

V-423

標準橋脚交番載荷実験のためのRC非線形解析

阪神道路公団 正員 前川義男 京都大学 正員 井上 晋
 阪神道路公団 正員 幸左賢二 鹿島建設 正員 右近八郎

1. はじめに

阪神高速道路公団の「RCのダクティリティーに関する調査研究会（主査：小林和夫大阪工大教授）」では、標準的なRC橋脚を対象として大型試験体(1/3縮尺モデル)による交番載荷実験を実施した。本報告はファイバーモデルを用いたRC構造物の非線形解析プログラム¹⁾による本実験のシミュレーション解析について報告するものである。

2. 実験概要

試験体の概略を図-1に示す。橋脚天端位置を載荷位置にして橋軸方向に水平荷重を押し引きジャッキで交番加力し変位制御を行った。鉄筋初期降伏変位($\delta_y = 2.6\text{cm}$)を1振幅として5振幅まで、各振幅10サイクルの交番加力を行った。軸力は実験中一定の力($154.0\text{tf}/\text{m}^2$)を導入した。

3. 解析概要

解析プログラムはファイバーモデルを採用したRCフレーム構造物の非線形地震応答解析プログラムであり、今回の実験解析のために変位制御解析機能を追加した。

各ファイバーで採用した応力-ひずみ履歴特性は、コンクリートに関しては六車・渡辺のルールを改良したものを、鉄筋に関してはGMPモデル(Giuffrè-Menegotto-Pintoモデル)を採用している。詳しくは参考文献¹⁾を参照されたい。

4. 解析条件

図-2に解析モデルを示す。高さ4.3m、断面は1.0m×1.167mの矩形断面で、鉄筋の定着長と基礎の剛性をモデル化するため、実験結果の荷重-変位曲線(P- δ 曲線)を基にパラメタスタディーを行い、基部に $k = 1.5 \times 10^5 \text{ t}\cdot\text{m}/\text{rad}$ の線形回転バネを入れた。採用した主な物性値を表-1にまとめる。要素数は19、節点数20で、実験で塑性挙動を示した柱下部10要素を非線形要素とし、インターフェイスエレメントは各断面5断面とした。図-2に断面のファイバーの設定の様子を合わせて示した。主鉄筋は試験体と同数のモデル化を行った。入力の変位は降伏変位2.6cmを1サイクルとして、最大変位13.0cmまで5サイクルの交番強制変位とした。図-3に入力交番強制変位を示した。

また、別途行った検討から鉄筋の応力-ひずみ履歴特性であるGMPモデルで、バウシinger効果を規定するパラメタ R_0 を10.0として解析を行った。このパラメタ値の変更は、交番加力実験で各振幅10サイクルの交番加力による影響について検討した結果である。

5. 解析結果

載荷点での荷重-変位曲線について実験結果と解析結果を比較したものを図-4に示す。同様に柱基部での曲げモーメント-曲率関係を図-5に示す。解析から得られた下端から3要素分の初期圧縮縁コンクリート

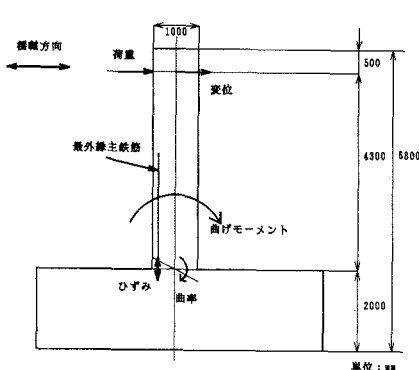


図-1 実験概要

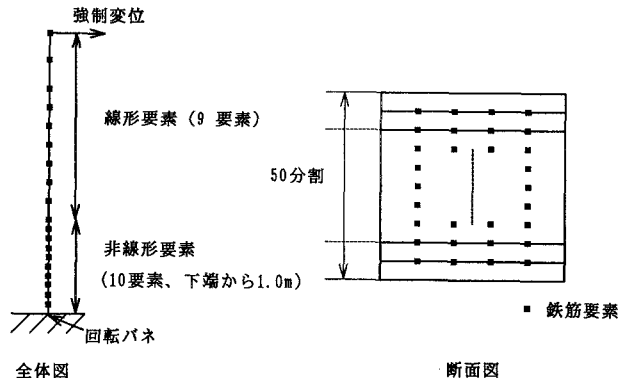


図-2 解析モデル

および最外縁初期引張り鉄筋の応力-ひずみ曲線を図-6に示した。また、図-7は3次元ソリッドモデルに変形と応力度をマッピングし、汎用ポストプロセッサシステムを用いて最大変位13.0cmでの変形と応力の状態を示したものである。

載荷点での荷重-変位曲線は実験結果と非常に良い一致を示した。柱基部での曲げモーメント-曲率関係は第2振幅の前半までは良い一致を示しているが、その後はそれほど良い一致は示していない。これは実験ではクラックの発生により試験体の曲率が縦方向に不連続になるのに対して、解析では連続体として解析していることによると考えられる。

6. おわりに

ファイバーモデルを採用したRCフレーム構造物の非線形地震応答解析プログラムで大型試験体による交番載荷実験のシミュレーション解析を行い、ある程度実験結果をシミュレートできることが示された。今後は本解析で得られた知見を、RC橋脚の耐震検討時に活用する予定である。

表-1 入力物性値一覧

物性		物性値
コンクリート	初期ヤング率	$2.83 \times 10^6 \text{ tf/m}^2$
	降伏強度	2830.0 tf/m^2
	降伏ひずみ	2000×10^{-6}
	引張強度	0.0 tf/m^2
鉄筋	初期ヤング率	$2.1 \times 10^7 \text{ tf/m}^2$
	降伏強度	38300.0 tf/m^2
	第2勾配	$4.2 \times 10^5 \text{ tf/m}^2$

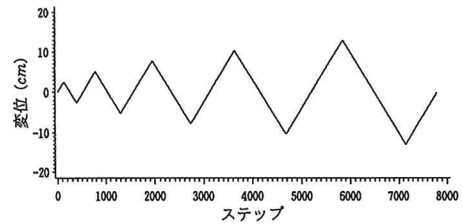


図-3 入力強制変位波形

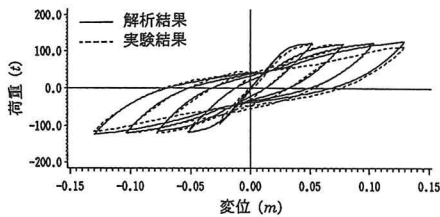


図-4 載荷点荷重-変位曲線の比較

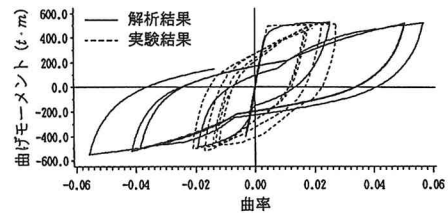


図-5 柱基部曲げモーメント-曲率関係の比較

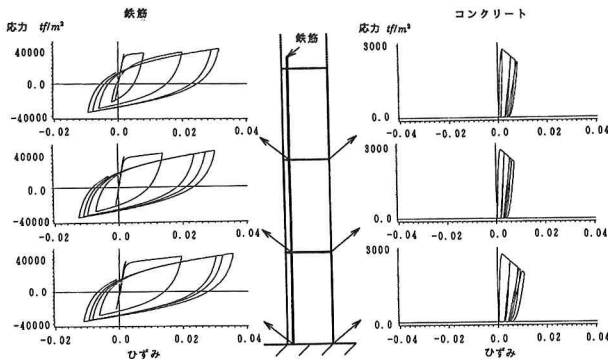


図-6 基部要素の応力-ひずみ曲線

NONLINEAR R.C SOLID STRUCTURE ANALYSIS

STEP 45
TIME= 1.17

SIG -2.27E+03 2.83E+03

DISP SCALE = 5.0

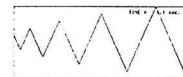


図-7 最大変位時の変形と応力の状態

参考文献

- 1) Yamada, Y. et al.: "Stress-Strain Based Inelastic Earthquake Response Analysis of Reinforced Concrete Frame Structure", Proc. of IABE International Symposium, Delft, 1987