

変動高軸力下におけるRC柱の履歴復元力特性に関する実験的研究

京都大学 正員 山田善一
運輸省 正員 〇下司弘之

京都大学 正員 家村浩和
京都大学 学生 今井清裕

1. まえがき PC斜張橋のラーメン型RC塔などでは、橋軸面外振動に起因する転倒モーメントにより軸力変動が生じると考えられ、軸力がじん性に及ぼす影響の大きいRC柱では、この軸力の変動を無視して耐震設計を行なうことは妥当でない。本研究では変動軸力を水平せん断力の関数として与えた上で、RC柱の曲げ地震応答載荷実験を実施した。

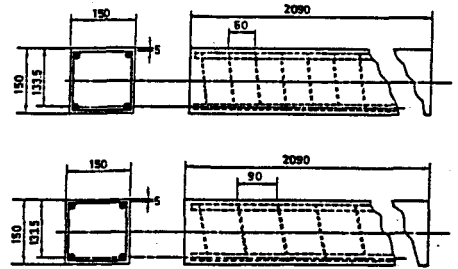


Fig.1 Specimen

2. 静的実験と理論解析 実験に用いた供試体を Fig.1 に示した。

供試体の降伏変位、降伏強度、終局強度を調べるために静的載荷実験を行った。Fig.2 に実験より得られたモーメント-曲率関係を示した。

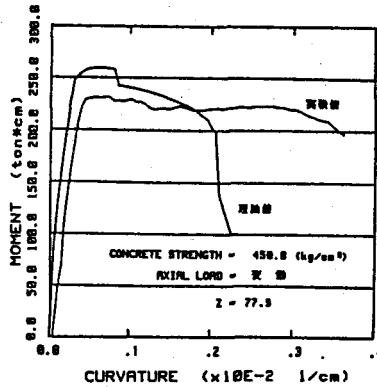


Fig.2 M-φ Relation

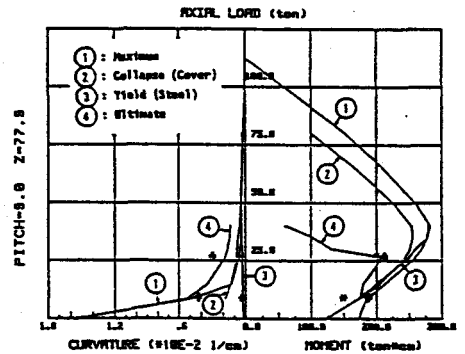


Fig.3 Interaction Curve

ParkとPaulayが提

案した理論解析手法により得られた理論曲線も合わせて示した。Fig.3 は理論解析より得られた、軸力とモーメント及び軸力と曲率のInteraction Curveである。

3. 地震応答実験システム

本研究を行なうにあたり、Online-Hybrid地震応答実験システムHYLSER (Hybrid Loading System of Earthquake Response) を新たに開発した。Fig.4 にシステム全体図を示す。このシステムは、構造物の変位-復元

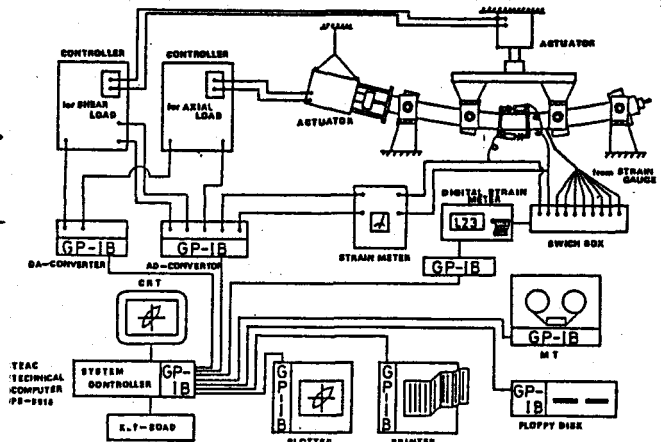


Fig.4 Loading System (HYLSER)

Yoshikazu YAMADA, Hirokazu IEMURA, Hiroyuki GESHI, Kiyohiro IMAI

地震応答解析に取りこむシステムである。本研究では、変動軸力载荷装置を荷重制御で使用するとともに、地震応答曲げ荷重载荷装置は、変位制御で使用した。実験制御信号および計測値はすべて各制御、計測、記録機器が持つGP-IB を通じてハンドシェイクを行ないながら転送され、各作業は1台のシステムコントローラーの命令により、自動的に行なわれる。

軸力は死荷重による軸力を $N_0 = 17.7 \text{ ton}$ ($\sigma_c = 70 \text{ kg/cm}^2$) とし、変動量は荷重 P に比例するとした。 $N = N_0 + \alpha P$ α は荷重 P が最大値 $P_{\max}$ の時、軸力が最大値 $N_{\max} = 26.5 \text{ ton}$ となるように定めた。実験は、次の手順のくり返しで行なう。

- ① 1 自由度系の微分方程式を解いて応答変位 X_i を求める。
- ② 変位 X_i を供試体に与え、復元力 F_i を検出する。
- ③ $X_i - F_i$ の変位-復元力関係および次ステップの地震加速度から応答変位 X_{i+1} を求める。

本研究では供試体の初期固有周期を0.5 秒、粘性減衰定数を2%に設定した。

4. 地震応答実験結果 以下に示す4つの実験ケースについて、モーメント-曲率関係の履歴曲線をFigs.5~8 に示す。

- D 1 ($\sigma_{cu} = 450 \text{ kg/cm}^2$, Pitch 6 cm, $\gamma = 2.0$)
- D 2 ($\sigma_{cu} = 450 \text{ kg/cm}^2$, Pitch 9 cm, $\gamma = 2.0$)
- D 3 ($\sigma_{cu} = 700 \text{ kg/cm}^2$, Pitch 6 cm, $\gamma = 2.0$)
- D 4 ($\sigma_{cu} = 700 \text{ kg/cm}^2$, Pitch 9 cm, $\gamma = 2.0$)

ただし、 γ は入力加速度の最大値と降伏加速度の比であり、降伏加速度は $Z = (\omega_0 / \beta) X_y$ により算出される。

軸力減少側では小さい荷重で主鉄筋が降伏するため、履歴ループは変位が負の領域で大きく開いた形となっている。横拘束金のPitch のみが異なるD1とD2では初期大変形時のループの形状は良く似ているが、横拘束筋が少ないD2においてはループを描くたびに剛性が低下するなど、大きな損傷を受けている、また、高強度コンクリートを用いたD3とD4では拘束効果の違いがそのまま現われ、D4は破壊に至っている。

5. 結論 高軸力のRC柱では、横拘束筋を密に使用することにより、じん性を改善することができる。軸力が変動するRC柱の地震応答解析を行なう場合、非対称な復元力特性を考慮しなければならない。

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

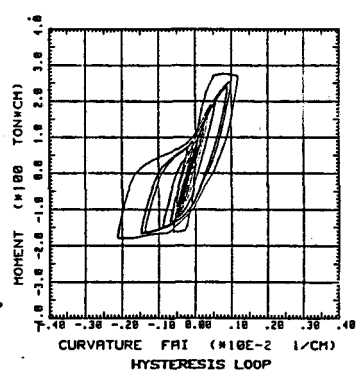


Fig.5 D1

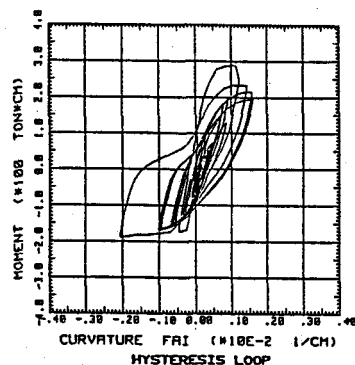


Fig.6 D2

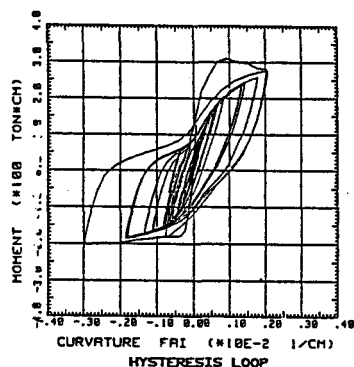


Fig.7 D3

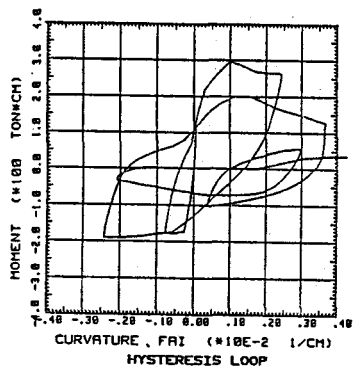


Fig.8 D4