

I - B125 鋼製橋脚の動的要求性能

名古屋大学	学生会員	水越秀和 [†]
名古屋大学	フェロー会員	宇佐美勉 [‡]
愛知工業大学	正会員	鈴木森晶 [§]

1. 緒言

動的解析を基に橋脚の耐震安全性を照査する場合に必要な要求性能として最大応答変位がある。本研究は、鋼製橋脚に対する最大応答変位をパラメトリック解析から求め、準静的実験から求められた保有性能と比較することにより種々のパラメータを持つ橋脚の安全性を調べる。併せて、要求性能を低減させる方策について考察する。

2. 解析概要

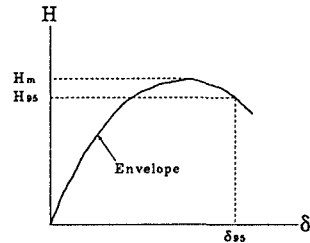
本研究では鋼製橋脚が水平地震動を受ける場合を想定し、橋脚を片持柱の先端に集中荷重を有する1自由度系モデルに置きかえ、線形加速度法を用いて弾塑性地震応答解析を行う。復元力モデルはコンクリートを基部に充填しない鋼製橋脚用に開発された、局部座屈および $P-\Delta$ 効果の影響を考慮したトリリニア型の復元力モデルである2パラメータモデルを使用する。

入力地震波としては、平成8年版道路橋示方書・V耐震設計編³⁾に規定される鉄筋コンクリート製橋脚、鋼製橋脚、基礎、支承部などの地震時保有水平耐力の照査に用いるレベル2地震波に適合するように調整された地震波形（以下レベル2タイプI地震波およびレベル2タイプII地震波）を使用する。

解析用橋脚モデルは、フランジ板の幅厚比パラメータ R_f を0.35に固定し細長比パラメータ $\bar{\lambda}$ を0.20から0.70まで0.05刻みで変化させる。このように $\bar{\lambda}$ を変化させることにより固有周期を概略0.3秒から1.5秒と変化させることができる。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に基づき、一次設計を行った。

3. Demand（要求性能）とSupply（保有性能）の定義

破壊点の定義は様々であるが、本研究ではFig.1に示す繰り返し載荷実験より得られた水平荷重-水平変位履歴曲線の包絡線で、最大水平荷重 H_m の95%の荷重 H_{95} に対応する変位 δ_{95} を破壊点と定義し、この δ_{95} をその橋脚が保有する変形能（以下Supply-保有性能）とする。そして橋脚に地震波を入力した際の最大応答変位（以下Demand-要求性能）がこのSupplyを下回っていれば安全であると判定することとする。この δ_{95} は以下に示す推定式¹⁾より求めた。

Fig.1 $H-\delta$ Hysteretic Relation and δ_{95}

$$\frac{\delta_{95}}{\delta_y} = 0.0147 \left\{ (1 + P/P_y) R_f \sqrt{\bar{\lambda}} \right\}^{-3.5} + 4.20 \quad (S = 1.40) \dots\dots\dots (1)$$

この式は準静的実験をもとに作成された平均値曲線であり、括弧内の S は条件付標準偏差を表している。 δ_{95}/δ_y の平均値曲線から標準偏差 (S) だけ下方に平行移動することで実験値の下界値曲線を得ることができる。

4. 解析結果

Fig.2(a), (b)にレベル2タイプI地震波のIII種地盤用地震波を入力地震波として用いた解析結果およびレベル2タイプII地震波のII種地盤用地震波を入力地震波として用いた解析結果を示す。図中で丸記号がDemand

Key Words : Demand and Supply, serviceability, steel bridge pier, earthquake response analysis, natural period

[†] 〒464-01 名古屋市千種区不老町 TEL 052-789-4617

[‡] 〒464-01 名古屋市千種区不老町 TEL 052-789-4617

[§] 〒470-03 愛知県豊田市八草町八千草1247 TEL 0565-48-8121

を表してあり，Supplyは前述の平均値曲線と実験値の下界値曲線となる標準偏差だけ下方に平行移動した曲線が示してある．レベル2タイプII地震波は地盤種ごとに3波ずつ提供されているので，Fig.2(b)に示すレベル2タイプII地震波の $\delta_{\max}/\delta_y$ は3波の地震波を入力した場合の最大応答変位の平均値である．Fig.2(a)よりレベル2タイプI地震波のIII種地盤用地震波を入力した場合は $0.93 \leq T \leq 1.03$ の領域で危険な応答を示すことがわかる．Fig.2(b)よりレベル2タイプII地震波のII種地盤用地震波を入力した場合は $0.55 \leq T \leq 1.1$ と広い固有周期の領域でDemandがSupplyを上回ることがわかる．

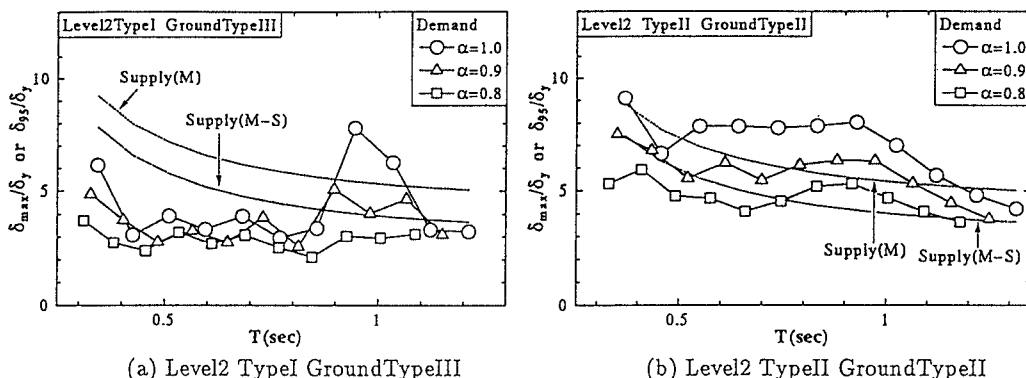


Fig.2 Demand and Supply

5. 要求性能（最大応答変位）の低減に関する考察

震度法により一次設計を行う際には式(2)に示す設計条件式を満足するように設計を行っている．上述の解析においてはこの設計条件式の右辺の値 α を1.0として設計を行っていたが，最大応答変位（すなわちDemand）を低減する方法として α を0.9, 0.8と小さくして設計を行う．この α を小さくすることにより安全率 ν を大きくすると同等の効果を得ることができる．

$$\frac{\nu P}{P_u} + \frac{0.85\nu M_0}{M_y(1 - \nu P/P_E)} \leq \alpha, \quad \frac{\nu P}{P_y} + \frac{\nu M_0}{M_y} \leq \alpha \quad (2)$$

Fig.2(a), (b)に α を0.9, 0.8と小さくして設計を行った解析用橋脚モデルでの解析結果もあわせて示す．Fig.2(a), (b)の図中で三角記号は $\alpha = 0.9$ として設計を行った橋脚モデルを，四角記号は $\alpha = 0.8$ として設計を行った橋脚モデルをそれぞれ用いて解析を行った結果である．Fig.2(a), (b)より α を小さくすることにより最大応答変位（Demand）の大きい橋脚モデルではDemandを小さくできることがわかる．Fig.2(a)よりレベル2タイプI地震波のIII種地盤用地震波を入力した場合に $0.93 \leq T \leq 1.03$ の領域でDemandをSupplyより小さくするには式(2)に示す設計条件式で $\alpha = 0.9$ として設計を行えばよいことがわかる．またFig.2(b)よりレベル2タイプII地震波のII種地盤用地震波を入力した場合，固有周期が0.75秒以下の橋脚では式(2)において $\alpha = 0.9$ として設計することによりDemandをSupplyより小さくすることが可能であるが，固有周期が0.85秒以上1.1秒以下の橋脚では $\alpha = 0.8$ として設計する必要があることがわかる．その他の解析結果については講演当日に報告する．

6. 結言

本研究では復元力モデルに2パラメータモデルを使用したパラメトリック解析により固有周期の違いによる要求性能（最大応答変位）の変化に着目した安全性の評価を行った．また，最大応答変位を低減する方法として，設計条件式の右辺の値を小さくして設計を行った橋脚モデルについて解析し，その効果を示した．

参考文献

- 1) 土木学会 鋼構造新技術小委員会：最終報告書（耐震設計研究），1996
- 2) 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，No.549/I-37，pp.191-204，1996．
- 3) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説（V耐震設計編），丸善，1996．