

# 円形スパイラル筋で補強したPCはりの 高速載荷実験に対する準静的弾塑性解析

防衛大学校 学生員 園林 栄喜  
会 員 鈴木 真次  
会 員 石川 信隆  
日本サミコン(株) 会 員 小林 一隆

## 1. 緒言

本研究は、円形スパイラル筋で補強したPCはりの静的および高速載荷実験に対する弾塑性挙動<sup>1)</sup>をシミュレートするため、断面分割法とモールの定理を用いた準静的弾塑性解析法を開発したものである。

## 2. 解析手法

まず本解析で用いたPCはりの断面を図-1に示す。次に、本解析では以下の仮定を設けた。①PCはり断面のひずみ分布は、平面保持の仮定が成り立つものとする。②破壊は、PCはり部材断面の上縁コンクリートのひずみまたはPC鋼線、鉄筋のひずみが破断ひずみに達したとき(局部破壊)およびPCはり断面内の力のつり合いがとれなくなったとき(全体破壊)とする。

以上の仮定を用いて、従来の断面分割法を用いて逐次曲率を増加させながら、曲げモーメント～曲率関係を求めるが、ここでは、以下の3つの点を新しく考慮した。

- ①高速変形時におけるコンクリート、鉄筋およびPC鋼線のひずみ速度効果を考慮する<sup>2), 3)</sup> (図-2, 3, 4参照)。
- ②コンクリート材料の円形スパイラル筋およびスターラップによる横拘束を考慮する<sup>4), 5)</sup> (図-5参照)。
- ③PCはり部材のひび割れにともなうPC鋼線とコンクリートとのすべりを考慮する。すなわち、PCはり部材の静的載荷<sup>1)</sup>では、はりの引張側にひび割れが生じPC鋼線が降伏したのに対し、高速載荷を受ける際はPC鋼線が破断する結果となった。この原因として、静的載荷実験ではPC鋼線がすべる状態となるが、高速載荷実験ではPC鋼線とコンクリートとの付着がひずみ速度効果により強度が増し、すべらなくなって破断すると考え、以下のようなモデル化を行った。まず図-6のように、通常のプレテンション方式の部材は(A)完全ボンド状態であり、ポストテンション方式の部材でグラウト等を注入しない場合が(B)アンボンド状態である。ここでは、PC鋼線がすべっている状態(B)を(A)と(C)の中間の状態と考え、

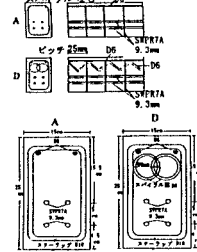


図-1 解析に用いた断面

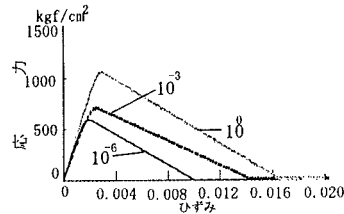


図-2 ひずみ速度を考慮したコンクリートの応力-ひずみ曲線

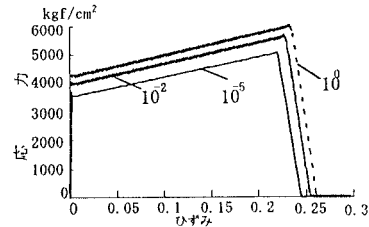


図-3 ひずみ速度効果を考慮した鉄筋の応力-ひずみ曲線

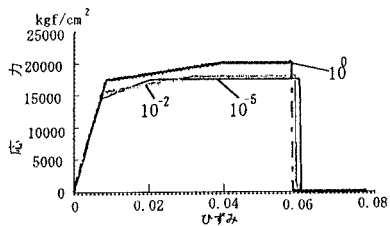


図-4 ひずみ速度を考慮したPC鋼線の応力-ひずみ関係

(A) のボンド状態でのひずみを  $\varepsilon_1$ ，(C) のアンボンド状態でのひずみを  $\varepsilon_2$  とすると (B) のすべっている状態のひずみ  $\varepsilon_x$  は付着係数  $\alpha$  を用いて図-6 (B) のようになるものとする。つまり弾性限界までは  $\alpha = 1$  で P C 鋼線とコンクリートは密着しており同じ挙動をし、弾塑性～塑性域にかけては  $0 \leq \alpha \leq 1$  としてすべりが生ずるものとする。以上のことを考慮して曲げモーメント-曲率関係を求め、これを用いて荷重-変位関係をモールの定理を用いて求めた。

### 3. 計算結果と考察

静的な場合  $\alpha = 0.2$ ，高速載荷の場合  $\alpha = 1.0$  として計算すると，静的な荷重-変位関係が図-7，高速載荷時の荷重-変位関係が図-8 のようになり，いずれも実験結果を比較的良くシミュレートできた。特に図-8 ではスパイラル筋のある，なしに拘わらず，P C 鋼線が破断し，変形性能も静的載荷の場合に比較して小さくなる結果となった。以上より，本法は，静的および高速載荷時の円形スパイラル筋を含んだ P C はりの弾塑性挙動を比較的良くシミュレートできることがわかった。

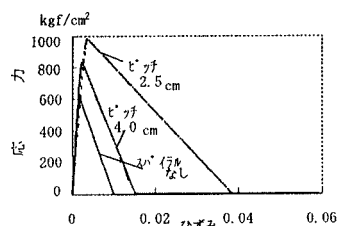


図-5 スパイラル筋の横拘束効果を考慮したコンクリートの応力-ひずみ曲線

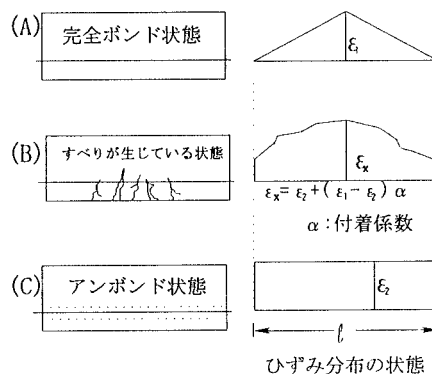


図-6 すべりを考慮した付着係数の考え方

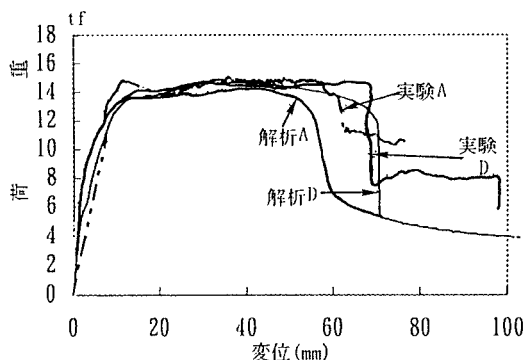


図-7 静的載荷時の荷重-変位関係  
参考文献

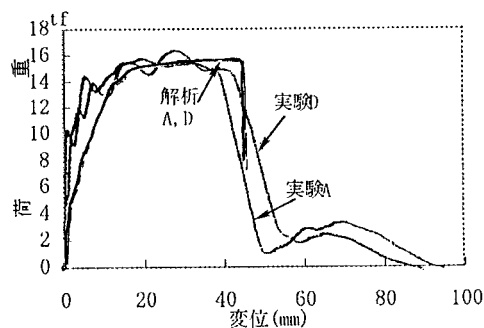


図-8 高速載荷時の荷重-変位関係

#### 参考文献

- 1) 小野満，園林栄喜，石川信隆他：円形スパイラル筋を含んだ P C はりの高速載荷実験，土木学会第22回関東支部技術研究発表会講演概要集，PP. 68-69，1995. 3
- 2) 高橋芳彦，大野友則，太田俊昭他：衝撃荷重を受ける鉄筋コンクリートはりの弾塑性挙動に及ぼす材料のひずみ速度効果，構造工学論文集，VOL. 37A，PP. 1567-1580，1991. 3
- 3) 園田佳臣，小林直之，石川信隆他：ひずみ速度効果を考慮した P C はり部材の動的曲げ耐力と変形性能，構造工学論文集，VOL. 38A，PP. 1455-1465，1992. 3
- 4) 鈴木計夫，中塚佑他：円形補強筋を用いたコンファインドコンクリートも補強及び変形特性，材料，第34巻，第376号，PP33-39，1985. 1
- 5) 鈴木計夫，中塚佑他：プレストレスト鉄筋コンクリートはり部材の終局限界とその特性，コンクリート構造物の靱性とその評価法に関するコロキウム論文集，PP. II-193-204，1988. 3