

V-364

引張軸力を受けるPC部材の挙動についての考察

阪神高速道路公団 正会員○斉田浩一 (株)オリエンタルコンサルタンツ 正会員 奥田敏康
 阪神高速道路公団 正会員 幸左賢二 大阪工業大学 正会員 小林和夫

1. はじめに

PC部材を高軸方向引張力（高引張軸力）を受ける構造物に使用する例として、PC斜版橋やPCトラス橋などが挙げられる。しかしながら、このような荷重作用を受けるPC部材の終局耐力および変形に関する研究報告は少なく、上記のような構造物に関する耐荷力解析を行う上で問題となることが予想される。筆者らは、PC斜版橋の斜版主塔結合部をモデル化した単柱供試体を水平載荷フレーム内に設置し、軸力および水平力を載荷する実験を行った（図-1）¹⁾。

本稿は、高引張軸力を受けるPC部材の、とくにその軸力-軸ひずみ関係に関する実験的ならびに解析的検討について報告するものである。

2. 解析概要

図-2に供試体の断面形状、補強鋼材の配置、およびプレストレスの分布を、また表-1に使用材料の強度試験結果を示す。さらに使用材料の応力-ひずみ関係を図-3のように仮定した。

コンクリートの応力-ひずみ関係のうち、引張部分については、図-4に示す2ケースについて検討した。すなわち、ケース1はその形状をbi-linear型に仮定したものであり、またケース2はCollinsの方法²⁾によるものである。なお、本供試体の場合、全断面が鋼材の周囲の、いわゆる有効埋込面積部分となることより、上図のように表している。

プレストレスおよび荷重によって各断面に作用する断面力(N, M)に対して、平面保持の仮定を用い次式を満足するような上・下縁ひずみ $\varepsilon_t, \varepsilon_b$ を求める。

$$b \int \sigma_c dy + \sum \sigma_{p,i} \cdot A_{p,i} + \sum \sigma_{s,i} \cdot A_{s,i} = N$$

$$b \int \sigma_c \cdot y dy + \sum \sigma_{p,i} \cdot A_{p,i} \cdot y_{p,i} + \sum \sigma_{s,i} \cdot A_{s,i} \cdot y_{s,i} = M$$

したがって、荷重による軸方向平均ひずみ ε は、以下のように表される。

$$\varepsilon = (\varepsilon_{ob} + \varepsilon_{ot})/2$$

ここに、 $\varepsilon_{ob} = \varepsilon_b - \varepsilon_{pb}$ ：荷重による下縁ひずみ

$\varepsilon_{ot} = \varepsilon_t - \varepsilon_{pt}$ ：荷重による上縁ひずみ

$\varepsilon_{pb}, \varepsilon_{pt}$ ：プレストレスによる下縁および上縁ひずみ

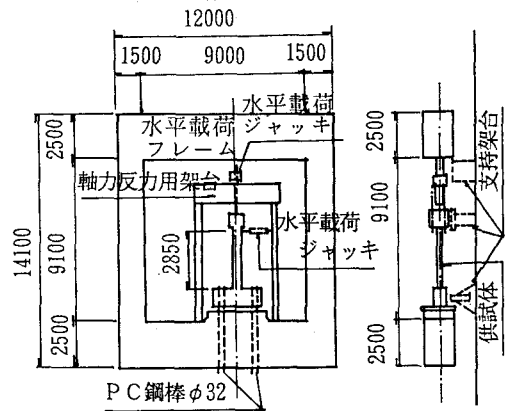
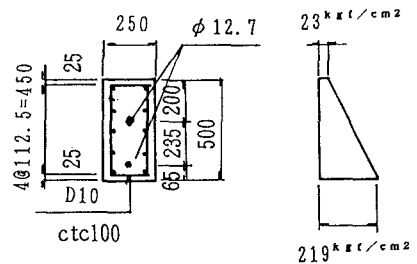


図-1 載荷装置の概要



(a)補強鋼材配置 (b)プレストレス分布

図-2 供試体の概要

表-1 材料試験結果

コンクリート ($f'_{ck}=400\text{kgf/cm}^2$)			
圧縮強度 kgf/cm ²	引張強度 kgf/cm ²	曲げ強度 kgf/cm ²	弾性係数 kgf/cm ²
514	37	62	3.7×10^6
PC鋼材 (SWPR7B)			
引張強度 kgf/mm ²	降伏強度 kgf/mm ²	弾性係数 kgf/mm ²	伸び %
200	171.20	1.94×10^4	6.7

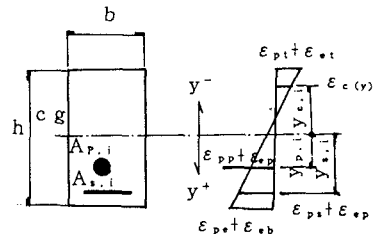


図-5 記号説明図

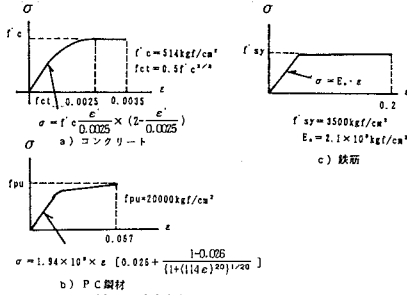


図-3 使用材料の応力ひずみ関係

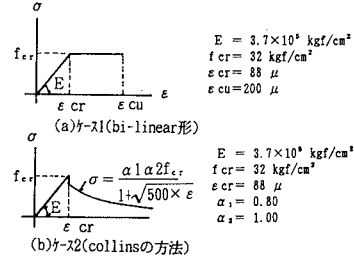


図-4 コンクリートの引張部分の
応力-ひずみ関係

3. 実験値との比較

鋼材抜け出しの影響の大きい基部近傍を除いた、基部から0.05～2.00 mの範囲について軸剛性と軸ひずみの関係を整理すると、図-6 のようになる。ここで、軸剛性比とは各分割した断面の荷重による平均軸ひずみを部材長(L=1.95 m)に亘って積分して求めた変位量を、コンクリートが全断面有効とした場合の変位量で除したものを表す。

実験結果は、ひびわれ発生荷重である120 tfまではほぼ初期剛性と一致し、その後ひびわれによる剛性低下が急激に生じ、終局時に近い200 tf付近では、初期剛性のほぼ19 %まで低下することを示している。解析値について見ると、引張剛性を考慮した解析値(図-4のケース2を用いた場合)では同じく15 %と比較的よく一致した結果を示したが、コンクリートの引張剛性を考慮しない場合(図-4のケース1を用いた場合)、軸剛性を過小に評価している。したがって、引張剛性を考慮することによって、また部材長を長くすること(図-6では部材長としてほぼ部材長の4倍となっている)によって、ひびわれ後の軸剛性をかなりよく評価しうると考えられる。

供試体のひびわれ間隔は、曲げモーメントの影響を受けて基部ほど密であった。このことから軸ひずみをどの程度の部材長に対して評価するかが問題となる。図-7は、上記部材長(L=1.95 m)に対して引張剛性を考慮した解析での軸ひずみを基準とし、部材長を変化させたときの軸ひずみの変化を示したものである。同図より、図-6の結果と併わせて考えると部材長として部材高の3倍程度以上を考えれば、充分であると思われる。

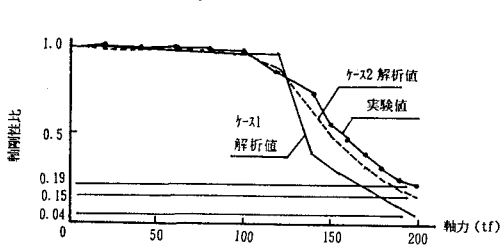


図-6 軸剛性比と軸力の関係

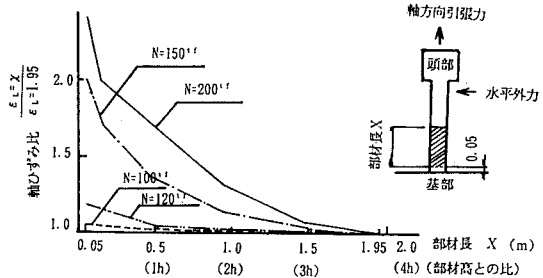


図-7 部材長と軸ひずみの関係

4. まとめ

- ① 高引張軸力を受けるP C部材の終局時の軸剛性は、初期剛性に比べ著しく低下することが、またコンクリートの引張剛性もかなり大きく寄与することが明らかとなった。
- ② 本実験においては、Collinsの方法によって引張剛性を考慮した解析値と実験値とは比較的よい一致を示した。
- ③ 軸剛性を評価するとき、基部付近では曲げモーメントの影響によりひずみが大きくなる。また部材長としては、少なくとも部材高の3倍以上の部材長を用いて軸ひずみを求める必要がある。

最後に、鋼材の抜け出しが軸剛性に与える影響については、今後検討する必要があると考えている。

参考文献

- 1) 郡、「P C斜版付箱桁橋の耐荷力解析」, コンクリート工学年次論文報告集Vol. 15, 1993, (投稿中)
- 2) Michael P. Collins 「Prestressed Concrete Structures」, PRENTICE HALL, pp. 153～157, 1991