

## PC はりの高性能化に関する研究

岐阜大学 学生員 ○酒井 康宏 正会員 岩瀬 裕之  
正会員 六郷 忠哲 正会員 小柳 治

1. まえがき PC はり部材に、高強度コンクリートや鋼繊維補強高強度コンクリートなどの圧縮強度、ならびに曲げ強度の高いコンクリートを使用することにより、高強度でびび割れ抵抗性に優れた高性能な部材の設計が可能となる。本研究は、コンクリートの種類、圧縮鉄筋量、プレストレス導入量の各要因が、PC はりのびび割れ抵抗性能、耐力、変形性能に及ぼす影響について検討したものである。

2. 実験概要 使用したコンクリートは普通コンクリート(N)、高強度コンクリート(H)、鋼繊維補強高強度コンクリート(F)の3種類である。PC はり載荷試験時(材令約1年)のコンクリートの強度試験の結果を表-1に示す。Fシリーズに使用した鋼繊維の形状は $\phi 1.0 \times 40\text{mm}$ で混入率は4%である。PC 鋼棒は直径13mm( $\sigma_{sy} = 142 \text{ kgf/mm}^2$ )と19mm( $\sigma_{sy} = 121 \text{ kgf/mm}^2$ )の2種類で、圧縮鉄筋には異形丸鋼D10mm( $\sigma_{sy} = 37.1 \text{ kgf/mm}^2$ )とD16mm( $\sigma_{sy} = 41.8 \text{ kgf/mm}^2$ )の2種類を用いた。これらの組み合わせにより表-2に示すような9種類(各2体で合計18体)のはり供試体を作製した。プレストレス導入後セメントペースト( $w/c = 45\%$ )でグラウトした。なおプレストレスを9ton導入した場合にははり下縁圧縮応力は $100 \text{ kgf/cm}^2$ 、上縁応力は $0 \text{ kgf/cm}^2$ となる。

表-1 コンクリート強度試験結果

| コンクリート       | 圧縮 ( $\text{kgf/cm}^2$ ) | 曲げ ( $\text{kgf/cm}^2$ ) | 割裂 ( $\text{kgf/cm}^2$ ) |
|--------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 普通 (N)       | 431                      | 51                       | 33                       |
| 高強度 (H)      | 1010                     | 106                      | 59                       |
| 鋼繊維補強高強度 (F) | 1230                     | 171                      | 73                       |

供試体の断面形状および寸法を図-1に示す。載荷スパンは125cmで、中央のモーメントスパンを25cm、両側のせん断スパンを50cmとした。せん断破壊を防止するため長方形スターラップ( $\phi 6\text{mm}$ )を配筋した。載荷は対称2点曲げ漸増繰返し載荷で行ない、全体の荷重と載荷位置での変位の関係とX-Yレコーダにより記録した。

表-2 供試体諸元

| はり  | コンクリート       | 鋼棒の断面積<br>$A_p (\text{cm}^2)$ | プレストレス<br>導入量(ton) | 圧縮鉄筋量<br>$A_s (\text{cm}^2)$ |
|-----|--------------|-------------------------------|--------------------|------------------------------|
| N-1 | 普通           | 2.84                          | 9                  | 0                            |
| N-2 |              |                               |                    | 1.43                         |
| N-3 |              |                               |                    | 3.97                         |
| N-4 |              | 1.33                          |                    | 0                            |
| H-1 | 高強度          | 2.84                          | 18                 | 0                            |
| H-2 |              | 1.33                          | 9                  |                              |
| F-1 | 鋼繊維補強<br>高強度 | 2.84                          | 18                 | 0                            |
| F-2 |              |                               |                    | 3.97                         |
| F-3 |              | 1.33                          | 9                  | 0                            |

3. 結果と考察 載荷試験で得られた各PC はりの荷重と変位の関係(2体の平均)をコンクリートの種類別に図2~4に示す。また目視によるびび割れ発生荷重 $P_{cr}$ 、最大耐力 $P_{max}$ 、最大耐力点でのPC 鋼棒の応力 $\sigma_p$ およびその降伏点応力との比 $\sigma_p/\sigma_{py}$ を表-3に示す。なお、PC 鋼棒の応力 $\sigma_p$ は圧縮合力の作用位置をはり上縁より2.5cmと仮定して最大耐力より計算した。普通コンクリートを使用したN-1は、PC 鋼棒の応力比 $\sigma_p/\sigma_{py}$ が0.57の時最大耐力点となりそれ以後著しく耐力が低下した。直径19mmのPC 鋼棒を使用すると、PC 鋼材比( $A_p/bd_p = 0.024$ )が、

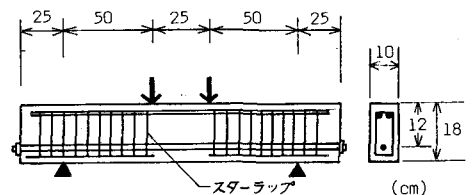


図-1 断面形状・寸法

過大となるためPC鋼棒が降伏せず圧縮縁コンクリートの圧壊が進展し耐力が低下したものと考えられる。圧縮側の靱性を高めるために圧縮鉄筋を配筋した場合、2D10( $p'=0.012$ )を用いたN-2では圧縮鉄筋による効果はあまりみられず、2D16( $p'=0.033$ )を用いたN-3では耐力、変形性能はある程度改善された。後者の場合の応力比 $\sigma_p/\sigma_{py}$ は0.75であった。また鋼材比を小さくしたN-4( $A_p/A_g=0.011$ )では耐力は低いが変形性能は向上し応力比 $\sigma_p/\sigma_{py}$ は0.88であった。Hシリーズのうち、PC鋼材比の大きいH-1は、図-3に示すように脆性的に破壊した。一方、PC鋼材量(厳密には $A_p/A_g$ )を減らしたH-2の場合、PC鋼棒は降伏し変形性能は改善された。Fシリーズは3種類ともPC鋼棒が降伏し高耐力で大きな変形性能を示した。鋼繊維補強によりコンクリート自体が大きな圧縮耐荷力と圧縮靱性を示すため、圧縮鉄筋を用いなくてもはりの靱性は十分改善された。鋼繊維補強高強度コンクリートを用いれば、PC鋼材量を相対的に増やすことができるため、はりの断面寸法が同じ場合には曲げ耐力が著しく向上する。さらにコンクリートの圧縮靱性の増大により結果的にははりの曲げ靱性も大きく向上する。

ひび割れ発生荷重についてはFシリーズが他のシリーズに比べ大きくなった。19mmのPC鋼棒を用いたはりF-1、F-2のひび割れ発生荷重は約6tとなり、Nシリーズの約2倍となった。鋼繊維補強高強度コンクリートを用いればコンクリートのひび割れ発生強度が高まるだけでなく、大きなプレストレスを導入できるため、PCはりの耐ひび割れ性能は大きく改善される。

#### 4. まとめ

PCはりに鋼繊維補強高強度コンクリートを用いることにより、PC鋼材量やプレストレス導入量を増やすことが可能となるため、はりの耐力、靱性、耐ひび割れ性能を改善することができる。

表-3 PCはり載荷試験結果

|     | Per(ton) | Pmax(ton) | $\sigma_p(\text{kgf/mm}^2)$ | $\sigma_p/\sigma_{py}$ |
|-----|----------|-----------|-----------------------------|------------------------|
| N-1 | 3.5      | 7.4       | 69                          | 0.57                   |
| N-2 | 3.5      | 7.9       | 73                          | 0.60                   |
| N-3 | 3.5      | 9.8       | 91                          | 0.75                   |
| N-4 | 3.8      | 6.3       | 124                         | 0.88                   |
| H-1 | 5.3      | 12.2      | 113                         | 0.93                   |
| H-2 | 4.0      | 7.8       | 155                         | 1.09                   |
| F-1 | 5.8      | 14.0      | 130                         | 1.07                   |
| F-2 | 6.8      | 14.1      | 131                         | 1.08                   |
| F-3 | 4.8      | 9.9       | 196                         | 1.38                   |

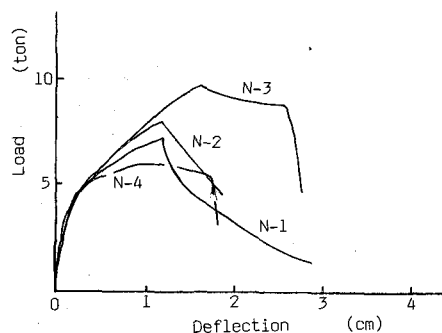


図-2 荷重-変位関係(普通)

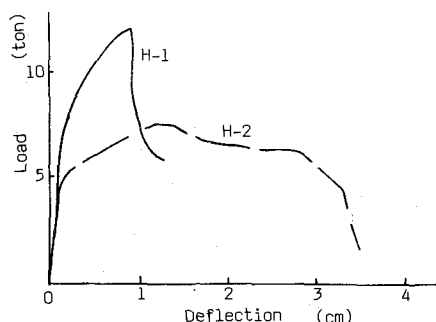


図-3 荷重-変位関係(高強度)

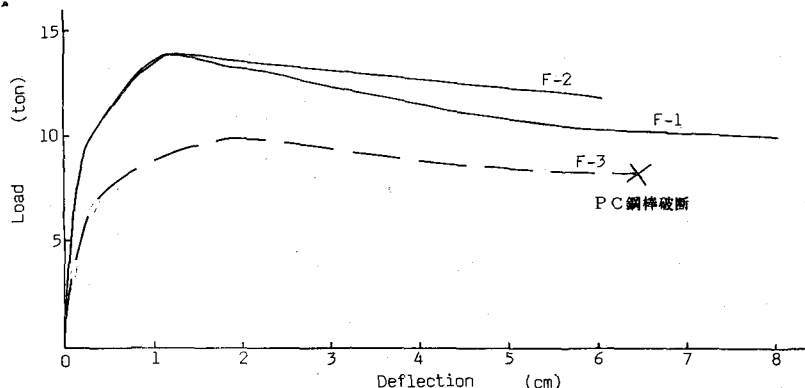


図-4 荷重-変位関係(鋼繊維補強高強度)