

第8章 現橋拡幅の設計(下部構造)

第8章 現橋拡幅の設計(下部構造)

8.1 総 則	3-8-1
8.2 設計の基本	3-8-1
8.3 拡幅部構造形式	3-8-2
8.4 R C 構造	3-8-4
8.4.1 断面計算における固定端の取り方	3-8-4
8.4.2 断面計算の方法	3-8-5
8.4.3 鉄筋の定着長	3-8-7
8.4.4 定 着 法	3-8-10
8.4.5 許容応力度	3-8-11
8.4.6 グラウト工	3-8-12
8.4.7 新旧鉄筋継手の許容応力度	3-8-12
8.4.8 検 査	3-8-12
8.5 P C 構造	3-8-13
8.5.1 プレストレスによる曲げ応力度	3-8-13
8.5.2 断面計算の方法	3-8-15
8.5.3 P C鋼材の定着長	3-8-16
8.5.4 鉄筋の定着長	3-8-17
8.5.5 P C鋼材の定着法	3-8-17
8.5.6 鉄筋の定着法	3-8-17
8.5.7 グラウト工	3-8-17
8.6 腹付けコンクリートについて (挿入コンクリートを腹付けして断面を増す場合の検討)	3-8-18
8.7 施工上の留意点	3-8-18

第8章 現橋拡幅の設計(下部構造)

8.1 総 則

本章は現橋梁に対して車道もしくは歩道を拡幅する場合に下部構造を新旧一体として計画された橋台もしくは橋脚の設計に適用する。

【解 説】

現橋の拡幅に対しては従来より各設計担当者の判断に委ねられることが多く、(1) 拡幅構造形式、(2) 現橋との一体化に際し適用する示方書、(3) 下部構造の許容応力の考え方、(4) 基礎の安定に対する安全率の考え方等、新設橋梁よりむしろ難しい問題がある。

本要領では上記拡幅橋梁に対する設計の基本を示すとともに、一体構造として下部構造を拡幅する場合の設計の考え方を示すものである。

8.2 設計の基本

下部構造を一体構造とする場合は次の項目に対して照査すること。

- (1) 現橋の橋台、橋脚及び基礎が安全であること。
- (2) 拡幅部の躯体、基礎が単独でも安全性を確保していること。
- (3) 一体構造とした場合でも躯体、基礎が安全性を確保していること。

【解 説】

現橋拡幅に対する設計の基本的な考え方を示した。一般に拡幅が必要な橋梁は建設後かなりの年数がたっている場合が多いため設計する上で荷重の考え方或使用材料、許容応力度など現行示方書との整合が必ずしもとれていないケースが多い。このため拡幅設計においては新旧示方書の使用区分が必ずしも明確ではなかった。以上のことから、条文では現橋、拡幅部、一体構造それぞれの設計において下部構造が現行示方書で照査したとしても断面の耐力や基礎の安定に対して安全であることを基本とした。

また、1および3の検討においてなんらかの補強をすることによって躯体や基礎の安定が得られれば一体構造とすることが可能であるが、いずれの方法によっても安全が保証されない場合は分離構造としなければならない。

8.3 拡幅部構造形式

拡幅部の構造形式は次に示す3タイプとする。

Aタイプ……たて壁のみまたは躯体全体を現橋断面と同一形状で拡幅する場合。

Bタイプ……底版上面よりたて壁を張出して拡幅する場合。

Cタイプ……たて壁中間部より張出して拡幅する場合。

【解 説】

(1) 拡幅部構造形式を図8.3.1に示す。

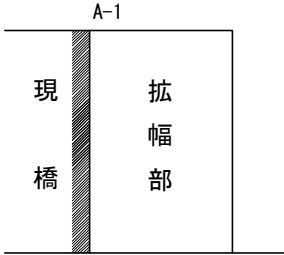
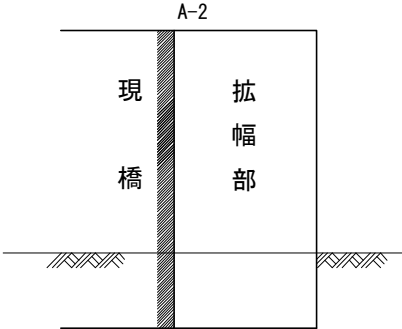
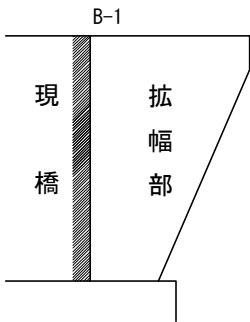
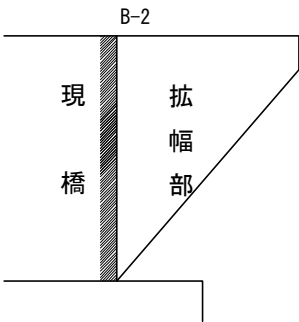
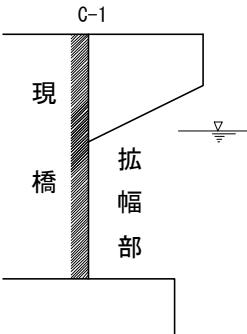
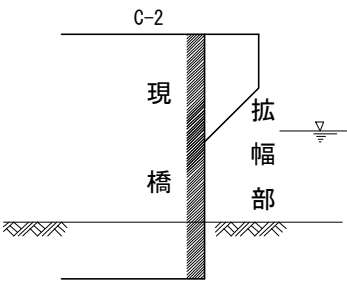
タイプ	構造形式	使用区分
Aタイプ	 	橋台、橋脚
Bタイプ	 	橋 脚
Cタイプ	 	拡幅1m以内 の橋台橋脚

図8.3.1 拡幅部構造形式

なお、河川橋でCタイプを採用する場合、H. W. Lが拡幅部と交差する事があるのでこの場合は河川協議が必要である。

- (2) 各タイプに対しての断面計算については表8.3.1を標準とする。

表8.3.1 拡幅部タイプ別の検討項目

	水平力による 鉛直方向曲げ M_z	水平力による 水平方向曲げ M_y	鉛直力による 曲げ M_x	水平方向せん断 S_x	鉛直方向せん断 S_y
A-1	○			○	
A-2	○			○	△
B-1	○	○	○	○	○
B-2		○	○	○	○
C-1		○	○	○	○
C-2		○	○	○	○

○：検討を必要とする。

△：検討を必要とする場合もある。

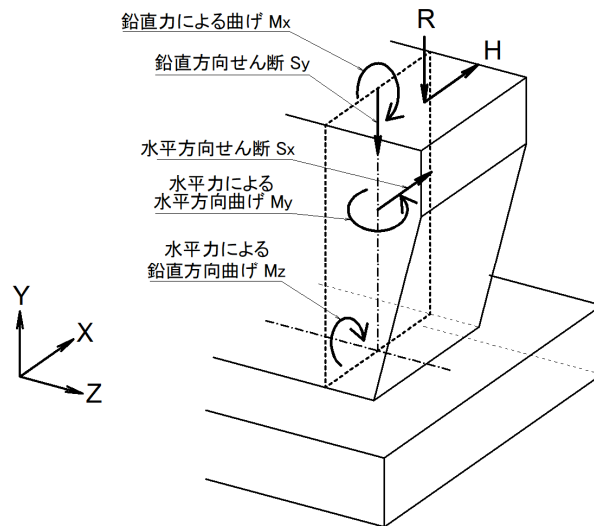


図8.3.2 検討項目概要図

- (3) RC構造とPC構造の使用区分

拡幅に対してRC構造とするかPC構造とするかは上部構造型式、拡幅量、現橋躯体形状によるものであるから定量的に工法を選定する事はできない。現橋に対して埋め込み鉄筋をむやみに増やしても、新旧コンクリートが一体となって曲げやせん断に対して有効に作用しないのではRC構造で拡幅しても意味がない。RC構造の場合現橋に鉄筋を埋め込むためおのずから鉄筋径の太いものを使用する事になる。このため一般的な使用区分としては、鉛直方向曲げに対して2段配筋までを限度とし、それ以上となる場合はPC構造とする。

8.4 R C 構造

8.4.1 断面計算における固定端の取り方

断面計算は常時、地震時についてそれぞれのタイプにあった固定端で躯体自重及び上部工による曲げモーメントを算出する。

【解 説】

- (1) 鉛直力による曲げに対する固定端
Bタイプの固定端は図8.4.1に示す y 軸とする。
Cタイプの固定端は打継面とする。

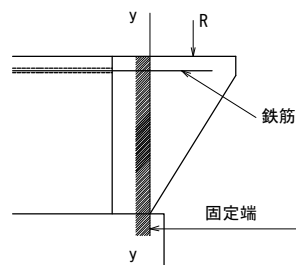


図8.4.1 Bタイプの固定端(鉛直力)

- (2) 水平力による曲げに対する固定端
Bタイプの水平方向曲げに対しては、図8.4.2に示す y 軸とし、鉛直方向曲げに関しては図8.4.2に示す x 軸とする。
Cタイプの固定端は打継面とする。

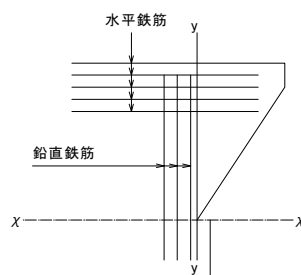


図8.4.2 Bタイプの固定端(水平力)

8.4.2 断面計算の方法

断面計算は8.4.1による固定端での曲げモーメントと打継目のせん断力に対して計算を行う。

【解説】

打継目に生ずるせん断力には鉛直方向に相対ずれを生じさせない鉛直方向せん断力と地震時に相対ずれを生じさせない水平方向せん断力がある。一般的には鉛直方向せん断力の照査をすれば十分である。

打継目のせん断力に対しては、コンクリート標準示方書に規定してある鉛直打継目の施工方法(チップング、吸水、再振動締め固め)を入念に行えば新旧コンクリートの接着は十分に期待する事は可能であるが、現場条件や相対沈下が生じる恐れがある場合やBタイプ、Cタイプのようにフーチングで直接拡幅部に荷重を受け持つ事ができない場合にはせん断鉄筋を使用するのがよい。以下にそれぞれのタイプに対する断面計算の方法を述べる。

(1) Aタイプについて

1) A-1タイプについて

このタイプについては水平力による鉛直方向の曲げモーメントと打継目のせん断力に対して計算する。配力鉄筋方向に対しては現橋の配力鉄筋を十分はつり出して同間隔で配置するものとする。

2) A-2タイプについて

基本的にはA-1タイプと同じであるが、基礎形式が砂れき層などを支持層とした直接基礎や杭基礎の場合には打継目に相対的なずれが生ずる可能性がある。このため拡幅部の全荷重に対してせん断鉄筋を配置することとした。なお、拡幅量が大きい場合や支持層が岩盤の場合は別途検討を要す。

(2) B,Cタイプについて

このタイプでははり高さ(h)と張出長さℓの比(h/ℓ)によって打継目に生ずる曲げ応力度分布が異なる。

$h/\ell < 1.0$ の場合は通常のはり部材として設計する。

$h/\ell \geq 1.0$ の場合はコーベルとして設計する。

1) $h/\ell < 1.0$ の場合

曲げモーメントに対する断面検討は①鉛直方向荷重(躯体自重+上部工反力)②地震時水平力の2方向に対して行う。打継目に生ずるせん断力は一般的に鉛直方向全荷重を鉄筋のせん断応力で受け持たせるものとする。

ただし、せん断鉄筋量を計算する場合は、上記②の水平方向の必要鉄筋量を含めてもよい。

必要せん断鉄筋量を A_s した場合

$$A_s = s / \tau_{sa} \quad (\tau_{sa} = 80\text{N}/\text{mm}^2)$$

地震時水平方向曲げに対する鉄筋量を A_1 とすれば、使用するせん断鉄筋量は

$$\Delta A_s = A_s - A_1 \text{となる。}$$

2) $h/\ell \geq 1.0$ の場合

はり高さが張出し長に等しいかそれ以上でその先端付近に荷重を受ける時、はりの曲げ応力分布が異なったものとなるため図8.4.3に示すコーベルとして設計する必要がある。(道路橋示方書 III・コンクリート橋編 5.2.12)

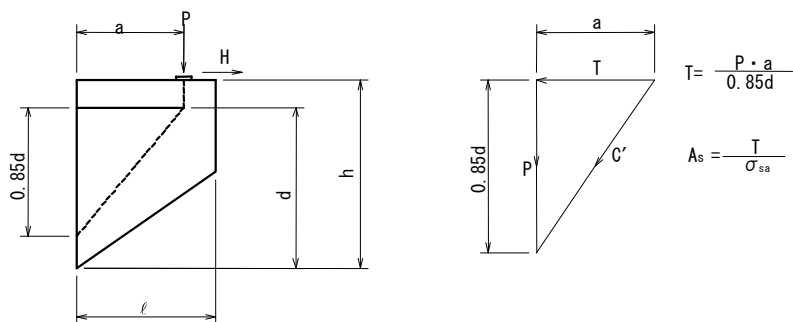


図8.4.3 コーベルの耐荷機構

鉛直方向荷重は、躯体自重+上部工反力とする。

また、打継目に生ずるせん断力に対しては、1) $h/l < 1.0$ の場合と同様とする。

8.4.3 鉄筋の定着長

鉄筋の定着長さは、曲げ及びせん断力に対してそれぞれ以下に定められた長さ以上旧コンクリートに埋込むものとする。

(1) 曲げに対して

定着長は打継面より必要長さを埋込むものとするが、現在のたて壁の配筋が不明な場合や配筋が判っていても配力筋が十分でない場合には水平力による張出し部のまくれの性状を考慮して定着するものとする。

(2) せん断力に対して

せん断力に対する鉄筋の定着長は径に関係なく50cmとする。

【解説】

(1) 定着長決定の考え方

鉄筋の降伏点強度と言う限界状態に対して保証する定着長を求め、その値にコンクリート強度のばらつきや施工の不完全さに対する安全率をみて最終的な定着長(l)を決定する。

PCグラウトによる定着長は下記式により算出するものとする。また樹脂系カプセル接着剤については使用する種類に応じて必要な定着長を算出するものとする。

$$l = l_0 \times \phi_1 \times \phi_2 \times \phi_3 \times n$$

l_0 : 基本定着長

ϕ_1 : コンクリート強度に対する補正係数 (表8.4.1)

ϕ_2 : ポアホール // (表8.4.2)

ϕ_3 : 定着方向 // (表8.4.3)

n : 安全率($n=2.5$)

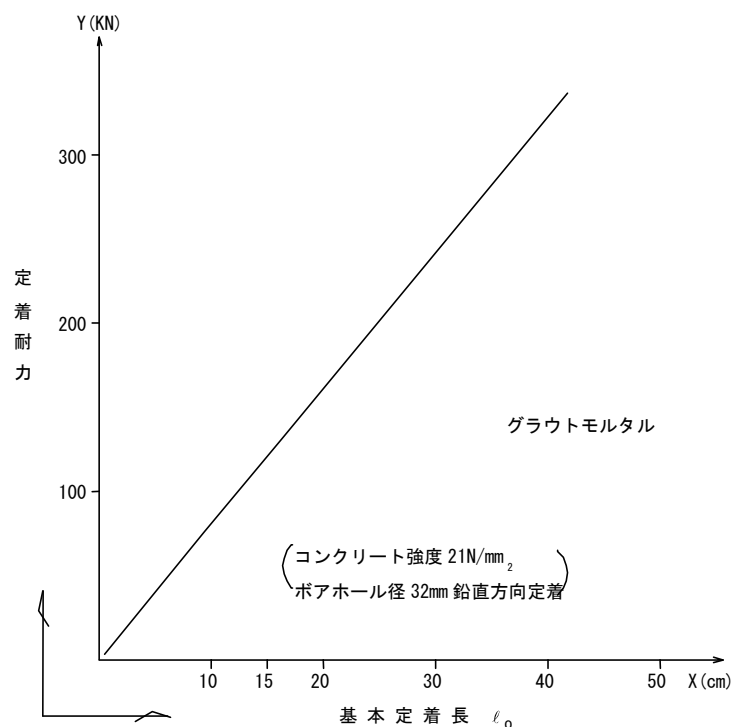


図8.4.4 定着耐力と基本定着長

表8.4.1 補正係数 ψ_1 (N/mm²)

コンクリート強度	18	21	30	40
ψ_1	1.12	1.00	0.88	0.80

表8.4.2 補正係数 ψ_2

ボアホール径	32mm	40mm	50mm	60mm
ψ_2	1.00	0.80	0.69	0.53

表8.4.3 補正係数 ψ_3

定着方向	鉛直	水平
ψ_3	1.0	2.2

なお、鉄筋間隔が50cm以下に定着する場合には図8.4.4の定着耐力に表8.4.4の値を加算したものを定着耐力として定着長を求める。

表8.4.4 定着耐力の補正值

鉄筋間隔(cm)	25	30	35	40	45	50
ΔP (kN)	50	40	30	20	10	0

参考文献：「コンクリートの打継目に関する研究、北海道開発局技術研究発表会 S52」

- (2) まくれの影響について
まくれに対する影響範囲を図8.4.5に示す。

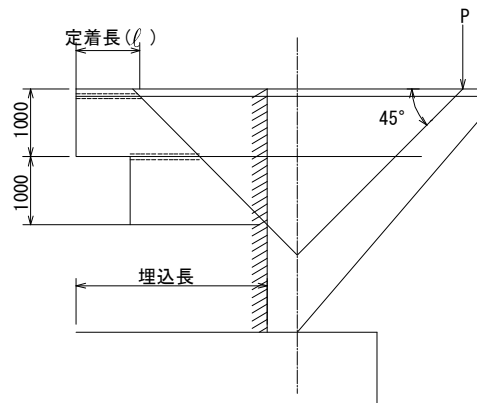
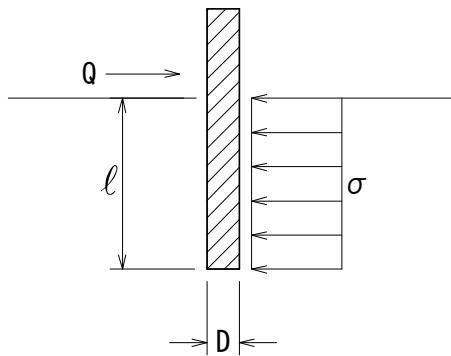


図8.4.5 まくれに対する影響範囲

なお、埋込長の長さ変化は図8.4.5の様に1.0m毎とする。
しかし、現在のたて壁の配筋筋が十分に配筋されている場合は、まくれの影響を考慮する必要はない。

- (3) せん断に対して
せん断に対しては50cmの埋込長を標準とし、水平支圧応力度の照査を行う。
・埋込み長さの検討



計算例)

鉄筋径 $\phi 32$ の場合の作用せん断力は

$$Q = \tau_s a \times A_s = 80 \text{ N/mm}^2 \times 794.2 \text{ mm}^2 = 63530 \text{ N} \rightarrow 63.53 \text{ kN/本}$$

$$\text{水平支圧応力度 } \sigma = \frac{Q}{D \cdot \ell} \text{ より}$$

$$\ell = 500 \text{ mm} \quad D = 32 \text{ mm}$$

$$\sigma = \frac{63.53 \times 10^3}{500 \times 32} = 4.0 \text{ N/mm}^2 < 0.3 \sigma_a = 6.3 \text{ N/mm}^2$$

鉄筋径 $\phi 35$ の時に水平支圧応力度を満足する必要埋込み長さは350mm程度のため、余裕を考慮50cmの埋込長を標準とする。

参考)

鉄筋径 $\phi 35$ の場合の作用せん断力は

$$Q = \tau_s a \times A_s = 80 \text{ N/mm}^2 \times 956.6 \text{ mm}^2 = 76528 \text{ N} \rightarrow 76.53 \text{ kN/本}$$

$$\text{水平支圧応力度 } \sigma = \frac{Q}{D \cdot \ell}, \text{ 水平支圧許容応力度 } 0.3 \sigma \text{ より}$$

$$\text{必要埋込み長さ } \ell = \frac{Q}{0.3 \sigma_a \cdot D} = \frac{76.53 \times 10^3}{0.3 \times 21 \times 35} = 348 \text{ mm}$$

8.4.4 定着法

埋込み鉄筋に対する孔径、かぶり、最小間隔は全体の鉄筋量を考慮して決定する。

- (1) 孔径はPCグラウトを填充する場合は鉄筋径の2倍程度を上限とし、また樹脂系カプセル型接着剤を填充する場合は鉄筋径+10mmをこえないものとする。
- (2) かぶりは一般の場合、現橋の鉄筋が10cmであるから孔径及び施工法を考慮して20cm以上とする。
- (3) 間隔は最小25cm以上とする。
- (4) 引張鉄筋の埋込み角度は 2° ~ 3° とする。
- (5) 填充材にはPCグラウトと樹脂系カプセル型接着剤があるが、一般的まくれの影響を考慮して埋込長が長くなるものについてはPCグラウトを用い、それ以外は樹脂系カプセル型接着剤を用いるものとする。

【解説】

- (1) 孔径が鉄筋径に対して大きすぎると。
 - 1) 経済性に問題(填充材を多く必要とする)。
 - 2) 特に水平方向定着に際して不確実さが増す。
 - 3) ボアホール相互の影響(鉄筋相互の影響)で定着耐力の減少につながる等の理由でPCグラウト填充の場合は鉄筋径の2倍程度を上限とし表8.4.5による。また樹脂系カプセル型接着剤填充の場合は鉄筋径+10mmをこえないものとするが、施工性、経済性及び使用する樹脂系カプセル型接着剤の種類に応じて決定する。
- (2) かぶりは穿孔時のひびわれや割裂を防止すること付着強度の低下を防ぐこと等により決定しなければならない。

付着強度は鉄筋中心からのかぶり厚さ(t)と鉄筋径(D)の比が $t/D > 10$ 程度あれば強度低下が防ぎ得る事及び施工性より最小20cmとした。
- (3) 鉄筋相互の影響によって鉄筋が独立して抵抗する場合に比べ図8.4.6斜線の部分だけ斜ひびわれに対する抵抗性が減少する。

この影響はボアホール径が大きくなると増大する。通常(ボアホール径32mm)抜け出る傘の直径は40~50cmであるから基本的にはこれだけの距離をあければよいが必要鉄筋量の関係より最小25cmとして50cm以下の場合定着耐力の減少を考慮して定着長を求めるものとした。

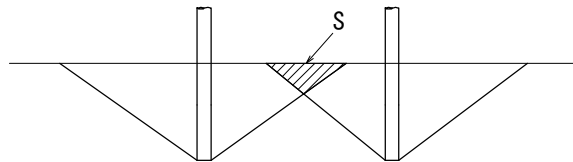


図8.4.6 鉄筋相互の影響

- (4) 埋込み角度を 2° ~ 3° としたのは充てん材を空げきを作ることなく圧入するためにある程度の勾配をつけたものである。
- (5) 樹脂系接着剤を用いる場合は特にボアホール内の滞水や温度管理に注意しなければならない。

表8.4.5 PCグラウトを用いる場合の最大孔径

鉄筋径	最大孔径(mm)
$\phi 22$	46
$\phi 25$	46
$\phi 29$	56
$\phi 32$	66

8.4.5 許容応力度

使用するコンクリート、鉄筋の許容応力度は原則としてコンクリート標準示方書に準ずる。ただし鉄筋のせん断応力度は道路橋示方書に準ずる。

【解 説】

鉄筋のせん断応力度は、道示(H29)Ⅲ 4.1.2 P43 表-4.1.4 の特性値をもとに設定のこと。

なお、アンカーボルトによる連結に関する設計は、道示(H29)Ⅲ 7.5 P205 も参考となるため参照されたい。

8.4.6 グラウト工

埋込み長が長い場合の鉄筋に対するグラウト工はコンクリート標準示方書により行うものとする。

8.4.7 新旧鉄筋継手の許容応力度

拡幅部において、新旧鉄筋を継手施工する場合は、継手断面の集中などを考慮し、鉄筋継手指針（土木学会）により鉄筋の許容応力度を定めるものとする。

【解 説】

鉄筋の継手は、重ね継手、ガス圧接継手などが広く用いられているが、その他にも機械的継手、スリーブ継手、溶接継手など多種が存在する。

拡幅部で新旧鉄筋に継手を設けるケースでは、構造的取り合いから継手が集中することが予想され、この場合には鉄筋継手指針（土木学会）Ⅰ.鉄筋継手設計施工基本指針により鉄筋の許容応力度を低減することとした。

施工等に起因する条件により90～70%程度の間で許容応力度の低減を考慮する。

8.4.8 検 査

現場での引抜き試験は鉛直力方向曲げに対する鉄筋については、全本数、せん断鉄筋については、200本に5本行うものとする。

【解 説】

引抜き耐力は鉛直方向曲げに対する鉄筋については（許容引張応力度×鉄筋断面積）以上、せん断鉄筋については（許容付着応力度×鉄筋周長×埋込長）以上であることを確認しなければならない。

8.5 P C 構造

ここでは躯体拡幅をPC構造で考える場合の細目である。PC構造となるのは、プレストレスを導入してからであり、それ以前はRC構造であるために次の段階について設計しなければならない。

第1段階：躯体に対してプレストレス導入前

第2段階：プレストレス導入直後

第3段階：上部構造架設後(完成時)

【解 説】

- (1) プレストレス導入前(荷重としては躯体自重のみ)
鉛直方向(躯体自重のみ)と水平方向の曲げに対してはRC構造として設計するが、仮設時ということで許容応力度の割増しを50%として計算する。
- (2) プレストレス導入直後(荷重は躯体自重のみ)
躯体にプレストレスを導入した際、全断面がその許容応力度内に入っているかどうかをチェックする。
- (3) 上部構造架設後(荷重は上部工+躯体自重)
コンクリートのクリープ及び乾燥収縮、PC鋼線又はPC鋼棒のリラクセーションなどを考えたときの有効プレストレスに対して応力度のチェックを行う。

8.5.1 プレストレスによる曲げ応力度

プレストレスの分布は一般に45° となるため、それぞれ躯体形状のちがいによりプレストレスによる応力分布、荷重による応力分布が異なるので十分に形状を把握して設計すること。

【解 説】

プレストレスの分布は一般に45° 分布となり壁高(下端より鋼棒又は鋼線図心までの位置)と張出長によって新旧打継目全体にプレストレスが分布するかどうかにより検討方法が異なる。

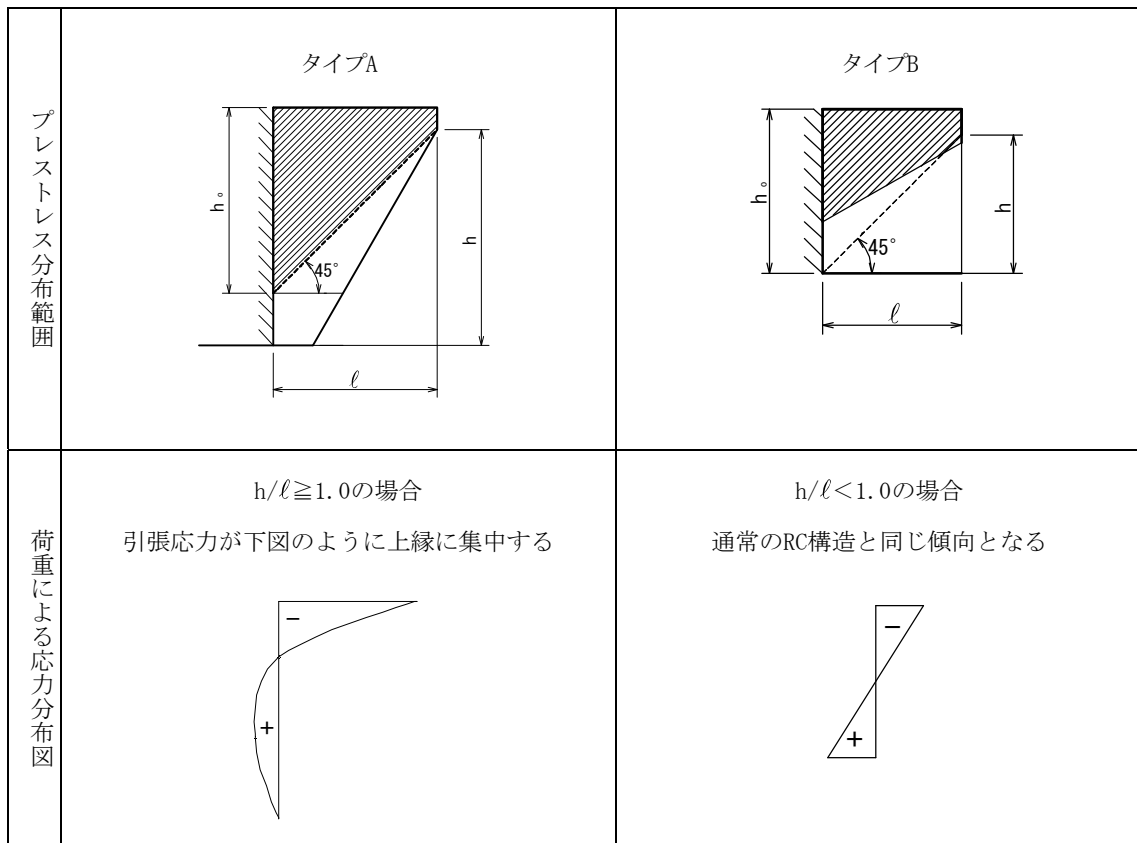


図8.5.1 プレストレスによる応力分布

具体的計算方法

(1) $h/l \geq 1.0$ の場合

導入するプレストレス力(PS)は図8.4.3の引張り力(T)に等しくなるようにする。すなわち $PS=T/\cos \alpha$ とする。また、PSによって、断面に引張を生じさせないこととする。

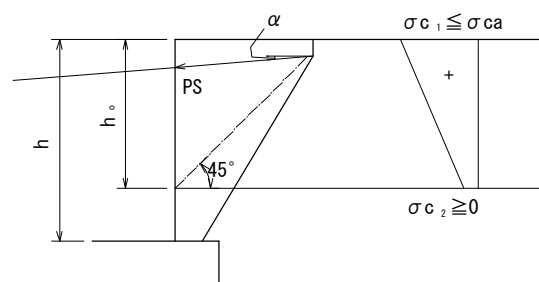


図8.5.2 プレストレスによる応力度(1)

(2) $h/l < 1.0$ の場合

この場合梁の有効高を h_0 として荷重及びプレストレスによる合成応力度が許容値内に入るよう設計する。

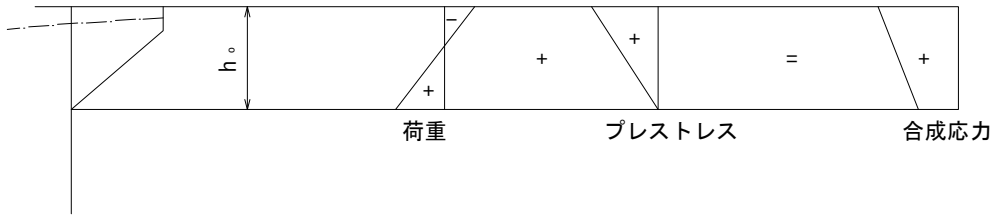


図8.5.3 プレストレスによる応力度(2)

以上(1)(2)の場合、打継部は必ず圧縮となるようにしなければならない。

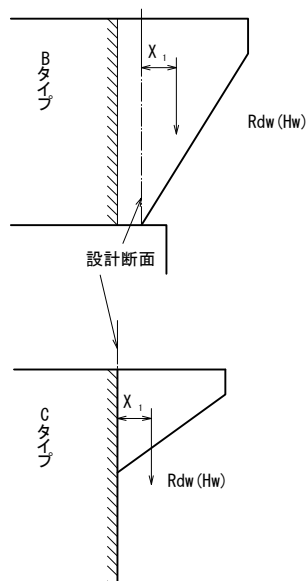
8.5.2 断面計算の方法

断面計算は次の3段階で行うものとする。

- (1) プレストレス導入前(躯体コンクリート打設後)
- (2) プレストレス導入直後
- (3) 完成時

【解説】

- (1) プレストレス導入前
断面計算は、8.4 RC構造と同じ



鉛直方向曲げモーメント

$$M_{d1} = R_{dw} \times X_1$$

水平方向曲げモーメント

$$M_{R1} = H_w \times X_1$$

注) 上記曲げモーメントに対して現橋とのつなぎ鉄筋量で満足しない場合については、その不足分の埋込み鉄筋はPC鋼線の配置に影響がないところに埋込むこと。

図8.5.4 プレストレス導入前

- (2) プレストレス導入直後
全断面を有効とした場合の(1)のプレストレス導入前で求めた曲げによる応力度とプレストレスによる応力度との合成応力度が許容値内かどうかをチェックする。
- (3) 完成時
- 設計断面1に対して鉛直方向及び水平方向の曲げ応力度とプレストレスによる応力度との合成応力度が所定の許容応力度内に入るようにする。
 - 設計断面2に対しては、8.4のRC構造と同じである。

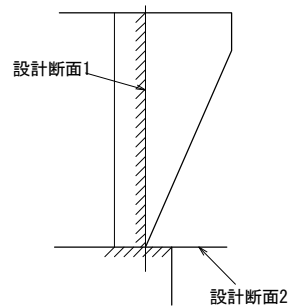


図8.5.5 完成時

- (4) せん断力に対しては、作用全荷重に対して鉄筋のせん断応力で受けもつものとする。
その際、現橋とのつなぎ鉄筋、水平方向に対するせん断鉄筋、鉛直方向に対する鉄筋もせん断鉄筋量として含むものとする。
その他プレストレスによる応力度の検討に必要なのは、
- 1) 曲げ破壊に対する安全度の計算
 - 2) コンクリートの弾性変形によるPC鋼材引張力の減少について
 - 3) PC鋼材とシーすとのまさつによる引張応力の減少量について
- 以上により1ケーブル当り引張力を算出する。

8.5.3 PC鋼材の定着長

PC鋼材の定着長及びまくれの影響については、「8.4.3 鉄筋の定着長」に準ずるものとする。

【解説】

定着方法には躯体途中まで埋込んで付着力により定着する方法と躯体を貫通して反対側で機械定着する方法がある。定着に対する信頼度は現場条件にあまり影響されない機械定着の方が非常に高い。PC鋼材の埋込長は長くなるので計算上必要な埋込長さと躯体幅を比較して定着方法を決めるべきである。

8.5.4 鉄筋の定着長

曲げ及びせん断力に対する鉄筋の定着長は以下の様にする。

- (1) 施工時(プレストレス導入前)に対する鉛直方向及び水平方向による曲げに対する定着長は「8.4RC構造」と同じとする。
- (2) せん断鉄筋に対しては8.4のRC構造と同じく50cmの定着長とする。

【解 説】

- (1) 拡幅部コンクリート打設からプレストレス導入までの間は躯体自重及び地震時に対してはRC構造であるから曲げ及びせん断力に対して十分安全でなければならない。

8.5.5 PC鋼材の定着法

PC鋼材の現橋に対する孔径、かぶり、間隔については以下のとおりとする。

- (1) 孔径はPC鋼材径の3倍程度とする。
- (2) かぶりおよび間隔については施工性、定着体の大きさなどから、最小40cm程度とする。
- (3) PC鋼材の埋込み角度は 2° ~ 3° とする。

8.5.6 鉄筋の定着法

鉄筋の定着法はRC構造に準ずるものとする。

8.5.7 グラウト工

PC鋼材に対するグラウト工はコンクリート標準示方書により行なうものとする。

8.6 腹付けコンクリートについて

(擁壁にコンクリートを腹付けして断面を増す場合の検討)

擁壁にコンクリート腹付けをする場合次の事に留意しなければならない。

- (1) 新旧コンクリート打継面の付着を確保する。
- (2) 新コンクリートの温度及び乾燥収縮によるひびわれを防止する。

【解 説】

- (1) 打継目の施工方法はコンクリート標準示方書に規定してある。
鉛直打継目の施工方法(チップング、吸水、再振動締め固め)を入念に行なうこと。
- (2) 新旧コンクリートの合成鉄筋は接触面積の0.2%以上(D25-4本/m²度)用いるものとし、結合面における荷重作用時のコンクリートせん断応力度の照査を行うこと。
- (3) アンカー定着法は原則として樹脂系カプセル型接着剤による定着とする。
- (4) 新コンクリートの最小部材厚は30cmとする。

8.7 施工上の留意点

新旧コンクリート構造物の打継ぎの施工にあたっては、設計の前提となった既設構造物の性状、変位、地盤支持力、その他の要件が満足するか確認すると共に設計条件をみたま施工を図らなければならない。

【解 説】

設計条件をみたま施工条件として次のようなものがある。

- (1) 既設コンクリートのチップングと吸水
- (2) 温度ひびわれ、乾燥収縮(例えば、コンクリート標準示方書施工編10章マスコンクリートなど参照)
- (3) 充填剤の温度管理
- (4) ボアホール内の清掃と残留水の除去
- (5) 定着方向と施工法
- (6) 交通振動(施工時)