

【大分類】場所打ちPCげた橋	【小分類】一般	【作成日】平成21年10月30日
場所打ちPCげた橋に関する設計不具合防止には、どのようなものがあるか。		

【キーワード】 設計不具合防止対策, 場所打ちPCげた橋

【目次(原則・共通・不具合事例)】
原 則
<p>場所打ちPCげた橋の施工方法は多岐にわたるが、特に支保工施工をおこなう場合に具体的な施工計画を考慮していない設計事例が多い。一般に、支保工施工の場所打ちげたでは、分割施工の要領、緊張時期など具体的な施工計画を想定する必要がある。</p> <p>例えば、4径間連続中空床版橋においては、コンクリート打設を1径間あるいは2径間ごとにブロック施工で行い、縦締めPC鋼材を打設ブロックごとに接続・緊張するような施工計画が必要となる。このような施工計画を考慮した場合には、構造一般図、配筋図、PC鋼材配置図などの図面にブロック目地があり、PC鋼材定着のために充実部が設けられ、新旧ブロック目地の補強が必要となる。</p> <p>工事を発注する前の基本設計あるいは詳細設計段階でこのような詳細な計画が困難である場合には、工事を発注した後の詳細設計あるいは実施(照査)設計段階で詳細な検討をすべきとの申し送りを必須とすることが不具合を防止するために重要となる。</p>
共 通
<p>設計基準・規準類に明確な記述がないなどにより、設計者が見落としや判断ミスしやすい場所打ちPCげた橋の共通的な事項を以下に示す。なお、詳細は次頁以降の【共通Q-1～Q-6】を参照のこと。</p> <p>【共通Q-1】コンクリートの施工時許容引張応力度の設定の考え方(特に、片持架設施工時が比較的長期にわたる施工となるために問題となる)</p> <p>【共通Q-2】コンクリートの緊張時圧縮強度の設定の考え方</p> <p>【共通Q-3】スターラップ配置区間の設定の考え方</p> <p>【共通Q-4】けた高変化の折れ点における問題点や対策</p> <p>【共通Q-5】変断面げたでの下床版ケーブルの腹圧力による問題点や対策</p> <p>【共通Q-6】曲線橋における問題点や対策</p>
不 具 合 事 例
<p>設計基準・規準類に明確な記述がないなどが原因で、発生した場所打ちPCげた橋の設計不具合事例を以下に示す。なお、詳細は次頁以降の【事例Q-1～Q-5】を参照のこと。</p> <p>【事例Q-1】支点横げたの設計が行われておらず、図面もない場合があり施工できない</p> <p>【事例Q-2】片持架設時の斜め引張応力度の照査が行われておらず、ひび割れを生じる可能性がある</p> <p>【事例Q-3】個別に検討された補強鉄筋が同一図面に表現されていないため、配置が困難な場合や鉄筋のあきが確保できていない場合があり施工できない</p> <p>【事例Q-4】一括施工が困難な規模の多径間連続げたにおいて、打設や緊張の分割を考慮できていない場合があり施工できない</p> <p>【事例Q-5】スランプ8cmでは過密配筋への充填ができない場合があり施工できない</p>

【大分類】場所打ちPCげた橋	【小分類】一般	【作成日】平成21年10月30日
【共通Q-1】		
片持ち架設工法におけるコンクリートの施工時許容引張応力度の設定は、どのように考えればよいか。		

【キーワード】 設計不具合防止対策, 場所打ちPCげた橋, 施工時許容引張応力度

【共通A-1】				
◆問題点				
<p>一般に、片持ち架設工法の設計における架設時の検討は、導入時のプレストレス力を用いて行うことが多い。しかし、実際にはコンクリートのクリープ、乾燥収縮、およびPC鋼材のリラクセーションによりプレストレス力が減少し、主げた上縁の曲げ引張応力度が設計で想定した値より大きくなる。このため、架設時の引張応力度の制限値を道示Ⅲ表-3.2.4(P122)に示されている施工時の許容引張応力度 ($\sigma_{ck}=40\text{N/mm}^2$のとき$2.5\text{N/mm}^2$)とした場合に、プレストレス力の減少により許容引張応力度を満足しなくなりひび割れ発生の原因となる場合がある。</p>				
◆現行規準				
道示Ⅲ 3.2 表-3.2.4(P122~P123)				
表-3.2.4 従荷重及び従荷重に相当する特殊荷重を考慮した場合のプレレストコンクリート構造に対する許容引張応力度 (N/mm ²)				
荷重の組合せ	コンクリートの設計基準強度			
	30	40	50	60
1) 主荷重(P)+主荷重に相当する特殊荷重(PP)+温度変化の影響(T)	1.7	2.0	2.3	2.5
2) 主荷重(P)+主荷重に相当する特殊荷重(PP)+風荷重(W)	2.2	2.5	2.8	3.0
3) 主荷重(P)+主荷重に相当する特殊荷重(PP)+温度変化の影響(T)+風荷重(W)	2.2	2.5	2.8	3.0
4) 主荷重(P)+主荷重に相当する特殊荷重(PP)+制動荷重(BK)	2.2	2.5	2.8	3.0
5) 主荷重(P)+主荷重に相当する特殊荷重(PP)+衝突荷重(CO)	—	—	—	—
6) 活荷重及び衝撃以外の主荷重+地震の影響(EQ)	—	—	—	—
7) 風荷重(W)	2.0	2.3	2.6	2.8
8) 施工時荷重(ER)	2.2	2.5	2.8	3.0
◆対策				
<p>片持ち架設の施工時は、主げた上縁が引張状態となり比較的長期にわたる施工となるため、日本高速道路株式会社(NEXCO)設計要領第二集の8章6-4(P8-58)に規定されるように、主げた上縁の曲げ引張応力度を1.0N/mm^2程度で制限するのが望ましい。</p> <p>これにより、コンクリートのクリープ、乾燥収縮等でプレストレス力が減少しても道示Ⅲに規定される架設時の制限値を満足することができ、ひび割れの発生を抑制することができる。</p>				
【参考文献】				
1) 道路橋示方書・同解説 Ⅲコンクリート橋編: 日本道路協会(平成14年3月)				
2) 設計要領 第二集 橋梁建設編: 日本高速道路株式会社(平成20年8月)				

【大分類】場所打ちPCげた橋	【小分類】一般	【作成日】平成21年10月30日
【共通Q-2】		
コンクリートの緊張時圧縮強度の設定は、どのように考えればよいか。		

【キーワード】 設計不具合防止対策, 場所打ちPCげた橋, 緊張時圧縮強度

【共通A-2】						
◆問題点						
<p>ポストテンション方式の場合、プレストレス時のコンクリート強度は、道示Ⅲ19.8(P348)ではプレストレス直後にコンクリートに生じる最大圧縮応力度の1.7倍以上と規定されている。</p> <p>このときの最大圧縮応力度は、実際に生じる圧縮応力度を採用するか、または道示Ⅲ3.2表-3.2.2(P120)のプレストレス直後の許容圧縮応力度を目安として採用するか明確に示されていない。</p>						
◆現行規準						
道示Ⅲ 3.2 表-3.2.2(P120)						
表-3.2.2 プレストレストコンクリート構造に対する許容圧縮応力度 (N/mm ²)						
		コンクリートの設計基準強度	30	40	50	60
応力度の種類						
プレストレス直後	曲げ圧縮応力度	1) 長方形断面の場合	15.0	19.0	21.0	23.0
		2) T形及び箱形断面の場合	14.0	18.0	20.0	22.0
	3) 軸圧縮応力度		11.0	14.5	16.0	17.0
その他	曲げ圧縮応力度	4) 長方形断面の場合	12.0	15.0	17.0	19.0
		5) T形及び箱形断面の場合	11.0	14.0	16.0	18.0
	6) 軸圧縮応力度		8.5	11.0	13.5	15.0

道示Ⅲ 19.8(2) 4)(P348)

4) プレストレス時のコンクリートの圧縮強度は、プレストレス直後にコンクリートに生じる最大圧縮応力度の1.7倍以上とする。ただし、プレテンション方式の場合は30N/mm²以上とする。なお、圧縮強度の確認は、構造物と同様な養生条件におかれた供試体を用いて行うものとする。

◆対策

昭和36年度改訂のプレレストコンクリート設計施工指針(土木学会)によれば、最大圧縮応力度は部材の中間断面における圧縮応力度について述べたものとなっているが、定着具に接するコンクリートの支圧応力度については、その安全性について検討しなければならないと解説されている。このことから、現行の道示Ⅲ19.8の規定にある最大圧縮応力度は、実際に生じる値としても問題ないと考えられる。ただし、この場合は支圧応力度の検討および各定着工法で要求される導入時の強度以上とする必要がある。導入時圧縮強度を低く設定する場合は弾性変形、クリープ変形が大きくなることに留意する必要がある。

【参考文献】

1) 道路橋示方書・同解説 Ⅲコンクリート橋編: 日本道路協会(平成14年3月)

【大分類】場所打ちPCげた橋	【小分類】一般	【作成日】平成21年10月30日
----------------	---------	------------------

【共通Q-3】

スターラップ配置区間の設定は、どのように考えればよいか。

【キーワード】 設計不具合防止対策, 場所打ちPCげた橋, スターラップ

【共通A-3】

◆問題点

スターラップの配置区間は計算上必要な区間の両端に、それぞれ部材断面の有効高に等しい長さを加えた区間に配置すると規定されているが、計算結果が適切に図面に配慮されていない場合がある。

◆現行規準

道示Ⅲ 6.6.10(4)解説 (P208)

(4) スターラップの間隔は、けたの有効高さの1/2以下とし、さらに乾燥収縮によるひび割れの発生を防ぐために横方向用心鉄筋としても有効となるように、スターラップの間隔を300mm以下と規定した。さらに、スターラップの配置区間は計算上必要な区間の両端に、それぞれ部材断面の有効高に等しい長さを加えた区間に配置する。

◆対策

一般に、計算した必要鉄筋量をグラフ化し、有効高に等しい長さ分をシフトさせ、これを満足するようなスターラップを配置する(図-1)。

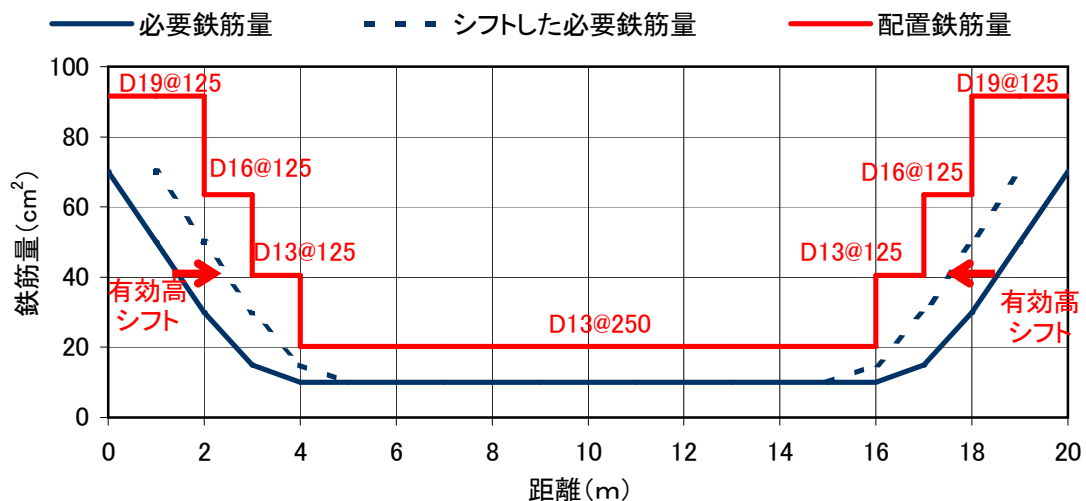


図-1 有効高シフトを考慮したスターラップ配置図

【参考文献】

1) 道路橋示方書・同解説 Ⅲコンクリート橋編: 日本道路協会 (平成14年3月)

【大分類】 場所打ちPCげた橋 | 【小分類】 一般 | 【作成日】 平成21年10月30日

【共通Q-4】

けた高変化に折れ点がある場合、どのような問題点や対策があるか。

【キーワード】 設計不具合防止対策, 場所打ちPCげた橋, けた高変化, 偏向力

【共通A-4】

◆問題点

けた高変化が一次直線折れを有する場合、圧縮力による偏向力を生じ、折れ点付近に付加応力が発生するが、横げた配置などの対処がなされていない場合がある。

◆現行規準

道示Ⅲ 10.5 図-解 10.5.3(P254)

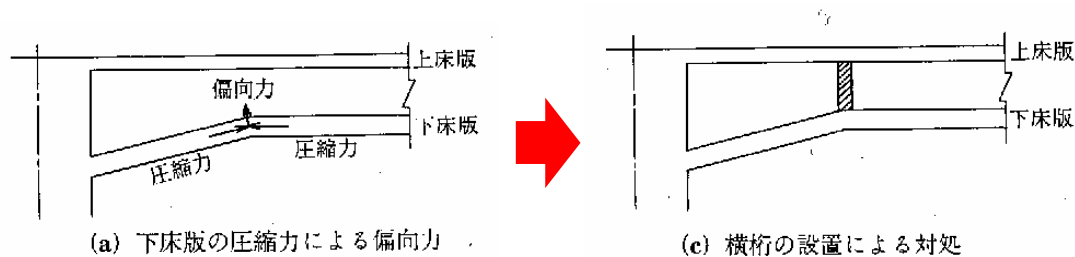


図-解 10.5.3 桁高の変化による偏向力

◆対策

偏向力が作用する箇所に剛な横げたを配置したり、床版厚を確保するように2~3ブロックでRすりつけを行う。参考に横げた有無の効果について検討した結果例を示す(図-1)。検討の結果、隔壁がない場合は下床版上面に -4.07N/mm^2 の付加応力が発生するが、隔壁を設置することで -1.22N/mm^2 に低減している。

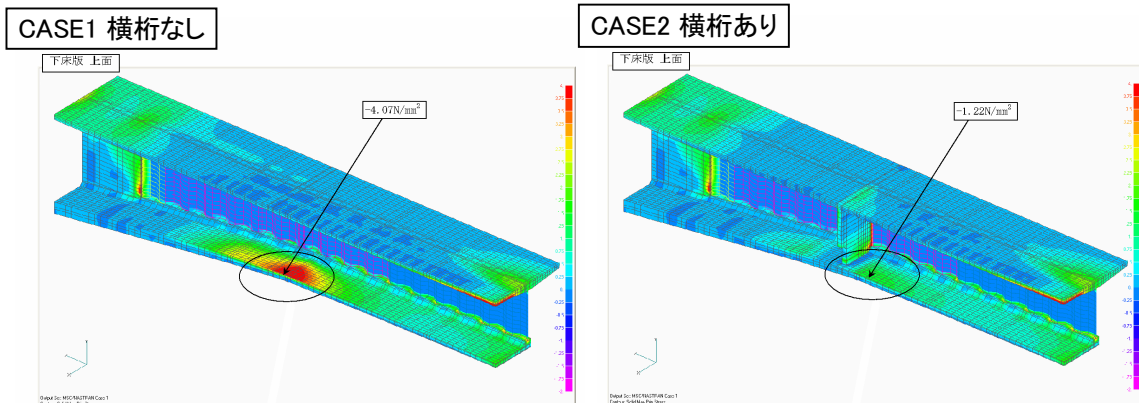


図-1 下床版の圧縮力による偏向力で生じる付加応力の検討例

【参考文献】

1) 道路橋示方書・同解説 Ⅲコンクリート橋編: 日本道路協会(平成14年3月)

【大分類】場所打ちPCげた橋	【小分類】一般	【作成日】平成21年10月30日
【共通Q-5】 変断面げたの下床版にPC鋼材が配置されている場合、どのような問題点や対策があるか。		

【キーワード】 設計不具合防止対策, 場所打ちPCげた橋, 下床版ケーブルの腹圧力

【共通A-5】

◆問題点
けた高が変化する箱げた橋において、下床版にPC鋼材を配置する場合には、腹圧力が生じるため橋軸方向にひび割れを生じることがある。

◆現行規準
道示Ⅲ 10.5 図-解 10.5.3(P254)

(b) PC鋼材緊張力による腹圧力

(d) PC鋼材はウェブ近くに配置

図-解 10.5.3 桁高の変化による偏向力

◆対策
腹圧力を低減させるために下床版に配置するPC鋼材は、ウェブ近くに配置することが望ましい。

モーメント

ひび割れ

腹圧力

PC鋼材

PC鋼材

定着突起

定着突起

下床版に生じる腹圧力および局部応力などによるひび割れ発生を防止し、下床版の横方向の引張応力を制御する目的で、下床版の橋軸直角方向にプレストレスを導入した特殊な事例もある。この場合、下床版の軸方向PC鋼材位置の変更や下床版厚の増加に伴う検討が必要となる。

【参考文献】

- 1) 道路橋示方書・同解説 Ⅲコンクリート橋編: 日本道路協会(平成14年3月)

【大分類】場所打ちPCげた橋	【小分類】一般	【作成日】平成21年10月30日
【共通Q-6】 曲線橋の箱げたでウェブにPC鋼材が配置されている場合、どのような問題点や対策があるか。		

【キーワード】 設計不具合防止対策, 場所打ちPCげた橋, 曲線橋, 腹圧力

【共通A-6】

◆問題点
 平面曲線が小さい橋りょうでは、その影響をプレストレスの計算に考慮する必要があるが、考慮されていない場合がある。
 曲線げた橋では、プレストレスによるコンクリートの圧縮力の水平分力が曲線の外側に向かって分布して作用し、PC鋼材引張力の水平分力が曲線の内側に向かってPC鋼材位置に集中して作用するため、横方向の設計において腹圧力の影響を考慮する必要がある(道示Ⅲ 図-解 13.4.2, P275)。また、プレストレス直後のプレストレス力を計算する際のPC鋼材とシース間の摩擦の影響を考慮する必要がある(設計便覧 第18章, P375)。

◆現行規準
 道示Ⅲ 13.4 図-解 13.4.2 (P273~P275)

$q_{HP} = T/R$ (kN/m)
 T: プレストレス橋軸方向分力 (kN)
 R: 曲線げた半径 (m)

◆対策
 平面曲率の影響を考慮したPC鋼材の長さ1m当たりの摩擦係数(λ)は、設計便覧(式18.1.1) (P375~P376)を参考にするとよい。

$$\lambda^* = \lambda + \frac{\mu}{R} \dots\dots\dots (18.1.1)$$

ここに、μ: PC鋼材の角変化1ラジアンあたりの摩擦係数
 R: 構造の平面曲線半径

腹圧力の影響を考慮した横方向の設計方法は、設計便覧(図-18.1.13) (P388~P392)を参考にするとよい。また、ウェブ内にPC鋼材を配置する場合は、腹圧作用方向のシースかぶりを十分に確保するか、かぶりが小さい場合には押し抜きせん断に対する検討を行い、補強筋を配置する。

図-18.1.13 腹圧力を考慮した横方向曲げモーメント (1/100 tf·m/m)

【参考文献】
 1) 道路橋示方書・同解説 Ⅲコンクリート橋編: 日本道路協会(平成14年3月)
 2) コンクリート道路橋設計便覧: 日本道路協会(平成6年2月)

【大分類】場所打ちPCげた橋 【小分類】一般 【作成日】平成21年10月30日

【事例Q-1】

支点横げたの設計が行われておらず、横方向の曲げ鉄筋やスターラップが配置されていない場合がある。これに対処するためにはどのような対策があるか。

【キーワード】 設計不具合防止対策, 場所打ちPCげた橋, 横げたの設計

【事例A-1】

◆問題点

橋軸直角方向の支承間隔が広い点支承の場合、支点横げたの橋軸直角方向に大きな断面力が作用する。このため、横げたが点支承で支持される場合は、横げたの設計を行い、曲げモーメントおよびせん断力に対する鉄筋量を算出して補強する必要がある(設計便覧 第12章, P223)。また、道示Ⅲ6.4(P179)に規定される最小鉄筋量の配置が必要となる。

◆現行規準

コンクリート道路橋設計便覧 12.2.3(1)(P223~P226)
道示Ⅲ 6.4(P179~P180)

◆対策(設計計算例)

設計便覧および道示Ⅲに基づいて設計計算を行い必要鉄筋量を配置する。以下に、中間支点横げたの計算例を示す。なお、格子計算を行う場合はその断面力を使用して検討すればよい。

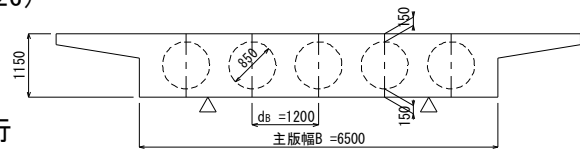


図-1 主げた断面図

(1) 有効断面の断面諸定数の算出

$$\text{有効幅}be = ds + k \cdot \lambda$$

$$\lambda = n \cdot ds / 6$$

ここで、k: 端支点の場合1、中間支点の場合2
n: 円形中空部の数

例) $\lambda = 5 \times 1200 / 6 = 1000$
有効幅 $be = 2000 + 2 \times 1000 = 4000$ (mm)

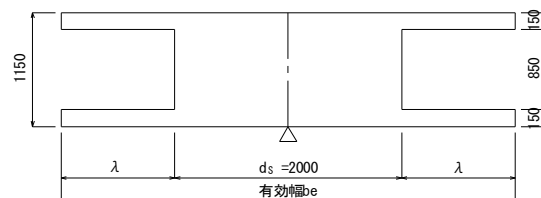


図-2 有効断面

(2) 死荷重および活荷重による断面力の算出

支点横げたの設計は、主げた(橋軸方向)の設計により求められた死荷重および活荷重による支点反力に相当する荷重を支持するものとして検討を行う。

支点反力		(kN)
死荷重		3000
活荷重	p1	800
	p2	700
合計		4500

a) 死荷重(自重および橋面荷重)

有効幅 be 内の自重および橋面荷重等による死荷重は、全幅員にわたって直接載荷する。

有効幅 be 外の自重および橋面荷重等による死荷重は、支点反力から直接載荷する荷重を減じたものを主版幅 B 内に等分布荷重として載荷する。

b) 活荷重

L荷重:

有効幅 b_e 内の p_2 荷重は有効幅員内に全載させ、
 p_1 荷重は部材に対して不利となるような位置に載荷させる。

有効幅 b_e 外の荷重は、支点反力から上記荷重を減じたものを主版幅 B 内に等分布荷重として載荷させる。

T荷重:

部材に対して不利となるような位置に載荷させる。

また、活荷重の衝撃係数は、橋軸直角方向の支間長を用いて計算を行う。

各荷重の計算例:

a-①、②: 自重および橋面荷重(有効幅内)
有効幅内の死荷重を直接載荷する。

a-③: 自重および橋面荷重(有効幅外)
有効幅内の自重および橋面荷重の合計
 $\Sigma W_d(1)=550 \text{ kN}$
支点反力 $\Sigma R_d= 3000 \text{ kN}$
主版幅に載荷する等分布荷重は
 $W_d(2)= (3000-550)/6.5 = 376.9 \text{ kN/m}$

b-①、②: p_2 荷重(有効幅内)
衝撃係数 $i= 10/(25+L) = 10/(25+4) = 0.35$
 $W_p2(1)= 3.5 \text{ kN/m}^2 \times 4.0 \times 1.35 = 18.9 \text{ kN/m}$

b-③、④: p_1 荷重(有効幅内)
 $W_p1(1)= 10(12) \text{ kN/m}^2 \times 4.0 \times 1.35 = 54.0(64.8) \text{ kN/m}$
kN/m
※()内はせん断を示す。

b-⑤: p_2 荷重(有効幅外)
有効幅内の p_2 荷重の合計 $\Sigma W_p2(1)=130 \text{ kN}$
支点反力 $\Sigma R_p2= 700 \text{ kN}$
主版幅に載荷する等分布荷重は
 $W_p2(2)= (700-130)/6.5 = 87.7 \text{ kN/m}$

b-⑥: p_1 荷重(有効幅外)
有効幅内の p_1 荷重の合計 $\Sigma W_p1(1)=380(450) \text{ kN}$
支点反力 $\Sigma R_p2= 800 \text{ kN}$
主版幅に載荷する等分布荷重は
 $W_p1(2)= (800-380(450))/6.5 = 64.6(53.8) \text{ kN/m}$
※()内はせん断を示す。

b-⑦、⑧: T荷重
衝撃係数 $i= 20/(50+L) = 20/(50+4) = 0.37$
 $P = 100 \text{ kN} \times 1.37 = 137.0 \text{ kN}$

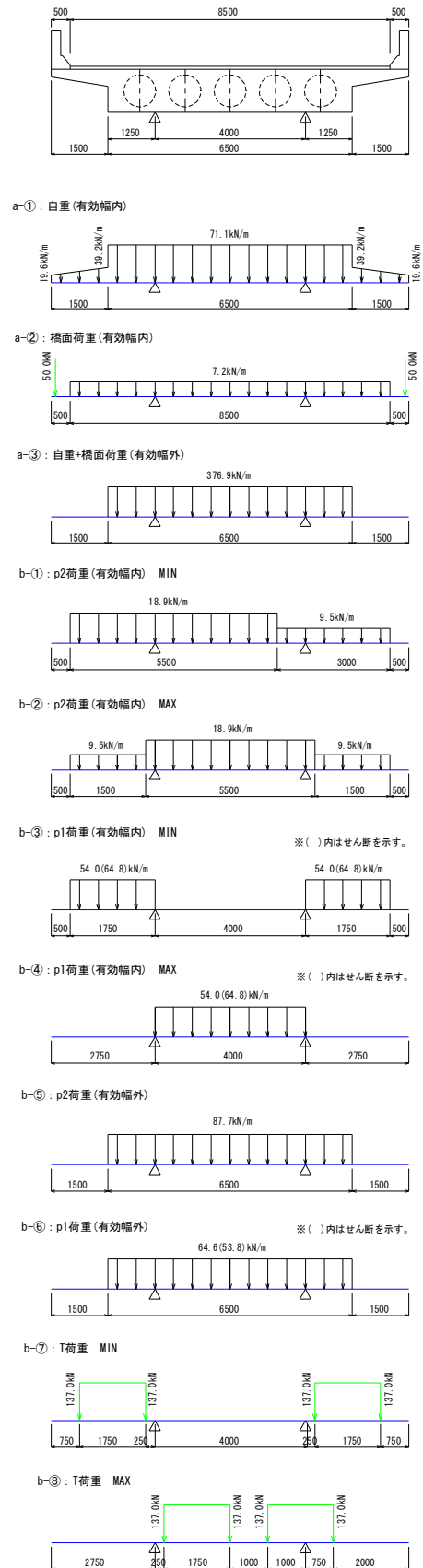


図-3 荷重載荷図

(3) 断面力の集計

荷重の種類		曲げモーメント (kN・m)		せん断力 (kN)	
		支点上	支間中央	支点上	
有効幅内	死荷重	自重	-140	60	140
		橋面荷重	-160	-120	20
	活荷重	p2-min	-50	0	50
		p2-max	-25	10	40
		p1-min	-140	-140	0
		p1-max	0	110	130
		p1+p2 -min	-190	-140	40
		p1+p2 -max	-25	120	170
		T -min	-310	-310	0
		T -max	0	170	210
有効幅外	死荷重		-300	460	740
	活荷重	p2	-60	100	180
		p1	-50	80	150
合計		min	-900	-	-
		max	-	700	1400

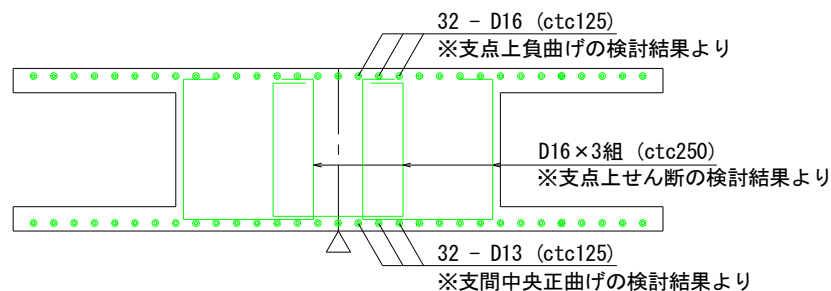
(4) 曲げに対する検討

			支点上	支間中央	許容値
曲げモーメント	死荷重	kN・m	-600	400	
	活荷重	kN・m	-300	300	
	設計荷重時	kN・m	-900	700	
	終局荷重時	kN・m	-1530	1190	
上縁からの鉄筋位置		m	0.050	1.100	
配置鉄筋量		mm ²	6355.2	4054.4	
			32 - D16	32 - D13	
応力度	コンクリート	N/mm ²	2.2	2.0	12.0
	鉄筋	N/mm ²	137.0	165.0	180.0
終局曲げモーメント		kN・m	-2400	1500	
曲げ破壊安全度			1.6	1.3	1.0

(5) せん断に対する検討

		支点上	許容値	
せん断力	死荷重	kN	900	
	活荷重	kN	500	
	設計荷重時	kN	1400	
	終局荷重時	kN	2380	
横桁幅		m	2.000	
有効高		m	1.100	
平均せん断応力度		N/mm ²	0.64	
斜引張鉄筋の計算	コンクリートが負担するせん断力		kN	1100
	斜引張鉄筋の許容応力度		N/mm ²	180
	斜引張鉄筋の配置間隔		m	0.250
	必要鉄筋量		mm ²	440.0
	終局荷重時			
	コンクリートが負担するせん断力		kN	1100
	斜引張鉄筋の降伏点応力度		N/mm ²	345
	斜引張鉄筋の配置間隔		m	0.250
	必要鉄筋量		mm ²	970.0
	最小鉄筋量		mm ²	1000.0
配置鉄筋量		mm ²	1191.6	
			D16-3組 ctc250	

(6) 配筋要領図



【参考文献】

- 1) 道路橋示方書・同解説 Ⅲコンクリート橋編: 日本道路協会 (平成14年3月)
- 2) コンクリート道路橋設計便覧: 日本道路協会 (平成6年2月)

【大分類】場所打ちPCIげた橋	【小分類】一般	【作成日】平成21年10月30日
【事例Q-2】 片持ち架設時の斜引張応力度の照査が行われていない場合がある。これに対処するためにはどのような対策があるか。		

【キーワード】 設計不具合防止対策, 場所打ちPCIげた橋, 施工時の斜引張応力度

【事例A-2】 ◆問題点 構造物は施工中ならびに供用中に作用する荷重に対して適度な安全性を有して、十分な機能を発揮するとともに、供用期間中に十分な耐久性を有する必要がある。したがって片持ち架設時の設計においても、構造物の状態に応じて道示 I 2.1(P9)に規定される荷重を考慮し、最も不利となるように組み合わせて検討する必要がある。また、片持ち架設、押出し架設、P&Zなど架設時の斜引張応力度がクリティカルになる場合があるので、検討漏れがないように注意する必要がある。																																	
◆現行規準 道示 I 2.1(P9) 道示 III 2.2 表-2.2.1(P115) 道示 III 3.2 表-3.2.5(P122)																																	
◆対策 特に片持ち架設では、片持ち先端に大きな施工時荷重(移動作業車)が載荷されるため、ウエブにひび割れを生じる可能性があり、施工時における斜引張応力度の照査を行う必要がある。 また、施工時における斜引張応力度の照査に使用する許容斜引張応力度は、部材に斜めひび割れを生じさせないために、道示 III 3.2 表-3.2.5(P122)の「衝突荷重または地震の影響を考慮しない荷重の組合せ」の値として、許容値の割増しは行わない。																																	
表-3.2.5 プレストレストコンクリート構造に対する許容斜引張応力度 (N/mm ²)																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2" rowspan="2">応力度の種類</th> <th colspan="4">コンクリートの設計基準強度</th> </tr> <tr> <th>30</th> <th>40</th> <th>50</th> <th>60</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">活荷重及び衝撃以外の主荷重</td> <td>1) せん断力のみ又はねじりモーメントのみを考慮する場合</td> <td>0.8</td> <td>1.0</td> <td>1.2</td> <td>1.3</td> </tr> <tr> <td>2) せん断力とねじりモーメントをともに考慮する場合</td> <td>1.1</td> <td>1.3</td> <td>1.5</td> <td>1.6</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">衝突荷重又は地震の影響を考慮しない荷重の組合せ</td> <td>3) せん断力のみ又はねじりモーメントのみを考慮する場合</td> <td>1.7</td> <td>2.0</td> <td>2.3</td> <td>2.5</td> </tr> <tr> <td>4) せん断力とねじりモーメントをともに考慮する場合</td> <td>2.2</td> <td>2.5</td> <td>2.8</td> <td>3.0</td> </tr> </tbody> </table>	応力度の種類		コンクリートの設計基準強度				30	40	50	60	活荷重及び衝撃以外の主荷重	1) せん断力のみ又はねじりモーメントのみを考慮する場合	0.8	1.0	1.2	1.3	2) せん断力とねじりモーメントをともに考慮する場合	1.1	1.3	1.5	1.6	衝突荷重又は地震の影響を考慮しない荷重の組合せ	3) せん断力のみ又はねじりモーメントのみを考慮する場合	1.7	2.0	2.3	2.5	4) せん断力とねじりモーメントをともに考慮する場合	2.2	2.5	2.8	3.0	
応力度の種類			コンクリートの設計基準強度																														
		30	40	50	60																												
活荷重及び衝撃以外の主荷重	1) せん断力のみ又はねじりモーメントのみを考慮する場合	0.8	1.0	1.2	1.3																												
	2) せん断力とねじりモーメントをともに考慮する場合	1.1	1.3	1.5	1.6																												
衝突荷重又は地震の影響を考慮しない荷重の組合せ	3) せん断力のみ又はねじりモーメントのみを考慮する場合	1.7	2.0	2.3	2.5																												
	4) せん断力とねじりモーメントをともに考慮する場合	2.2	2.5	2.8	3.0																												
【参考文献】 1) 道路橋示方書・同解説 I 共通編, IIIコンクリート橋編: 日本道路協会(平成14年3月)																																	

【大分類】場所打ちPCげた橋	【小分類】一般	【作成日】平成21年10月30日
----------------	---------	------------------

【事例Q-3】

PC鋼材定着具付近などでは、個別に検討された補強鉄筋が同一図面に表現されていないため、配置が困難な場合や鉄筋のあきが確保できていない場合がある。これに対処するためにはどのような対策があるか。

【キーワード】 設計不具合防止対策, 場所打ちPCげた橋, 充填不良

【事例A-3】

◆問題点

各部材の設計にて求まる鉄筋が交錯する部分や複数方向に鉄筋が配置される箇所では、実施工において鉄筋を配置すると“あき”が確保されておらず、コンクリートの充填不良が発生する可能性がある。

◆現行規準

道示Ⅲ 6.6.1(P184～186)

◆対策

定着具付近は、定着切欠き、グリッド筋、定着背面補強鉄筋、主げたおよび横げたスターラップなどの鉄筋が個別に検討され、一般に、個別に図示されることが多いため、施工時に配置が困難となる場合などがある。これら補強鉄筋は、同一図面に鉄筋径を考慮して図示し、配置できることを確認することが望ましい。図-1に配筋要領の参考図を示す。

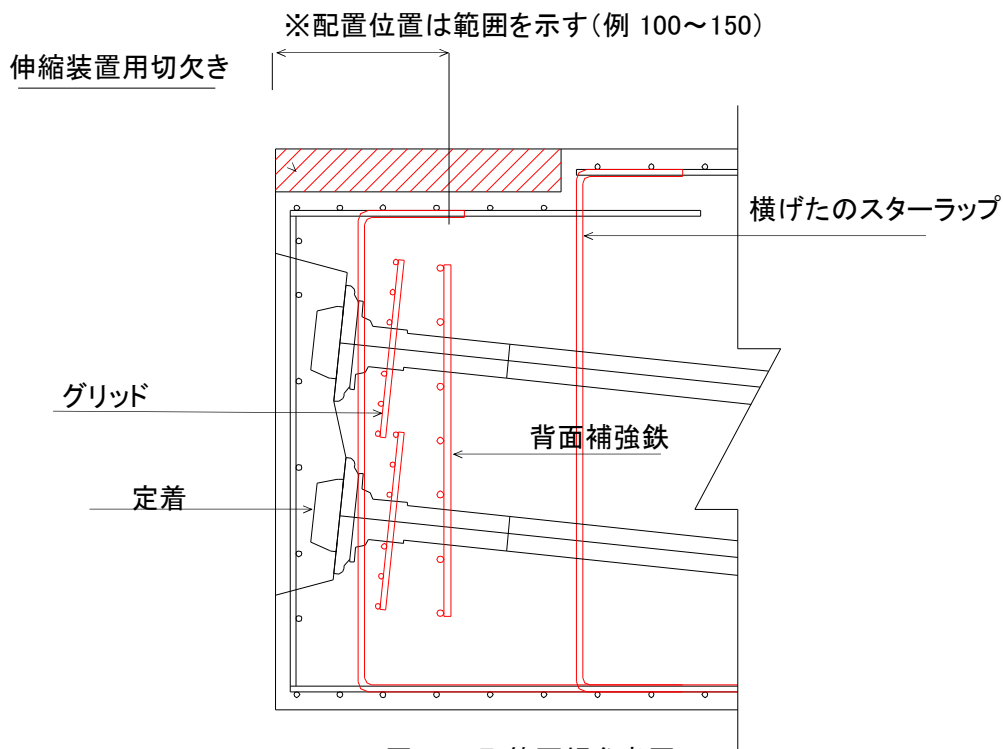


図-1 配筋要領参考図

【参考文献】

1) 道路橋示方書・同解説 I 共通編, Ⅲコンクリート橋編: 日本道路協会(平成14年3月)

【大分類】場所打ちPCげた橋	【小分類】一般	【作成日】平成21年10月30日
【事例Q-4】 一括施工が困難な規模の多径間連続げたにおいて、1日のコンクリートの打設量や緊張可能な分割方法を考慮せずに設計されている場合がある。これらに対処するためにはどのような対策があるか。		

【キーワード】 設計不具合防止対策, 場所打ちPCげた橋, 分割施工

【事例A-4】												
<p>◆問題点 多径間連続げたの分割施工の計画では、以下のことに留意する必要があるが考慮されていない場合がある。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・1日当たりのコンクリート打設量から決まる分割長 ・緊張可能なケーブル長から決まる分割長(両引き、片引き) ・プレグラウトPC鋼材の緊張可能日数から決まる分割長 												
<p>◆現行規準 特になし</p>												
<p>◆対策 分割施工を計画する場合の留意点</p> <ul style="list-style-type: none"> ・表-1に構造形式毎の打設量(m³/h)の参考値を示す。打設量(m³/h)は、構造形式、バッチャーブランチの製造能力、ポンプ車の配置可能台数、配管の長さ、打上がり速度などによって変動するため、それらの影響を考慮して1日あたりの打設量を決定する必要がある。 												
<p style="text-align: center;">表-1 ポンプ車1台あたりの打設量(m³/h)の参考値</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>構造形式</th> <th>打設量(平均値)</th> <th>備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PC床版(鋼桁)</td> <td>30~40 (35)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>中空床版橋</td> <td>25~35 (30)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>箱げた橋(ウェブ・下床版)</td> <td>15~25 (20)</td> <td>上床版はPC床版参照</td> </tr> </tbody> </table>	構造形式	打設量(平均値)	備考	PC床版(鋼桁)	30~40 (35)		中空床版橋	25~35 (30)		箱げた橋(ウェブ・下床版)	15~25 (20)	上床版はPC床版参照
構造形式	打設量(平均値)	備考										
PC床版(鋼桁)	30~40 (35)											
中空床版橋	25~35 (30)											
箱げた橋(ウェブ・下床版)	15~25 (20)	上床版はPC床版参照										
<p>・緊張可能なケーブル長は、緊張ジャッキの配置スペースから決まるジャッキ容量、緊張ジャッキの最大ストローク長などを考慮する必要がある。一般的な緊張ジャッキの最大ストローク長は300mm程度だが、中には800mm程度のジャッキもあるので、計画の際は各種定着工法の施工基準を参考にするとよい。また、PC鋼より線の伸び量は1m当たり5~6mm程度あり、導入初期段階でのたるみ分、ストローク余裕分を見込みジャッキのストローク長を決定する。したがって、ケーブル長100mの場合、片側あたりの伸び量は250~300mm程度となる。</p> <p>・PC鋼材長が長い場合、摩擦損失も大きくなりプレストレスが有効に作用しなくなる。一般に分割長が長い場合は摩擦損失によってPC鋼材量を増やす必要があるが、逆に分割長が短い場合は定着具の数量が増えることから、PC鋼の経済性も考慮して分割長を決めるとよい。</p> <p>・プレグラウトPC鋼材の緊張可能日数は、樹脂の種類(湿気硬化型、熱硬化型)、コンクリート打設時期、コンクリートの最高温度などを考慮する必要がある。詳細は、PCグラウト&プレグラウトPC鋼材施工マニュアル(改訂版)2006(P134~P138)を参考にするとよい。</p>												
<p>緊張可能なケーブル長の場合の一括施工において、1日でコンクリート打設が困難な場合は、コンクリート打設の日を改めて複数回で行い、緊張を1回で行う方法もある。この場合は、図面に打継ぎ目地位置を明記するとともに、コンクリートの打継ぎ目処理を適切に行い、新旧コンクリートの打継ぎ目地における温度応力等によるひび割れ防止を目的にスターラップや直角方向鉄筋を他の部位より密に配置するなどの配慮が必要となる。</p>												

【参考文献】

- 1)コンクリート道路橋施工便覧:日本道路協会(平成10年1月)
- 2)PCグラウト&プレグラウトPC鋼材施工マニュアル(改訂版)2006:PC建協(平成18年4月)

【大分類】場所打ちPCげた橋	【小分類】一般	【作成日】平成21年10月30日
<p>【事例Q-5】</p> <p>スランプ8cmでは過密配筋への充填ができない場合がある。これに対処するためにはどのような対策があるか。</p>		

【キーワード】 設計不具合防止対策, 場所打ちPCげた橋, スランプ, 充填不良

<p>【事例A-5】</p> <p>◆問題点 道示Ⅲ19.4.2(P331)においてコンクリートのスランプは8cmを標準としているため、高性能AE減水剤などの添加によるスランプ変更を承認されない場合がある。この場合、補強鉄筋が多く配置される定着付近など過密配筋箇所においてコンクリートが充填できない可能性があり、安全性、耐久性の観点からも問題となる。</p> <p>◆現行規準 道示Ⅲ 19.4.2(P330～334)</p> <p>◆対策 2007年制定コンクリート標準示方書[施工編:施工標準]では、強度、耐久性に加えて施工性能を要求しており、図-1に示すようなPC部材における打込みの最小スランプの標準値が示されている(P74～P79)。 一般にPC橋は、高い強度が要求されるためコンクリートが富配合となり同じスランプでも粘性が高く、ポンパビリティーも低下する。また、呼び強度が大きくなるにつれて、単位水量の上限値175kg/m³以下とすることが困難となるため、高性能AE減水剤を使用して、単位水量を低減するとともに単位セメント量を低減することが望ましい。したがって、構造物の鉄筋量を考慮したうえで、設計段階にコンクリートの配合仕様について発注者と協議が必要である。協議を行わない場合は、構造物の平均鉄筋量やスランプおよび混和剤の種類などを工事に関する「申し送り事項」に記載することが必要である。また、工事段階では受注者が着手前に仕様を確認し、高性能AE減水剤を使用する場合は、スランプ試験時に材料分離が生じていないことをよく確認する必要がある。</p>																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>平均鉄筋量</th> <th>平均鉄筋量¹⁾</th> <th>呼び強度の目安</th> <th>打込みの最小スランプ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="6">内ケーブルを主体とした PC上部工の主桁²⁾</td> <td>120kg/m³未満 (RC換算³⁾250kg/m³程度未満)</td> <td rowspan="6">36または40</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>120kg/m³以上140kg/m³未満 (RC換算³⁾250～300kg/m³程度未満)</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>140kg/m³以上170kg/m³未満 (RC換算³⁾300～350kg/m³程度未満)</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>170kg/m³以上200kg/m³未満 (RC換算³⁾350～400kg/m³程度未満)</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>200kg/m³以上 (RC換算³⁾400kg/m³程度以上)</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>170kg/m³未満 (RC換算³⁾350kg/m³程度未満)</td> <td>50</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">内ケーブルを主体とした PC上部工の主桁²⁾</td> <td>170kg/m³以上200kg/m³未満 (RC換算³⁾350～400kg/m³程度未満)</td> <td rowspan="2">50</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>200kg/m³以上 (RC換算³⁾400kg/m³程度以上)</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>T桁橋の横桁および間詰床版</td> <td>—</td> <td>30</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>上記以外の間詰床版</td> <td>—</td> <td>30</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>高密度配筋部を含む部材⁴⁾</td> <td>300kg/m³以上 (RC換算³⁾500kg/m³程度以上)</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> </tbody> </table>	平均鉄筋量	平均鉄筋量 ¹⁾	呼び強度の目安	打込みの最小スランプ	内ケーブルを主体とした PC上部工の主桁 ²⁾	120kg/m ³ 未満 (RC換算 ³⁾ 250kg/m ³ 程度未満)	36または40	7	120kg/m ³ 以上140kg/m ³ 未満 (RC換算 ³⁾ 250～300kg/m ³ 程度未満)	9	140kg/m ³ 以上170kg/m ³ 未満 (RC換算 ³⁾ 300～350kg/m ³ 程度未満)	12	170kg/m ³ 以上200kg/m ³ 未満 (RC換算 ³⁾ 350～400kg/m ³ 程度未満)	15	200kg/m ³ 以上 (RC換算 ³⁾ 400kg/m ³ 程度以上)	—	170kg/m ³ 未満 (RC換算 ³⁾ 350kg/m ³ 程度未満)	50	12	内ケーブルを主体とした PC上部工の主桁 ²⁾	170kg/m ³ 以上200kg/m ³ 未満 (RC換算 ³⁾ 350～400kg/m ³ 程度未満)	50	15	200kg/m ³ 以上 (RC換算 ³⁾ 400kg/m ³ 程度以上)	—	T桁橋の横桁および間詰床版	—	30	7	上記以外の間詰床版	—	30	5	高密度配筋部を含む部材 ⁴⁾	300kg/m ³ 以上 (RC換算 ³⁾ 500kg/m ³ 程度以上)	—	—	<p>図-1 PC部材における打込み時の最小スランプの目安</p>		
平均鉄筋量	平均鉄筋量 ¹⁾	呼び強度の目安	打込みの最小スランプ																																					
内ケーブルを主体とした PC上部工の主桁 ²⁾	120kg/m ³ 未満 (RC換算 ³⁾ 250kg/m ³ 程度未満)	36または40	7																																					
	120kg/m ³ 以上140kg/m ³ 未満 (RC換算 ³⁾ 250～300kg/m ³ 程度未満)		9																																					
	140kg/m ³ 以上170kg/m ³ 未満 (RC換算 ³⁾ 300～350kg/m ³ 程度未満)		12																																					
	170kg/m ³ 以上200kg/m ³ 未満 (RC換算 ³⁾ 350～400kg/m ³ 程度未満)		15																																					
	200kg/m ³ 以上 (RC換算 ³⁾ 400kg/m ³ 程度以上)		—																																					
	170kg/m ³ 未満 (RC換算 ³⁾ 350kg/m ³ 程度未満)		50	12																																				
内ケーブルを主体とした PC上部工の主桁 ²⁾	170kg/m ³ 以上200kg/m ³ 未満 (RC換算 ³⁾ 350～400kg/m ³ 程度未満)	50	15																																					
	200kg/m ³ 以上 (RC換算 ³⁾ 400kg/m ³ 程度以上)		—																																					
T桁橋の横桁および間詰床版	—	30	7																																					
上記以外の間詰床版	—	30	5																																					
高密度配筋部を含む部材 ⁴⁾	300kg/m ³ 以上 (RC換算 ³⁾ 500kg/m ³ 程度以上)	—	—																																					
<p>【参考文献】</p> <p>1)2007年制定コンクリート標準示方書[施工編:施工標準]:土木学会</p>																																								

1) 平均鉄筋量は、1回に連続してコンクリートを打ち込む区間の鉄筋量をコンクリートの体積で除した値。
 2) RC換算鉄筋量は、シースの全断面を鉄筋断面として換算した場合の参考値。
 3) 主桁は中空床版橋上部工を含む。ただし、PRC橋はPC鋼材が少なく、鉄筋量が多いため、鉄筋量をもとに標準値を定めるのは適切でない場合が多いことから、本表の対象外とする。
 4) 高密度配筋部とは、斜張橋や外ケーブル構造の定着部付近等、特に鉄筋量の多い部材をいう。