

V-38 PRC桁の曲げ応力性状に及ぼすPC鋼/鉄筋比の影響

北海道大学 正員 横道英雄

〃 〃 〇角田与史雄

〃 〃 学生員 北村邦雄

1. 序言

プレストレスト鉄筋コンクリート (PRC) は、常時作用荷重下におけるひびわれ幅の大きさとある許容限度内に低減するために鉄筋コンクリート (RC) にプレストレスを導入するものであり、RCの曲げ性状に基づいて、その設計方法が理論的に確立されている¹⁾。一方、PRCは破壊時における曲げ引張力を普通鉄筋とPC鋼の両者によって受持つので、広義にはパーシャルプレストレストコンクリートに属するが、実際にはPC鋼の所要断面積はプレストレストコンクリート (PC) の場合に較べて非常に小さく、従ってむしろRCの一種であるということもできる。

本文は、多数の断面例についてRC、PRCおよびPCとしての応力性状を計算によって調べ、PRCの曲げ応力特性をより明確にしようとするものである。

2. 計算方法および範囲

計算はスパン20~200mの範囲の6種類のコンクリート橋を対象に、圧縮部有効幅および破壊曲げモーメント M_B の値を適当に仮定して、PC鋼/普通鉄筋の断面積比(実際の計算では破壊時にPC鋼の受持つ引張力の割合 $T_p/T = A_p \sigma_{py} / (A_p \sigma_{py} + A_s \sigma_{sy})$)を変化させて、それぞれについて断面設計を行なった。その際PC鋼と鉄筋の重心位置は等しくとり、桁高はすべて平衡鉄筋^比以下になるように定めた。

各々の断面について $M = 0 \sim M_B$ の全域にわたり各荷重段階における応力状態の計算を行なった。その際ひびわれ発生前の状態に対しては慣用のState I、ひびわれ発生後に対してはState IIの弾性理論($n = 7$)を用い、ひびわれ発生モーメント M_{cr} および M_B の計算は文献2)によった。ただし M_B の計算においては簡単のために鉄筋もPC鋼もともにそれぞれの降伏強度、 σ_{sy} および σ_{py} 、を最大応力度とする完全弾塑性体と仮定した。

3. 計算結果および考察

図-1は T_p/T の各値に対する $\sigma_s/\sigma_{sy} - M/M_B$ 関係を示した一例である。 σ_{sy} 、 σ_{py} 等の異なる値を用いた場合にも、 M_{cr} の値を除き、これとはほぼ同じ関係が得られた。図中、 $T_p/T = 0$ はRCであり、 $T_p/T = 1$ はフルプレストレスングのPC(この場合 σ_s は仮想値となる)に相当する。いま、設計曲げモーメント $M_{D+L} = 0.6 M_B$ であると仮定すれば、 $T_p/T > 約0.65$ の場合には設計荷重下においてひびわれが生じず、従ってPCの範疇に属する。ただしコンクリートの収縮およびクリープの影響を考慮するときには M_{cr} の値が減少するので、上の限界値はいく分大きくなる。

$M_{D+L} > M_{cr}$ の場合にはいずれひびわれが生ずるので、応力値は常にState IIの値をとっている。図-1より、同じ破壊モーメントを有する場合に、RCにプレストレスを附加することにより、使用荷重下の鉄筋応力度が減少し、それゆえそれだけひびわれ幅が小さくなる様子が見られる。図-2は

これをさらに明確にするために、上の例について各荷重段階の $\sigma_s - T_p/T$ 関係を表わしたものである。一般にひびわれ幅の制限は常時作用荷重 $D + \alpha L$, $0 \leq \alpha \leq 1$, に対して行われるが、いま死荷重を例にとりて、例えば " $M_D = 0.75 M_{D+L} = 0.45 M_B$ の場合を考えれば、そのときのひびわれ幅より定まる σ_s の限界が 2000 kg/cm^2 であるときには図の例ではプレストレスの必要はなく、また、 σ_s の限界が 1500 kg/cm^2 であれば $T_p/T \approx 0.2$ の PRC にする必要があることがわかる。

このように T_p/T の値はひびわれ幅の制限条件によって異なるが、さらに使用する鉄筋の品質によっても大きな影響を受けることはもちろである。行なった多数の計算例によれば、必要な T_p/T の値は、長大スパンの場合であっても一般に $0.2 \sim 0.3$ 程度であることが示された。

図-3は M_D/M_{D+L} の種々の値の場合に対して鉄筋応力度と修正 Goodman 座標を表わした図の例である。鎖線は RC 桁の疲労実験³⁾に基づいて想定した設計限界線の例を示し、この線を上回る範囲、例えばこの図で RC ($T_p/T = 0$) に対して $D/(D+L) < 1/4$ の範囲、では M_B よりも鉄筋の疲労限界が支配的であることを示す。この図より T_p/T の大きい程、点 ($\sigma_{s,D}$, $\sigma_{s,D+L}$) は下降しており、 PRC は RC に対して鉄筋疲労に対する安全性が高く、従って上述のひびわれ性状と相まって PRC とは RC よりも高強度の鉄筋を有利に使用できることが明らかである。

PC 鋼の応力度については、 PRC でも一般に設計荷重下に対して PC と同様な制限が設けられるので、 $D/(D+L)$ の極端に小さい場合を除き PC の場合とほぼ同じ安全度をもつと考えることができる。

文献

- 1) 横道英雄, 角田与史雄; PRC 桁の設計について, 土木学会第23回年次学術講演会概要, 昭43.10
- 2) 藤田嘉夫; 単純曲げを受ける鉄筋コンクリート桁およびプレストレスコンクリート桁の極限強度設計法に関する研究, 土木学会論文集, 1966.9
- 3) 横道英雄, 藤田嘉夫; 西崎忠信; 異形鉄筋を用いた RC 桁の曲げ疲労試験, 土木学会コンクリートライブラリー第14号, 1965.12

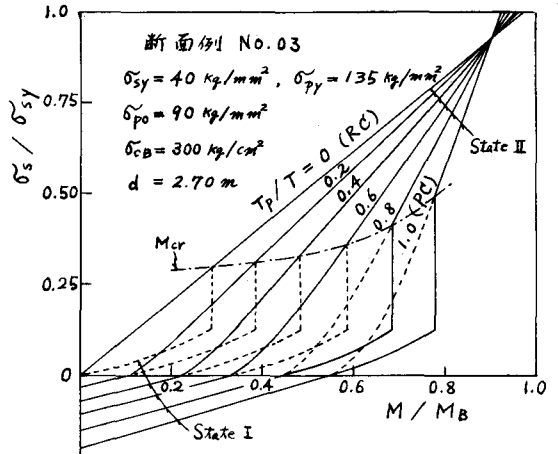


図-1

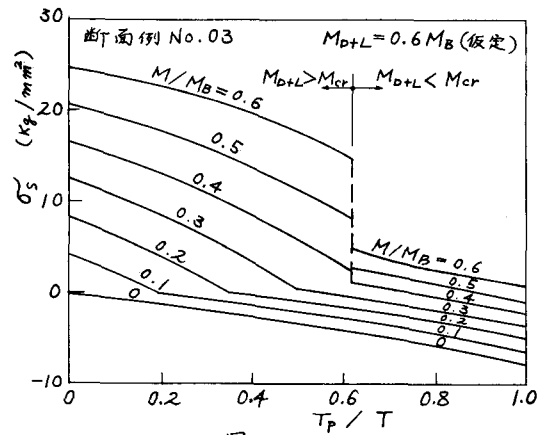


図-2

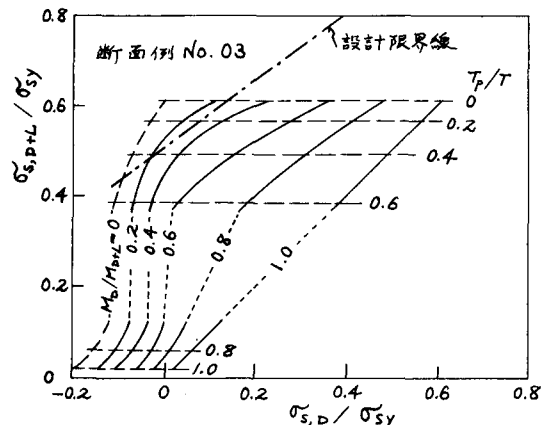


図-3