

PC橋のQ & A

暫定版

平成21年7月1日

社団法人 プレストレスト・コンクリート建設業協会

平成19年度より、当協会ならびに協会員各社に寄せられるPC橋に関する質問事項について、とりまとめ作業を行っております。

この度、暫定版ではありますが、とりまとめ資料の一部を公開させていただきます。まずは分類項目として、計画、設計に関する事項を中心にまとめていく予定です。

まだまだ、質・量とも不十分と思いますので、今後とも皆様のご意見や最新情報を取り入れながら、定期的に追加更新を行い、内容の充実そして分かりやすいQ&A集づくりに努めていく所存です。

本資料が、少しでもPC橋の計画・設計に携わる皆様のお役に立てれば幸いです。

平成 20 年 4 月 1 日

技術部会 設計検討小委員会

この度、これまでの暫定版に11題を加えて、公開させていただきます。

今後とも、内容の充実に努めていく所存ですが、本資料が少しでも皆様のお役に立てれば幸いです。

なお、これまでの29題についても、一部、誤字等を修正させていただきましたことをご了承ください。

平成 21 年 4 月 21 日

技術部会 設計検討小委員会

以下の箇所の誤字を修正いたしました。

Q-5, Q-12, Q-24, Q-28, Q-30, Q-34, Q-38

平成 21 年 7 月 1 日

技術部会 設計検討小委員会

通し番号	大分類	小分類	質問項目
【Q-1】	設計一般	けた橋	PCコンボ橋の設計床版厚について、「道路橋示方書Ⅲ 9章Tげた橋9.2 設計一般」の解説に示される「中間横げた間隔が15mを超える場合でも、荷重分配機能および疲労耐久性の観点から7.3床版の最小全厚を10%増加する。」という規定を適用すべきか。
【Q-2】	設計一般	けた橋	コンボ橋の場所打ち床版部における下面側鉄筋の最小かぶり厚は確保できているか。
【Q-3】	設計一般	けた橋	道路橋示方書によれば、工場製作のプレキャスト部材の最小かぶり厚は25mmとしているが、JISのホローげたにおける支点横げた部分で、鉄筋のかぶり厚が確保できていない部分がある。この対策はどうすればよいのか。
【Q-4】	設計一般	けた橋	広幅員の床版構造として、床版を水平のリブで支持した構造や張出し床版をストラットで支持した1室箱げたの新しい床版構造がある。これらは、従来構造、例えば2室箱げたに対してはどのような長所を有し、どのような点に留意して設計する必要があるか。
【Q-5】	設計一般	けた橋	設計荷重時の曲げ応力度の算出において、道路橋示方書・同解説Ⅲ 4.2.2では部材の有効断面についての記述があるが、箱げた橋において有効幅を考慮した断面で応力度を算出する必要があるか。 また、広幅員のPC橋の場合でも、全断面有効として問題ないか。 有効幅を考慮する場合は、どの程度の幅員から考慮すべきか。
【Q-6】	設計一般	けた橋	ねじりに対する補強鉄筋の配置が必要な版げたについて、スターラップのかぶせ筋がない箇所は床版横方向鉄筋をねじりに対する横方向鉄筋とみなすべきか。それとも、かぶせ筋を配置すべきか。
【Q-7】	設計一般	けた橋	横げた設計のせん断・ねじりに対する配筋について、原則的には横げたスターラップの中に横げた軸方向鉄筋を配置するべきであるが、その軸方向鉄筋は主方向鉄筋の配力筋、片持ち床版の主筋を兼ねている場合が多く、横げたスターラップの内側に配置していないケースが多いが、これでよいのか。
【Q-8】	設計一般	けた橋	移動量の計算の際に、温度時の移動量と地震時の移動量とは別になっているが、地震時＋温度時は考慮しなくてよいのか。
【Q-9】	設計一般	けた橋	エポキシ樹脂塗装鉄筋を用いた場合に、最小かぶり厚の低減を行ってもよいのか。
【Q-10】	設計一般	けた橋	施工時の主げた上縁のコンクリート引張応力度は、 2.5N/mm^2 ($\sigma_{ck}=40\text{N/mm}^2$) まで許容してよいのか。
【Q-11】	設計一般	けた橋	PC鋼棒φ40の定着間隔と縁端距離はどのようにすればよいのか。

通し番号	大分類	小分類	質問項目
【Q-12】	設計一般	けた橋	けた構造に対する斜角の目安はどのように設定するのがよいか。
【Q-13】	設計一般	箱げた橋	箱げた橋の斜引張鉄筋量の算出において、道路橋示方書Ⅲ10.3 式(解10.4.1)で「 A_{s2} : ウェブに生じる曲げモーメントに対する必要鉄筋量(ウェブ内側又は外側のうち大きい値)」とあるが、 A_{s1} は1本のウェブに配置する鉄筋量であるため A_{s2} は「(ウェブ内側又は外側のうち大きい値)×2」とする必要があるか。
【Q-14】	設計一般	ラーメン橋	曲線橋の多径間連続ラーメン橋においても、端支点部の橋軸直角方向に落橋防止システムは必要か。
【Q-15】	設計一般	横げた	端支点横げた(ポスト、コンボ)について照査をする必要性があるか。
【Q-16】	設計一般	プレストレッシング	ポストテンション方式の場合に、プレストレスを与えてよい時のコンクリートの圧縮強度は何を用いたらよいか。
【Q-17】	設計一般	プレストレッシング	床版に定着突起を設置してPC鋼材を定着する際に、何本までまとめて定着してよいか。
【Q-18】	設計一般	落橋防止構造	プレホロー、ポストホローげたに支承高の高い支承を用いる場合におけるアンカーバーの曲げ照査方法はどのようにすればよいか。
【Q-19】	設計一般	支承部	プレキャストホローげたへのタイプBの支承使用は施工性が悪くなると思われるが、「構造上やむを得ない橋」としてタイプAの支承を使用することができないか。
【Q-20】	設計一般	支承部	支承部のアンカーボルトの設計において、許容値の割り増しは各荷重状態(常時、レベル1地震時、レベル2地震時)でどのような組み合わせとなるか。
【Q-21】	設計一般	支承部	タイプAの可動支承部を設計する際、レベル1地震動の慣性力による移動量を考慮する必要があるか。
【Q-22】	設計一般	支承部	常時(乾燥収縮・温度変化)と地震時で移動方向が異なる場合、落橋防止構造の設置方向、移動可能方向はどのように設定するべきか。

通し番号	大分類	小分類	質問項目
【Q-23】	設計一般	塩害対策	対策区分Sにおいて、構造形式選定における留意点とはなにか。
【Q-24】	設計一般	材料	鉄筋規格変更時(SD295A→SD345)の留意点としてどのようなものがあるか。
【Q-25】	施工一般	けた橋	セグメントげたの運搬について、制限高さ、幅、長さ、重量の制限値およびその制限値を超える場合の対応はどのようにすればよいか。
【Q-26】	施工一般	けた橋	地覆、壁高欄のひび割れ対策について、連続げたの支間、中間支点上などにおける伸縮目地、Vカット(収縮目地)の基本的な設け方はどのようにすればよいか。
【Q-27】	計画一般	PC床版	プレキャストPC床版の優位点はどのようなものか。
【Q-28】	計画一般	保全	PC橋におけるLCCの基本的な考え方はどのようになるか。
【Q-29】	計画一般	構造形式	PC橋の各支間長に適用した構造形式はどのようなものがあるか。
【Q-30】	計画一般	構造形式	斜張橋とエクストラードズド橋の違いはなにか。
【Q-31】	計画一般	構造形式	PCコンポ橋とはどのような構造か。また、その特徴はどのようなものか。
【Q-32】	計画一般	構造形式	吊床版橋とはどのような構造か。また、その特徴はどのようなものか。
【Q-33】	計画一般	構造形式	PC斜版橋とはどのような構造か。また、その特徴はどのようなものか。
【Q-34】	計画一般	桁橋	プレテンション方式のPC橋の構造形式を比較・選択していく場合、どのような要素に着目すればよいか。
【Q-35】	設計一般	曲線橋	曲率半径Rの小さい曲線橋に対する解析上、および変位制限構造設置上の留意点はなにか。

通し番号	大分類	小分類	質問項目
【Q-36】	設計一般	桁橋	PC中空床版橋について、円筒型枠の設置位置・寸法などはどのように決定すればよいか。
【Q-37】	設計一般	緊張材	一般的に道路橋に用いられるPC鋼材はどのようなものがあるか。
【Q-38】	設計一般	緊張材	耐久性の高い鋼材を使用したい場合にはどのようなものがあるか。
【Q-39】	設計一般	外ケーブル	内・外ケーブルを併用する際の留意点はなにか。

		【修正日】平成21年 4月 1日
【大分類】設計一般	【小分類】けた橋	【作成日】平成20年 4月 1日
【Q-1】 PCコンポ橋の設計床版厚について、「道路橋示方書Ⅲ 9章Tげた橋9.2設計一般」の解説に示される「中間横げた間隔が15mを超える場合でも、荷重分配機能および疲労耐久性の観点から7.3床版の最小全厚を10%増加する。」という規定を適用すべきか。		

【キーワード】 PCコンポ橋, 最小床版厚, 中間横げた間隔, 荷重分配, 疲労耐久性

【A-1】 PCコンポ橋の中間横げたは、支間中央に1箇所配置することを標準としているため、横げた間隔が15mを超える場合がある。このような場合、道路橋示方書Ⅲ 9章Tげた橋 9.2設計一般によると、床版の最小全厚を10%増加するとともに、床版の支間曲げモーメントを単純版の90%として設計するものとしている。 PC合成床版は、RC床版とした場合の最小厚を満足しており、また、RC床版と比較して十分な疲労耐久性が確保されていることが確認されている。したがって、PCコンポ橋においては、中間横げた間隔が15mを超える場合、床版の増厚は行わないものとしている。ただし、床版の支間曲げモーメントの増加を考慮し、単純版の90%として設計を行うものとしている。（「PCコンポ橋 設計・施工の手引き」[改訂版]より）。 「PCコンポ橋 設計・施工の手引き」が示す設計床版厚の考え方は、中間横げた間隔が15mを超える場合においても下記の理由により、床版最小全厚を10%割増することなく、道路橋示方書の要求性能を満足しているものとしている。これは、Tげた橋のPC床版厚割増しに準拠しないことを明確にしたものである。 〔理由〕 (1) 道路橋示方書Ⅲ9.2解説は、PC床版を前提にしたTげた橋において、中間横げたの減少が荷重分配性能および床版応力度に与える影響について、建設省土木研究所との共同研究の成果を反映したものである。一方向PC床版は、RC床版最小全厚の90%とすることができ、中間横げたを減少した場合は横方向荷重分配機能として床版の負担が増える。横げた間隔が15mを超えるPC床版は床版厚を10%割増して剛性を高めている。 (2) 土木研究所で実施した輪荷重走行疲労試験により、PC合成床版はPC床版と同等の高い疲労耐久性を有することが確認されている。RC床版と比較して格段に耐荷性能、疲労耐久性が向上していることが判る。 (3) PCコンポ橋合成床版厚は、RC床版最小全厚dを適用している。 $d = k_1 \cdot k_2 \cdot d_0 = 1.25 \times d_0$ (k_1: 大型2000台/日以上) 一方、PC床版最小全厚で算出した場合、$d' = d_0 \times 0.9$ (RC床版厚の90%、大型自動車交通量の割増無し)となる。RC床版厚とPC床版厚の比は$d/d' = 1.25/0.9 = 1.39$となり、RC床版厚はPC床版厚より約1.4倍厚いことになる。 (4) 別の視点からPC合成床版厚のPC板部を弾性係数換算した状態で算定すると、RC床版最小全厚の10%増しとほぼ同等となる。したがって、床版剛性を確保しているといえる。 (5) 連続版曲げモーメントは、9.2項解説に準拠して単純版の90%と割増ししている。

【参考文献】

- 1) コンクリート橋の設計・施工の省力化に関する共同研究報告書(Ⅰ)
ープレストレストコンクリートTげた橋の中間横げた減少・省略に関する研究ー、
：建設省土木研究所、(社)プレストレスト・コンクリート建設業協会(平成8年11月)
- 2) コンクリート橋の設計・施工の省力化に関する共同研究報告書(Ⅱ)
ーPC合成げた橋(PC合成床版タイプ)に関する研究ー、
：建設省土木研究所、(社)プレストレスト・コンクリート建設業協会(平成10年12月)
- 3) PCコンポ橋 設計・施工の手引き[改訂版]：(社)プレストレスト・コンクリート建設業協会(平成19年5月)

【大分類】設計一般

【小分類】けた橋

【作成日】平成20年 4月 1日

【Q-2】

コンポ橋の場所打ち床版部における下面側鉄筋の最小かぶりは確保できているか。

【キーワード】

PCコンポ橋, 場所打ち床版部, 下面側鉄筋, 最小かぶり

【A-2】

最小かぶり厚は30mmであるが、場所打ち床版部の最小かぶりは図-1に示すCとする。このCの値を30mm以上とることによりかぶり厚を確保している。

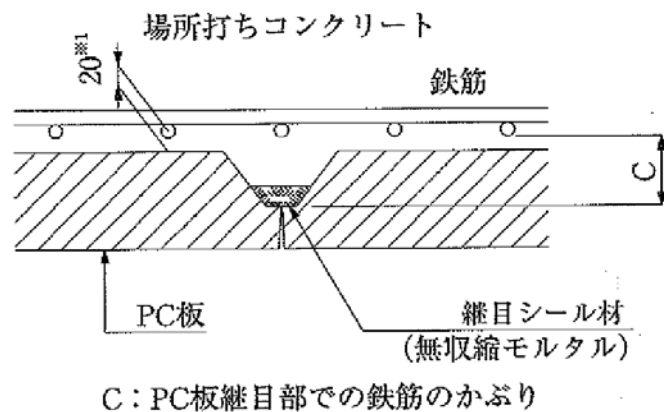


図-1 PC板継目部での鉄筋かぶり

ここに、※1の場所打ち床版下縁の橋軸直角方向鉄筋とPC板の空き(20mm)は、コンクリートと鉄筋の付着が確保できる程度の目安であり、モルタルや骨材の一部がまわれればよいものとして設定している。

特に、このあきに着目した試験結果は無いが、各種実験はこの鉄筋配置で実施されているものが多く、PC板と場所打ちコンクリートの一体性が確認されている。また、疲労試験により、RC床版に対する耐力の優位性も確認されている。なお、13mmの組み立て筋をPC板の上に配置することを想定し、20mm程度のあき(鉄筋の芯まで)とする。

【参考文献】

PCコンポ橋 設計・施工の手引き〔改訂版〕: (社)プレストレスト・コンクリート建設業協会(平成19年5月)

【大分類】設計一般

【小分類】けた橋

【作成日】平成20年 4月 1日

【Q-3】

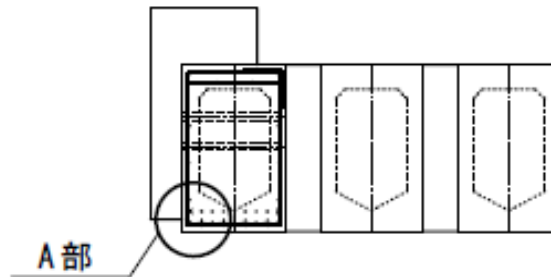
道路橋示方書によれば、工場製作のプレキャスト部材の最小かぶりは25mmとしているが、JISのホローげたにおける支点横げた部分で、鉄筋のかぶりが確保できていない部分がある。この対策はどうすればよいか。

【キーワード】

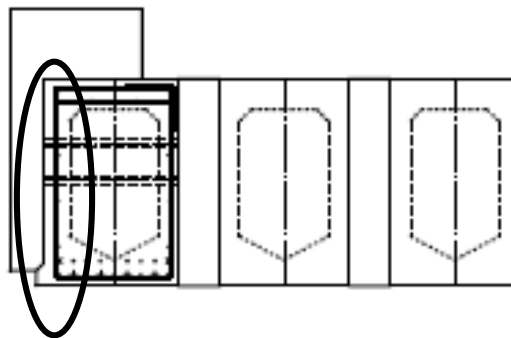
JISホローげた, 最小かぶり, 支点横げた

【A-3】

プレテンション床版橋の充実断面(PC鋼材12.7mm)、中空断面(PC鋼材15.2mm)共に、下図のようにけた高70mmの位置で水切りを設けた場合、A部においてPC鋼材のかぶりは確保できているが、鉄筋のかぶりは確保されていない。よって、下記の2案いずれかの方法により、かぶりを確保することとする。



- ・第1案: 外げたのみ、全長において、主げた断面形状を標準部と同形状として、かぶりを確保する。(下図参照)



- ・第2案: 地覆コンクリートをけた下面まで打ち下ろす。

【参考文献】

道路橋用橋げた設計・製造便覧(通常橋げた): (社)プレストレスト・コンクリート建設業協会(平成16年6月)

【大分類】設計一般

【小分類】けた橋

【作成日】平成20年 4月 1日

【Q-4】

広幅員の床版構造として、床版を水平のリブで支持した構造や張出し床版をストラットで支持した1室箱げたの新しい床版構造がある。これらは、従来構造、例えば2室箱げたに対してはどのような長所を有し、どのような点に留意して設計する必要があるか。

【キーワード】 広幅員の床版構造, リブ, ストラット

【A-4】

リブ、ストラット付き床版構造といった主げた断面には以下に示す長所が挙げられる。

- ① ウェブ数を減らすことや、下床版幅を減らすことができ、上部工重量を軽減できる。
- ② 下床版幅を狭くすることができるため、橋脚幅を縮小できる。
- ③ 施工の煩雑なウェブを減らすことにより、施工性が向上する。

しかしながら、これらの床版構造を設計するにあたっては、道路橋示方書の活荷重断面力算出式の適用範囲を超える支間長を有しているケースが多いことや、リブ、ストラットによって支持されていることから、道路橋示方書の算定式を用いることができないといった課題がある。そこで、活荷重による断面力を適切に算出する手法を検討する必要がある。

算出する手法としては、実構造により近い支持、結合条件を再現できる3次元FEM解析が一般に用いられている。同解析手法は、設定した条件によって解析結果が大きく異なることもあるので、用いる際には以下のことに留意しなければならない。

- ① 要素の種類(ソリッドモデル、シェルモデル)
- ② モデル長さ
- ③ 支持条件
- ④ 荷重の載荷方法

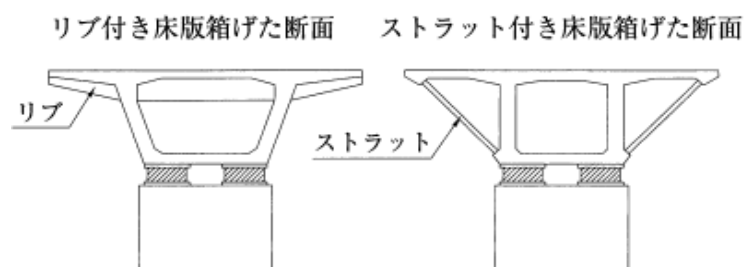


図-1 箱げた形状

【参考文献】

PC道路橋計画マニュアル〔改訂版〕：(社)プレストレスト・コンクリート建設業協会(平成19年10月)

		【修正日】平成21年 7月 1日
【大分類】設計一般	【小分類】けた橋	【作成日】平成20年 4月 1日
【Q-5】 設計荷重時の曲げ応力度の算出において、道路橋示方書・同解説Ⅲ4.2.2では部材の有効断面についての記述があるが、箱げた橋において有効幅を考慮した断面で応力度を算出する必要があるか。 また、広幅員のPC橋の場合でも、全断面有効として問題ないか。 有効幅を考慮する場合は、どの程度の幅員から考慮するべきか。		

【キーワード】 箱げた断面, 有効幅, 軸方向圧縮応力度

【A-5】

曲げモーメントを受けるTげた、箱げたなどではせん断遅れにより、軸方向圧縮応力度 σ_x の分布は一般に一樣とはならない(図-1 圧縮フランジの有効幅)。この影響を簡単に考慮するために、応力の非線形分布を一樣に置きかえて曲げ理論を適用できるようにしたときの仮想幅を有効幅と称している。

有効幅は、けたの支持条件、載荷条件、圧縮フランジ厚さとけた高の比、支間とウェブ厚の比などによって異なるが、道路橋示方書Ⅲの規定はこれらの点を考慮して安全側に定められており、軸方向力に対しては全断面を有効としてよいとしている。また、箱げたなどの引張フランジの有効幅については、圧縮フランジの有効幅と同様とし、鉄筋の引張応力度を算出する場合は、ウェブ側面から主げたの支間長の1/10の範囲内とする。

箱げた断面は、上記のように有効幅を考慮する必要がある。ただし、標準的な箱げたでは支間や床版支間がある範囲内にあるため、全断面有効になる場合がほとんどである(図-2 標準的な箱げた断面)。一方、長支間の床版を有する箱げたでは、全断面有効にならない場合も考えられる。

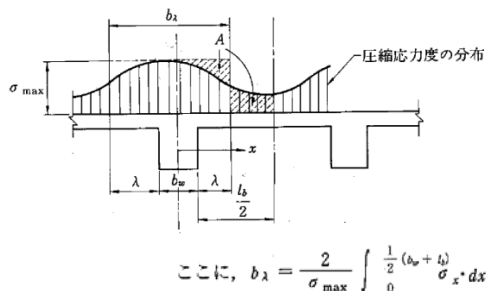


図-1 圧縮フランジの有効幅

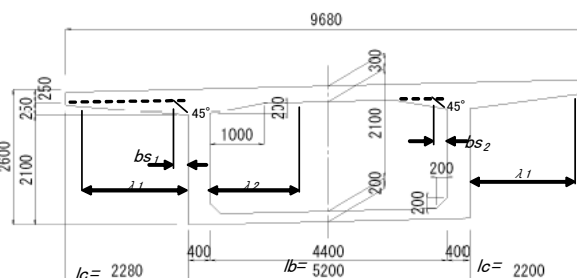


図-2 標準的な箱げた断面(支間中央)

圧縮フランジの有効幅算出例

〔例〕連続げたの中央径間長 $L=45.0\text{m}$

正曲げ区間(0.6Lの範囲)の有効幅を求める

張出し床版側： $\lambda_1 = l_c/8 + b_{s1} = 45 \times 0.6/8 + 0.25 = 3.625\text{m}$

中間床版側： $\lambda_2 = l_b/8 + b_{s2} = 45 \times 0.6/8 + 0.20 = 3.575\text{m}$

→全断面有効

【参考文献】

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

【大分類】設計一般

【小分類】けた橋

【作成日】平成20年 4月 1日

【Q-6】

ねじりに対する補強鉄筋の配置が必要な版げたについて、スターラップのかぶせ筋がない箇所は床版横方向鉄筋をねじりに対する横方向鉄筋とみなすべきか。それとも、かぶせ筋を配置すべきか。

【キーワード】

ねじりモーメント, 補強鉄筋, 閉合した横方向鉄筋

【A-6】

道路橋示方書Ⅲ6.6.11には、ねじりモーメントに対する鉄筋は、軸方向鉄筋とそれに直交する閉合した横方向鉄筋で構成するものとしている。また、配置については、横方向鉄筋の間隔は、部材断面の長辺(けたの場合はけた高)の0.4倍以下かつ30cm以下、軸方向鉄筋の間隔は30cm以下とし、少なくとも横方向鉄筋の各隅角部に各1本配置するとしている(図-1)。よって、軸方向鉄筋は断面内で上下左右対称に配置されたもののみを有効とし、横方向鉄筋は閉合型の補強鉄筋を有効とするのが原則となる。

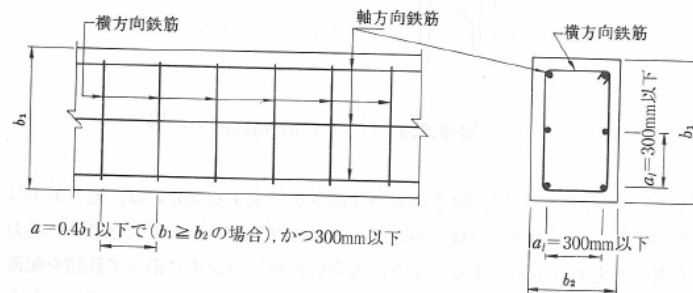


図-1 ねじりモーメントに対する鉄筋の配置

しかし、コンクリート道路橋設計便覧10.3.12では、図-2 のような上に開いた横方向鉄筋(スターラップ)でも断面上側がねじりと同時に曲げ圧縮を受けているような場合には、圧縮縁側には斜引張破壊は生じないので有効であるとしてよいとしている。また、参考文献3)によると、作用するねじりモーメントと曲げモーメントとの比が0.2以下の場合、ねじりひび割れ発生は部材の3面のみと考えられることから、横方向鉄筋はU形のスターラップを配置してもよいとする。

常に曲げ圧縮が働いている場合には図の横方向鉄筋でも有効と考えてよい。

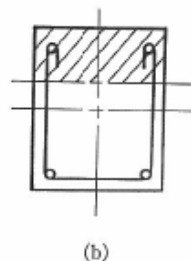


図-2 ねじり補強鉄筋

【参考文献】

- 1) 道路橋示方書・同解説 Ⅲ コンクリート橋編:(社)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:(社)日本道路協会(平成6年2月)
- 3) 泉満明, 秋元泰輔, 宮崎修輔:コンクリート構造物の配筋とそのディテール:技報堂出版(平成7年1月)

		【修正日】平成21年 4月 1日
【大分類】設計一般	【小分類】けた橋	【作成日】平成20年 4月 1日
【Q－8】 移動量の計算の際に、温度時の移動量と地震時の移動量とは別になっているが、地震時＋温度時は考慮しなくてよいのか。		

【キーワード】 移動量, 地震時

【A－8】 現在の道路橋示方書では考慮しないこととなっている。 平成2年以前の道路橋示方書には荷重の組み合わせとして「活荷重および衝撃以外の主荷重＋地震の影響(EQ)＋温度変化の影響(T)」が明記されていたが、平成2年改訂時に削除され、移動量についても考慮する必要はない。 なお、現在の道路橋示方書には記されていないが、改訂時の道路橋示方書の解説には以下の説明文が添えられている。 『従来、地震の影響については、同時に作用する可能性が高い組合せとして「活荷重および衝撃以外の主荷重＋地震の影響(EQ)＋温度変化の影響(T)」を考え、組み合わせる荷重値としては2.1に規定した荷重値を用いてきた。しかし、最近の調査により、2.1に規定した温度変化の範囲は、構造物が耐用期間中に取り得る上限値に近い値となっていることが明らかとなり、構造物がこの温度の時に影響を受ける可能性は小さいと考えられる。このため、今回の改訂においては、この荷重組合せを削除することとした。』(2.1 は荷重の種類)の章を示す)

【参考文献】
道路橋示方書・同解説 I 共通編 (社)日本道路協会(平成2年2月)

【大分類】設計一般	【小分類】けた橋	【作成日】平成20年 4月 1日
【Q-9】 エポキシ樹脂塗装鉄筋を用いた場合に、最小かぶり厚の低減を行ってもよいか。		

【キーワード】 エポキシ樹脂塗装鉄筋, かぶり

【A-9】

道路橋示方書に従えば、塩害により耐久性が損なわれないように、対策区分SならびにRC構造の対策区分Ⅰでは、規定の最小かぶり厚さ(70mm)を確保したうえで、塗装鉄筋の使用またはコンクリート塗装を併用しなければならない。

したがって、エポキシ樹脂塗装鉄筋を使用することで、最小かぶり厚を低減することはできない。

表 塩害の影響による最小かぶり

(単位 mm)				
塩害の影響の度合い	構造 対策 区分	(1) 工場で製作される プレストレスト コンクリート 構造	(2) (1)以外のプレス トレストコンクリ ート構造	(3) 鉄筋コンクリ ート構造
影響が激しい	S	70 ^{※1}		
影響を受ける	Ⅰ	50	70	
	Ⅱ	35	50	70
	Ⅲ			50
影響を受けない		道示Ⅲ 6.6.1「鋼材のかぶり」による		

※1 塗装鉄筋の使用またはコンクリート塗装を併用

【参考】

コンクリート標準示方書では、防せい効果の確認されたエポキシ樹脂塗装鉄筋などの特殊鉄筋を用いる場合は、“鉄筋の腐食を抑制されていると考えられるため、環境条件を「一般の環境」と考えてよい。”と規定されており、コンクリート標準示方書に従えば、かぶり厚を低減してもよいこととなる。

【参考文献】

- 1) 道路橋示方書・同解説 Ⅲ コンクリート橋編:(社)日本道路協会(平成14年3月)
- 2) 【2002年制定】コンクリート標準示方書[構造性能照査編]:(社)土木学会(平成8年3月)

【大分類】設計一般	【小分類】けた橋	【作成日】平成20年 4月 1日
【Q-10】 施工時の主げた上縁のコンクリート引張応力度は、2.5N/mm^2 ($\sigma_{ck}=40\text{N/mm}^2$) まで許容してよい か。		

【キーワード】 施工時, 上縁, 許容値

【A-10】 施工時の許容引張応力度については、道路橋示方書Ⅲ3.2.(2)の表-3.2.4にて2.5N/mm^2と規定されているが、架設時の上縁部、特に張出し施工などで、ひび割れ発生限界を超える引張応力が発生する場合に、たわみが計算値と合わなくなるなど、構造物に悪影響を与える可能性あり留意が必要となる。 そのため、各発注機関ごとに基準が設けられており、各基準に則った計算を行うことが求められている。 ちなみに、設計要領第二集橋梁建設編8章6-4(2)では、張出し架設時における主げたの曲げ引張り応力度は、導入時のプレストレス力を用いて算出する場合は、1N/mm^2以下とすることを標準とするとの記述がある。

【参考文献】

- 1) 道路橋示方書・同解説 Ⅲ コンクリート橋編:(社)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:東・中・西日本高速道路株式会社(平成18年4月)

【大分類】設計一般	【小分類】けた橋	【作成日】平成20年 4月 1日
【Q－11】 PC鋼棒φ40の定着間隔と縁端距離はどのようにすればよいか。		

【キーワード】 PC鋼棒, 定着間隔, 縁端距離

【A－11】 定着体の最小間隔およびコンクリート縁までの最小距離については、原則として試験によって定めなければならない。（「【コンクリートライブラリー66】プレストレストコンクリート工法 設計施工指針 土木学会 4.3 定着具の配置」より） よって、土木学会等で規定された値が存在しないため、各鋼材メーカーにて、実験を行った値が一般的に使用されているのが現状である。 φ40の定着具最小間隔およびコンクリート縁までの最小距離についても、使用の際には実験を行い安全性の確認を行う必要がある。
--

【参考文献】
【コンクリートライブラリー66】プレストレストコンクリート工法 設計施工指針
:(社)土木学会（平成3年4月）

		【修正日】平成21年 7月 1日
【大分類】設計一般	【小分類】けた橋	【作成日】平成20年 4月 1日
【Q-12】 けた構造に対する斜角の目安はどのように設定するのがよいか。		

【キーワード】 斜角、床版橋、Tけた橋

【A-12】 斜角が小さいほど、橋りょう全体の荷重の分担率が悪くなり、耐力が小さくなる。よって、条件の許す限り、斜角はできるだけ90°に近いほうが構造的に有利となる。なお、斜角の目安は構造形式によって異なる。 1. 床版橋の場合(斜角60°以上を目安とする。) JIS規格において、床版橋を使用する場合は斜角が60°以上という制限がある。すなわち、斜角が60°未満の場合はJIS規格からはずれることとなる。ただし、60°未満であっても、JIS規格からはずれるが設計することは可能である。その場合は、解析方法が複雑になることと、荷重分担が悪くなることなどに注意が必要となる。一般的に斜角が60°以上であれば、床版橋は比較的簡易な版理論(ギヨン・マソネーなど)によって断面力を算出する。しかし、斜角が60°未満の場合は、格子理論や有限要素法等の高度な解析手法を用いる必要性が生じる。 2. Tげたの場合(斜角70°以上を目安とする。) JIS規格において、Tげたを使用する場合は斜角70°以上という制限がある。また、道路橋示方書ⅢのTげた橋の章には、以下の記述がある。 「格子構造によりTげた橋の断面力を算出する場合には、主げた及び横方向の全断面を有効とし、ねじり剛性を無視して解析してもよいこととした。ただし、斜角70°未満のTげた橋及び横げた間隔が大きいTげた橋についてはねじりの影響が大きいため、ねじり剛性を考慮して解析し、ねじりに対する検討を行うのがよい。」 以上から、斜角70°未満の場合はねじりの影響が大きくなってくると判断できる。よって、Tげた橋においては斜角70°以上とするのが、構造的によいと考えられる。 また、道路橋示方書の同じ章には、斜角が75°以上であれば、直交異方性版理論により断面力を算出することができるとの記述がある。 3. その他の構造形式の場合 コンポ橋については、Tげたと同様に斜角70°未満の場合はねじり剛性を考慮して、ねじりに対する検討を行う。(PCコンポ橋 設計・施工の手引き参照) その他の構造形式についてもねじりの影響を小さくするために斜角はなるべく、大きく計画するほうが構造的に有利となる。目安はTげたと同様に、斜角60°～70°以上とする。

【参考文献】

- 1) 道路橋示方書・同解説 Ⅲ コンクリート橋編:(社)日本道路協会(平成14年3月)
- 2) 道路橋用橋げた 設計・製造便覧:(社)プレストレスト・コンクリート建設業協会(平成16年6月)
- 3) PCコンポ橋 設計・施工の手引き[改訂版]:(社)プレストレスト・コンクリート建設業協会(平成19年5月)

		【修正日】平成21年 4月 1日
【大分類】設計一般	【小分類】箱げた橋	【作成日】平成20年 4月 1日

【Q-13】

箱げた橋の斜引張鉄筋量の算出において、道路橋示方書Ⅲ10.3 式(解 10.4.1) で「 As_2 : ウェブに生じる曲げモーメントに対する必要鉄筋量(ウェブ内側又は外側のうち大きい値)」とあるが、 As_1 は1本のウェブに配置する鉄筋量であるため As_2 は「(ウェブ内側又は外側のうち大きい値) × 2」とする必要があるか。

【キーワード】 箱げた橋, 斜引張鉄筋

【A-13】

As_2 を「(ウェブ内側又は外側のうち大きい値) × 2」とする必要はない。
この理由は以下のとおりである。

まず、ウェブに生じる曲げモーメントとそれに対する必要鉄筋量の関係について図-1に示す。

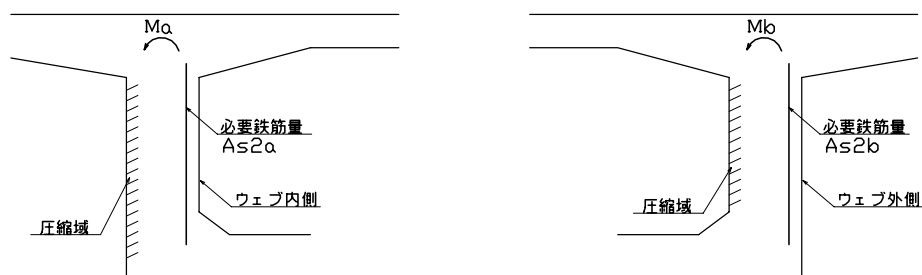


図-1 ウェブに配置する鉄筋量

図-1において、 As_{2a} 、 As_{2b} のうち大きい方を As_2 とする。

道路橋示方書Ⅲ10.3(4)3)の解説にあるように、斜引張鉄筋量を算出する場合の載荷状態と、ウェブに生じる曲げモーメントが最大となる載荷状態は、必ずしも一致しないため、ウェブの曲げモーメントに対する必要鉄筋量の1/2までを斜め引張鉄筋とみなしてよいとしている。すなわち、1本のウェブに As_2 の1/2の鉄筋量を加えればよいこととなる。

ただし、 $As_1 + 1/2As_2 + A_t \leq As_2$ の場合には、1本のウェブに配置する斜引張鉄筋量は、 $2 \times As_2$ となる。

【参考文献】

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

【大分類】設計一般	【小分類】ラーメン橋	【作成日】平成20年 4月 1日
【Q－14】 曲線橋の多径間連続ラーメン橋においても、端支点部の橋軸直角方向に落橋防止システムは必要か。		

【キーワード】 多径間連続ラーメン橋, 落橋防止システム

【A－14】 曲線橋の多径間連続ラーメン橋では、落橋の可能性は相対的に低くなるが、道路橋示方書に従うと、原則的に変位制限構造を設置する必要がある。 【理由】 (1) 橋長が長い連続橋で複数の下部構造に支持されている幅員の大きい橋は、曲線橋における落橋防止構造が必要となる幾何学的構造であっても、落橋に至る可能性が相対的に低くなることが考えられる。 しかし、その場合の橋長がどこまであれば、端部における橋軸直角方向の変位制限構造が不要となるかは明確にされていない。 (2) タイプB支承の場合、橋軸直角方向の変位制限構造が必要となる。 (3) タイプA支承の場合、橋軸直角方向の変位制限構造は橋軸方向の変位制限構造と兼用するが、変位制限構造としての設計地震力は、橋軸方向と直角方向のうち大きいものを用いている。
--

【参考文献】

- 1) PC橋の支承部および落橋防止システムに関する設計資料(案)(改訂第3版)
:(社)プレストレスト・コンクリート建設業協会(平成17年7月)
- 2) 道路橋示方書・同解説 Ⅲ コンクリート橋編:(社)日本道路協会(平成14年3月)

【大分類】設計一般	【小分類】横げた	【作成日】平成20年 4月 1日
【Q-15】 端支点横げた(ポスト、コンポ)について照査をする必要性があるか。		

【キーワード】 端横げた, ポスト, コンポ

【A-15】 端支点横げたの照査の必要性は荷重の種類によって異なる。 (1)地震時の水平力(落橋防止や変位制限から受ける力)が作用する場合の照査:必要となる。 (2)死荷重、活荷重が作用する場合の照査:断面力が小さい場合は省略されることがある。 解説 (1)地震時の水平力に対する照査:ポストでもコンポでも照査が必要となる。 端横げたを両端固定ばりにモデル化し、地震時に変位制限装置や落橋防止構造から伝達される水平力を戴荷して断面力を算出する。なお、詳しい照査方法については「PC橋の支承部および落橋防止システムに関する設計資料(案)」を参照すること。 (2)死荷重、活荷重が作用する場合の照査 a)Tげた(ポスト、プレTなど)の場合:省略する場合がある。 端横げたに作用する断面力は一般に小さいため、省略される場合が多い。設計便覧の「Tげた橋の設計」の章中に、下記のような「照査を省略することが多い」とのコメントが記載されている。 また、道路橋示方書ⅢにおいてTげた橋は「直橋あるいは斜角が75°以上の斜橋で、床版の支間が短く版構造とみなせる断面形状の橋に対しては、直交異方性版理論により断面力を算出することができる。」とある。版理論では、支承線上で支持すると仮定するので、支点部の横方向の断面力は計算されない。よって、版理論で解析を行ってもよいと判断することは、端横げたの断面力はごく僅かであるとも言える。ゆえに、先の条件を満足すれば、端横げたの照査は省略することが可能であり、(1)に対して決定する鋼材を配置すればよいこととなる。 (2) 横げたの構造設計 1) 13.1.2に示す格子構造理論により中間横げたに生じる断面力を求めることができる。他方、端支点横げたに作用する断面力は、ごく僅かであるため、特殊な場合を除いて設計計算は省略されることが多い。 コンクリート道路橋設計便覧より b)コンポの場合:基本的に必要となる。 「PCコンポ橋 設計・施工の手引き」によると「端支点横げた(端横げた)は、輪荷重の直接載荷、主げたから伝達される荷重に対して、プレストレストコンクリート構造として設計する」との記述がある。一般に、コンポ橋はTげた橋に比べて主げた間隔が広いので、端横げたに発生する断面力も大きくなるために照査する必要がある。ただし、Tげた橋と同様に発生する断面力が十分小さい場合は省略してもよい。
--

【参考文献】

- 1)PC橋の支承部および落橋防止システムに関する設計資料(案)(改訂第3版)
:(社)プレストレスト・コンクリート建設業協会(平成17年7月)
- 2)コンクリート道路橋設計便覧:(社)日本道路協会(平成6年2月)
- 3)道路橋示方書・同解説 Ⅲ コンクリート橋編:(社)日本道路協会(平成14年3月)
- 4)PCコンポ橋 設計・施工の手引き〔改訂版〕:(社)プレストレスト・コンクリート建設業協会(平成19年5月)

【大分類】設計一般	【小分類】プレストレッシング	【作成日】平成20年 4月 1日
【Q-16】 ポストテンション方式の場合に、プレストレスを与えてよい時のコンクリートの圧縮強度は何を用いたらよいか。		

【キーワード】 プレストレス導入, 圧縮強度

【A－16】

ポストテンション方式の場合のプレストレスを与えてよい時のコンクリート圧縮応力度は、道路橋示方書Ⅲに従い、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、かつ各定着工法による導入時の圧縮強度が要求されている。

なお、各定着工法による導入時の圧縮強度は、「プレストレストコンクリート工法設計施工指針」に記載されている。

単位 N/mm ²								
コンクリートの設計基準強度		30	36	40	50	60	70	80
設計基準強度 $\sigma_{ck} \times 0.85$		25	30	34	42	51	59	68
許容曲げ圧縮応力度 σ_{ca} (プレ導入直後)	1)長方形断面の場合	15	17	19	21	23	26	30
	2)T形及び箱形断面の場合	14	16	18	20	22	25	29
$\sigma_{ca} \times 1.7$ 倍	1)長方形断面の場合	26	30	33	36	40	46	51
	2)T形及び箱形断面の場合	24	28	31	34	38	44	50
各定着工法によるプレストレス導入時の圧縮強度		プレストレストコンクリート工法設計施工指針（土木学会）参照						

：設計計算上の仮定値

【参考文献】

- 1) 道路橋示方書・同解説 Ⅲ コンクリート橋編：(社)日本道路協会(平成14年3月)
- 2) 【コンクリートライブラリー66】プレストレストコンクリート工法 設計施工指針
：(社)土木学会（平成3年4月）

		【修正日】平成21年 4月 1日
【大分類】設計一般	【小分類】プレストressing	【作成日】平成20年 4月 1日
【Q-17】 床版に定着突起を設置してPC鋼材を定着する際に、何本までまとめて定着してよいか。		

【キーワード】 床版, 定着突起

【A-17】 一概に何本までまとめて定着してよいという決まりはない。本数は簡易解析やFEM解析等から安全性を検討して決定するのが基本となる。 小容量(12S12.7程度)の内ケーブルの定着部は、道路橋示方書に準拠した定着突起に2本定着している事例はあるが、それ以上の容量の場合は、予期せぬ応力集中が生じる可能性があるため、FEM解析等で安全性を検討する必要がある。 また、外ケーブル構造における定着部は、橋りょう全体の機能を確保するために重要な部分であり、PC鋼材の緊張力を主げたコンクリートに円滑に伝達させる必要があるため、FEM解析等による安全性の検討をする必要がある。 [注意点] 1) 床版等の横げたがない箇所に定着する場合には、できるだけ圧縮力が作用する位置で、構造部材に不利とならない、たとえば床版部材に付加曲げが作用しないような隅角部に定着突起を設けて定着するのが望ましい。 2) 定着突起に複数の鋼材を定着する場合には、各ケーブル引張力による影響が相互作用して応力状態が不明確となるため、FEM解析による検討を行い安全性の照査を行うのが望ましい。

【参考文献】
 外ケーブル構造・プレキャストセグメント工法設計施工規準
 :(社)プレストレストコンクリート技術協会編(平成17年6月)

【大分類】設計一般

【小分類】落橋防止構造

【作成日】平成20年 4月 1日

【Q-18】

プレホロー、ポストホローげたに支承高の高い支承を用いる場合におけるアンカーバーの曲げ照査方法はどのようにすればよいか。

【キーワード】

アンカーバー、支承高

【A-18】

(1) アンカーバーの曲げ照査の必要の有無について

アンカーバーの下部構造と上部構造のすき間が大きいほど、曲げ引張による影響が大きくなる。ただし、支承便覧では、以下のようにすき間が小さい場合は、曲げ照査を省略してもよいとされている。

「下図に示すアンカーバーの径(d)と下部構造と上部構造のすき間(h)の比が $h/d \leq 0.5$ 程度 の場合には、せん断応力度により照査してよい。」

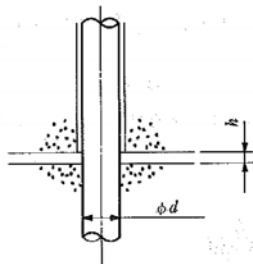


図-1 下部構造と上部構造のすき間

上記の規定よりすき間が大きい場合は、以降の(2)に示すように曲げ照査を行う必要がある。

(2) 曲げ照査の方法について

設計曲げモーメント M_d は、下部構造と上部構造で固定された両端固定梁として以下の式により算定する。(鉄道構造物等設計標準・同解説 コンクリート構造物 参照)

$$M_d = 0.5 \cdot H_d \cdot e$$

M_d : アンカーバーに作用する
設計曲げモーメント($\text{kN} \cdot \text{m}$)

H_d : 設計水平力(kN)

$e = d_0 + 0.5 \phi$ (m)

d_0 : 下部構造と上部構造のすき間の距離(m)

ϕ : アンカーバーの直径(m)

以上の設計曲げモーメントから応力度を算出し、
許容値を満足することを確認する。
この場合の許容値は地震時の割増を考慮する。

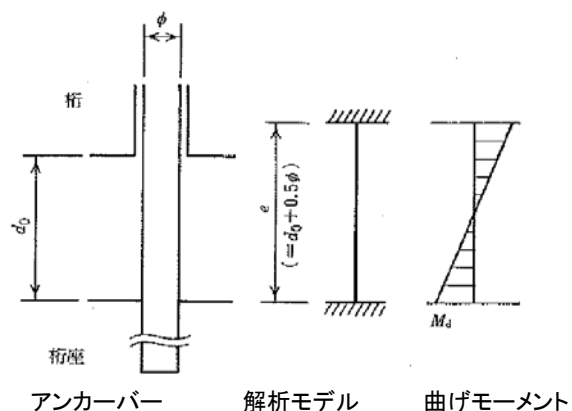


図-2 アンカーバーの構造解析モデル

【参考文献】

- 1) 道路橋支承便覧: (社)日本道路協会 (平成16年4月)
- 2) 鉄道構造物等設計標準・同解説 コンクリート構造物
: 鉄道総合技術研究所編 国土交通省鉄道局監修 (平成16年4月)

【大分類】設計一般	【小分類】支承部	【作成日】平成20年 4月 1日
【Q－19】 プレキャストホローげたへのタイプBの支承使用は施工性が悪くなると思われるが、「構造上やむを得ない橋」としてタイプAの支承を使用することができないか。		

【キーワード】 機能分離型支承、固定可動構造、変位拘束構造

【A－19】 道路橋示方書Ⅴ 耐震設計編 15.1によると、『支承部は、レベル1地震動及びレベル2地震動により生じる水平力及び鉛直力に対して、共通編 4.1.1に規定する支承部の性能を満足する構造(タイプB支承部)とすることを基本とする。』とされ、『ただし、橋台の拘束によりけたに大きな振動が生じにくい場合や支承部の構造上やむを得ない場合には、レベル1地震動により生じる水平力及び鉛直力に対しては、15.5に規定する変位制限構造と補完しあって抵抗する構造(タイプA支承部)を用いてもよい。』とされている。 この、『構造上やむを得ない場合』とは、プレキャストげた(特にスラブげた)で、主げた製作時にタイプB支承のアンカーバーと縦締め鋼材、横締め鋼材、落橋防止構造などが干渉する場合などが挙げられる。 しかし、固定可動構造が可能な橋りょうにおいては、機能分離型支承(PC建協タイプ)を採用することにより、上記のように干渉するケースを回避することもできるため、支承部の選定と取り合いを十分に検討する必要があり、その結果、どうしても干渉が避けられない場合は、タイプAの支承部を採用してもよいものとする。 ただし、やむを得ずタイプAの支承部を用いる場合には、地震時の橋の挙動を十分に検討し、適切な落橋防止装置システムを設けなければならない。 ここで、機能分離型支承は、パッド型のゴム支承を使用するため、施工性・安全性に優れ、機能を分離することにより、支承部のコストの削減も可能となる。 また、変位拘束構造は、設計鉛直地震力R_uが負の場合には、鉛直方向の変位を拘束する構造(ヘッド付きアンカー)とする必要がある。

【参考文献】

- 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 道路橋示方書・同解説 I 共通編, Ⅴ 耐震設計編
:(社)日本道路協会(平成14年3月)
- 2) PC橋の支承部および落橋防止システムに関する設計資料(案)(改訂第3版)
:(社)プレストレスト・コンクリート建設業協会(平成17年7月)

		【作成日】平成21年 4月 1日
【大分類】設計一般	【小分類】支承部	【作成日】平成20年 4月 1日
【Q-20】 支承部のアンカーボルトの設計において、許容値の割り増しは各荷重状態（常時、レベル1地震時、レベル2地震時）でどのような組み合わせとなるか。		

【キーワード】 支承, アンカーボルト, 許容せん断応力度

【A-20】 道路橋示方書Ⅴ 耐震設計編15.3(1)解説によると「アンカーボルトについては、施工の不確実性の可能性や計算外の外力を受ける機会が多いことを考慮して、許容せん断応力度は構造用鋼材の約70%としていたが、レベル2地震動に対しては構造用鋼材と同じ許容せん断応力度を用いてよい。」とある。これより、支承部のアンカーボルトの設計における許容値の割増しは、表-1のとおりとなる。			
表-1 アンカーボルトの許容値の割増し			
	設計部材	荷重状態	許容値
タイプ A の支承部	支承本体（アンカーボルト有）	常時	許容応力度×0.70
	支承本体（アンカーボルト有）	レベル1地震時	許容応力度×0.70×1.50
	変位制限構造	レベル2地震時	許容応力度×1.00×1.50
タイプ B の支承部	支承本体（アンカーボルト有）	常時	許容応力度×0.70
	支承本体（アンカーボルト有）	レベル1地震時	許容応力度×0.70×1.50
	支承本体（アンカーボルト有）	レベル2地震時	許容応力度×1.00×1.70

【参考文献】

- 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 道路橋示方書・同解説 Ⅴ 耐震設計編
：(社)日本道路協会(平成14年3月)
- 2) PC橋の支承部および落橋防止システムに関する設計資料(案)(改訂第3版)
：(社)プレストレスト・コンクリート建設業協会(平成17年7月)

		【修正日】平成21年 4月 1日
【大分類】設計一般	【小分類】支承部	【作成日】平成20年 4月 1日
【Q-21】 タイプAの可動支承部を設計する際、レベル1地震動の慣性力による移動量を考慮する必要があるか。		

【キーワード】 支承部, 可動支承

【A-21】

橋台から構成される橋りょうの場合は、一般にレベル1地震動による上下部構造間の相対変位が小さいため、橋台の変形量を零とみなしてもよいと、道路橋示方書V14.4.2の解説に示されている。したがって、両端が橋台で構成される単純げたの場合は、レベル1地震動による移動量を考慮する必要はない。

また、両端が橋台で構成される2径間以上の橋りょうにタイプAの支承を用いる場合は、下記のとおりとする(図-1参照)。

- ・橋台がFixの場合は、レベル1地震動による移動量を考慮する必要はない。
- ・橋台がMovの場合は、レベル1地震動による移動量を考慮する必要がある。

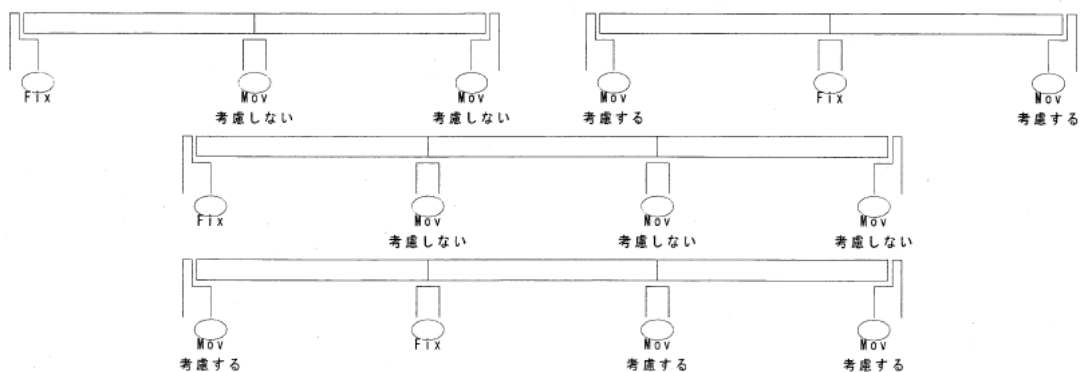


図-1 タイプAの可動支承部のレベル1地震動による移動量の考え方

【参考文献】

- 1) 道路橋支承便覧：(社)日本道路協会(平成14年3月)
- 2) 道路橋用橋げた設計・製造便覧(通常橋げた)：(社)プレストレスト・コンクリート建設業協会(平成16年6月)
- 3) PC橋の支承部および落橋防止システムに関する設計資料(案)(改訂第3版)
：(社)プレストレスト・コンクリート建設業協会(平成17年7月)

【大分類】設計一般	【小分類】支承部	【作成日】平成20年 4月 1日
【Q-22】 常時(乾燥収縮・温度変化)と地震時で移動方向が異なる場合、落橋防止構造の設置方向、移動可能方向はどのように設定すべきか。		

【キーワード】 支承部, 落橋防止システム

【A-22】 落橋防止構造が移動を拘束して、支承の機能を損なわないように配慮する必要があることから、落橋防止構造の移動方向は、支承の移動方向と合わせる必要がある。したがって、常時の移動方向に設置することとなる。ただし、PCケーブルタイプなどでは、移動方向を支承の移動方向にあわせる必要はない。 〔理由〕 (1) 支承部が設計の想定と異なった拘束を受ければ支承としての機能が阻害され、支承部のみならず主けた取付部や沓座モルタルが損傷することがある。したがって、設計で想定する水平移動および回転に対する変位量までは、隣接けた、アンカーボルト、変位制限構造、段差防止構造などの部材に接触して、支承部としての機能が損なわれることのないように配慮する必要がある。 (2) 落橋防止構造の設置方向は、基本的に、橋軸方向ではなく、構造軸線方向(ウェブ軸線方向)に設置する。ただし、連続けた橋の場合などでは例外もある。 落橋防止構造の設置方法については、「PC橋の支承部および落橋防止システムに関する設計資料(案)」に具体的な例が示されているので参照されたい。

【参考文献】

- 1) PC橋の支承部および落橋防止システムに関する設計資料(案)(改訂第3版)
:(社)プレストレスト・コンクリート建設業協会(平成17年7月)
- 2) 道路橋支承便覧:(社)日本道路協会(平成14年3月)

【大分類】設計一般	【小分類】塩害対策	【作成日】平成20年 4月 1日
【Q-23】 対策区分Sにおいて、構造形式選定における留意点とはなにか。		

【キーワード】 塩害対策,構造選定

【A-23】

コンクリート橋の塩害による損傷は、一般に床版橋や箱げた橋に比べTげた橋及びIげた橋に多く生じており、構造各部の損傷でも塩分の付着し易いけた下フランジ隅角部に多く見られる。これらに配慮し、下フランジ隅角部を有するバルブTげたやPCコンボげたを塩害の影響度合いが激しい対策区分S及び対策区分Iにおいて計画する場合は、他の構造形式に比べ更なる対策が必要となる。上記主げた形式以外の対策区分Sのけた橋を計画する場合は、耐久性の確保を図るために塗装鉄筋、コンクリート塗装のいずれかを施すことが望ましいと考えられる。また、他の対策区分に比べかぶりが増加するため、プレテンションげたの運搬時けた重量や塗装鉄筋・コンクリート塗装などの対策を行うので、工事費についても十分留意する必要がある。表-1に主げた断面選定表、表-2に塩害対策による影響度合いについて示す。

表-1 主げた断面形状選定表

		プレテンションげた		ポストテンションげた			
		スラブ橋げた	Tげた	中空床版橋げた	Tげた	PCコンボげた	バルブTげた
断面形状							
対策区分による適応性	S	◎	△ ¹	◎	○	△ ²	△ ³
	I	◎	△ ¹	◎	○	△ ²	△ ³
	II	◎	○	◎	○	○	○
	III	◎	◎	◎	◎	◎	◎

凡例： 「◎:推奨する」「○:やや推奨する」「△1~3:望ましくない」

留意点:

- 1) プレテンションTげたは、断面形状が単純で塩分が付着し難いがスラブ橋げたと比較し重量が増加する。特に、対策区分S、対策区分Iではけた長が20mを超えると重量に伴う運搬上の問題が生じる。(△1)
- 2) バルブTげた・PCコンボ橋は、対策区分S、対策区分Iではけた重量が増加し、下フランジ隅角部に塩分が付着し易いため、かぶり確保+PEシース+塗装鋼材+コンクリート塗装のような対策が必要となる。(△2,3)

表-2 塩害対策による影響度合い

	プレテンションげた		ポストテンションげた			
	スラブ橋げた	Tげた	中空床版橋げた	Tげた	PCコンボげた	バルブTげた
塩害の影響を受ける橋体の表面積	小	中	小	中	大	大
塩害対策に伴う重量増加割合	小	大	小	中	大	中
塩害対策に伴う工事費増加割合	小	大	小	大	大	中

※プレテンションスラブ橋げたおよびポストテンション中空床版橋げたの地覆水切り形状は、主げた下面より70mmの高さまで打ち下ろすことを前提とした。

【参考文献】
 塩害に対するプレキャストPCげたの設計・施工資料
 : (社)プレストレスト・コンクリート建設業協会 (平成17年3月)

		【修正日】平成21年 7月 1日
【大分類】設計一般	【小分類】材料	【作成日】平成20年 4月 1日
【Q－24】 鉄筋規格変更時(SD295A→SD345)の留意点としてどのようなものがあるか。		

【キーワード】 定着長、降伏点

【A－24】 鉄筋規格をSD295からSD345へ変更することにより、以下の2点に留意する必要がある。 (1)SD295よりD345の鉄筋を使用したほうが、定着長、重ね継手長が長くなる。 (2)SD295よりSD345のほうがコストが高くなる。 (1)の重ね継手長について 定着長L_aは以下の式により求められる。(道路橋示方書 Ⅲコンクリート橋編 参照) $L_a = \sigma_{sa} / (4 \tau_{0a}) \cdot \phi$ L_a : 付着応力度より算出する重ね継手長(mm) σ_{sa} : 鉄筋の許容引張応力度(N/mm²) τ_{0a} : コンクリートの許容付着応力度(N/mm²) ϕ : 鉄筋の直径(mm) 鉄筋の許容引張応力度は SD295: $\sigma_{sa}=180$(N/mm²) SD345: $\sigma_{sa}=200$(N/mm²) であることから、重ね継手長は200/180=1.11倍長くする必要がある。 ただし、鉄筋規格の下記変更事由により、長くする必要があるかないかの判断が分かれる。 (a)鉄筋規格がSD295で設計された構造物に対して、施工する段階でSD345に変更する場合。 (b)設計の段階でSD295からSD345に変更する場合。 (a)の場合は、設計上はSD295の降伏点の強度を基準として設計が行われているため、SD295以上の耐力がある材料を使用すれば、構造物の安全性は確保される。したがって、SD345のようにSD295より降伏点が高い材質に変更する場合は、重ね継手長を伸ばす必要はない。市場性によりSD295の入手が困難なため、SD345に変更した場合はこれに該当する。 ただし、施工段階での変更においても、その変更理由が「SD345の耐力を必要とする」というものである場合は、定着長を伸ばす必要がある。(b)の場合も同様となる。 なお、ラーメン橋については、上部工の鉄筋規格の変更を行う場合は、単に重ね継手長を長くすればよいというものではなく、降伏点が違うので、耐震設計を見直す必要がある。

【参考文献】

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

【大分類】 施工一般	【小分類】 けた橋	【作成日】 平成20年 4月 1日
【Q-25】 セグメントげたの運搬について、制限高さ、幅、長さ、重量の制限値およびその制限値を超える場合の対応はどのようにすればよいか。		

【キーワード】 セグメントげたの運搬, 制限高さ, 幅, 長さ, 重量, 制限値

【A-25】 セグメントげたの運搬について、制限高さ、幅、長さ、重量の制限値は各法令により定められている(表-1)。				
表-1 各法令による運搬制限値				
	車両制限令の一般的基準		道路運送車両の 保安基準	道 路 交 通 法 に よ る 基 準
	高速自動車道 以外の道路	高速自動車道 及び指定道路		
根 拠 法	道 路 法		道路運送車両法	道 路 交 通 法
所管官庁	国 土 交 通 省		国 土 交 通 省	警 察 庁
幅	車両の幅(積載物を含む) 2.5m 以下	同 左	自動車の幅(積載物を含まず) 2.5m 以下	積載物は自動車の左右にはみ出してはならない
高 さ	車両の高さ(積載物を含む) 3.8m 以下	同 左	自動車の高さ(積載物を含まず) 3.8m 以下	積載物の高さ+荷台の高さ3.8m 以下
長 さ	車両の長さ(積載物を含む)は12m 以下	同 左 連結車について、車種積載条件に応じて、特例あり セミトレーラ 16.5m 以下 フルトレーラ 18m 以下	自動車の長さ(積載物を含まず) 12m 以下	積載物のはみ出しは自動車の前後に自動車の長さ×0.1以下。また牽引する自動車+被牽引車両は25m 以下
重 量	総重量 20t 以下 連結車は車種を限定し最速軸距に応じ特例あり、最大 27t	総重量 軸距及び長さに応じて最大 25t 連結車は車種を限定し最速軸距に応じ特例あり、最大 36t	総重量 自重+最大定員の体重(一人当たり 55kg)+貨物の最大積載量が、軸距、車長に応じて20～25t	貨物の最大積載量は、保安基準に準拠(車検証の記載値)

制限値を超える場合の対応としては、以下の方法がある。

(1)道路交通法
道路交通法の特例として、最大積載量を超えるものについては、出発地の警察署長が車両の構造、道路の状況、交通の状況を勘案して支障がないと認めて制限外積載許可を与えたときは、車両を運転することができる(道路交通法第57条)。

(2)道路運送車両法保安基準
保安基準の制限値を超える車両については、地方運輸局長が車両構造、使用の態様を勘案して認定を行った場合には、基準緩和車両として運行することができる(保安基準第55, 56条)。

【大分類】 施工一般

【小分類】 けた橋

【作成日】 平成20年 4月 1日

【Q-26】

地覆、壁高欄のひび割れ対策について、連続げたの支間、中間支点上などにおける伸縮目地、Vカット(収縮目地)の基本的な設け方はどのようにすればよいか。

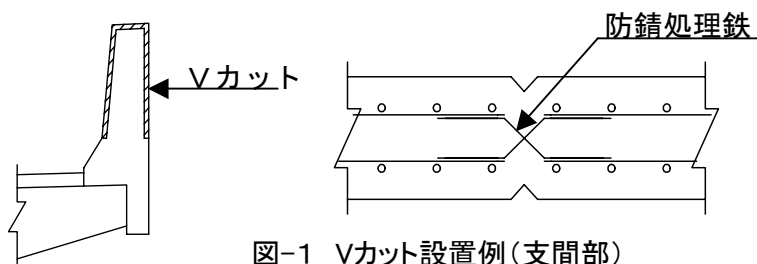
【キーワード】

地覆、壁高欄、ひび割れ対策、収縮目地、Vカット

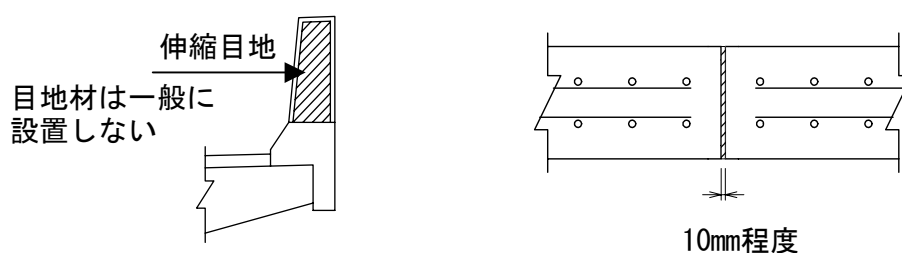
【A-26】

一般的にひび割れ対策として用いられている方法を下記に示す。

- ・ 連続げたの支間部には、適度な間隔でVカット(収縮目地)を設置する。その際には、Vカット部にクロスさせた鉄筋を配置する場合や鉄筋を切断する場合もある。また、クロス鉄筋を使用する場合には、エポキシ鉄筋等の防錆処理を行った鉄筋を用いる場合もある。(図-1参照)



- ・ 連続げたの中間支点上には、伸縮目地を設置する。その際には、伸縮目地は壁高欄部に設置するものとする。(図-2参照)



なお、Vカット・伸縮目地の形状を決定する際は、各地方整備局や各県の設計要領や設計マニュアルなどに標準的な形状が記載されている場合があるため、それらを確認するのがよい。例として、NEXCO設計要領第二集 橋梁建設編では、「耐久性に影響のあるようなひび割れが発生しないよう、負曲げの影響のある中間支点上には伸縮目地を、乾燥収縮などの影響のある支間部には適度な間隔でひび割れ誘発目地を設置することを考える。」と記載されており、上図に示すような参考図が示されている。

また、目地を入れた箇所の下にひび割れが生じた場合は、注入材で補修する、もしくは目地部をコーティングする等の対処を行う。

【参考文献】

設計要領第二集橋梁建設編：東・中・西日本高速道路株式会社(平成18年4月)

		【修正日】平成21年 4月 1日
【大分類】計画一般	【小分類】PC床版	【作成日】平成20年 4月 1日
【Q-27】 プレキャストPC床版の優位点はどのようなものか。		

【キーワード】 高品質・高耐久性、現場工期短縮、JIS規格

【A-27】 PC床版はRC床版に比べ、床版支間を長くすることが可能であり、主げた本数の減少による橋りょう重量の軽減と建設コストの縮減化が図れる。また、プレストレス導入によるひび割れ制御により優れた耐久性を有し、片持床版長も長く設定できるため、想定する幅員計画に対して主げた配置の自由度が高く、より合理的な断面構成が可能となる。 PC床版は、プレキャストPC床版と場所打ち床版に大別され、一般に縦横断の線形変化や幅員変化が大きい場合には場所打ちPC床版が、変化の度合いが一定または緩やかな場合には、プレキャストPC床版が適している。 プレキャストPC床版は、橋軸方向に分割したプレキャスト部材を接合させて一体化した床版である。品質管理の行き届いた工場で作製されるため、高品質であり、現場の工程を短縮することが可能となる。また、床版取換えなどの補修・補強工事においては、工事時間外交通開放や片側交通開放など各種の交通規制への対応が可能となる。 なお、参考のため、鋼少数主げた橋の床版構造においてプレキャストPC床版とよく比較される鋼・コンクリート合成床版との設計・施工の代表的な事項を比較形式で表-1に示す。				
表-1 床版の比較表				
評価項目	プレキャストPC床版		鋼・コンクリート合成床版	
	評価内容	評価	評価内容	評価
適用床版支間と床版厚	適用基準：道路橋示方書に準拠 適用支間最大6m 床版厚は比較的大(単純版の場合)	○	適用基準：道路橋示方書の適用外 適用支間4～8m 床版厚はRC床版規定より小	△
床版設計曲げモーメント	道路橋示方書準拠 最大 20%大きい設計断面力、大きな耐力有する。	○	鋼構造物設計指針(土木学会)準拠 (一般には6mまで道示式準用) 支間が大きいほど設計が有利	○
橋軸方向継手構造	RCループ継手 PC構造	○ ◎	鉄筋継手あるいは底版パネルどうしの高力ボルト接合継手	○
品質と耐久性	(1)プレキャストPC床版は工場製作で安定した高品質・高耐久性製品。間詰部は場所打ち施工。	○	(1)鋼パネルは工場製品で均一な品質。コンクリートは現場施工で天候など現場条件の影響を受ける	△
	(2)過載荷重等によるひび割れの変状を全周面に亘って直接目視確認ができ、品質確認が容易。	○	(2)底鋼板で覆われているため、過載荷重等による床版コンクリート下面のひび割れ等の変状を直接確認できない。	△
疲労耐久性	高い疲労耐久性を有するPC構造。	◎	(1)プレストレス量 50%のPC床版と同等以上を要件。 (2)床版上面の負荷領域はRC構造でひび割れを許容している。	△ △
現場施工性	(1)搬送重量大。 パネル設置後の現場作業は大幅軽減。	△	(1)型枠の合理化、搬送重量小。 コンクリート等の現場施工が比較的多い。	△
	(2)コンクリート打設面で管理が容易。	○	(2)コンクリートの充填性等確実な施工が要件。	△
	(3)現場工期短縮。	○	(3)現場工期比較でPC床版の約 2 倍。	△
	(4)現場コンクリート打設量小。 騒音・振動の発生小。 施工時の環境負荷小。	○	(4)現場コンクリート打設量大。 騒音・振動の発生大。 施工時の環境負荷大。	△
維持管理	直接目視による点検可能。	○	直接目視確認が不可能。点検手法の難易度も高く、費用も大。	△
規格化	JIS 規格により統一化。	○	各社タイプ。 メーカー保証。	△
経済性	プレキャスト化による高品質の確保と現場工期短縮、JIS 規格化による省力化。	○	パネル・補強材等の工場組立、型枠兼用による現場施工の合理化。	○
施工実績	古くからの多くの実績があり。長期の高耐久性を実証。	◎	近年多くの採用あり。長期耐久性保証はまだ不明。	○

【参考文献】

- 1) PC道路橋計画マニュアル〔改訂版〕：(社)プレストレスト・コンクリート建設業協会(平成19年10月)
- 2) PC床版と鋼・コンクリート合成床版技術比較資料(案)：(社)プレストレスト・コンクリート建設業協会(平成19年5月)

		【修正日】平成21年 7月 1日
【大分類】計画一般	【小分類】保全	【作成日】平成20年 4月 1日
【Q-28】 PC橋におけるLCCの基本的な考え方はどのようなになるか。		

【キーワード】 LCC

【A-28】 LCC(＝ライフサイクルコスト)は、初期建設コスト・維持管理コスト・更新コストの合計で表すことができる。PC橋の場合は、更新すなわち架換えコストが初期建設コストに比べて大きいので、初期品質の確保や劣化外力に対する耐久性の向上技術に多少費用がかかったとしても、耐久性を確保し、維持管理コストを軽減し、出来るだけ長い時間使い続け、LCCを最小化させるという考え方が一般的である。 PC橋上部工の損傷による架換えの主な理由は、亀裂・剥離で主に水と塩分(海からの飛来塩分や路面に散布される凍結防止剤)による鋼材の腐食によるものである。したがって、鋼材の防食を図るなどの対策を施すことがLCC最小化の近道と考えられる。 初期コスト低減の方策としては、構造面から複合橋、外ケーブル構造、PRC構造、形状の単純化・標準化、設計手法など、施工面からプレキャスト化、機械化、省力化などが考えられる。 維持管理コスト低減の方策としては、プレグラウトPC鋼材、高性能コンクリート、樹脂塗装鉄筋、樹脂塗装PC鋼材、非鉄シースなどの使用やかぶり増厚、水セメント比の低減などが考えられる。 その他、設計・施工一括発注方式、VE提案型入札・契約方式などの発注方式によるコスト縮減や構造・材料など多方面にわたり研究開発されているミニмумメンテナンス技術の導入によるコスト縮減の方策がある。 なお、当協会が発刊している「PC橋のライフサイクルコストと耐久性向上技術」と題した資料も参照したい。
--

【参考文献】

- 1)ミニмумメンテナンスPC橋の開発に関する共同研究報告書(Ⅰ)
ーライフサイクルコスト算出手法に関する検討ー
:国土交通省土木研究所、(社)プレストレスト・コンクリート建設業協会(平成13年3月)
- 2)ミニмумメンテナンスPC橋の開発に関する共同研究報告書(Ⅱ)
ーコンクリート道路橋の必要かぶりに関する検討ー
:建設省土木研究所、(社)プレストレスト・コンクリート建設業協会(平成12年12月)
- 3)ミニмумメンテナンスPC橋の開発に関する共同研究報告書(Ⅲ)
ーPC橋の塩害対策に関する検討ー
:国土交通省土木研究所、(社)プレストレスト・コンクリート建設業協会(平成13年3月)
- 4)PC橋のライフサイクルコストと耐久性向上技術:(社)プレストレスト・コンクリート建設業協会(平成17年5月)

【大分類】計画一般	【小分類】構造形式	【作成日】平成21年4月1日
【Q-29】 PC橋の各支間長に適用した構造形式はどのようなものがあるか。		

【キーワード】 プレキャストげた、場所打ち工法、セグメント工法

【A-29】

PC橋の工法別橋りょう形式は、支間長を指標とした一般的な選定基準を橋りょう規模別に示すと、以下のようなものがある。

①プレキャストげたを用いた橋りょう

- ・ $5\text{m} \leq L \leq 24\text{m}$: プレテンション方式げた(Tげた橋, スラブげた橋)
- ・ $20\text{m} \leq L \leq 45\text{m}$: ポストテンション方式げた(Tげた橋, PCコンポ橋)
- ・ $40\text{m} \leq L \leq 60\text{m}$: ポストテンション方式Uコンポげた

②場所打ち工法による橋りょう

- ・ $20\text{m} \leq L \leq 60\text{m}$: 固定支保工架設工法(中空床版橋, 箱げた橋)
- ・ $20\text{m} \leq L \leq 45\text{m}$: 移動支保工架設工法【橋体面積 5000m^2 以上】
- ・ $30\text{m} \leq L \leq 60\text{m}$: 押出し架設工法【橋体面積 2000m^2 以上】
- ・ $50\text{m} \leq L$: 片持架設工法

③プレキャストセグメント工法による橋りょう

- ・ $30\text{m} \leq L \leq 60\text{m}$: 固定支保工架設工法(箱げた橋)
- ・ $40\text{m} \leq L \leq 50\text{m}$: スパンバイスパン架設工法
- ・ $40\text{m} \leq L \leq 100\text{m}$: 片持架設工法

また、各支間長において代表的な構造・工法別の実績工事費を図-1に示す。図-1に示すように、例えば支間長30mの場合、箱げた橋、中空床版橋、ポストテンション方式Tげた橋、PCコンポ橋が考えられるが、各構造形式で工事費が異なるため、架設地点の周辺状況、けた下状況などさまざまな条件を考慮して選定する必要がある。

図-1 構造・工法別の単位橋面積当たり工事費(橋体工のみ)

【参考文献】
 PC道路橋計画マニュアル〔改訂版〕: (社)プレストレスト・コンクリート建設業協会(平成19年10月)

		【修正日】平成21年7月1日
【大分類】計画一般	【小分類】構造形式	【作成日】平成21年4月1日
【Q-30】 斜張橋とエクストラードズド橋の違いはなにか。		

【キーワード】 斜張橋, エクストラードズド橋, 斜材, 主塔, 固定支保工, 片持ち架設

【A-30】

斜張橋とエクストラードズド橋の特徴を表-1に示す。

表-1 構造比較表

構造形式		斜張橋	エクストラードズド橋	箱げた橋
支間長	固定支保工	50～100m	50～100m	30m～60m
	片持ち架設	100～250m	100～200m	50m～150m
けた高(支間比)	固定支保工	1/40～1/100	*1/25～1/30	1/17～1/20
	片持ち架設		*1/30～1/60	*1/15～1/35
主塔高(中央径間長比)		1/3～1/5	1/8～1/15	

*中間支点けた高～支間中央けた高

(1) エクストラードズド橋は、斜張橋と箱げた橋との中間的な位置付けとなる(表-1参照)。

(2) エクストラードズド橋は、斜張橋と比較して主塔が低い(表-1参照)ことから、耐風安定性に優れ、塔および斜材の点検が容易となる。

(3) エクストラードズド橋の斜材は、斜張橋と比較して活荷重による応力変動が小さいことから、応力制限値を大きくとることができる。斜材の許容応力度は、斜張橋で $\sigma=0.4P_u$ 、エクストラードズド橋で $\sigma=0.6P_u$ が一般的に使用される(P_u : 斜材の引張強度)。

(4) 斜材の主塔部への定着方法は、分離固定方式(クロス定着、セパレート定着、連結定着)と貫通固定方式(サドル定着)に大別され、斜張橋では分離固定方法、エクストラードズド橋では貫通固定方式の採用が比較的多い。

(5) エクストラードズド橋は斜張橋と比較して主げた剛性が大きいため、通常のけた橋と同様な施工管理方法(たわみ管理)での片持ち架設工法が可能となる(斜張橋はたわみ易く、施工中の精度管理が重要)。

(6) 2008年3月末現在の国内での施工実績は、斜張橋123橋、エクストラードズド橋44橋である。

図-1 斜張橋

図-2 エクストラードズド橋

【参考文献】

- 1) PC道路橋計画マニュアル〔改訂版〕: (社)プレストレスト・コンクリート建設業協会(平成19年10月)
- 2) PC斜張橋・エクストラードズド橋設計施工規準: (社)プレストレストコンクリート技術協会(平成21年4月)

【大分類】計画一般	【小分類】構造形式	【作成日】平成21年4月1日
【Q-31】 PCコンポ橋とはどのような構造か。また、その特徴はどのようなものか。		

【キーワード】 構造形式, PCコンポ橋

【A-31】

PCコンポ橋の構造

PCコンポ橋は、旧建設省土木研究所とPC建協との共同研究により、合理化けた橋の一つとして登場した。PCコンポ橋とは、下図のように「プレキャストPCげた」と「場所打ち鉄筋コンクリート床版」がずれ止め鉄筋によって結合され、けたと床版とが一体となって抵抗する構造である。この構造は、合成前に載荷される主げた自重・プレストレス・床版自重などについては主げたで抵抗し、床版施工後に載荷される死荷重および活荷重に対しては、主げたと床版が一体となった合成断面で抵抗する。また、構造形式としても単純げた橋・連結連続合成げた橋としての設計が可能である。

一般的な適用支間は25mから45m程度で、けた高支間比の目安は、1/13～1/17程度となる。主げたは「道路橋橋げた用セグメント」としてJIS規格となっており、適用範囲は主げた間隔3.8m以内、斜角は70°以上である。なお、この条件に該当しない場合には、別途詳細な検討を必要とする。

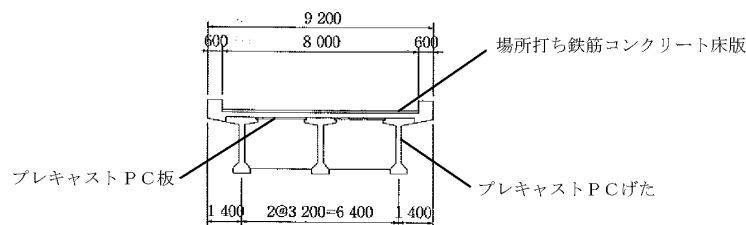


図-1 断面形状

PCコンポ橋の特徴

(1)少数主げた化

- ・床版支間を長くして少数主げた構造とすることができる。
- ・主げたの少数化、中間横げたを1箇所とすることで構造の合理化を図る。

(2)高いプレキャスト化率

- ・主げたはプレキャストセグメント工法を基本とし、床版にもプレキャストPC板を用いるため、現場作業が減少し工期の短縮が図れるとともに、耐久性の向上に寄与する。
- ・床版にPC板を使用したPC合成床版構造とすることにより、耐久性が向上する。

(3)安全性

- ・床版施工時にPC板が型枠、足場代わりとなり、吊り足場を簡素化できるため、足場の組立解体作業の安全性の向上が図れる。

(4)コスト縮減

- ・けた高制限のない橋りょうでコストの縮減が可能である。
- ・床版をPC合成構造とすることで床版の疲労耐久性が向上しライフサイクルコストが低減できる。

(5)環境への配慮

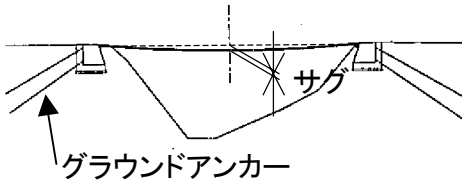
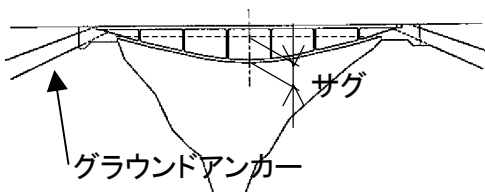
- ・プレキャストPC板が型枠の代わりとなるため、産業廃棄物の減少に貢献できる。

【参考文献】

- 1) 第215号 コンクリート橋の設計・施工の省力化に関する共同研究報告書(Ⅱ)
ーPC合成げた橋(PC合成床版タイプ)に関する研究ー、
建設省土木研究所、(社)プレストレスト・コンクリート建設業協会(平成10年12月)
- 2) PCコンポ橋設計・施工の手引き〔改訂版〕:(社)プレストレスト・コンクリート建設業協会(平成19年5月)
- 3) PC道路橋計画マニュアル〔改訂版〕:(社)プレストレスト・コンクリート建設業協会(平成19年10月)
- 4) 道路橋橋げた用セグメント設計・製造便覧:(社)プレストレスト・コンクリート建設業協会(平成16年9月)
- 5) 合成床版用プレキャスト板設計・製造便覧:(社)プレストレスト・コンクリート建設業協会(平成16年9月)

【大分類】計画一般	【小分類】構造形式	【作成日】平成21年4月1日
【Q-32】 吊床版橋とはどのような構造か。また、その特徴はどのようなものか。		

【キーワード】 吊床版橋, 直路式, 上路式, 自碇式, グラウンドアンカー

【A-32】 吊床版橋の構造 吊床版橋は、橋台間に張り渡したPC鋼材を薄いコンクリート床版で包み込んで床構造とし、その上を人や車両が直接通れるようにした形式の橋りょうであり、床版はプレキャスト部材(厚さ15～35cm程度)を使用する。 この形式の橋は、吊構造であるため、座屈の問題がなく、材料の特性を生かした軽くて薄い構造が可能となる。また、大きな水平力に抵抗するため、堅固なアンカー基礎が必要となるなど、他形式の橋りょうに比べ適用条件に制限があるものの、安価に長支間の橋りょうを架設することができる。一般的な適用支間は20mから100m程度である。 PC吊床版橋には、直路式吊床版橋と上路式吊床版橋がある。 図-1に示す直路式吊床版橋は、張り渡した吊床版の上を直接人や車が通れるようにした吊床版橋である(施工実績:夢吊橋、147.6mの世界最大吊支間)。サグ比の目安としては1/30～1/50程度である。 図-2に示す上路式吊床版橋は、吊床版の上に鉛直材を介して路面となる上床版を載せた構造の吊床版橋である。サグ比の目安としては1/10～1/25程度である。	 図-1 直路式吊床版橋	 図-2 上路式吊床版橋
吊床版橋の特徴 吊床版の構造的な特徴は、コンクリートの床版が活荷重伝達やPC鋼材の防錆のためばかりでなく、大きな伸び剛性(EA)を有する引張部材として、また、曲げやねじりに対する補剛けたとして全体剛性の改善に大きく寄与する主構造部材として作用することにある。 一般的な直路式吊床版橋の特徴を以下に示す。 ① 構造形式が単純で、力学的にも明快である。 ② 縦断線形は滑らかな曲線で、床版厚は支間長に関係なく一定であり、やわらかさ、スレンダーさを与える。 ③ 大規模な架設機材が不要。また、急速施工が可能である。 ④ 支保工を必要としないため、施工条件の悪い渓谷などでも比較的容易に建設が可能である。 ⑤ アンカーを支えるために堅固な地盤が必要となる。 上路式吊床版橋は、直路式吊床版橋の特徴に加え、縦断線形を自由に設定できること、サグを大きくとれるので水平力を抑えることができる。 直路式、上路式の他に、自碇式吊床版橋もある。これは吊床版を主げたに定着し、吊床版から作用する水平力を主げたに負担させ、完成系においてグラウンドアンカーを不要とした構造であり、国内では青雲橋などの実績がある。		

【参考文献】

- 1) PC吊床版橋設計施工規準(案): (社)プレストレスト・コンクリート技術協会(平成12年11月)
- 2) PC道路橋計画マニュアル[改訂版]: (社)プレストレスト・コンクリート建設業協会(平成19年10月)

【大分類】計画一般	【小分類】構造形式	【作成日】平成21年4月1日
【Q-33】 PC斜版橋とはどのような構造か。また、その特徴はどのようなものか。		

【キーワード】 構造形式, PC斜版橋

【A-33】

PC斜版橋の構造

PC斜版橋とは、下図のようにエクストラード橋のPC斜材をコンクリートで被覆した構造形式である。そのため、特徴はエクストラード橋とほぼ同じである。

一般的な適用支間は、固定支保工架設で50mから100m程度、片持ち架設で100mから200m程度が目安となる。

図-1 斜版橋

PC斜版橋の特徴

- ① 斜張橋とけた橋の中間的構造特性となる。
- ② 斜材がPC部材となり鋼材の応力変動幅を小さくできるため、PC鋼材の応力制限値を大きく設定することができる。(疲労の影響が少ない)
- ③ 橋りょうの全体剛性が大きく、たわみが小さい。
- ④ 斜材をコンクリートで被覆することにより、腐食から防護できる。

PC斜版橋の実績

国内における道路橋の実績は無いが、上記②・③の理由により鉄道橋では表-1に示す実績がある。

表-1 PC斜版橋の実績

橋梁名	線区	橋梁形式	断面形式	最大支間	施工年
名取川橋梁	東北本線	2径間連続	下路げた橋	108.6m	1996年
第一玉川橋梁	田沢湖線	3径間連続	1室箱げた橋	85.0m	1996年
西三条架道橋	根室本線	2径間連続	6室箱げた橋	64.3m	1996年
新生朱別川橋梁	宗谷本線	3径間連続	1室箱げた橋	57.0m	1997年
川内川橋梁	九州新幹線	4径間連続	下路げた橋	96.0m	2002年
須川橋梁	左沢線	2径間連続	下路げた橋	71.25m	2003年
第二吾妻川橋梁	吾妻線	3径間連続	中路箱げた橋	167.0m	施工中

道路橋の事例

海外における道路橋の事例としては、スイスのガンター橋が有名である。

構造形式: 8径間連続PC斜版橋
橋 長: 678m
最大支間: 174m
幅 員: 10m
竣 工 年: 1980年
特 徴: 橋脚高150m

【参考文献】

- 1) PC道路橋計画マニュアル〔改訂版〕: (社)プレストレスト・コンクリート建設業協会(平成19年10月)
- 2) PC斜張橋・エクストラード橋設計施工規準: (社)プレストレストコンクリート技術協会(平成21年4月)

		【修正日】平成21年7月1日
【大分類】計画一般	【小分類】けた橋	【作成日】平成21年4月1日
【Q-34】 プレテンション方式のPC橋の構造形式を比較・選択していく場合、どのような要素に着目すればよいか。		

【キーワード】 プレテンション方式プレキャストげた、橋げた、支間長、斜角

【A-34】 プレテンション方式を対象とした場合における着目要素ごとの適合性を表-1に示す。			
表-1 プレテンション方式の適合性 ◎:着目要素に対する適合性が高い ○:着目要素に対する適合性が普通 △:着目要素に対する適合性が高くない			
構造形式 プレテンション方式	プレキャストげた		
	スラブげた橋		
	スラブげた橋	高強度スラブげた橋 *3)	Tげた橋
着目要素			
標準支間 (m)	5～24	5～24	18～24
けた高制限に対する適合性	○	◎	△
斜角に対する適合性 推奨される斜角の範囲	90°～60°	90°～60°	90°～70°
平面線形の変化に対する適合性	○	○	△
塩害に対する適合性*1)	◎	◎	△
施工速度に対する適合性*2)	◎	◎	○

*1) 塩害対策区分によっては適用性が異なるため、詳細は7.1.3を参照のこと。
 *2) 現場における施工日数に対する比較を示す。
 *3) スラブげた橋 ($\sigma_s=60\sim80\text{N/mm}^2$)。

注) 上表の高強度スラブげた橋の内容は、計画マニュアルと異なる。
 計画マニュアルでは、高強度スラブげた橋について主にけた高制限に対する優位性だけを表現している。

その他着目要素

- スラブげた橋は、横組工施工時に吊足場が不要となる。
- 添架物(水道管、電力管、ガス管など)が多数ある場合には、Tげた橋は主げた間に取り付け可能であることから、景観性が良い。
- Tげた橋は主げた本数が少なくなるため反力が低減でき、一定の規模以上であれば一般的に経済的となる。

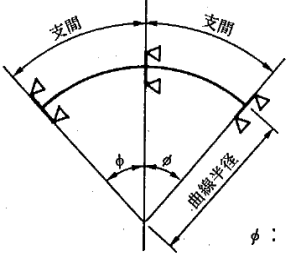
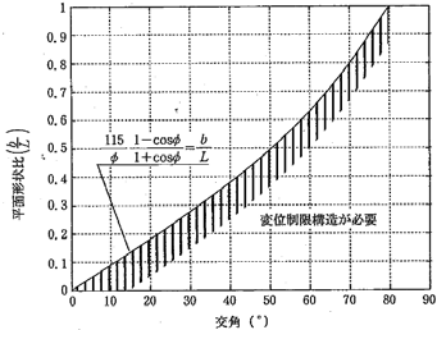
 なお、特殊な条件や構造的および経済性などは、本評価と異なる場合もあるため注意が必要である。

【参考文献】

- 1) PC道路橋計画マニュアル[改訂版]: (社)プレストレスト・コンクリート建設業協会(平成19年10月)
- 2) 道路橋用橋げた設計・製造便覧(通常橋げた): (社)プレストレスト・コンクリート建設業協会(平成16年6月)

【大分類】設計一般	【小分類】曲線橋	【作成日】平成21年4月1日
【Q-35】 曲率半径Rの小さい曲線橋に対する解析上、および変位制限構造設置上の留意点はなにか。		

【キーワード】 交角, ねじりモーメント, 変位制限構造

【A-35】 (1) 解析上の留意点 曲線げた橋の断面力算出にあたっては、曲線げた橋の特性を考慮できる適切な解析理論および解析モデルを設定する必要がある。道路橋示方書Ⅲでは、図-1に示すように1支間あたりの交角 ϕ で、構造解析方法の目安を次の様に規定している。 ① $\phi \leq 5^\circ$ 程度 曲線長を支間とする直線橋として解析してよい。 ② $5^\circ < \phi \leq 30^\circ$ 程度 曲げモーメント及びせん断力については、①に準じてよい。ただし、反力及びねじりモーメントは、曲線の影響を考慮して求める。この場合、プレストレスによる不静定ねじりモーメントを生じるので、これを考慮しなければならない。 ③ $30^\circ < \phi \leq 45^\circ$ 程度 すべての断面力は、曲線の影響を考慮して求める。 ④ 45° 程度 $< \phi$ 立体有限要素法解析や曲げねじり理論等のそり拘束ねじりの影響を考慮できる方法によって解析するのがよい。	
 図-1 曲線げた橋の1支間あたりの交角	
(2) 変位制限構造設置上の留意点 一般に橋軸直角方向には、けたが移動して落橋する可能性は極めて少ないが、曲線げた橋にタイプBの支承部を用いる場合は、道路橋示方書Ⅴ(式16.5.2)により回転の可能性の有無を照査し、(式16.5.2)を満たす場合には、橋軸直角方向に変位制限装置を設ける必要がある。 図-2は交角と平面形状比の関係を示したものであり、境界線より下側(斜線側)の場合、変位制限構造が必要となる。	
$\frac{115}{\phi} \cdot \frac{1 - \cos \phi}{1 + \cos \phi} > \frac{b}{L} \quad \dots\dots\dots (式16.5.2)$ ここに、L 一連の上部構造の長さ(m) b 上部構造の全幅員(m) ϕ 交角($^\circ$)	
図-2 橋軸直角方向に変位制限構造が必要な曲線橋の条件	

【参考文献】
 1) 道路橋示方書・同解説Ⅲ：(社)日本道路協会(平成14年3月)
 2) 道路橋示方書・同解説Ⅴ：(社)日本道路協会(平成14年3月)

【大分類】設計一般

【小分類】けた橋

【作成日】平成21年4月1日

【Q-36】

PC中空床版橋について、円筒型枠の設置位置・寸法などどのように決定すればよいか。

【キーワード】 中空床版橋, 中間隔壁, 円筒型枠

【A-36】

中空床版橋の端支点横げた厚、中間支点横げた厚および円筒型枠の横方向純間隔の最小値は、道路橋示方書に従い図-1のように定められており、一般的には支点横げた厚は1m程度(版厚以上)とする。円筒型枠の最大径は1m程度とするのが望ましく、1.2mを超える場合は別途床版としての検討を行うことが望ましい。また、円筒型枠の横方向純間隔は、円筒型枠とスターラップのかぶり、スターラップとシース(PC鋼材)の配置、シースのあきなどの構造細目の規定から中間部で300mm以上、外部側で400mm前後が採用されている(図-2)。

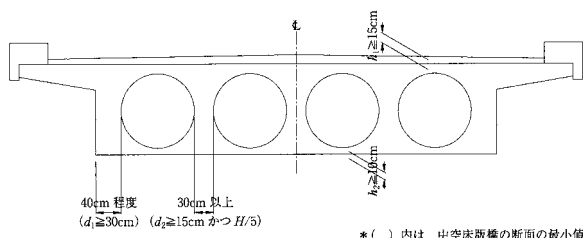


図-1 中空床版橋の断面の最小寸法

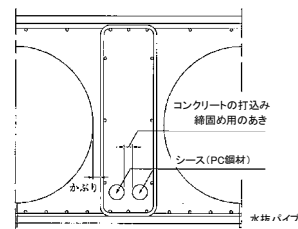


図-2 円筒型枠の横方向純間隔

これに対して、中間隔壁の設置位置や厚さには明確な規定はなく、円筒型枠の長さから設置位置を決められることが多く、厚さは300mm程度が一般的である。

円筒型枠の寸法は、支間長や輸送時の制限を考慮して決められ、中空床版橋の標準的な適用支間は20～30mであり、運搬上から決まる型枠の最大長は11t積みトラックで11.0mとなっている。また、円筒型枠の直径は標準品として50mm刻みとなっている。

曲線橋では、直線形状である円筒型枠を曲線に沿って配置することは難しいため、所定の部材厚が確保できるように円筒型枠の寸法、中間隔壁の設置位置および寸法を決定する(図-3)。また、このとき曲率半径に対する円筒型枠の長さ当たりのシフト量からウェブ幅を厚くする必要がある。

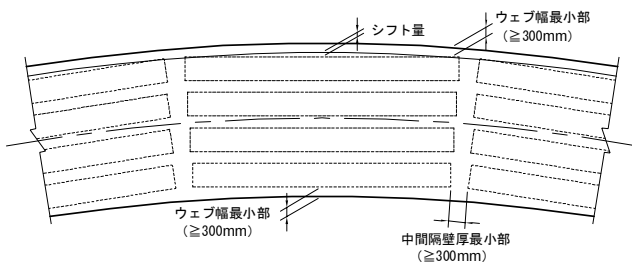


図-3 曲線橋への対応

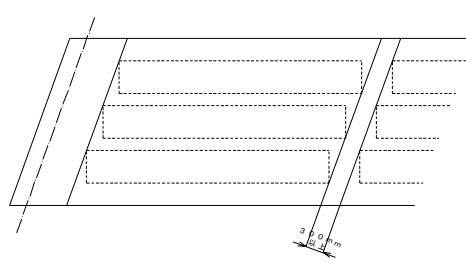


図-4 隔壁幅の取り方

なお、隔壁幅の取り方は、図-4のとおり支承線に対し直角方向に必要な幅を確保する。

斜橋や曲線橋では、PC鋼材の定着配置を考慮して端支点横げた厚や円筒型枠の配置を決定する必要がある。また、テーパ加工などでけた端部の円筒型枠の径を小さくすることもある。

道路橋示方書(図-1)では、上床版のかぶり厚を150mm以上、下床版のかぶり厚を100mm以上確保するものとする。また、斜め床版橋については、斜め方向の鉄筋が配置されるため、かぶり厚の確保に注意しなければならない。

【参考文献】

PC道路橋計画マニュアル〔改訂版〕: (社)プレストレスト・コンクリート建設業協会(平成19年10月)

【大分類】設計一般	【小分類】緊張材	【作成日】平成21年4月1日
【Q-37】 一般的に道路橋に用いられるPC鋼材はどのようなものがあるか。		

【キーワード】 PC鋼より線

【A-37】

道路橋に使用するPC鋼材は、道路橋示方書Ⅰ 3.1 に示す規格に適合するJIS規格品を標準とする。一般的に低リラクセーション品を使用する。下表に使用部位ごとに一般的に使用されているPC鋼材を参考に示す。

表-1 プレテンション方式の橋げたに用いられるPC鋼材

PC鋼材の種類		使用部位				
記号	径	主げた			横げた	床版
		Tげた	スラブげた	軽荷重スラブげた		
SWPR7BL	1S12.7	-	●	●	-	-
	1S15.2	●	●	●	-	-
SWPR19L	1S17.8	-	-	-	●	●
	1S19.3	-	-	-	●	●
	1S21.8	-	-	-	●	●

表-2 ポストテンション方式の橋げたに用いられるPC鋼材

PC鋼材の種類		使用部位													
記号	径	プレキャストげた						場所打ちげた	横げた	床版	外ケーブル				
		現場製作		セグメント											
		Tげた橋主げた 合成げた橋主げた		スラブ けた橋 主げた	バルブTげた橋主げた コンボ橋 主げた										
		25m ≤L≤ 38m	38m <L≤ 45m	25m ≤L≤ 45m	25m ≤L≤ 38m	38m <L≤ 45m	PC板								
SWPR7BL	7S12.7	●	-	-	●	-	-	-	-	-	-				
	12S12.7	●	-	●	●	-	-	●	-	-	-				
	12S15.2	-	●	-	-	●	-	●	-	-	●				
	19S15.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	●				
SWPR19L	1S17.8	-	-	-	-	-	-	-	●	●	-				
	1S19.3	-	-	-	-	-	-	-	●	●	-				
	1S21.8	-	-	-	-	-	-	-	●	●	-				
	1S28.6	-	-	-	-	-	-	-	●	●	-				
SWPD3L	1S2.9	-	-	-	-	-	●	-	-	-	-				
SWPR7AL	1S9.3	-	-	-	-	-	●	-	-	-	-				
SWPR7BL	1S12.7	-	-	-	-	-	●	-	-	-	-				

* 表中のLは支間を示す

* 表中のLは支間を示す

【参考文献】

- 1) 道路橋示方書・同解説Ⅰ 共通編：(社)日本道路協会(平成14年3月)
- 2) 道路橋用橋げた設計・製造便覧(通常橋げた)：(社)プレストレスト・コンクリート建設業協会(平成16年6月)
- 3) 道路橋橋げた用セグメント設計・製造便覧：(社)プレストレスト・コンクリート建設業協会(平成16年9月)
- 4) PC道路橋計画マニュアル[改訂版]：(社)プレストレスト・コンクリート建設業協会(平成19年10月)

		【修正日】平成21年7月1日
【大分類】設計一般	【小分類】緊張材	【作成日】平成21年4月1日
【Q-38】 耐久性の高い鋼材を使用したい場合にはどのようなものがあるか。		

【キーワード】 樹脂塗装PC鋼材, プレグラウトPC鋼材, 樹脂塗装鉄筋, 非鉄シース

【A-38】

PC橋の耐久性を向上させる方法の一つとして、使用鋼材自体の耐久性を向上させる方法がある。以下に、現在使用されている耐久性鋼材について紹介する。

(1) 樹脂塗装PC鋼材

樹脂でコーティングすることにより防食性能を付与したPC鋼材である。

エポキシ系樹脂塗装PC鋼材の種類は7本よりの12.4, 12.7および15.2の3種類がある。コンクリートとの付着強度は一般のPC鋼材よりも小さいため、付着が必要な場合には樹脂表面にケイ砂などをまぶして付着強度を改善したものを用いる。

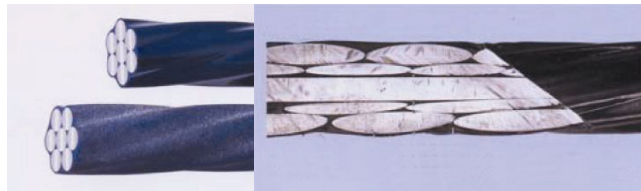


写真-1 樹脂塗装PC鋼材

(2) プレグラウトPC鋼材

PC鋼材の表面に未硬化のエポキシ樹脂を塗布し、その上をポリエチレンシースで被覆したPC鋼材である。表面に塗布した樹脂が熱または湿気で硬化することにより、樹脂を介してコンクリートとPC鋼材が一体化するため、グラウト注入の必要はなく、施工性に優れる。ただし、緊張作業前に樹脂が硬化しないように適切な樹脂の選定および管理が求められる。



写真-2 プレグラウトPC鋼材

(3) 樹脂塗装鉄筋

エポキシ樹脂などで表面をコーティングすることで防食性能を付与させた鉄筋で、厳しい腐食環境下で耐久性を向上させることができる。塩害対策区分S地区や凍結防止剤の散布が想定される場合に有効である。

(4) 非鉄シース

一般に、シースには簿肉の鋼製シースが用いられるが、近年、塩害対策を要する地域においてポリエチレンなどのプラスチック製シース(PEシース)が採用されている。非鉄シースは、それ自体が腐食せず、また遮水性が優れるため、劣化因子のPC鋼材への到達防止に有用である。



写真-3 PEシース

(5) ステンレス鉄筋

ステンレス鉄筋は、耐食性に優れたクロム酸化物の不動態皮膜が形成されるために、普通鉄筋と比べてきわめて腐食しにくく、腐食環境下での耐久性に優れている。なお、その取り扱いについては参考文献5)を参照されたい。

【参考文献】

- 1) PC道路橋計画マニュアル[改訂版]: (社)プレストレスト・コンクリート建設業協会(平成19年10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): (社)プレストレスト・コンクリート建設業協会(平成18年6月)
- 3) 112号 エポキシ樹脂塗装鉄筋を用いるコンクリートの設計施工指針(改訂版): 土木学会(平成15年11月)
- 4) ポリエチレン製シースの品質・設計・施工マニュアル(案): (社)プレストレスト・コンクリート建設業協会(平成7年9月)
- 5) 130号 ステンレス鉄筋を用いるコンクリート構造物の設計施工指針(案): 土木学会(平成20年9月)

【大分類】設計一般	【小分類】外ケーブル	【作成日】平成21年4月1日
【Q-39】 内・外ケーブルを併用する際の留意点はなにか。		

【キーワード】 内ケーブル, 外ケーブル

【A-39】

外ケーブル構造は、一般的には主げた断面形式が箱げたの場合に多く使用され、以下の長所・短所を有している。

【長所】

- ・ ウェブ内に配置されている内ケーブルを外ケーブルに変更することで、ウェブ厚が減少し、コンクリート自重を低減することができる。
- ・ ウェブ内のシース配置が少なくなることでコンクリート打設などの施工性が向上する。
- ・ 大容量のケーブルが使用でき、摩擦による減少が少ないため大きな導入力が得られる。
- ・ ケーブルの取り替えや追加が可能である。

【短所】

- ・ 箱げた内部に配置されるため、PC鋼材の偏心量が小さくなる。
- ・ 終局限界状態のコンクリート部材と外ケーブルひずみの関係では平面保持の仮定が成立しないため、PC鋼材を降伏強度まで利用することが困難である。
- ・ ケーブル支持間隔が長くなると交通振動と共振する可能性があるため、防振対策を要する場合がある。
- ・ 片持ち架設工法に全外ケーブル構造を採用する場合に、定着部の箇所数の増加が死荷重の増加に繋がる場合がある。

以上の理由により、全外ケーブル構造とするよりも内ケーブルと外ケーブルを併用することで、経済性、耐久性に有利になることが多くなっている。

内ケーブルと外ケーブルを併用する際の配置比率の決定には、以下のような考え方がある。

- (1) 架設時荷重に対しては内ケーブルで負担し、後死荷重と活荷重に対しては外ケーブルで負担させる方法。一般的に採用されている方法である。
- (2) 死荷重に対しては内ケーブルで負担し、活荷重に対しては外ケーブルで負担させる方法。
- (3) 片持ち架設時は内ケーブルで負担し、連続ケーブルを外ケーブルとする方法。
- (4) 終局荷重時の曲げ耐力が確保できる範囲内で、できるだけ外ケーブルを配置する方法。
- (5) ウェブ内に鋼材が配置できない場合に、外ケーブルとする方法。波形鋼板ウェブ橋や鋼トラス橋が該当する。

また、ケーブル種類は次のものが多く使用されている。

- ・ 内ケーブル : 12S12.7、12S15.2
- ・ 外ケーブル : 12S15.2、19S15.2

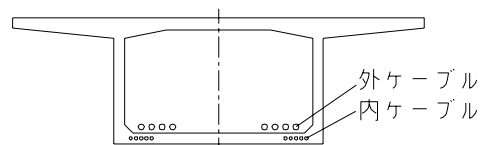


図-1 内外ケーブル併用例(箱桁支間中央断面)

【参考文献】

- 1) PC道路橋計画マニュアル〔改訂版〕: (社)プレストレスト・コンクリート建設業協会(平成19年10月)
- 2) 外ケーブル構造・プレキャストセグメント工法 設計施工規準: (社)プレストレストコンクリート技術協会(平成17年6月)