

V-223 中空円筒はり部材の曲げ破壊性状に関する検討

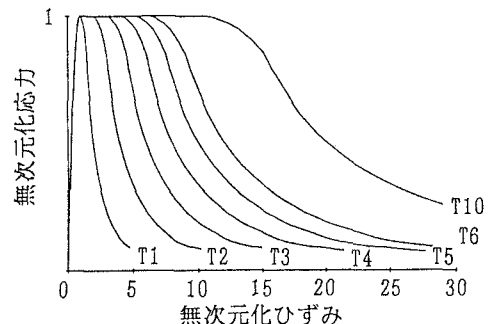
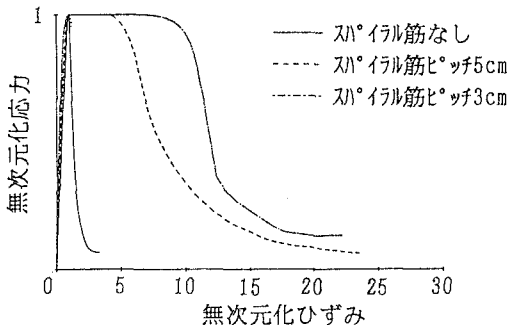
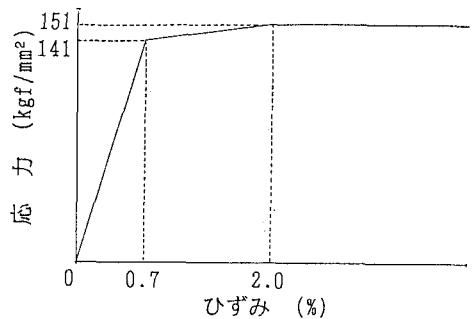
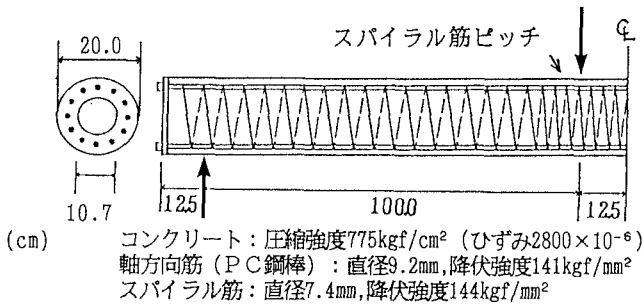
岐阜大学 正 小柳 治 正 六郷恵哲
 (株)熊谷組 正 ○小山秀紀
 ビー・エス・コンクリート(株) 正 清水哲弘

1. まえがき

P C鋼材を使用したP CパイルやP Cボールの靱性(高荷重レベルにおける変形性能)を改善するには、スパイラル筋による横拘束効果を高めることが一般に有効である。スパイラル筋により横拘束を行ったはり部材の主な破壊モードとしては圧縮側鋼材の座屈やスパイラル筋の破断、引張側鋼材の破断などがある。本研究では高強度スパイラル筋により横拘束した中空円筒はり部材の曲げ破壊モードについて解析的に検討し、実験結果[1]との比較を行った。

2. 計算方法

ここでは、中空円筒断面をいくつかの層要素に分割し、それぞれの要素に働く力とモーメントの釣合から断面の圧縮ひずみを増加させた場合のモーメントを求め、このモーメント-曲率関係をはり全体に拡張して荷重-変位曲線を算定するいわゆる切断法を用いた。計算に用いる供試体の寸法と材料特性を図-1に示す。図-1に示す断面形状と同一の条件の短柱(高さ40cm)の圧縮試験を行って計測した横拘束コンクリートの応力-ひずみ曲線とP C鋼棒の座屈ひずみ(スパイラル筋のピッチが8cmの場合は 29000×10^{-6} 、ピッチが5cmの場合は 38000×10^{-6})を計算に適用し、圧縮側鋼材(P C鋼棒)が座屈ひずみに達する点を座屈点とし、引張側鋼材(P C鋼棒)が破断ひずみ(ここでは鋼材メーカーの試験値より9%とする)に達する点を破断点とした。計算に用いるコンクリートと鋼材の応力-ひずみ曲線を図-2、3に示す。



3. 結果と考察

図-3に示すスパイラル筋のピッチが5cmの場合のコンクリートの応力-ひずみ曲線をT4とし、その下降域を1/4としたT1を基準にし、コンクリートの圧縮靱性を1~10倍としたコンクリートの応力-ひずみ曲線(T1~T10)を図-4に示す。図-4の応力-ひずみ曲線を図-1に示す寸法の小型はりの曲げ解析に適用し、

得られた小型はりの荷重一変位曲線の荷重軸を拡大したグラフを図-5に示す。図中に示す曲線番号LDT1～LDT10は、それぞれコンクリートの応力ひずみ曲線番号T1～T10に対応している。図-5中の座屈点が現れる時の変位（以下座屈点変位とする）、破断点が現れる時の変位（以下破断点変位とする）とコンクリートの圧縮

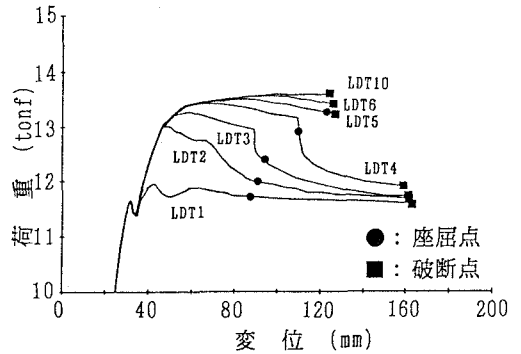


図-5 コンクリートの圧縮靱性を1～10とした場合の小型はりの荷重一変位曲線

靱性の増加との関係を図-6に示す。コンクリートの圧縮靱性を高めることにより座屈点変位（●）と破断点変位（■）の先行順位が入れ変わる点が存在する。すなわち、コンクリートの圧縮靱性を高めたはりでは、圧縮靱性の低いはりとは比べて終局段階において断面の中立軸位置は上昇しており、引張側鋼材のひずみが大きくなり圧縮側鋼材のひずみは小さくなる。このため引張側鋼材の破断は早まり圧縮側鋼材の座屈が遅れる。そこで強度が一定の鋼材を使用した場合、コンクリートの圧縮靱性がある値までは圧縮側鋼材の座屈が引張側鋼材の破断に先行するが、それ以後は引張側鋼材の破断が圧縮側鋼材の座屈に先行する現象が生じる。

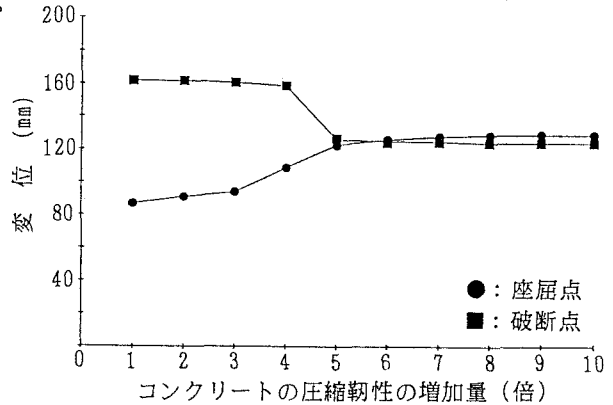


図-6 コンクリートの圧縮靱性と座屈点変位、破断点変位の関係

スパイラル筋で横拘束しそのピッチを変化させた場合やコンクリートを鋼繊維補強コンクリートとしコンクリートの圧縮靱性を高めた場合に小型はりの破壊モードが変化する現象も同様に説明できる。例としてスパイラル筋のピッチを変化させた場合の実験と計算で求めた荷重一変位曲線を図-7に示す。このように、コンクリートの圧縮靱性を高めることにより、破壊モードが圧縮側鋼材の座屈から引張側鋼材の破断へと変わる点が存在することになる。コンクリート部材としてのコンクリートの圧縮靱性の利用においては、鋼材の引張強度、破断ひずみ、座屈ひずみを考慮してコンクリートの圧縮靱性の適切な値を定め、それにみあう靱性の改善を行うことが重要である。

4. まとめ

実測の横拘束コンクリートの応力ひずみ曲線と鋼材の座屈ひずみ及び破断ひずみとをシミュレーションに取り入れた結果、物理的な現象である曲げ破壊モード（圧縮側鋼材の座屈または引張側鋼材の破断）は実験と計算においてほぼ一致した。すなわち計算によっても破壊モードの検討が可能でありこれをもとにして、コンクリート部材としてのコンクリートの圧縮靱性の適切な利用について検討を行う方法を明らかにした。

【参考文献】

[1] 小柳 治, 六郷恵哲, 小山秀紀, 縄田初夫: 中空円筒はり部材の曲げ破壊性状, 第11回コンクリート工学年次論文報告集, 10, 1989 (投稿中)

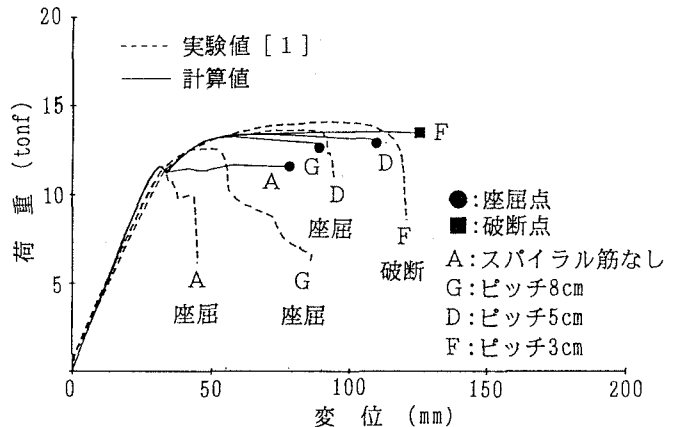


図-7 荷重一変位曲線（スパイラル筋のピッチを変化させた場合）