

V-43 PRC部材のひびわれ幅に関する研究

秋田大学 正 員 川上 洵
 学生員 清水 俊一
 ○ 矢作 秀之

1. まえがき

プレストレスト鉄筋コンクリート（PRC）は、鉄筋コンクリート（RC）とフルプレストレストコンクリート（フルPC）とを両極とする中間的な構造として位置付けられるようになり、RCと比較すればひびわれ幅やたわみの制御等、そしてフルPCと比較すれば、キャンバーの制御や経済性の向上等の利点もあって、関心が高まってきている。PRC部材では、初期プレストレス力の導入量は経済性や耐久性等の点から重要である。そこで適切な導入量の一つの目安として、本研究ではひびわれ幅をその指標にとり、既存の算定式²⁾を使用して、PRC単純T桁橋を例題にして検討を行った。

2. ひびわれ強度及び長期変形

任意形断面を有するPRC部材のひびわれ強度及び長期変形の解析は、著者らの研究¹⁾に基づいて行った。

3. ひびわれ幅算定式²⁾

対象とするひびわれ幅は、はりでは引張鉄筋高さ位置の値、スラブではスラブの各主筋の真中に仮想の表面を考え、その面の鉄筋高さ位置の値とする。

ひびわれ現象は、鉄筋の伸びとコンクリートの伸びの差と考えられる。平均ひびわれ幅 W_{av} は、PRC部材の場合、クリープの影響が乾燥収縮の影響に加わるのでこれを考慮して、鉄筋位置のコンクリート応力が零の状態（Decompression）からの鉄筋の平均ひずみ $\Delta \epsilon_{sav}$ に対し、コンクリートの引張弾性ひずみ ϵ_{cav} を減じたものと、ひびわれ本数がこれ以上増加することのないひびわれ定常状態での平均ひびわれ間隔 l_{av} の積で示される。これよりその基本算定式は、次の通りである。

$$W_{av} = l_{av} (\Delta \epsilon_{sav} - \epsilon_{cav})$$

次に l_{av} の算定式は、鉄筋とコンクリートの付着作用により鉄筋からコンクリートに伝達された引張力がコンクリート全断面の引張耐力に等しくなるまでの伝達長 $l_1 = k \times \phi / p_o$ に、コンクリートのかぶり C や鉄筋間隔 S による影響距離 $l_2 = 2(C + S/10)$ を加えたものである。よって、

$$l_{av} = 2(C + S/10) + k \times \phi / p_o$$

$$\begin{cases} k=0.1 \text{ (はり)}, & k=0.0025t \text{ (スラブ, } k \leq 0.1) : t \text{ はスラブ厚} \\ \phi : \text{鉄筋の直径, } p_o : \text{有効引張鉄筋比} \dots \text{図-1 参照} \\ C : \text{鉄筋のかぶり厚, } S : \text{鉄筋中心間隔} \dots \text{図-1 参照} \end{cases}$$

図-1において、

C_s : 側面のコンクリートのかぶり厚
 C_b : 底面のコンクリートのかぶり厚
 A_s : 引張鉄筋断面積
 A_{ce} : 引張鉄筋重心位置と重心が一致
 するようなコンクリートの断面積

である。

又、かぶり C については次のように規定する。

はりの場合について、 $C_s \neq C_b$ の時、

$$C = (C_s + C_b) / 2$$

スラブの場合、

$$C = C_b$$

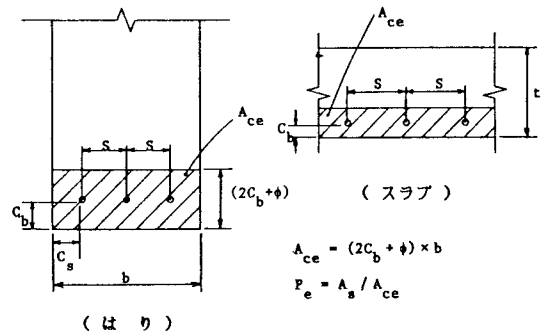


図-1 はり 及び スラブにおける鉄筋のかぶりとき

又、平均鉄筋ひずみ $\Delta \varepsilon_{sav}$ は次のようになる。

$$\Delta \varepsilon_{sav} = (\sigma_{st} - k_1 k_2 \times \sigma_{ct} / p_a) / E_s, \quad k_1 k_2 = 1 / (2 \times 10^3 \Delta \varepsilon_{sav} + 0.8)$$

$$\begin{cases} k_1, k_2: \text{鉄筋の付着}\sigma\text{特性, 荷重の載荷期間や繰返し回数の影響を表わす係数} \\ \sigma_{st}: \text{ひびわれ断面における鉄筋応力, } \sigma_{ct}: \text{コンクリートの引張強度} \\ E_s: \text{鉄筋のヤング係数} \end{cases}$$

但し、 $\Delta \varepsilon_{sav} \geq 0.4 \sigma_{st} / E_s$ かつ $\Delta \varepsilon_{sav} \geq (\sigma_{st} - 1050) / E_s$

ここで、ひびわれ幅の算定については、ひびわれ定常状態を対象としているので、 ε_{sav} は無視しうほど小さくなっている。以上より平均ひびわれ幅 W_{av} は、(1)式となる。また、実際に制御目標となるのは最大ひびわれ幅 W_{max} であり、それを超過する危険率を5%とした場合にに対し平均値の1.5倍程度として、式(2)から算定する。

$$W_{av} = l_{av} \times \Delta \varepsilon_{sav} \quad \dots \dots \dots (1)$$

$$W_{max} = 1.5 W_{av} \quad \dots \dots \dots (2)$$

4. 数値計算例

図-2に示すP R C単純T桁橋を解析した。必要な数値は、下の通りである。またPC鋼のレカセション値は、初期緊張応力の5%とする。

- $E_c = 3.5 \times 10^5 \text{ kgf/cm}^2$ (コンクリートの弾性係数)
- $E_s = 2.1 \times 10^6 \text{ kgf/cm}^2$ (鉄筋の弾性係数)
- $E_p = 2.0 \times 10^6 \text{ kgf/cm}^2$ (PC鋼の弾性係数)
- $p = 0.8$ (材令係数)
- $\psi = 2.0$ (クリップ係数)
- $\varepsilon_{sh} = 1.8 \times 10^{-4}$ (コンクリートの乾燥収縮度)
- $A_s = 28 \times 1.267 + 84 \times 1.986 + 21 \times 5.067$
 $= 308.707 \text{ cm}^2$ (鉄筋断面積)
- $A_p = 9 \times (12 \times 0.3848)$
 $= 143.14 \text{ cm}^2$ (PC鋼断面積)
- $A_{du} = 9 \times \pi \times (4.5/2)^2$ (ダクトの断面積)
 $= 143.14 \text{ cm}^2$
- $\sigma_{ct} = 40.0 \text{ kgf/cm}^2$ (コンクリートの引張強度)

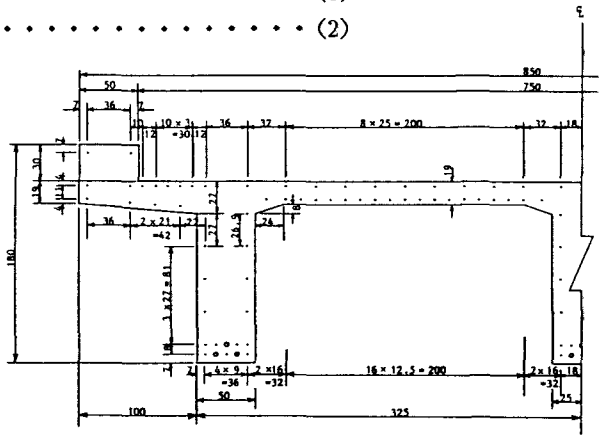


図-2 P R C単純T桁橋断面図

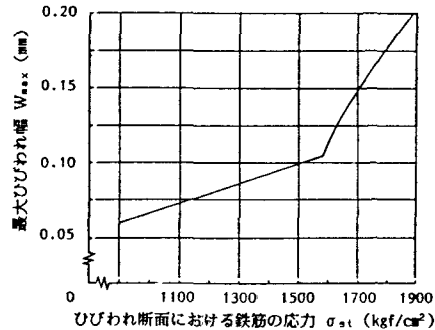


図-3 最大ひび割れ幅とひびわれ断面の鉄筋応力の関係

なお、本研究は、昭和63年度文部省科学研究費（一般研究C）の一部を受けて行ったものである。

参考文献

- 1) Kawakami, M. et al, "Cracking Strength and Deformation of Partially Prestressed Concrete Members with Arbitrary Cross Sections" コンクリート工学年次論文報告集 Vol.10-3,1988,pp.739-744
- 2) プレストレスト鉄筋コンクリート(Ⅲ種PC)構造設計・施工設計・同解説；日本建築学会