

2 パラメータモデルによる鋼製橋脚の地震応答解析

名古屋大学 学生員 ○水越秀和

名古屋大学 フェロー会員 宇佐美勉

名古屋大学 正会員 鈴木森晶

1. はじめに

兵庫県南部地震以降、様々な角度から耐震設計が見直されており、鋼製橋脚についてみると機能保持を考慮した耐震設計が重視されるようになってきた。機能保持を目指した耐震設計のためには残留変位 δ_R 、最大応答変位 δ_{max} を動的応答解析により精度よく求める必要がある。本研究では鋼製補剛箱形断面橋脚の主要な構造パラメータである、フランジ板の幅厚比パラメータ R_f 、細長比パラメータ $\bar{\lambda}$ の残留変位 δ_R 、最大応答変位 δ_{max} に及ぼす影響を調べるために、復元力モデルとして 2 パラメータモデル¹⁾を用いパラメトリック動的応答解析を行うものである。入力地震波としては道路橋示方書²⁾耐震設計編²⁾に規定される鉄筋コンクリート橋脚の地震時保有水平耐力の照査に用いるレベル 2 地震動に適合するように調整された波形で建設省土木研究所が提案している地震動波形（以下レベル 2 地震波）、および兵庫県南部地震において観測された神戸海洋気象台の NS 成分地震波（以下 JMA-NS）、J R 警報地震計（鷹取）の NS 成分地震波（以下 JRT-NS）、東神戸大橋の N168E 成分地震波（以下 HKB-N168E）を用いる。

2. 解析用橋脚モデルおよび入力地震波

パラメトリック解析にあたり Table 1 に示すように、フランジ板の幅厚比パラメータ R_f は 0.35, 0.40, 0.45 の 3 通り、細長比パラメータ $\bar{\lambda}$ については 0.20 から 0.70 まで 0.05 刻みで変化させた 11 通り、地盤種は I 種、II 種、III 種地盤を想定し、道路橋示方書の震度法と同様の考えに基づき、標準設計水平震度 $k_{10}=0.2$ 、地域別補正係数 $c_2=1.0$ 、重要度別補正係数 $c_1=1.0$ として設計を行った。また、入力地震波としては I 種地盤に対してはレベル 2 地震波および JMA-NS を、II 種地盤に対してはレベル 2 地震波および JRT-NS を、III 種地盤に対してはレベル 2 地震波および HKB-N168E を使用した。計 198 通りの弾塑性地震応答解析を行った。

Table 1 Parameters of Bridge Piers (Analysis)

幅厚比パラメータ R_f	細長比パラメータ $\bar{\lambda}$	地盤種（入力地震波）
0.35	0.20~0.70	I 種地盤（レベル 2 地震波, JMA-NS）
0.40	(0.05 刻み)	II 種地盤（レベル 2 地震波, JRT-NS）
0.45		III 種地盤（レベル 2 地震波, HKB-N168E）

3. 弾塑性地震応答解析手法

本研究では鋼製橋脚が水平地震動を受ける場合を想定し、橋脚を片持柱の先端に質量が集中した 1 自由度系モデルとして、線形加速度法を用いて弾塑性地震応答解析を行った。復元力モデルは前述のトリリニア型の復元力モデルである 2 パラメータモデル¹⁾を使用し、減衰定数 $h=0.05$ 、時間間隔 $\Delta t=0.01$ 秒とした。

4. ハイブリッド地震応答実験³⁾⁴⁾結果との比較

ハイブリッド地震応答実験結果と弾塑性地震応答解析結果を比較した例を Fig. 1 に示す。対象とした供試体は $R_f=0.349$ 、 $\bar{\lambda}=0.355$ 、固有周期 $T=0.962$ 秒であり、入力地震波としては JMA-NS を使用している。Fig. 1 よりハイブリッド地震応答実験と弾塑性地震応答解析は比較的良好に一致しているといえる。この場合最大応答変位で $0.6 \delta_y$ (δ_y はフランジ板の局部座屈を考慮したはり一柱の極限強度照査式⁵⁾から求められる荷重 H_y に対応する変位)程度、残留変位で $0.5 \delta_y$ 程度の差がでている。Fig. 2 に JMA-NS を用いたパラメトリック解析の結果を示す。Fig. 2 で縦軸には最大応答変位 δ_{max} を δ_y で無次元化したもの、および残留変位 δ_R を δ_y で無次元化したものを取り、横軸に固有周期をとっている。Fig. 2 にはハイブリッド地震応答実験結果およびハイブリッド地震応答実験と同一の構造パラメータ、諸元を持った解析用橋脚モデルでの解析結

果もあわせて示す。図中で白抜き記号はハイブリッド地震応答実験結果を、塗りつぶし記号はハイブリッド地震応答実験と同一の構造パラメータ、諸元を持った解析用橋脚モデルでの解析結果を表す。Fig. 2より最大応答変位は比較的良く一致しているといえる。また、最大応答変位に関しては、 $T=0.8$ 秒以上では R_f の影響がほとんど表れず、 R_f がいずれの場合も最大応答変位が $5\delta_y$ 以下に収まっており、応答変位は小さくなっている。それ以下の $T=0.8$ 秒以下の領域では応答変位が非常に大きくなり、崩壊している場合もあると考えられる。これはJMA-NSの加速度応答スペクトルの傾向と一致する。また、残留変位に関しては、最大応答変位に比べると結果にばらつきが見られるが、最大応答変位とほぼ同様の傾向が見られる。その他の地震波を入力した場合の解析結果については講演当日に報告する。

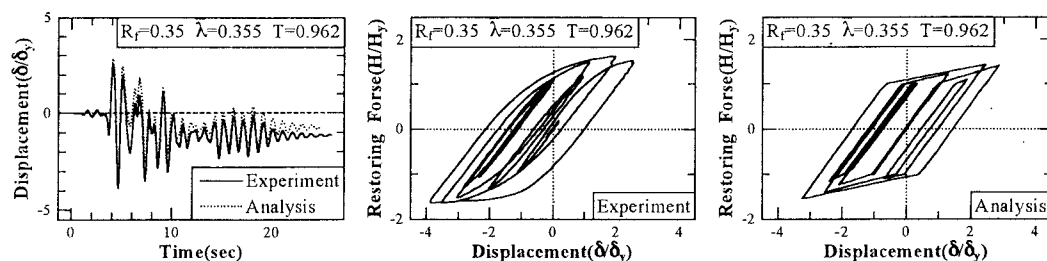


Fig. 1 Comparison of Hybrid Test and Analysis

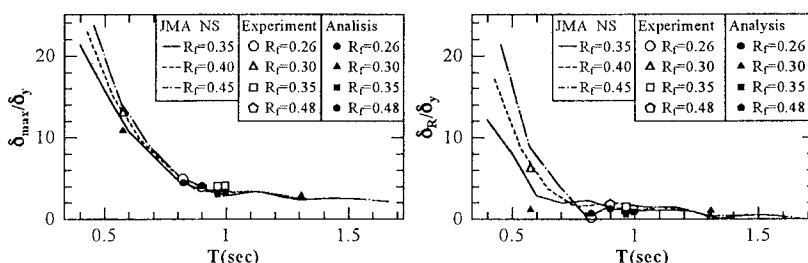


Fig. 2 Maximum and Residual Displacements (JMA-NS Accelerogram)

5. まとめ

本研究では復元力モデルに2パラメータモデルを用いて線形加速度法により弾塑性地震応答解析を行い、弾塑性地震応答解析結果とハイブリッド地震応答実験結果を比較しこのモデルの精度の確認を行った。次に R_f 、 λ を変化させたパラメトリック動的解析を行い R_f と T （または λ ）の違いによる最大応答変位および残留変位の傾向を検討した。

6. 参考文献

- 1) 鈴木森晶, 宇佐美勉, 寺田昌弘, 伊藤努, 才塚邦宏: 鋼製箱形断面橋脚の復元力モデルと弾塑性地震応答解析, 土木学会論文集, 第549号/I-37, pp.191-204, 1996.10.
- 2) 日本道路協会: 道路橋示方書・同解説書 (V耐震設計編), 丸善, 1990.
- 3) 渡辺孝一, 金田一智章, 鈴木森晶, 宇佐美勉, 岡本隆, 池田茂: ハイダクティリティー鋼製橋脚の提案～ハイブリッド地震応答実験による検証～, 阪神・淡路大震災に関する学術講演会に掲載予定
- 4) 才塚邦宏, 宇佐美勉, 芳崎一也, 鈴木森晶: 兵庫県南部地震観測地震波を用いたハイブリッド地震応答実験による鋼製橋脚の激震時挙動, 土木学会論文集に掲載予定
- 5) 宇佐美勉: 鋼平面ラーメン構造物の極限強度評価式的実験データによる検証, 構造工学論文集 Vol.36A, pp.79-88, 1990:3.
- 6) 建設省土木研究所: 道路橋の免震設計法マニュアル (案), 1992.3.