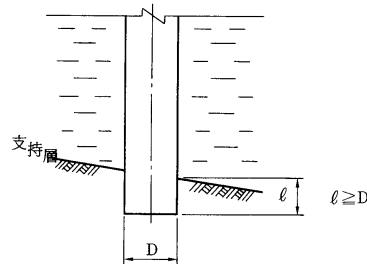


図-5-III-65 支持層への根入れ

(2) 杭頭とフーチングの結合部設計

① 基本

杭とフーチングの結合部は原則として杭頭剛結合とし、結合部に生じる応力に対して安全であることを照査する。

② 配筋

杭頭鉄筋が2段配筋になる場合は、過密配筋を避けることを目的に、SD490 等の高強度鉄筋の採用を検討すること。

鋼管杭の場合の杭頭鉄筋の配筋は下表のとおりとする。

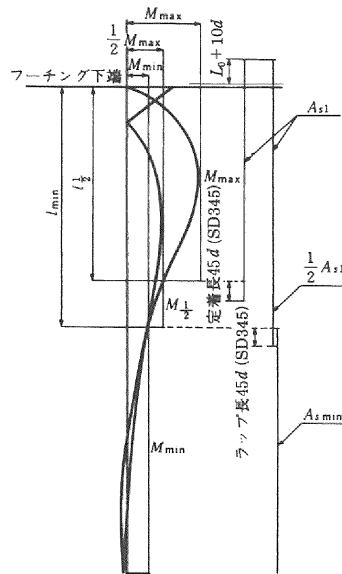
表-5-III-13 鋼管杭の杭頭鉄筋

|          | 最小                                           | 最大  |
|----------|----------------------------------------------|-----|
| 鉄筋径 (mm) | 16                                           | 35  |
| 本数       | 6                                            | —   |
| ピッチ (mm) | 以下の大きい方の値<br>・ d+40mm<br>・ d+1.5d<br>(d:鉄筋径) | 300 |

2) 場所打ち杭

(1) 軸方向鉄筋の断面変化

場所打ち杭の主鉄筋は、「杭基礎設計便覧」(日本道路協会 H19. 1) 2-6-6 にもとづき、適切に断面変化させるものとする。



- $A_{smax}$  : 配筋できる最大の鉄筋量
- $A_{smin}$  : 最小鉄筋量
- $A_{s1}$  :  $M_{max}$  に対する鉄筋量
- $A_{s\frac{1}{2}}$  :  $A_{s1}$  の半分の鉄筋量
- $M_{max}$  : 杭頭剛結、杭頭ヒンジ両  
曲げモーメントの最大値
- $M_{\frac{1}{2}}$  :  $\frac{M_{max}}{2}$
- $M_{min}$  : 最小鉄筋量に対する許容  
曲げモーメント
- $l_{\frac{1}{2}}$  :  $M = M_{\frac{1}{2}}$  となる位置
- $l_{min}$  :  $M = M_{min}$  となる位置

図-5-III-66 主鉄筋の断面変化

(2) 軸方向鉄筋の配列

場所打ち杭の軸方向鉄筋は、鉄筋かごの建込み等の施工上の問題点が多いため、二重配筋を避け、一重配筋とすること。

(3) スペーサー及び組立筋等

① スペーサー形状 (例)

- a) スペーサーは、一般に D13×530 であるが、リバーズ杭等には FB としてもよい。
- b) 形状は、山型または、半円形としてもよい。

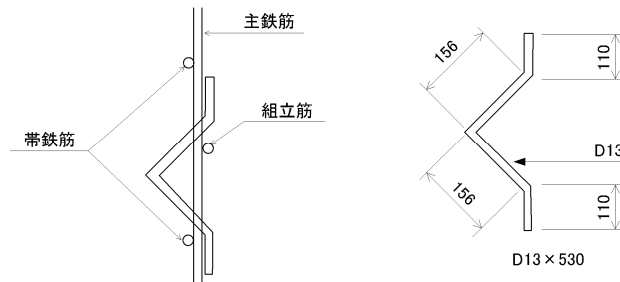


図-5-III-67 スペーサー形状 (参考)

- ② 組立筋 : 使用鉄筋径は D22 とし、主鉄筋の内部に配置する。
- ③ 設置間隔 : スペーサーおよび組立筋の設置間隔は 3m 以下を標準とする。



④ 杭底のかぶり：

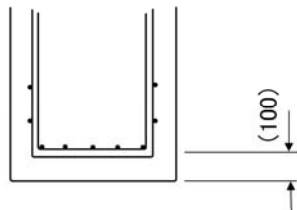


図-5-Ⅲ-68 杭底のかぶり

⑤ 鉄筋かごの組立は、形状保持などのために溶接を行わないこと。

【解説】

道路橋示方書の改定により、鉄筋かご組み立て時には、溶接による仮止めが行われることが多かったが、施工品質の確保が困難であり鉄筋の断面減少等の欠陥が生じる恐れがあるため溶接を用いてはならないと規定された。

上記規定を受けて現場では、「特殊金物等による無溶接工法」が数多く採用されているが、採用されて間もないため仕様や評価が定まっていない状況にある。

このため、設計時点では鉄筋かごの組立ては、なまし鉄線を用いるものとし図面明示は行わないものとする。

但し、施工の確実性等を考慮すると、「特殊金物等による無溶接工法」を採用する事が妥当と考えられることから、工事実施の段階では、下記事項を追加特記仕様書に記載し、工事受注者の発議により「特殊金物による無溶接工法」を採用することができるものとし、設計変更の対象とする。

— 追加特記仕様書 記載事項 —

場所打ち杭における鉄筋かごの形状保持について

鉄筋かごの組立にあたって、形状保持のために「特殊金物等による無溶接工法」を採用する場合は、下記事項を確認している製品を用いる事とし、採用にあたっては、監督職員と協議するものとする。

- ①鉄筋かごの運搬及び吊り込み時に鉄筋かごがねじれ変形をおこさないこと
- ②特殊金物部分においてコンクリートの充填不足をおこさないこと

(4) 軟弱地盤におけるオールケーシング工法

過去の調査において、杭径不足量 300mm 以上の杭細りが生じているのは、杭頭部付近の地盤が粘性土または腐植土を含む粘性土であり、そのほとんどが杭頭部付近の地盤がN 値 1 以下、あるいは粘着力  $C=30\text{kN/m}^2$  未満と評価された軟弱な場合であることから、このような地盤には、オールケーシング工法以外の基礎工の採用や、二重ケーシングによる施工などを検討することが望ましい。

なお、杭細りが生じることを理由に、施工時に安易に杭径を 1 ランクアップさせること等はしてはならない。

【解説】

参考:「土木研究所資料 4098 号 オールケーシング工法を用いた場所打ち杭の出来形に関する調査」

表-5-III-14 オールケーシング工法を用いた場所打ち杭の出来形に関する調査

表-1.1 オールケーシング工法による場所打ち杭 24,185 本の施工実績調査結果 (国土交通省調べ)

|              |        | 杭頭付近の N 値                                        |             | 合計          |
|--------------|--------|--------------------------------------------------|-------------|-------------|
|              |        | N 値 ≤ 2                                          | N 値 ≥ 3     |             |
| 設計径に対する杭径不足量 | 0~30mm | 176 本(0.7%)                                      | 106 本(0.4%) | 282 本(1.2%) |
|              | 30mm 超 | 75 本(0.3%)<br><small>このうち、N 値 0~1 が 72 本</small> | 5 本(0.0%)   | 80 本(0.3%)  |
| 合計           |        | 251 本(1.0%)                                      | 111 本(0.5%) | 362 本(1.5%) |

備考)・調査対象:平成 15 年度~17 年度に施工された直轄土木工事のうち場所打ち杭(オールケーシング工法)で施工された橋梁下部工事

・( ) 内の数字は、全調査杭本数 (24,185 本) に対する比率

3) 深礎基礎

(1) 設計細目

- ① 設計半径は、公称半径-30mm を標準とする。
- ② 公称直径 2m 以上の杭径については 50cm 刻みを標準とする。
- ③ 深礎杭掘削時の土留構造には、ライナープレートによるものとモルタルライニングによるものがある。(図-5-III-69)

ライナープレートによる場合は、杭本体と地盤がライナープレートにより分離されるため、杭の周面摩擦による抵抗(支持力)は期待できないが、モルタルライニングによる場合は、周面摩擦による抵抗を考慮して許容支持力の算出ができる。したがって、モルタルライニングの方が一般的に経済性で有利となる。一方、モルタルライニングの場合は、崩壊性の高い地層(崖錐層)や湧水等がある場合には施工が困難となる。

以上により、深礎杭掘削時の土留構造の選定は、モルタルライニングによることを標準とするが、経済性・施工性について総合判断し、適切な工法を選定するものとする。

ただし、公称径が 2500mm 未満の場合には、ライナープレートを用いる方がよい。なお、設計にあたっては、十分な地質調査の結果に基づいて、慎重に土留構造の選択を行う必要がある。

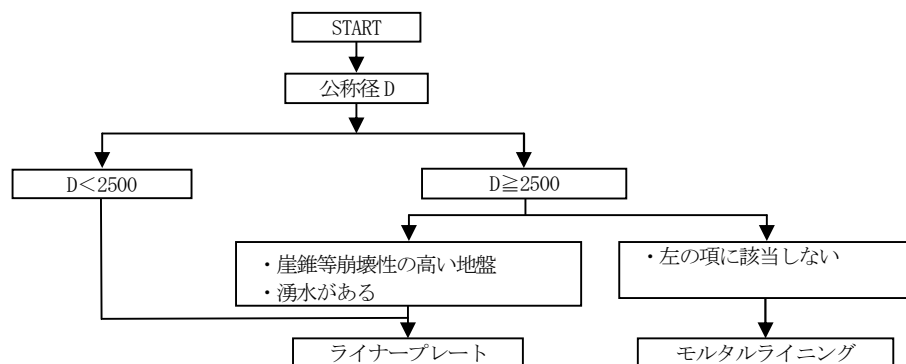
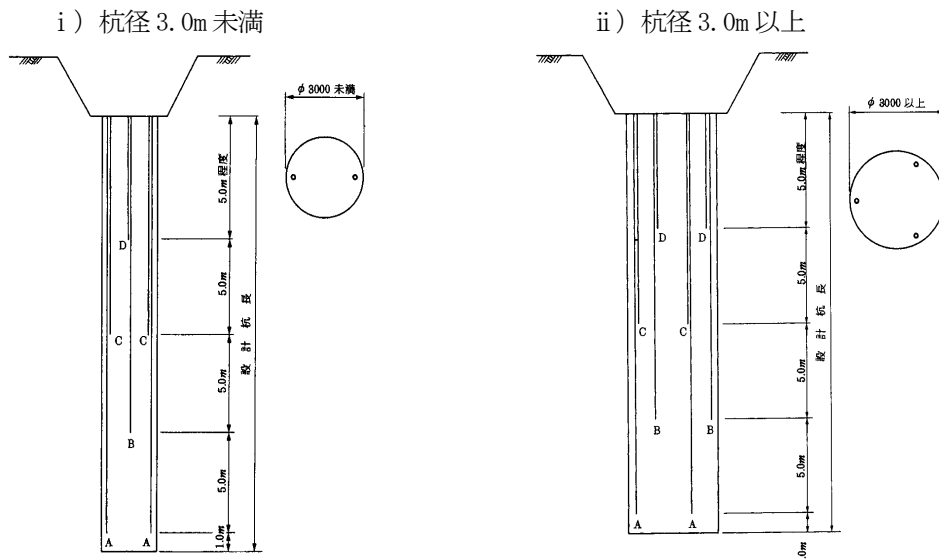


図-5-III-69 深礎基礎の土留構造

- ④ グラウトパイプの配置例 (ライナープレートの場合)

穴あきライナープレートを使用する場合は、グラウトパイプは配置しない。



1 段の注入口は図のように 2 箇所以上とし、次の各段の注入口を 90° ずつ変化させて配置する。

1 段の注入口は図のように 3 箇所以上とし、次の各段の注入口を 60° ずつ変化させて配置する。

図-5-III-70 グラウトパイプの配置 (参考)

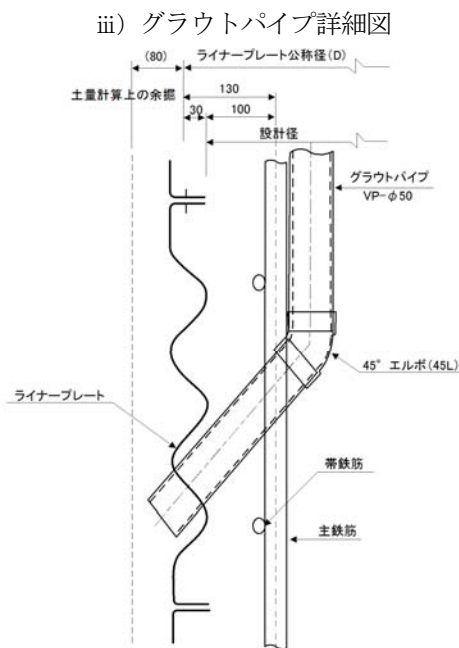


図-5-III-71 グラウトパイプ詳細 (参考)

⑤ ガイドウォールについて

ガイドウォールの構築箇所が崩壊性の高い地盤の場合、土留掘削に伴い、ライナープレートの重量がガイドウォールにかかる事等により、ガイドウォールとライナープレートが一体となって不等沈下を起こす可能性がある。このようなガイドウォールの沈下の懸念がある場合は、次図のような形状にするなどの配慮を行うこと。

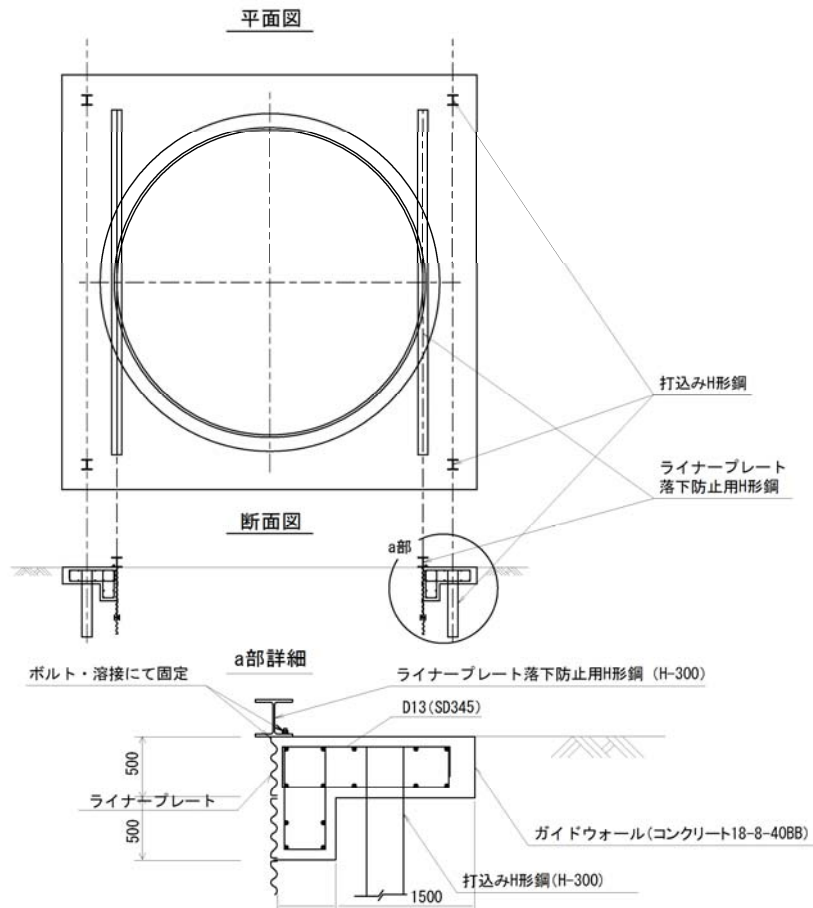


図-5-III-72 ガイドウォールの沈下対策 (参考)

## 5-1-7 耐震設計

### 1) 耐震設計の基本方針

#### (1) 耐震設計の基本

- ① 耐震設計においては、地震後に要求されるその橋の機能を確実に確保するとともに、上部構造の落下を確実に防止できる構造系とする。
- ② 多径間の橋は、連続構造を基本とする。
- ③ 支承条件は、免震構造を原則とする。ただし、「道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編」(日本道路協会 H24.3) 9章に示す免震支承を採用してはならない規定に該当する場合は、別途の支承条件を検討する。
- ④ アーチ橋の支承部、斜張橋や吊橋の塔部のようにその破壊が全体系の崩壊につながる可能性のある構造系では、当該部分の損傷を限定するか、別途フェイルセーフ機能を持たせた構造系として設計しなければならない。

#### 2) 免震設計

免震橋は、主として免震支承において確実にエネルギーを吸収するよう設計することが基本となる。支承、橋脚柱基部、基礎の塑性化については、以下の通りとする。

表-5-III-15 免震橋における部材の塑性化の組み合わせ

| 部材    | 塑性化、エネルギー吸収 |
|-------|-------------|
| 免震支承  | 主たるエネルギー吸収  |
| 橋脚柱基部 | 限定的な塑性化     |
| 基礎    | 副次的な塑性化     |

前述の塑性化の組み合わせに基づき、以下の照査を行うこと。

表-5-III-16 免震橋における部材の照査方法

| 部材    | 照査項目、方法                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 免震支承  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ゴムのせん断ひずみが許容せん断ひずみ以下</li> <li>・支承の最大水平変位が設計遊間量以下</li> </ul>                                                                                                                                                                                      |
| 橋脚柱基部 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・塑性ヒンジの回転角が、道示 V9.3 の規定による免震橋の許容塑性率から求めた許容回転角以下</li> <li>※免震橋の許容塑性率は地震時水平力分散構造を有する橋の許容塑性率の 0.5 倍である。これは、免震橋の橋脚に生じる応答を限定的な塑性変形に抑え、長周期化やエネルギー吸収が橋脚ではなく免震支承において確実に行われるようにするためである。</li> <li>・最大せん断応答値が許容せん断耐力以下</li> <li>・橋脚の残留変位が許容残留変位以下</li> </ul> |
| 基礎    | <ul style="list-style-type: none"> <li>・道示 V12.3 の規定による基礎の降伏以下</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                |

さらに、免震支承の採用にあたっては、免震支承において確実にエネルギーが吸収されていることを確認することが重要である。その手法については、以下に示すいずれかの方法で検証すること。

検証方法 1：支承条件を全て固定とした場合の橋の固有周期と、免震橋の固有周期が 2 倍程度以上離れているか？

検証方法 2：橋脚柱基部と免震支承のそれぞれの履歴曲線から求めたエネルギー吸収量の差が大きく離れているか？

【解説】

「道路橋示方書・同解説 V耐震設計編（日本道路協会 H24.3）」9 章 免震橋の耐震性能の照査には、『免震支承に変形が集中し、エネルギー吸収が行われることを確認するのがよい。従来は、この目安として、免震橋の固有周期を、支承条件を全て固定と仮定した場合の橋の固有周期の 2 倍程度以上とすることを示していたが、近年では・・・今回の改定ではこの考え方を示していない』とされたが、免震支承へ充分変形が集中しきれていない事例が散見されることから、従来同様の規定を継続することとしたものである。

・検証方法 1 について

「免震橋梁の固有周期の設定法に関する一検討」土木技術資料 37-11(1995)において、免震支承と下部工天端の変位に着目した分担率と固有周期比の相関に関する検討がなされている。<sup>2)</sup> これによると、固有周期比が 2 倍程度より大きい場合は、免震支承の分担率が 80% 以上となり、変形の大部分を免震支承で分担している。以上のことから、固有周期が 2 倍程度以上離れていることを確認することで、免震支承で確実にエネルギー吸収がなされていることを検証することが可能である。

・検証方法 2 について

非線形動的解析による履歴曲線から橋脚柱基部と免震支承のエネルギー吸収量を直接的に比較し、そのエネルギー吸収量の差が大きく離れていることを確認することが可能である。以下にその算出事例を示す。

表-5-III-17 検証方法2：エネルギー吸収の確認手法（参考）

| 免震支承によるエネルギー吸収                                        | 橋脚柱基部によるエネルギー吸収                                      |
|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| <p>エネルギー吸収量：516kN・m（比率：5.9）<br/>（上図 ABCD に囲まれた面積）</p> | <p>エネルギー吸収量：88kN・m（比率：1.0）<br/>（上図 abcd に囲まれた面積）</p> |
| <p>※免震支承のエネルギー吸収量が約6倍と大きい。</p>                        |                                                      |

### 3) 支承

#### (1) ゴム支承とアンカーバーの組合せについて

「道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編」社）日本道路協会（平成 24 年 3 月）において、従来の変位制限構造と補完し合って抵抗するタイプ A 支承は認められないが、機能分離型支承の採用は認められており、維持管理性や構造的特性を踏まえ、適切な構造の支承を選定する必要がある。

ここで、PC 橋などに多く採用されるパッド型ゴム支承や帯状ゴム支承は、アンカーバーと組み合わせることで道路橋示方書で規定されている機能分離型支承とみなすことができる。このような支承については、以下に示す荷重伝達機能、維持管理に十分配慮して設計するものとする。

#### ① 荷重伝達機能について

- 水平力支持機能 : アンカーバーで受け持つ
- 鉛直力支持機能（下向き） : ゴム支承で受け持つ
- 鉛直力支持機能（上向き） : 上向きの設計鉛直地震力に対して抵抗する必要がある場合は、ヘッド付きアンカーバー等の上揚力に対して抵抗する構造により受け持つ

#### ② 維持管理への配慮について

- a) ゴム支承の取り替えが可能なジャッキアップなどを計画すること。帯状ゴム支承の場合は、アンカーバー部のゴム支承を切断する必要があるため、切断・取り替え後の支圧応力の照査を行うこと。  
また、ヘッド付きアンカーバーを採用する場合は、ジャッキアップを考慮し、ヘッド部の鉛直方向の遊間確保に配慮すること。
- b) アンカーバーの取り替えにおける橋面からの削孔や、横桁コンクリートの撤去・再構築等を計画すること。橋面からの削孔においては、PC 鋼材と干渉しないようアンカーバーと PC 鋼材との空気を確保すること。
- c) 止水対策は、アンカーバー部も支承部と同様に沓座モルタルで覆う等、アンカーバーが雨水などに触れないよう、止水対策を行うこと。
- d) パッド型ゴム支承の地震時の落下による第三者被害を防止するため、滑動防止装置等の設置を検討すること。

#### 【解説】

パッド型ゴム支承や帯状ゴム支承とアンカーバーを組み合わせた機能分離型支承は、維持管理に十分配慮する必要がある。維持管理に配慮した構造細目については、「平成 24 年道路橋示方書改定に伴うパッド型ゴム支承や帯状ゴム支承とアンカーバーの組合せによる支承部

構造に関するQ&A（案）について」平成25年10月11日、（一社）プレストレスト・コンクリート建設業協会などを参考とすること。<sup>3)</sup>

#### 4) 落橋防止システム

##### (1) 設計細目

- ① PC ホロー桁のように落橋防止構造等を設置することが困難な場合には、十分な桁かかり長として1.5SE以上確保することで落橋防止構造および横変位拘束構造と見なすことでよい。
- ② 落橋防止構造として連結材を用いる場合には、橋軸直角方向への追従性を有することや、衝撃的な地震力を緩和するためのゴムなどの緩衝機能を有することを配慮して設定する。

#### 5-1-8 橋梁付属物

##### 1) 基本事項

鋼橋の付属物については、「鋼道路橋付属物の設計ガイドライン（案）について」（H12.5.11付 道路工事課長 事務連絡）を標準とする。

##### 2) 地覆、高欄

##### (1) 壁高欄

##### ① 壁高欄（剛性防護柵）の天端幅

壁高欄（剛性防護柵）の天端幅は、遮音壁の設置及び照明・光ケーブル・非常電話等の配管を考慮して施工性より30cmを標準とする。遮音壁等を設置しない場合、既設構造との整合を図る場合等は壁高欄（剛性防護柵）の天端幅は25cmとしてもよい。

なお、壁高欄（剛性防護柵）に設置する遮音壁高さが3mを超える（支柱サイズH150×150×7×10以上）ような場合は、表-5-III-18を標準としてよいものとする。

表-5-III-18 剛性防護柵の天端幅

| 支柱サイズ           | 剛性防護柵の天端幅 |
|-----------------|-----------|
| H150×150×7×10   | 35cm      |
| H175×175×7.5×11 | 35cm      |
| H200×200×8×12   | 40cm      |
| H250×250×9×14   | 40cm      |

注) 遮音壁の高さ3m以下を想定している。

##### ② 壁高欄（剛性防護柵）の配筋、目地

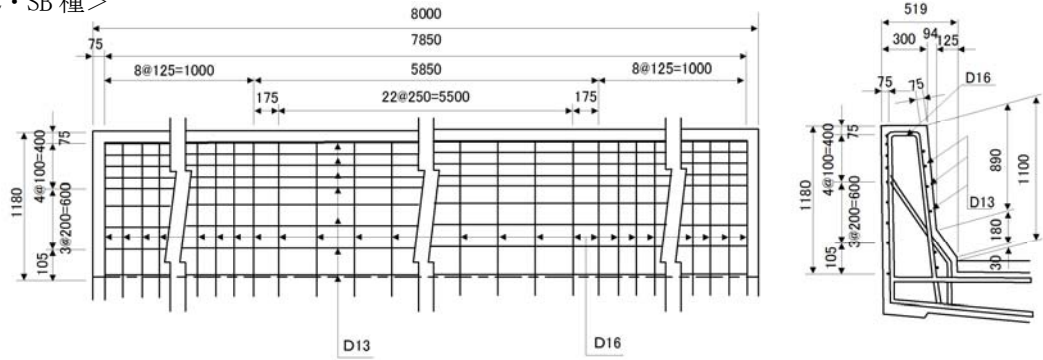
壁高欄（剛性防護柵）の配筋及び目地を図-5-III-73～75に示す。

ここで、遮音壁のアンカーと配力筋が干渉することを避けるため、配力筋を外側に配置することを標準とする。

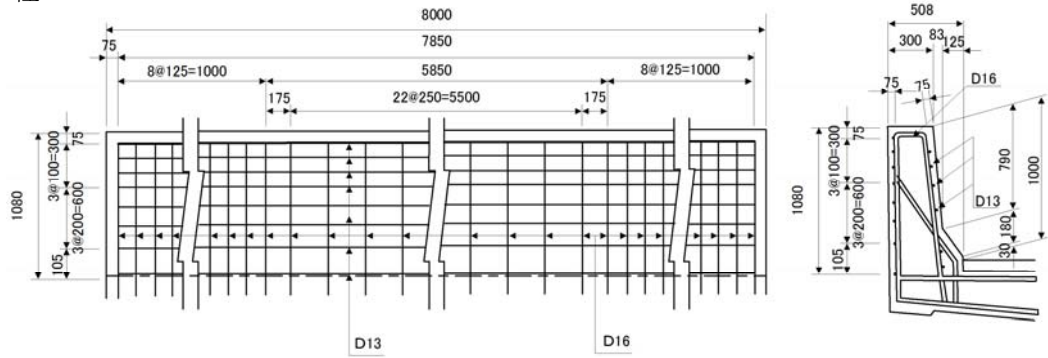
以下に、配筋および目地に関する留意事項を示す。

- a) 曲線部（ $R < 150m$ ）は端部・中間部とも端部と同配筋とする。
- b) 膨張目地は、原則として8m間隔以下とし、支点および中間支点上にも設置するものとする。膨張目地の厚さは、 $t = 10mm$ を標準とする。
- c) 収縮目地は、4m間隔を標準として設置する。なお、目地部には、弾性シール材等によりコーティングをすること。施工にあたっては、ひび割れ防止に十分配慮する必要がある。
- d) 鋼床版上の目地間隔は、熱膨張率の差異により、ひび割れの発生が生じ易いため、別途対策（プレキャスト壁高欄の使用、誘発目地の設置等）を検討するものとする。

<SC・SB種>



<SA種>



<SS種>

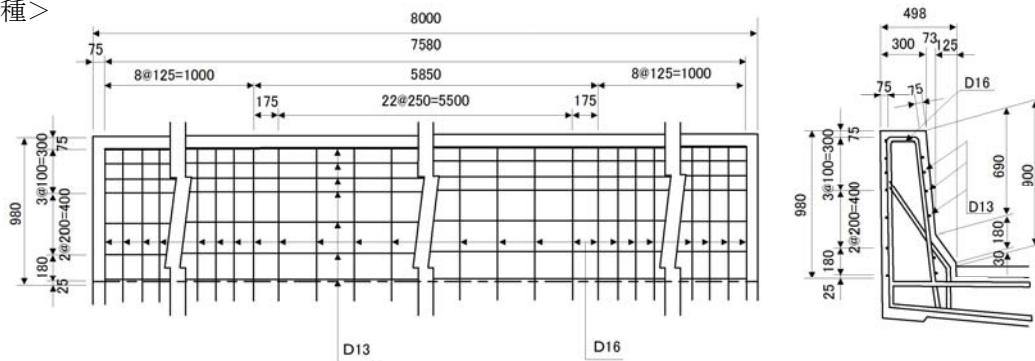


図-5-III-73 壁高欄(剛性防護柵)の配筋

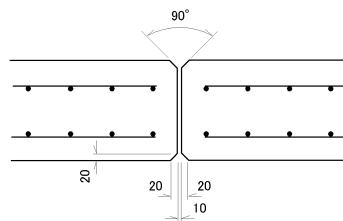


図-5-III-74 膨張目地詳細図

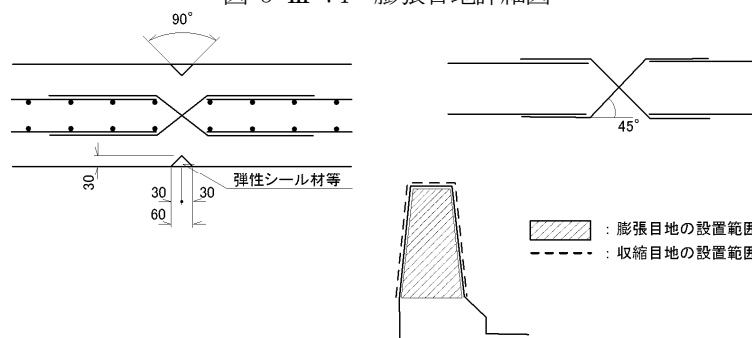


図-5-III-75 Vカット詳細図



(2) 高欄

① 支柱式車両用防護柵（たわみ性車両用防護柵）

支柱式車両用防護柵の設置例を図-5-III-76 に示す。

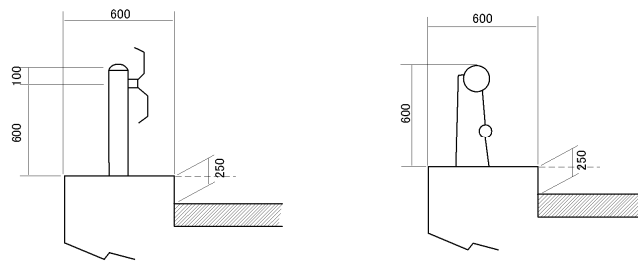
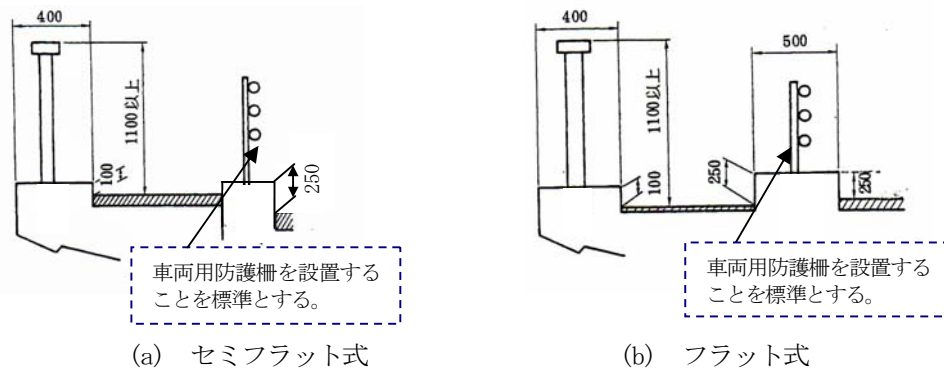


図-5-III-76 支柱式車両用防護柵（参考）

必要に応じ高欄兼用車両用防護柵とする。この場合、路面から柵面上端までの高さは、110cmを標準とする。

② 支柱式自歩道用高欄（歩行者自転車用柵）

支柱式自歩道用高欄の設置例を図-5-III-77 示す。



(a) セミフラット式

(b) フラット式

図-5-III-77 支柱式自歩道用高欄（参考）

③ 支柱は、図-5-III-78 に示すようベースプレート方式とする。

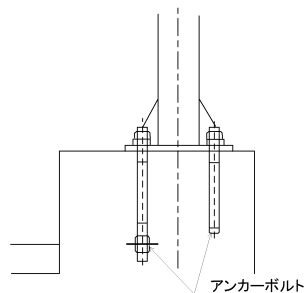


図 5-III-78 ベースプレート方式による支柱設置

【解説】

支柱の基礎方式は、図-5-III-78 に示すベースプレート方式と図-5-III-79 に示す埋め込み方式に分類される。このうち埋め込み方式では、橋梁点検の結果から支柱とコンクリート接触面の腐食が多く確認されている。また、腐食した支柱の交換は引き抜き作業が不能となる場合もある。このため維持管理を考慮し、ベースプレート方式を採用することとした。

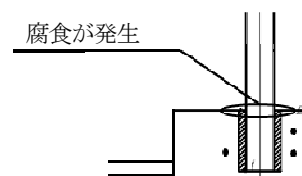


図 5-III-79 埋め込み方式による支柱設置

### 3) 遮音壁の建築限界および建て込み方法

片勾配区間の遮音壁については、図-5-III-80 に示すとおり、建築限界との干渉について照査し、干渉する場合は幅員を広げること。

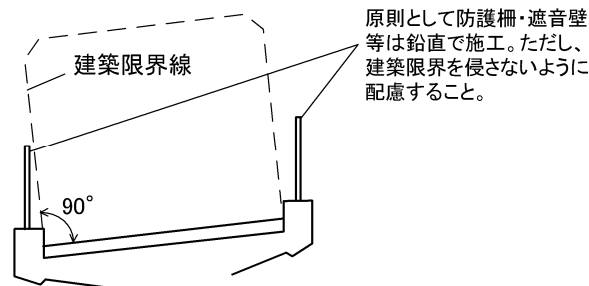


図-5-III-80 建築限界

### 4) 橋面排水、橋面防水

#### (1) 排水装置の設計および施工

##### ① 排水装置（排水柵）の設計

- a) 排水柵の設置箇所は、排水管の位置等景観に配慮して決めるものとする。
- b) 排水柵の設置間隔は、原則として排水設計計算により求めるものとする。  
一般には、20m 以下とすることを標準とする。

ただし、当該橋梁前後の縦断勾配の関係で橋面が凹になる場合には、必ずその凹部の最低部に排水柵を設けるものとする。その付近での排水柵の間隔は3m~10m程度とするのがよい。

##### ② 排水柵の施工

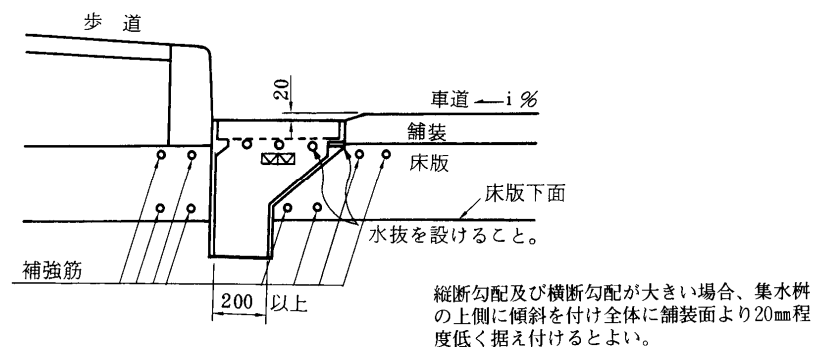
排水柵の施工は、計画舗装面より20mm程度低くし適当な勾配を付してすりつける。

##### ③ 排水柵本体の構造

排水柵は蓋の飛び跳ね防止、維持管理を考慮した構造とする。

また、橋面排水に伴う排水対策は、従来通り水抜き孔等に配慮したものとする。

なお、現状および将来の維持管理に配慮した構造を検討し、採用すること。柵と桁等が干渉し合う場合は、柵形状を変形させることを考慮する。



排水柵のはけ口の外径寸法表示は、排水管の外径SGP,VP200A (216mm)を考慮するとφ194mm程度となる。

図-5-III-81 排水柵の処理

グレーチング蓋をボルト固定する例

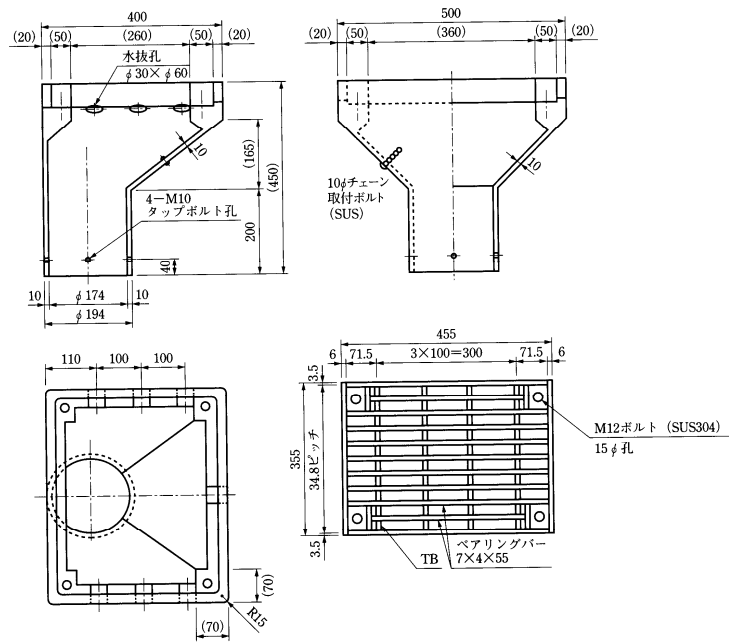


図-5-III-82 排水柵 (参考)

蓋にはかま及びストッパーを設置した例

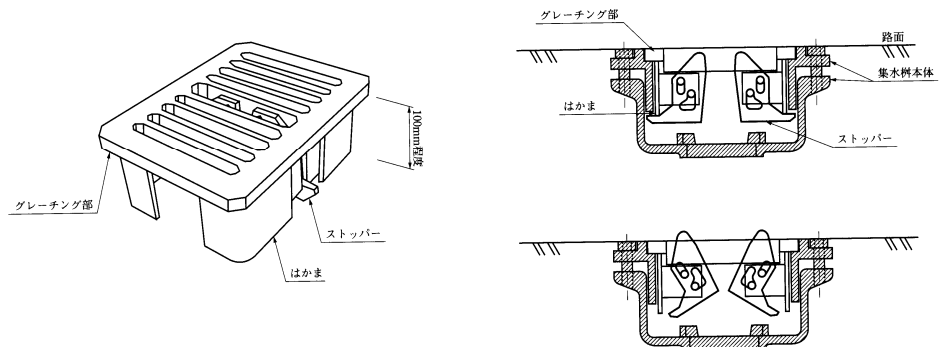


図-5-III-83 排水柵 (参考)

④ 排水装置 (排水管)

a) 排水管の材質・規格

硬質塩化ビニール管 (VP 管 JIS K 6741) を標準とするが、下記箇所にはガス管 (SGP 配管用炭素鋼鋼管 JIS G 3452) を使用することができる。

ア) 寒冷地

- イ) 硬質塩化ビニール管では破損の恐れがある箇所。
- ウ) 定期の点検などでは目視による破損の発見ができない箇所。
- エ) 景観を考慮して塗装などを施す必要がある箇所。

ただし、ガス管を使用する場合は、溶融亜鉛メッキ (HDZ55 程度) を施すのがよい。

b) 形状及び寸法

景観を考慮して主桁内側に配管する方法等を検討する。

- ア) 排水管の管径は 200A 以上を標準とする。
- イ) 排水管の屈曲部は極力少なくする。
- ウ) 水平方向の排水管の勾配は原則として 5% 程度が望ましい。

5) 伸縮装置

- (1) 埋設ジョイントを除く他の伸縮装置は、「非排水型」を標準とする。
- (2) 後打ちコンクリートの施工幅は、起点側・終点側同一とすることを原則とする。
- (3) 伸縮装置の使用区分

標準的な伸縮装置の使用区分を、表-5-III-19 に示す。

表-5-III-19 伸縮装置の使用区分

| 伸縮装置の種類       | 伸縮量 (mm) |    |    |    |    |     |     |
|---------------|----------|----|----|----|----|-----|-----|
|               | 10       | 20 | 35 | 50 | 70 | 200 | 400 |
| 埋設ゴムジョイント     | ■        | ■  |    |    |    |     |     |
| 突合せ型ゴムジョイント   | ■        | ■  | ■  |    |    |     |     |
| 荷重支持型ゴムジョイント  | ■        | ■  | ■  | ■  | ■  | ■   | ■   |
| 金属製フィンガージョイント |          |    | ■  | ■  | ■  | ■   | ■   |

※注意 太線は使用頻度の高いものを示す

(4) 地覆部の処理

伸縮装置の地覆部からの漏水を防止するため、地覆部も含めた止水構造とすること。また、壁高欄の隙間からの漏水を防止するため、鋼板等の跳水板を設置すること。以下に参考例を示す。

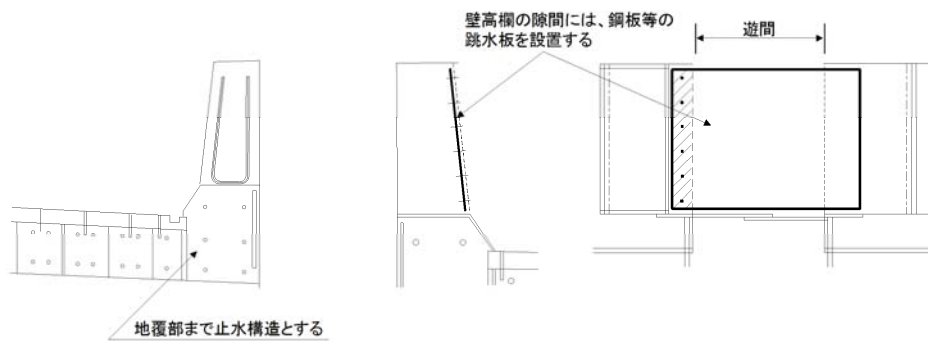


図-5-III-84 地覆部の処理 (参考)

図-5-III-85 壁高欄部の遊間の処理 (参考)

6) 検査路

橋の将来の維持管理の重要性を考慮し、検査路は、原則として全ての橋梁に設けることとする。検査路の設計は、「道路橋検査路設置要領 (案) H24 版」の試行について (H25. 4. 30 付 道路保全企画官 事務連絡) によるものとする。

なお、「道路橋検査路設計要領 (案)」の下部構造検査路については、地上から橋座面までの高さが 2.5m 以上 5m 未満の場合についても維持管理の必要性に応じて設置することができる。



—以下通知文—

道路橋の検査路は、「道路橋検査路設置要領 (案) H24 版」に基づき設計することとする。

本要領 (案) の適用は、新設橋及び既設橋を対象とするが、既設橋梁においても、新設橋梁と同様に、近接目視を含む維持管理手法をふまえ、必要に応じて設置することを基本とする。なお、既設橋においては、検査路設置に伴い大きな補強等への配慮が必要となる場合もあるので注意されたい。

—以 上—



7) 親柱

親柱を設置する場合は、交通上支障のない形状でかつ美観上好ましいものとし、地覆内面からの距離は高欄にあわせること。

また、親柱には、橋名、河川名、竣工年月日等を記入し、その配置は、図-5-III-86 を標準とすること。

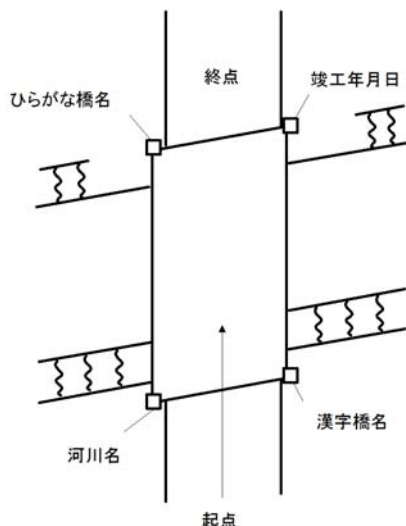


図-5-III-86 親柱の配置<sup>4)</sup>

8) 落下物防止柵

(1) 設置箇所

① 落下物防止柵を設置する場合は、次の各号に該当する区間に設置する。

- ・鉄道と交差あるいは極めて近接する区間
- ・交通量の特により多い主要道と交差あるいは極めて近接する区間
- ・極めて近接して人家が連担している区間
- ・その他特に設置が必要と認められる区間

② 前項の規定にかかわらず、遮音壁を設置している区間（路面からの高さを満足している場合）については省略することができる。

(2) 落下物防止柵の荷重

落下物防止柵を設置する場合は、落下物防止柵の重さ（設計時の仮定荷重）は、型式、形状、大きさ等の決まっているものは実状にあった荷重を採用するものとする。

なお、標準的な落下物防止柵の自重を、表-5-III-20 に示す。

但し、跨線橋の場合は、鉄道管理者との協議により最終決定すること。

表-5-III-20 落下物防止柵

| 落下物防止柵高（路面からの高さ） | W（自重）    | 備考                                 |
|------------------|----------|------------------------------------|
| H=1.0m（2.0）      | 0.2 kN/m |                                    |
| H=2.1m（3.0）      | 1.7 kN/m | 新幹線以外の鉄道を跨線する場合及び特に落下物を防止する必要がある場合 |
| H=2.9m（3.8）      | 2.0 kN/m | 新幹線を跨線する場合                         |

上表の想定している落下物防止柵形状を図-5-III-85 に示す。

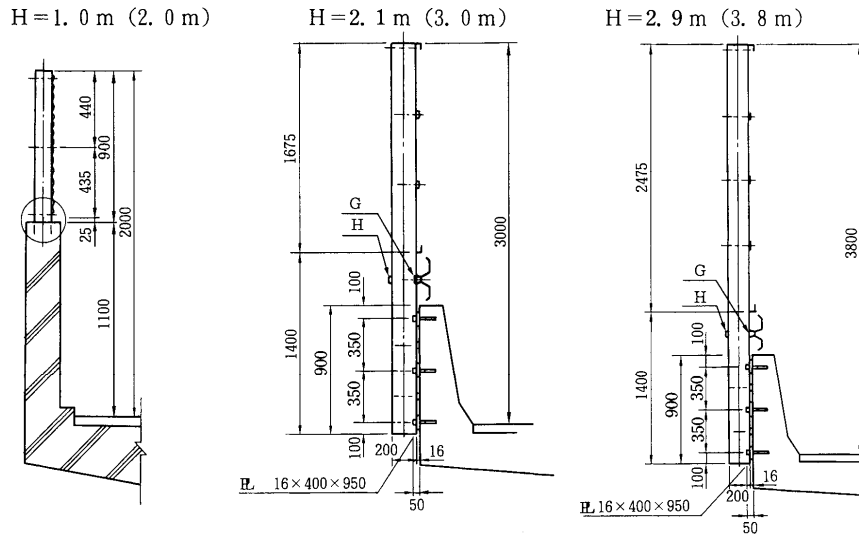


図-5-III-87 落下物防止柵の形状

(3) 落下物防止柵の設置範囲

対象施設と交差または近接している部分に、その手前余裕部分を加えた範囲とし、手前余裕部分区間長Lは以下のとおりとする。

$$L = V_0 \times \sqrt{\frac{2(H+3)}{g}} \times \left[ \cos 15^\circ + \frac{\sin 15^\circ}{\tan \alpha} \right]$$

ただし、 $\alpha = 90^\circ$  の場合

$$L = V_0 \times \sqrt{\frac{2(H+3)}{g}} \times \cos 15^\circ$$

ここに  $V_0$  = 落下物の路外逸脱速度 (m/sec)

新幹線と交差する場合  $V_0 = 0.178 \cdot V$

その他の施設と交差する場合  $V_0 = 0.133 \cdot V$

$V$  = 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)

$\alpha$  = 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  $\alpha = 90^\circ$  として計算する)

$g$  = 重力加速度 =  $9.8 \text{ m/sec}^2$

また、新幹線と交差する場合は、 $L \geq 36 \text{ m}$  とする。

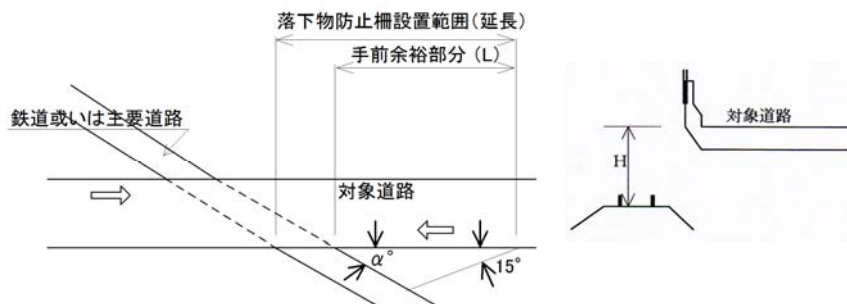


図-5-III-88 落下防止柵の設置

## 5-2 橋梁保全

### 5-2-1 基本事項

「5-2 橋梁保全」では、構造解析が必要となる補修・補強設計の基本的な考え方、および橋梁耐震補強について示す。構造解析が不要な補修・補強設計については、「第11章 維持修繕」に示す。

橋梁の補修、補強を行うに当たっては、構造物の性能が設計耐用期間内に必要な性能を下回らないように補修、補強設計を実施する。橋梁の補修、補強設計に際しては、点検結果や詳細調査等の結果に基づいて、対象とすべき劣化・損傷の種類、範囲、劣化原因と劣化機構、現有する耐震性能等を明確にした上で、構造物の重要度、第三者影響度、環境条件、残存供用期間、LCC等の総合評価により適切な工法を選定すること。

橋梁の補修・補強は、個々の橋梁の環境条件、損傷要因、構造要件等によって、取り得る工法も千差万別であるため、個々の橋梁毎に技術的な判断を加え、適切な対策に努める必要がある。補修・補強技術は新工法・材料の開発など日進月歩の面があるため、本要領で標準化することが困難であることから、構造解析が必要となる特殊なケースにおいては、防災ドクターなど専門家の指導・助言を受けて工法選定するよう適切に対応すること。

また、橋梁補修工事における細部設計付き工事発注については、「橋梁補修工事等における細部設計付き工事発注について」（H24.6.20付 道路工事課長、道路管理課長 事務連絡）が以下の通り通知されており、これによるものとする。



—以下通知文—

橋梁補修工事は、既設橋梁の老朽化進行に伴い予防保全も含め損傷部位の早期対策を実施することが求められている。

しかし、工事発注に用いる設計は、現地調査に足場等を用いると調査費用を多大に要することから橋梁点検の結果や既存の完成図を基に設計を行うことが多く、工事発注後に損傷の進展や既存構造物等の形状が設計図書と一致しておらず現場条件を反映した設計修正に時間を要し工事の進捗を阻害することが課題である。

このため、効率的に工事を実施するため上記に該当する橋梁補修工事等については、当初設計から軽微な修正設計に関する細部設計を付与し、発注者と協議の上、受注者にて修正図面の作成を行うものとする。

#### 1. 適用範囲等

##### 1) 細部設計付き対象工事

軽微な設計修正まで実施する橋梁補修工事等を対象とする。

—以 上—



## 5-2-2 耐震補強

### 1) 基本事項

既設橋の耐震補強にあたっては、設計地震動のレベルと橋の重要度に応じて、上部構造、下部構造、落橋防止システム、および基礎構造を含めた橋梁全体構造系として耐震性が向上するよう耐震計画を立案すること。

橋脚基礎については、橋脚躯体の補強の有無、補強による橋脚基部の耐力向上の有無に関わらず、原則として基礎の耐震性照査を行い、必要があれば適切な補強を行うものとする。なお、基礎補強の必要性がある場合は、基礎補強を含めた経済性の比較を実施したうえで、補強計画を立案すること。

既設橋の耐震補強設計については、「既設橋の耐震補強設計における道路橋示方書の留意事項について」(H25.1.7付 道路管理課長 事務連絡)が以下の通り通知されており、これによるものとする。

~~~~~  
-以下通知文-

既設橋の耐震補強設計における目標とする橋の耐震性能は別紙を参考にされたい。

別紙-1

既設橋の耐震補強における目標とする橋の耐震性能レベルについて

中部地方整備局管内における既設橋の耐震補強について当面の対策として、目標とする橋の耐震性能レベルの設定は以下のとおりとする。

1. 中部地方整備局における既設橋の耐震補強は、平成8年の道路橋示方書レベルの耐震性能を満たしていない橋梁から優先的に対策を実施する。
2. 耐震補強を実施する場合は、平成24年12月18日付事務連絡「既設橋の耐震補強設計における道路橋示方書の留意事項について」を参考として設計を行う。
3. 耐震補強において目標とする橋の耐震性能レベルは「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※」とする。
4. 既設路面高、河川渡河橋における計画高水位、交差道路・交差軌道に対する建築限界など既設橋に固有な与条件による制約で、やむを得ず3.に示す耐震性能が確保できない場合の目標とする橋の耐震性能レベルは「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※」とする。

※「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)

国土技術政策総合研究所 HP

(http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/tnn/tn_nilim.htm)

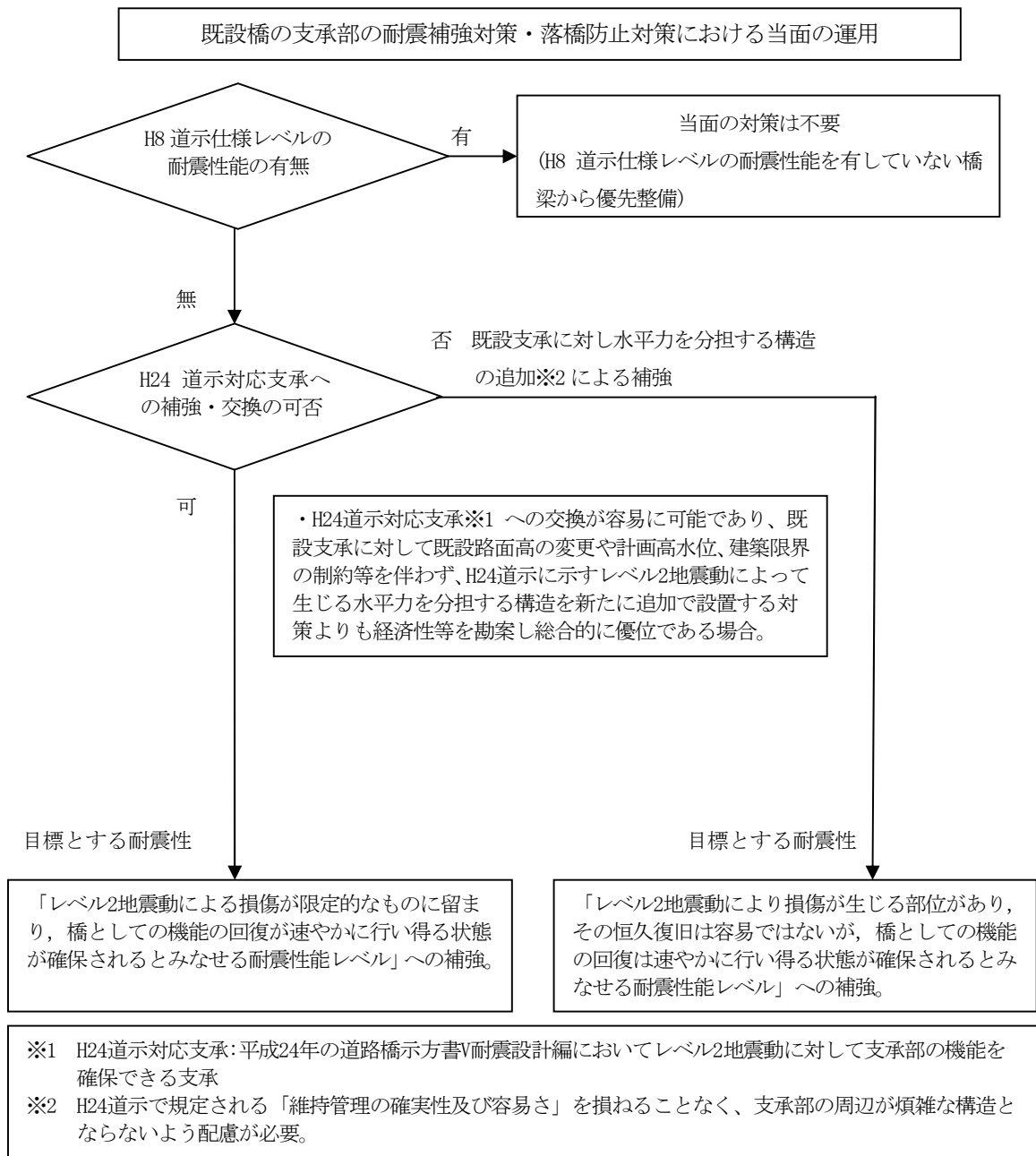


図-5-III-89 耐震補強対策・落橋防止対策フロー

—以 上—

2) 橋脚の耐震対策

(1) 鉄筋コンクリート橋脚の耐震対策

① 基本方針

鉄筋コンクリート橋脚で一般的に行われている耐震補強には、鉄筋コンクリート巻立て工法、鋼板巻立て工法、連続繊維巻立て工法などがある。さらに、必要補強量が大きい場合や壁式橋脚では鉄筋コンクリート巻立て工法と鋼板巻立て工法を併用する場合もある。表-5-III-21は、補強目的別に耐震対策工法を整理したものである。

表-5-III-21 補強目的別の耐震対策工法

耐震補強の目的	補強の考え方	耐震補強工法	留意点
耐力の向上	曲げ耐力	<ul style="list-style-type: none"> 鉄筋コンクリート巻立て工法（軸方向鉄筋により曲げ耐力が向上） 鋼板巻立て工法（軸方向に寄与する鋼板により曲げ耐力が向上） 炭素繊維等新素材による巻立て工法（軸方向に寄与する新素材の力学特性・厚さにより曲げ耐力が向上） 	<ul style="list-style-type: none"> 橋脚基部の曲げ耐力を向上させるためにはフーチングに定着が必要 耐力を過度に大きくし過ぎると基礎への影響が大きくなる
	せん断耐力	<ul style="list-style-type: none"> 橋脚の横方向に巻立て、一体化を図ることによりせん断耐力を向上 	<ul style="list-style-type: none"> 鉄筋コンクリート巻立て工法（横方向鉄筋によりせん断耐力が向上） 鋼板巻立て工法（横方向に寄与する鋼板によりせん断耐力が向上） 炭素繊維等新素材による巻立て工法（横方向に寄与する新素材の力学特性・厚さによりせん断耐力が向上）
じん性の向上	<ul style="list-style-type: none"> 橋脚の横方向に巻立ててコアコンクリートを拘束することによりじん性を向上 	<ul style="list-style-type: none"> せん断耐力の向上と同様の巻立て工法 	<ul style="list-style-type: none"> 矩形断面では、巻立てのみではなく、巻立て材が外方向に膨らむのを拘束するための配慮が必要
耐力とじん性の両者の向上	<ul style="list-style-type: none"> 上記2種類の工法を兼備えた工法 	<ul style="list-style-type: none"> 曲げ耐力制御式巻立て工法（フーチングにアンカーする鉄筋量等を変化させて曲げ耐力をコントロール） 	

② 鉄筋コンクリート巻立て工法

a) 補強コンクリート強度

コンクリート強度については、「橋脚の RC 耐震補強における補強コンクリート強度について」(H17.3.11 付道路工事課長、道路管理課長 事務連絡)を基に以下のとおりまとめたので、これによるものとする。



ー以下通知文ー

コンクリートの強度は、既設橋脚と同一強度で設計することを基本とする。但し、使用するコンクリートの仕様については、地域性で水セメント比 55%以下の 21-8-25-BB が流通していない場合は、設計段階から 24-8-25-BB とすることができる。

ー以 上ー



【解説】

R C 橋脚耐震補強においてコンクリート強度が及ぼす影響の検討

1. 目的

現在、R C 橋脚の耐震補強は、その多くがコンクリート巻立て方式で実施されている。この場合、巻立部に用いるコンクリート強度は、既設橋脚と同一の $\sigma_{ck} = 21 \text{ N/mm}^2$ を用いるケースと、耐久性向上の観点から $W/C \leq 55\%$ を満足させるため、 $\sigma_{ck} = 21 \text{ N/mm}^2$ が供給できず、 $\sigma_{ck} = 24 \text{ N/mm}^2$ を採用しているケースが混在している。このため、コンクリート強度の差が、どの程度設計に影響するか検討を行った。

2. 検討条件

1) 既設橋脚

検討は、「既設道路橋の耐震補強に関する参考資料 H9.8 (社) 日本道路協会」にある計算例の諸元を基に実施した。

但し、曲げ破壊型、せん断破壊移行型、せん断破壊型の各破壊形態を創り出すために、橋脚高さ (図-1 の H) のみ種々変更した。

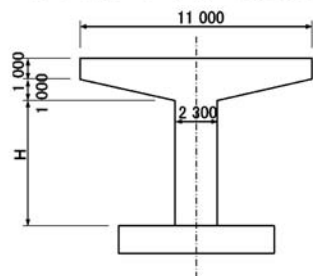


図-1 既設橋脚モデル図

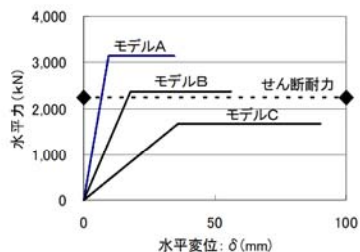


図-2 各モデルの水平力-水平変位関係

表-1 既設橋脚検討モデル諸元

モデル	橋脚柱高 H (m)	破壊形態	摘要
A	2.5	せん断破壊型	主にせん断補強が必要なモデル
B	4.0	曲げ損傷から せん断破壊移行型	主にじん性の向上が必要なモデル
C	6.5	曲げ破壊型	主に耐力の向上が必要なモデル

2) 補強断面

補強諸元は表-2のとおりとし、 $\sigma_{ck} = 21 \text{ N/mm}^2$ と $\sigma_{ck} = 24 \text{ N/mm}^2$ で同一とし、また鉄筋は入手が容易な SD345 とした。

表-2 各モデルにおける柱の補強諸元

モデル	モデルA	モデルB	モデルC
巻き立て厚(mm)	250	250	300
主鉄筋	D16 ctc 250	D16 ctc 250	D38 ctc 250
帯鉄筋	D16 ctc 150	D16 ctc 150	D19 ctc 150
定着法	非定着	非定着	全定着

3. 検討結果

上記「2. 検討条件」の下、補強断面のコンクリート強度を $\sigma_{ck} = 21 \text{ N/mm}^2$ と $\sigma_{ck} = 24 \text{ N/mm}^2$ について計算し、表-3に主要設計値とその差異をとりまとめた。

表-3 検討結果

項目	モデルA					
	タイプ I			タイプ II		
地震動の種類						
コンクリート強度	21N	24N	21N/24N	21N	24N	21N/24N
地震時保有水平耐力 : Pa(kN)	3697.54	3732.40	0.99	3707.03	3740.17	0.99
せん断耐力 : Ps(kN)	4075.93	4087.68	1.00	4437.91	4453.58	1.00
許容塑性率 : μ_a	2.039	2.071	0.98	4.473	4.422	1.01
設計水平震度 : khc	0.48	0.48	1.00	0.62	0.62	1.00
項目	モデルB					
	タイプ I			タイプ II		
地震動の種類						
コンクリート強度	21N	24N	21N/24N	21N	24N	21N/24N
地震時保有水平耐力 : Pa(kN)	2799.67	2825.93	0.99	2806.68	2831.53	0.99
せん断耐力 : Ps(kN)	4075.93	4087.68	1.00	4437.91	4453.58	1.00
許容塑性率 : μ_a	2.077	2.111	0.98	4.612	4.561	1.01
設計水平震度 : khc	0.48	0.47	1.02	0.61	0.61	1.00
項目	モデルC					
	タイプ I			タイプ II		
地震動の種類						
コンクリート強度	21N	24N	21N/24N	21N	24N	21N/24N
地震時保有水平耐力 : Pa(kN)	3222.47	3251.01	0.99	3228.98	3257.81	0.99
せん断耐力 : Ps(kN)	5271.05	5287.31	1.00	5703.37	5725.05	1.00
許容塑性率 : μ_a	1.702	1.725	0.99	3.399	3.363	1.01
設計水平震度 : khc	0.55	0.54	1.02	0.73	0.73	1.00

4. まとめ

既設部と補強部のコンクリート材質が異なる場合の取り扱いについては、基準類に明記されている訳ではないが、現在、幾つかのアプリケーションで異なる材料強度を取り扱えるようになっており、今回の検討は、この様な状況下で検証を行った。

検討の結果、曲げ破壊型、せん断破壊移行型、せん断破壊型の各破壊形態モデルにおいて、コンクリート強度による差は、地震時保有水平耐力、せん断耐力、許容塑性率等、いずれの設計結果も概ね1%以下となった。

以上のことから、設計上のコンクリート強度を 21 N/mm^2 、 24 N/mm^2 のいずれとしても補強規模（鉄筋径、巻き立て厚）が変わるほどの差は生じないと考えられ、水セメント比を満足させるため、 $\sigma_{ck} = 21 \text{ N/mm}^2$ のコンクリートが供給できない場合、 $\sigma_{ck} = 24 \text{ N/mm}^2$ を用いても何ら問題ないと判断する。

b) 膨張材

補強コンクリートについては、膨張材の添加を標準とし、その添加量は $30\text{kg}/\text{m}^3$ を超えないものとする。

【解説】

H17.3.11 付 事務連絡においては、膨張材は添加しないものとしていたが、今回の改訂にあたり、現場の施工実態を調査したところ、狭隘な断面への打設状況下での品質確保の観点から、膨張材の添加が一般的となっており、膨張材の使用を標準とした。

c) 既設コンクリートの表面処理

既設コンクリートの表面処理については、従来のチップングによるはつり処理に代えて、ウォータージェット工法もしくはバキュームブラスト工法を標準とし、現地条件等からどちらかの工法を選択すること。

【解説】

従来は、チップングによるはつり処理が一般的であったが、はつり面を均一に下地処理できるため、品質確保の観点から、上記の工法を標準とすることとした。

d) 構造細目

ア) 巻立てコンクリート厚は、250mm を標準とする。

イ) RC 巻立て部の軸方向鉄量は、D22ctc150mm 以上を配置する。

ウ) フーチングにアンカー定着する軸方向鉄筋間隔は、250～300mm を標準とし、アンカー定着が容易なエポキシ樹脂による定着方法を標準とする。

エ) 軸方向鉄筋のエポキシ樹脂接着アンカーの埋込長については、鉄筋径の 20 倍以上を確保する。

オ) 軸方向鉄筋は、橋脚躯体下端より天端まで同径、同間隔とし断面変化は行わない。

カ) 鉄筋のかぶり及びあきについては、道路橋示方書によるものとする。

キ) 帯鉄筋は、橋脚躯体下端より天端まで同径、同間隔とする。

ク) 中間貫通鋼材を配置する場合は、橋脚躯体下端から補強後の壁厚以上の区間に配置することを標準とする。

中間貫通鋼材は、PC 鋼棒 $\phi 32$ 等を使い、配置間隔は、水平方向には補強後の橋軸方向の断面幅以内、鉛直方向には、30cm 程度としてよい。PC 鋼材には緊張力は導入せず、降伏強度比による帯鉄筋換算してよい。なお、鉛直方向間隔が RC 巻立ての帯鉄筋間隔よりも大きい場合、鉛直方向に溝形鋼等を配置して中間貫通鋼材を定着することが必要である。

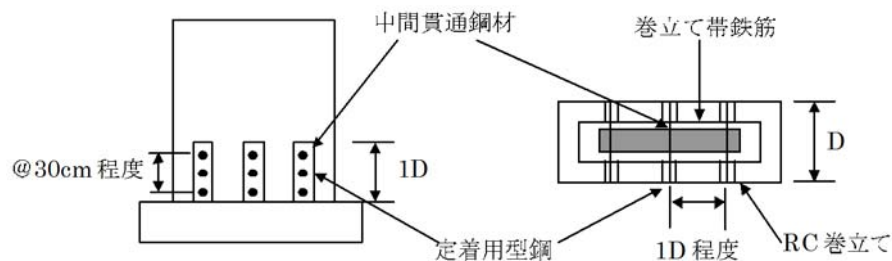


図-5-III-90 中間貫通鋼材の配置 (参考)

【解説】

上記ア)～ク)の RC 巻き立て工法に関する構造細目は、関東地方整備局「既設橋梁の耐震補強マニュアル(案)」を参考としたものである。

ケ) 梁下の処理

巻立コンクリートはコンクリートの打設に配慮し、梁つけ根から10cm 下がりの位置までとすることを標準とする。ただし、橋脚高が低い場合などで、梁つけ根位置で耐力が不足する場合はこの限りではない。

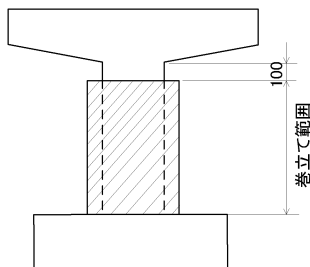


図-5-III-91 梁下の処理

(2) 鋼製橋脚の耐震対策

鋼製橋脚で一般的に行われている補強対策工法はコンクリート充填工法と断面補強工法である。各工法には、下記のような特徴があり、対象橋脚の条件に応じて選択する。

表-5-III-22 補強目的別の耐震対策工法

耐震補強の目的	補強設計の考え方	耐震補強工法	留意点
耐力の向上	座屈を防ぎ、部材の曲げ耐力を向上	<ul style="list-style-type: none"> ・コンクリート充填(中詰コンクリートにより曲げ耐力が向上) ・断面補強(縦リブ補強、角補強によりぜい性破壊を防ぐ) 	<ul style="list-style-type: none"> ・アンカー耐力が小さい場合は適用が難しい
じん性の向上	座屈を防止することにより、じん性を向上	<ul style="list-style-type: none"> ・コンクリート充填(中詰コンクリートによりじん性が向上) ・断面補強(横リブ、縦リブ、鋼板によりじん性が向上) 	<ul style="list-style-type: none"> ・充填コンクリートによる重量増の影響

3) 落橋防止システムの構築

(1) 落橋防止構造

落橋防止構造は、落橋防止システムのうち、けた端部に設けるもので、上・下部構造間に予期しない大きな相対変位が生じた場合にこれが桁かかり長に達しないようにするための構造である。補強対策としては、既設の落橋防止装置の補強による方法、落橋防止構造の新設による方法がある。既設落橋防止装置の設置状態、経済性、耐久性なども考慮して総合的に選択することになる。表-5-III-23 に落橋防止構造を新たに設ける場合の例を示す。

表-5-III-23 落橋防止構造の補強方法の比較 (参考)

方法	機能性	施工性	設計・施工上の留意点	
落橋防止構造を新たに設ける場合	<ul style="list-style-type: none"> 求められる機能(耐力)を満足する設計ができる。 	<ul style="list-style-type: none"> 既設落橋防止装置を利用しない場合は撤去工事が必要。 上下部構造間の狭所での作業となる。 交通解放下でも作業が可能。 	<ul style="list-style-type: none"> 既設落橋防止装置を変位制限構造として利用できる。 設置箇所が限定されるので取り付け方法に工夫がいる。 上下部構造の設置箇所の補強が必要。 	
	上部構造および下部構造に突起を設ける構造の例	<p>(a) コンクリートブロックを用いる落橋防止構造</p> <p>(b) 鋼製ブラケットを用いる落橋防止構造</p>		
	上部構造と下部構造を連結する構造例	<p>(a) 鋼上部構造の場合</p> <p>(b) コンクリート上部構造の場合</p>		
	けたにブラケットを設ける例	<p>鋼製ブラケット</p> <p>緩衝材</p>	橋軸直角方向に落橋防止を設ける例	<p>緩衝材(ゴムパット)</p> <p>コンクリート</p> <p>アンカー筋</p> <p>チップング</p>
	2連の上部構造を相互に連結する構造例	<p>(a) 鋼上部構造の場合</p> <p>(b) コンクリート上部構造の場合</p>		

(2) 水平力を分担する構造

水平力を分担する構造は、レベル2地震動によって生じる水平力を支承と協働で負担することを目的とし、支承が損傷しても上・下部構造間に大きな相対変位が生じるのを防止するための構造であり、表-5-III-24 の設置方法がある。

また、鉛直上向きの地震力に対する安全性を十分に確保するため、レベル2地震動に対して上揚力が発生する場合は、この上揚力により支承部が上下に分離して支承部の機能が失われることがないように適切な対策を行う。

ただし、レベル2地震動に対して上揚力が発生しない場合は、上揚力対策は不要とすることができる。

表-5-III-24 水平力を分担する構造の設置方法の比較 (参考)

方法	機能性	施工性	設計・施工上の留意点
連結材の設置 上・下部構造間	<ul style="list-style-type: none"> 複雑な地震力に対して既設支承と変位制限装置の複数の装置で抵抗するので、安全性は高まる。 大規模地震時における既設支承との協力機構が明快ではなく、従って合計耐力も明確ではない。 	<ul style="list-style-type: none"> 主な作業は連結材の定着部の設置だけである。 上下部構造の定着箇所を選択範囲が広い。 交通解放下でも作業が可能。 	<ul style="list-style-type: none"> 連結材定着用のアンカー筋が上下部構造で必要。 上下部構造の定着材取り付け箇所の補強が必要。 連結材の設置角度、剛性には注意が必要。 既設の落橋防止装置を利用することも可能。
上・下部構造間突起の設置	同上	<ul style="list-style-type: none"> 上下部構造に突起を設置する必要がある。 下部構造の側面も利用できるので、施工空間は上下部構造間連結材の設置より広がる。 交通解放下でも作業が可能。 	<ul style="list-style-type: none"> 突起取り付け用の台座、アンカー筋の新設。 上・下部構造の突起定着箇所の補強が必要。 既設の落橋防止構造を利用することも可能。
	上・下部構造間突起の設置の概略図		

(3) 桁かかり長 (SE)

大規模地震では予想外の力により支承、落橋防止構造などが破壊することもあり得る。この場合でもけたかかり長が十分確保されていれば、上部構造の落下の危険性は少なくなる。既設のけたかかり長で現行の道路橋示方書の規定より短いものについてはその確保が必要となる。昭和55年以降の道路橋示方書で設計あるいは補強された橋梁では概ね現行の道路橋示方書を満足しているが、前述した特別な配慮が必要な橋梁については再検討が必要である。けたかかり長の確保の方法としては、以下の方法があげられる。

- ① 上部構造の連続化による方法
- ② 下部構造頂部縁端を拡幅する方法

①の方法は適用範囲が限定され、通常は②の方法が行われる。

この構造としては鉄筋コンクリート製と鋼製の2種類がある。機能的には特に差異はないので、施工性、経済性、耐久性などから橋梁の条件に応じて選択する。

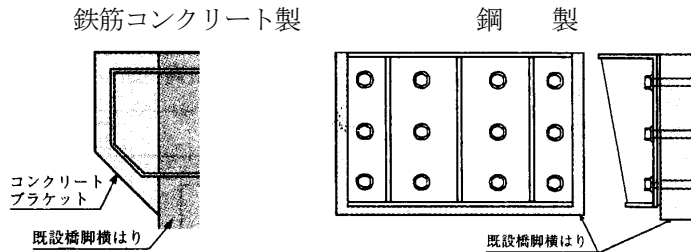


図-5-III-92 ②の方法 (概略図) (参考)

(4) 段差防止構造

支承高が高い鋼製支承が破壊すると、上部構造が落下し、上・下部構造の損傷、路面の段差などが生じるため、緊急車両の通行の障害になる恐れがある。従って重要度が高い橋梁では段差防止構造を設置することが望ましい。段差防止構造としては、コンクリートブロック、ゴムプレート、鋼製架台があるが、維持管理上の障害となりやすいため維持管理用のジャッキ受け台等と兼用できるようにし、橋脚天端が複雑にならないようにするのがよい。

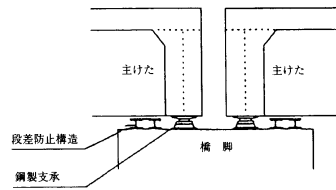


図-5-III-93 段差防止構造 (参考)

【参考文献】

- 1) (社) プレストレスト・コンクリート建設業協会九州支部：PC 橋の設計における留意点（案）, 2006. 11
- 2) 大塚久哲、運上茂樹：免震橋梁の固有周期の設定法に関する一検討, 土木技術資料, 37-11, pp. 62-67, 1995
- 3) (社) プレストレスト・コンクリート建設業協会：パット型ゴム支承や帯状ゴム支承とアンカーバーの組合せによる機能分離型の支承部の平成 24 年道路橋示方書対応について, 2013. 10
- 4) 建設省道路局長：道発第 74 号, 道路技術基準, S37. 3. 2