

図-4 帯鉄筋のひずみ分布

3. 柱筋の座屈解析

柱筋の座屈挙動におけるかぶりコンクリート及び帯筋による拘束の影響を検討するため、圧縮領域の柱筋周辺を柱筋(梁要素)-帯筋(パネ要素)-コンクリート(分散及び離散ひびわれ要素)系にモデル化して材料及び幾何学的非線形を考慮した2次元FEM解析を実施した。柱筋の応力ひずみ関係は鉄筋の引張試験及び図-3を参考に2種類(モニタ、軟化曲線)とし、帯筋のパネ定数(K)は帯筋を両端固定梁と仮定し中央一点集中載荷した場合のパネ定数(K_1)を基本にその1/2とした。また、コンクリートの引張強度は2軸応力状態及び交番繰返し等の劣化の影響を考慮して圧縮強度から推定される値の1/1~1/10とした。解析結果及び実験値(基部から90mmの高さにおける柱筋応力度(内外平均))を図-5に示す。非線形座屈の最大応力度は

柱筋の降伏応力度で正規化し、横軸には正規化係数として弾性基礎に支持された部材の弾性座屈²⁾の式を参考に $D_t \sqrt{p_t \cdot K / K_1} / b$ (ここで、 D_t :帯筋の直径、 p_t :帯筋比、 b :帯筋の幅)で正規化した。図-5から、かぶりコンクリートがある場合(●■)と無い場合(○)では座屈応力度の値が二倍以上異なり、座屈時の柱筋応力度に及ばずかぶりコンクリートの影響が非常に大きいことが分かる。また、柱筋の応力ひずみ関係が座屈応力度に及ばず影響は大きく、軟化曲線(■)ではモニタ(●)の7割程度になった。コンクリートの引張強度については、圧縮強度から推定した値の1/2の場合が実験値の最大応力度と一致している。解析では、最大荷重の約1/2の荷重ですでに柱筋に沿った縦ひびわれが発生しているが、コンクリートの引張軟化特性を考慮しているため、ひびわれ発生後もかぶりコンクリートによる拘束の影響が大きく、最大荷重付近になって帯鉄筋のパネに負荷がかかりはじめた。これは部材実験における、縦ひびわれが発生した3φよりも4φの柱筋応力度が大きかったこと、また最大応力時の4φでも帯鉄筋は降伏なかったこと、などの現象を良く説明できる。

4. まとめ

以上の検討結果より、以下のことが明らかになった。

- ① かぶりコンクリート及び柱筋の応力ひずみ関係が非線形座屈の最大応力度に与える影響は非常に大きく、この影響を無視して座屈の現象を検討することはできない。
- ② コンクリートの引張強度を圧縮強度から推定した値の1/2にした場合が今回の実験結果と一致した。
- ③ 柱筋に沿った縦ひびわれに関係するコンクリートの引張強度については、圧縮・引張の2軸応力状態や交番繰返し載荷による劣化の影響を非常に大きく受けていると考えられるため、さらに検討の必要がある。

[参考文献] 1)新保ら;6自由度加力装置を用いたRC柱部材実験、JCI年講、1993(投稿中)

2)チモシェンコ著(仲ら訳);挫屈理論、コロナ社

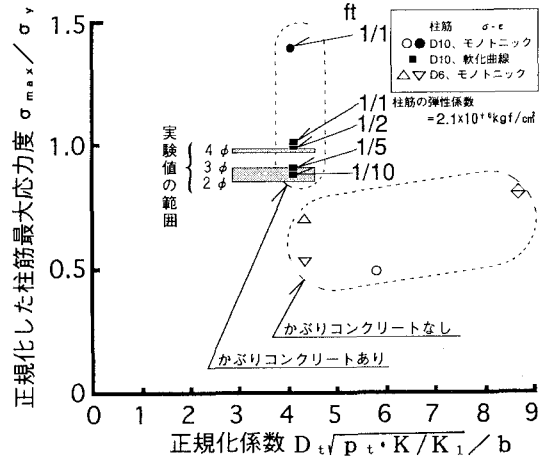


図-5 非線形座屈解析と実験値の対比