

京都大学 学生 今井清裕
 京都大学 正員 家村浩和

京都大学 正員 山田善一
 運輸省 正員 下司弘之

1. まえがき PC斜張橋のタワー部のように高軸力を伴うRC柱では、軸力がじん性に及ぼす影響が大きく、また橋軸面外振動による転倒モーメントからの軸力変動が考えられ、これらの軸力による影響を無視して耐震設計を行うことは妥当ではない。本研究では、一定低軸力・一定高軸力・変動軸力作用下での、RC柱の静的曲げ載荷試験を実施した。

2. 実験装置と供試体 実験装置全体を Fig.1 に示した。支点間距離は、1800mm、載荷方式は間隔 600mmの2点載荷とし、両端支点及び載荷点では、水平移動及び回転移動を可能にし実験時の支持状態は、単純支持とした。実験供試体は Fig.2 に示すように 150mmX150mmの正方形断面で全長 2090mm とし、配筋は主鉄筋として D13、横拘束筋として Pitch 9cmの高強度スパイラル・フープ筋を用いた。軸力は断面中央部のPC鋼棒をアクチュエーターで引き抜く反力により載荷している。

3. 実験結果 以下に示す3つの実験ケース

- S 1 (N = 8.8 ton , $\sigma_{cu} = 600.0 \text{ kg/cm}^2$)
- S 2 (N = 26.5 ton , $\sigma_{cu} = 450.0 \text{ kg/cm}^2$)
- S 3 (N = 変動 , $\sigma_{cu} = 450.0 \text{ kg/cm}^2$)

(σ_{cu} : シリンダー試験によるコンクリート強度)

について実験を行った。載荷経路は Fig.3に示すようにし、軸力レベルは実際のタワーにかかるであろうと予想される程度の軸力を採用した。軸力 N = 8.8ton の時 $\sigma_c = 35.0 \text{ kg/cm}^2$ となり、N = 26.5ton の時 $\sigma_c = 105.0 \text{ kg/cm}^2$ となる。また S 3 は死荷重による軸力を $N_0 = 17.7 \text{ ton}$ とし変動量は水平せん断力 P に比例するものとした。実験から得られたモーメント-曲率関係を Fig.4 ~ 6 に示した。S 1 と S 2 を比べて、軸力が大きくなると降伏時の抵抗モーメントが大幅に増加するが、降伏後の変形能は急激に低下することがわかる。次に S 3 は、降伏耐力、最大耐力までは S 2 とほぼ同じレベルまで軸力が増加し、また外部コンクリート圧壊後は、抵抗モーメントの減少に応じて

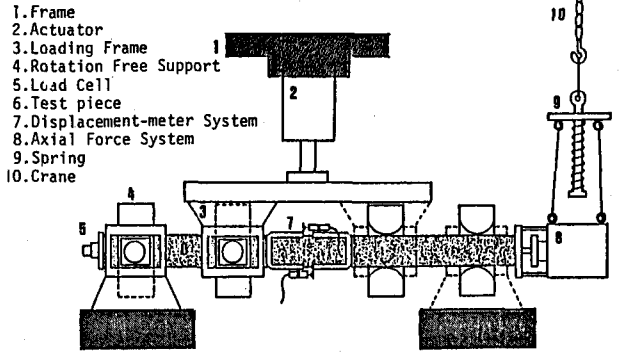


Fig.1 Loading System

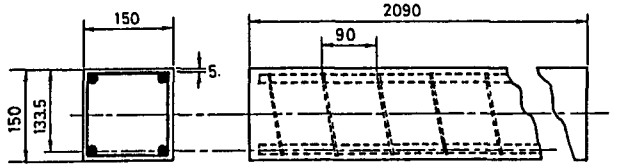


Fig.2 Specimen

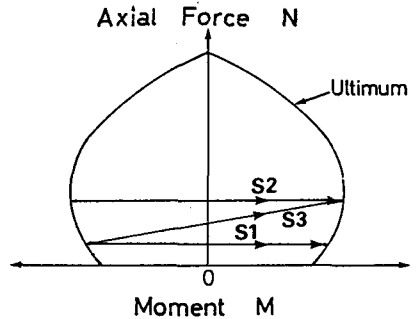


Fig.3 Axial Loading Pass

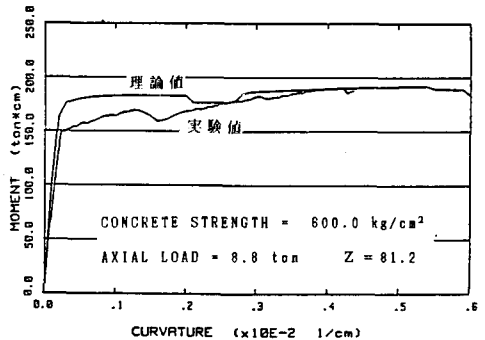


Fig.4 M- ϕ Relation (S1)

軸力が減少するため、S2よりもじん性に富んだ復元力特性となっている。

4. 理論解析との比較考察 拘束コンクリートと主鉄筋の応力-ひずみ関係を各々 Fig.7,8 のようにモデル化した。この2つのモデルを用いて、ParkとPaulayが提案した理論解析手法によって、各実験ケースについて求めた理論曲線を Fig.4 ~6 に実験結果に合わせて示した。これらの図から実験値と理論値を比較した。いずれのケースについても抵抗モーメントは理論値の方が大きい、終局じん性に関しては実験値の方が大きい抵抗モーメントについて理論値の方が大きな値をとっている理由として次の3点などが考えられる。

1. 供試体の主鉄筋間の距離が設計よりも小さくなっている可能性がある。
2. 供試体として打設したコンクリートの強度がシリンダー試験から得られる強度よりも低い可能性がある。
3. モデル化したコンクリート及び鉄筋の降伏ひずみが実際とは一致しない可能性がある。

一方、実験結果の方がじん性に富んでいる理由としては、拘束度を示すパラメーター、Zが拘束効果を過小に評価していることなどが考えられる。

次に理論解析を用いて
 1、最大耐力時 2、外部コンクリート圧壊時 3、主鉄筋降伏時 4、終局時
 についてのモーメント-軸力-曲率の Interaction

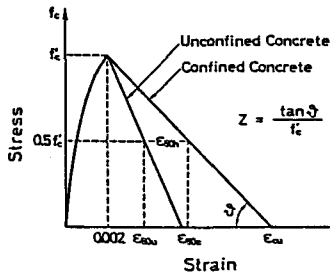


Fig.7 Modeled $\sigma - \epsilon$ for Concrete

Curve を求めた結果を Fig.9 に示した。ここで、終局とは拘束コンクリートの圧縮縁ひずみが圧縮限界ひずみ ϵ_{cu} ($Z=77.9$ の時 0.0148 $Z=81.2$ の時 0.0148) に達した時と定義した。この Interaction

Curveにおいて、最大抵抗モーメントを与える軸力より大きな軸力が載荷される時は横拘束によるじん性の改善はみられず、最大抵抗モーメントを与える軸力より小さな軸力レベルでじん性の改善が期待できることがわかる。

5. 結論 軸力と曲げをうけるRC柱は軸力の大きさによって鉄筋降伏時の抵抗モーメントが変動し、外部コンクリート圧壊後のじん性にも影響を与える。Interaction Curve上で最大抵抗モーメントを与える軸力より低い軸力下で横拘束によるじん性の改善がみられ、部材の変形能による地震エネルギーの吸収が期待できる。

参考文献 Park, R. and T. Paulay: Reinforced Concrete Structures, Wiley-Interscience, August 1974.

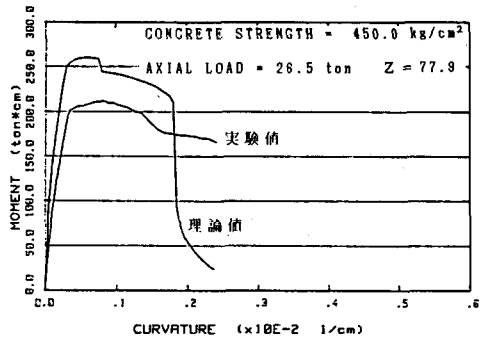


Fig.5 M- ϕ Relation (S2)

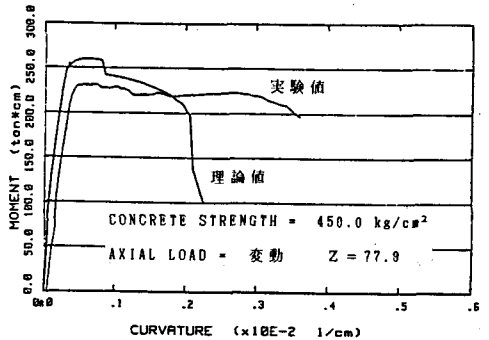


Fig.6 M- ϕ Relation (S3)

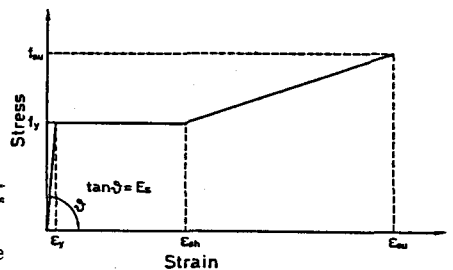


Fig.8 Modeled $\sigma - \epsilon$ for Steel

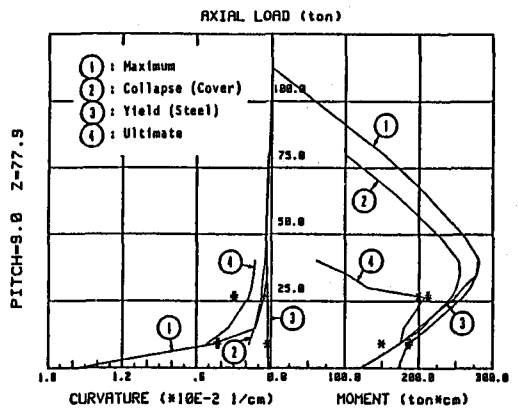


Fig.9 Interaction Curve