

(30) PC円形構造物の上下隣接するPC鋼材を考慮した円周方向緊張管理手法について

㈱安部工業所 技術部 正会員 ○今尾 勝治  
 ㈱安部工業所 技術部 正会員 西尾 浩志

1. はじめに

水道用タンクのようなPC円形構造物の円周方向PC鋼材は、1本の導入緊張力の円周にわたっての平均値が設計緊張力以上となるように緊張管理されるのが一般的である<sup>1) 2) 3)</sup>。しかし、この管理手法によれば、上下で隣接する、定着位置を円周方向に相互にずらした2段のPC鋼材の導入緊張力の上下にわたる平均値（以降、「上下2段の導入緊張力の平均値」という。）が、設計緊張力を下回る位置が生じる可能性がある。

本文では、上下2段の導入緊張力の平均値が円周にわたるすべての位置で設計緊張力を満足するようにPC鋼材を緊張管理するため、「く」の字形の引止め線を用いた管理グラフによる緊張管理手法を提案する。

2. 円周方向PC鋼材の緊張管理の現状

2.1 PC鋼材配置と緊張方法

円形構造物の円周方向にPC鋼材を配置する場合、もし1周を1本のPC鋼材で緊張すると、摩擦によるプレストロスが大きいため、一般には直径にあわせて4～8本の偶数本の定着柱を設けてPC鋼材を配置する<sup>4)</sup>。

図-1は1周を2分割する場合のPC鋼材の配置例であるが、その場合でも定着柱を4本とし、上下で隣接するPC鋼材の定着を90°ずらし、全周にわたって導入されるプレストレスを平均化している。よって、設計に用いる円周方向PC鋼材導入緊張力は、一般にその円周にわたっての平均値を用いてよいことになっている<sup>1)</sup>。なお、緊張作業は、この場合4台のジャッキを用い、2本同時に両引きで行われる。

図-2に奇数段と偶数段のPC鋼材導入緊張力の分布図を示す。

2.2 緊張管理手法の現状

PC円形構造物の円周方向のPC鋼材は、一般に「角変化摩擦係数による管理手法」により管理される。

その緊張力の管理に関しては、PCタンクが円形であるために導入されるプレストレスが平均化されることおよび上下で隣接するPC鋼材の定着位置を円周方向に相互にずらして全周にわたって導入されるプレストレスを平均化してあることにより、PC鋼材1本の導入緊張力の

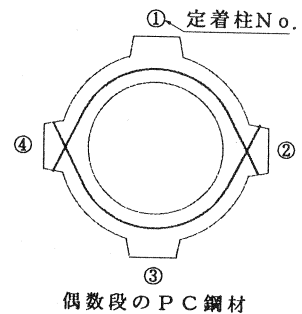
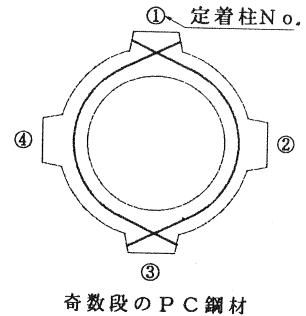


図-1 円周方向PC鋼材の配置例

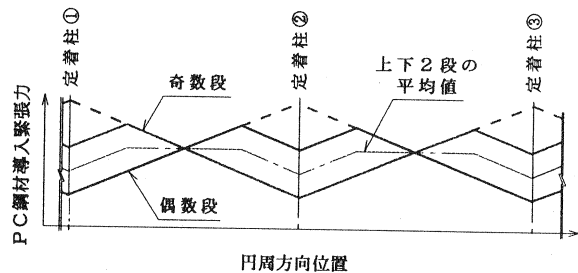


図-2 PC鋼材導入緊張力分布図

円周にわたっての平均値としてセットロス後の端部緊張力 ( $P_i'$ ) と中央部緊張力 ( $P_2$ ) の平均値を考え、その値が設計緊張力 ( $P_{tc}$ ) 以上となるように緊張管理されるのが一般的である<sup>3)</sup>。しかし、この管理手法によれば、上下2段の導入緊張力の平均値が、設計緊張力を下回る位置が生じる可能性がある。

この例を図-3に示す。ここに、

- $P_i'(n)$  : n 段目 P C 鋼材のセットロス後の端部導入緊張力
- $P_2(n)$  : n 段目 P C 鋼材の中央部導入緊張力

- $P_i'(n+1)$  : n + 1 段目 P C 鋼材のセットロス後の端部導入緊張力
- $P_2(n+1)$  : n + 1 段目 P C 鋼材の中央部導入緊張力

- $P_{tc}$  : 設計緊張力 (セットロス後の設計端部緊張力 ( $P_i'c$ ) と設計中央部緊張力 ( $P_2c$ ) の2点の平均値)

従来の管理手法によれば、各 P C 鋼材は  $P_i'$  と  $P_2$  の平均値が設計緊張力 ( $P_{tc}$ ) を下回らないように管理されるので、n 段目の P C 鋼材に関しては、式 (1) のようになる。

$$(P_i'(n) + P_2(n)) / 2 \geq P_{tc} \quad \dots\dots\dots (1)$$

また、n + 1 段目に関しても、式 (2) のようになる。

$$(P_i'(n+1) + P_2(n+1)) / 2 \geq P_{tc} \quad \dots\dots\dots (2)$$

いま、n 段目における摩擦係数  $\mu$  が下方管理限界に近く、n + 1 段目の  $\mu$  が上方管理限界に近いような極端な場合があったとすると定着柱①位置での上下2段の導入緊張力の平均値は図-3のように

$$(P_i'(n) + P_2(n+1)) / 2 < P_{tc} \quad \dots\dots\dots (3)$$

となる可能性がある。前述のように、タンクが円形であることにより、導入されるプレストレスによって側壁コンクリートに発生する応力度はある程度平均化されるが、現時点ではその量が定量的につかめていない。

### 3. 「く」の字形の引止め線を用いた管理グラフによる緊張管理手法

#### 3. 1 緊張管理手法の考え方

ここで提案する緊張管理手法は、円周にわたる全ての位置において上下2段の導入緊張力の平均値が設計緊張力以上となるように「角変化摩擦係数による管理手法」により緊張管理を行うものである。

具体的には P C 鋼材 1 本ごとについては設計緊張力 ( $P_{tc}$ ) が導入されるよう管理する。ただし、隣接する上下2段の P C 鋼材、すなわち n 段と n + 1 段の緊張力の平均値がこの設計緊張力 ( $P_{tc}$ ) を下回る位置が生じる可能性があるので、円周にわたる全ての位置においてこの値を満足するよう、種々のばらつきを考慮して、1 本ごとに端部導入緊張力 ( $P_i$ ) を決定する。すなわち、P C 鋼材のセットロス後の端部導入緊張力 ( $P_i'$ ) と中央部導入緊張力 ( $P_2$ ) が設計における各々の値  $P_i'c$ 、 $P_2c$  を下回らないよう管理する。

$$P_i' \geq P_i'c \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$P_2 \geq P_2c \quad \dots\dots\dots (5)$$

なお、グループごとの管理については従来どおりの方法で行うことができる<sup>5) 6)</sup>。

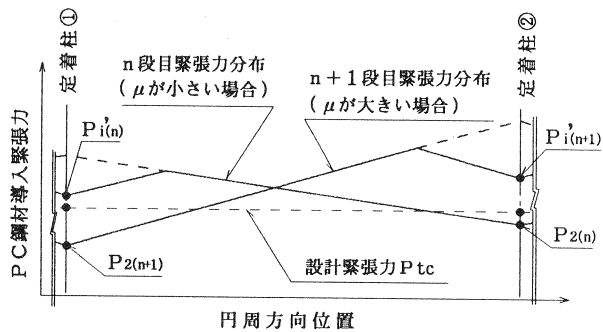


図-3 上下2段の P C 鋼材導入緊張力分布図

### 3. 2 具体的な管理方法 (PC鋼材1本ごとの管理方法)

#### A. 管理グラフの作成方法

下記に示す手順で管理グラフを作成する。

##### (1) 緊張計算の実行

PC鋼材のヤング係数を  $E_p = 2.0 \times 10^6 \text{ kgf/cm}^2$  として、表-1に示すI~VIの6点について、荷重計示度およびPC鋼材の伸びを求める。

表-1 緊張計算を実行する点

緊張計算の項目		角変化摩擦係数 $\mu$	
		0. 1	0. 5
①	セットロス後の端部導入緊張力 (Pi) と中央部導入緊張力 (P2) との平均値 (Pt) が、設計におけるセットロス後の端部緊張力と中央部緊張力との平均値 (Ptc) を満足する荷重計示度およびPC鋼材の伸び。	I	II
②	セットロス後の端部導入力 (Pi') が、設計におけるセットロス後の端部導入緊張力 (Pi'c) を満足する荷重計示度およびPC鋼材の伸び。	III	IV
③	中央部導入緊張力 (P2) が、設計における中央部緊張力 (P2c) を満足する荷重計示度およびPC鋼材の伸び。	V	VI

※ I ~ VI までの意味については図-4 参照

##### (2) 試験緊張の実施

試験緊張により見かけのヤング係数  $E_p$  および摩擦係数  $\mu$  を求め、次に  $\mu$  を  $E_p = 2.0 \times 10^6 \text{ kgf/cm}^2$  線上に変換した  $\mu$  の値を算出し、統計処理して管理限界値を求める<sup>5) 6)</sup>。

##### (3) 管理限界線の記入 (図-4 参照)

- ① 管理グラフ上に表-1のI、IIの点をプロットし、2点を直線で結ぶ。(図-4中 A)
- ② この直線上に試験緊張より得られた1本ごとの管理限界値をプロットし、これと原点を結んだ線が下方管理限界および上方管理限界となる。(図-4中 B、C)

##### (4) 引止め線の記入 (図-4 参照)

- ① 管理グラフ上に表-1中のIII、IVをプロットし、2点を直線で結ぶ。(図-4中 D)
- ② 同様に、管理グラフ上に表-1中のV、VIをプロットし、2点を直線で結ぶ。(図-4中 E)
- ③ 試験緊張で求められた  $E_p$  の平均値にて点III、IV、V、VIの伸びの補正を行い、それぞれIII'、IV'、V'、VI'とし、この4点をプロットする。補正方法は、試験緊張で求められた  $E_p$  の平均値に対して伸びを比例計算する。
- ④ III' とIV'、V' とVI' をそれぞれ直線で結び、交点をVIIとする。そしてIII'、VII、VI'の3点を結ぶ「く」の字形の線を引止め線とする。(図-4中 F)

##### (5) 絶対上限線の記入

- ① PC鋼材のプレストレス中の許容引張荷重における荷重計示度を絶対上限線として記入し、これ以上の荷重を与えないようにする。

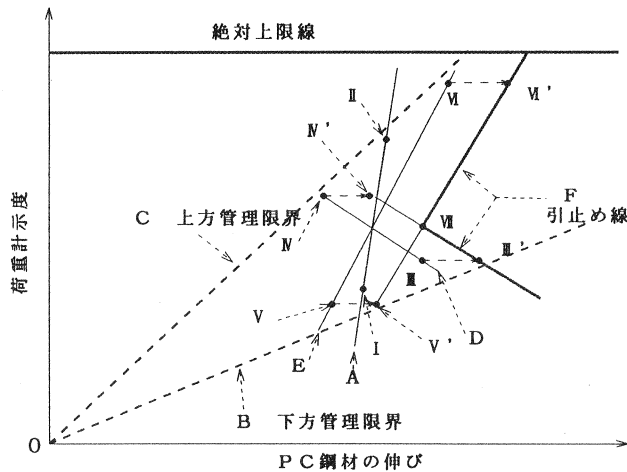


図-4 管理限界線および引止め線

B. 緊張管理

前記管理グラフを用いて、従来と同様の方法で<sup>5) 6)</sup> 1本ごとの管理を行い、引止め線に達したことを確認した後、定着する。

4. おわりに

PC円形構造物における緊張管理の目的は、種々の原因によるばらつきを考慮して、側壁に配置されたPC鋼材(鉛直方向および円周方向)に与えられる引張力が、設計書にて示された所定の値を下回らないように管理することである。この考えのもとに、本文では「く」の字形の引止め線を用いた管理グラフによる円周方向PC鋼材の緊張管理手法を提案した。この手法を用いれば、円周にわたる全ての位置において上下2段の導入緊張力の平均値が設計緊張力を満足するように、円周方向PC鋼材の緊張力を導入することができる。

本管理手法によると、全体として従来より若干大きめのプレストレスが導入されるケースもありえるが、水道用PCタンクのように常時、内圧(水圧)が載荷されているような構造物にとっては安全側になると考えられる。

本緊張管理手法はPC円形構造物の品質の向上に寄与できるものとする。

今後は、導入されたPC鋼材緊張力の円周方向分布によって、側壁コンクリートに発生する応力度の円周方向の分布を明らかにし、より合理的な緊張管理手法を検討したいと考える。

なお、本文の作成に当たっては、株式会社安部工業所「ABE PC円形構造物 緊張マニュアル作成委員会」の委員の協力を得た。

【参考文献】

- 1)池田尚治:P C円形構造物の現況,最近のプレストレストコンクリート構造物と30年の歩み, pp. 31~73, 昭和63年1月
- 2)中楚富士男・古賀政二郎・伊奈義直:軟弱地盤上のプレストレストコンクリート水槽の設計と施工管理例, コンクリート工学, Vol. 18, No. 5, pp. 29~35, 1980. 5
- 3)川中子良夫:P Cタンクの設計と施工,プレストレストコンクリート, Vol. 31, No. 3, pp. 79~82, 1989. 5
- 4)社団法人日本水道協会:水道用プレストレストコンクリートタンク標準仕様書, pp8~12, 昭和55年3月
- 5)橘田敏之・斉藤昇:P C橋のプレストレスと設計施工,現代理工学出版, pp. 147~214, 1980. 1
- 6)猪股俊司:プレストレストコンクリートの設計・施工,技報堂出版, pp. 243~267, 1979. 3