

$$(\delta y_{i+1} - \delta y_i) - (\Delta l / 2)(\delta \theta_{i+1} + \delta \theta_i) = 0 \quad (1)$$

$$(\delta \theta_{i+1} - \delta \theta_i) - (\Delta l / 2)(\delta \phi_{i+1} + \delta \phi_i) = 0 \quad (2)$$

また内部モーメントと外部モーメントの釣合いを増分形で書くと、次式で表される。

$$(\partial M_{i+1} / \partial \phi_i) \delta \phi_i - \delta P_h l_i = 0 \quad (3)$$

式(1),(2),(3)により剛性マトリクスを作成する。 y_i 、 θ_i 、 ϕ_i は各節点での変数である。内部モーメント M_i は各節点で曲率 ϕ_i を基に計算される。内部モーメントは非線形材料特性を基に計算されるので、内部と外部モーメントが釣り合うまで $M_i - P l_i$ を不平衡力として入力して繰り返し計算を行い、荷重 変位関係を求めることができる。

材料特性としてコンクリートの応力-ひずみ関係を図4に示す。圧縮側において応力降下域で鋼板および帯鉄筋による拘束の有無と、繰り返し载荷時においてエネルギー吸収能と塑性ひずみ ϵ_{cp} を考慮したモデルとした。次に鉄筋の応力-ひずみ関係を図5に示す。繰り返し载荷時においてパウシンガー効果による降伏点の移動を考慮したモデルとした。

4. 解析結果

No.1 の試験体の解析では、RC 巻立て補強による拘束効果を考慮して、巻立て内部のコンクリートは拘束有りとし、巻立て部は拘束無しとした。解析結果と実験結果の比較を図6に示す。次にNo.2 の解析では、鋼板による拘束効果を考慮して、全断面のコンクリートで拘束有りとした。また鋼板の拘束によるコンクリートの圧縮強度の増加を考慮して解析を行った。解析結果と実験結果の比較を図7に示す。いずれの解析結果においても最大荷重は実験結果とよく一致し、また履歴曲線もピーク時まではよく一致していたが、終局変位は一致しなかった。これは鉄筋の座屈による影響であると思われる。特に No.2 では実験時において鉄筋の損傷が大きかったためである。

5. まとめ

本解析で得られた知見をまとめると、最大荷重およびピーク時までの履歴曲線ともに、二つの試験体の解析値は実験値と良く一致した。しかし終局変位は一致しなかった。これは鉄筋の座屈による影響であると思われる。このように耐震補強された鉄筋コンクリート柱に対して、一次元非線形プログラムを用いることによりその履歴挙動を比較的精度よく解析できることが明らかとなった。

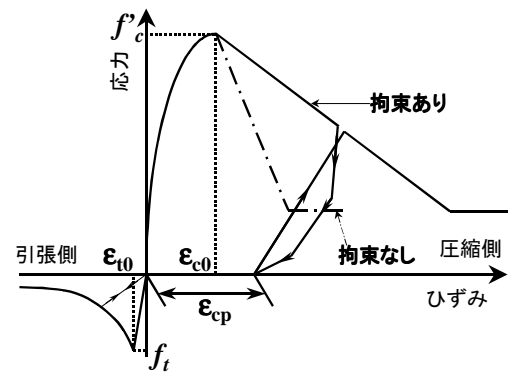


図4.コンクリートモデル

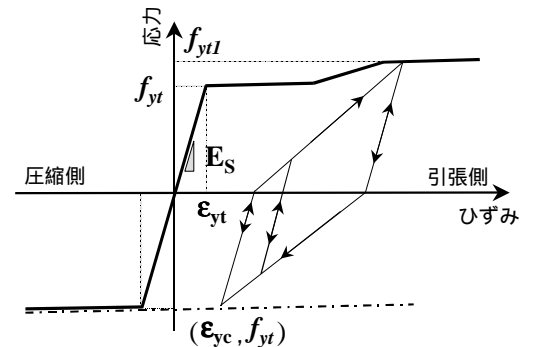


図5.鉄筋モデル

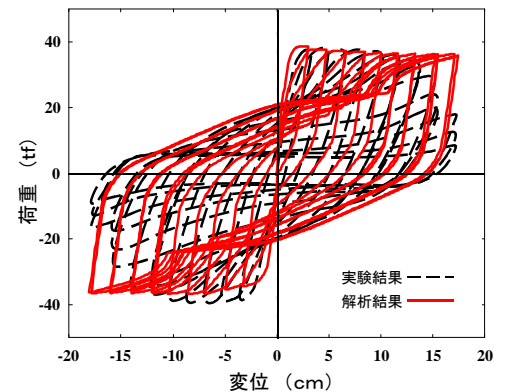


図6.実験結果と解析結果の比較(No.1)

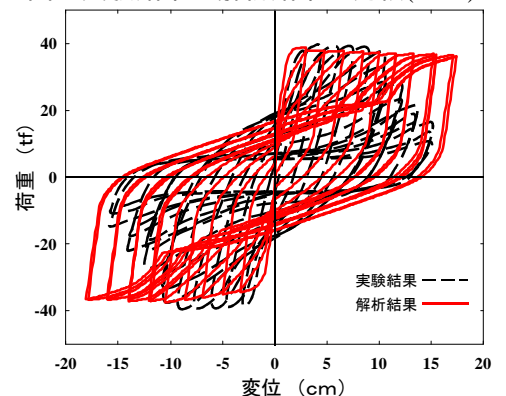


図7.実験結果と解析結果の比(No.2)

参考文献 [1]幸左賢二・大塚久哲・星隈順一・佐々木協一・新保弘：RC 橋脚の変形性能向上に関する実験的研究、土木学会論文集、No.578/V-37、43-56、1997.11

[2]S. Nasir, S. Gupta and H. Umehara: Simplified Approach to the Non-Linear Behavior of RC Members, 12th world Conference on Earthquake Engineering, 12WCEE, 30th Jan-4th Feb. 2000, Paper No. 1913, Auckland, New Zealand