

I - B329

免震支承を用いた鋼製橋脚の損傷度制御設計

ハザマ 正会員 大西 勝利
名古屋大学 フェロー会員 宇佐美 勉

1.はじめに

兵庫県南部地震にみられるような激震に対し、長周期化および減衰定数の付与によって、構造物に作用する地震力を低減させる免震構造が注目されている。既存の多くの研究により、免震構造の効果が検討され、その有効性が示されてきた。その一方で、免震化によってどの程度の長周期化をはかり、またどの程度の減衰性能を持たせるべきか明確にはされていない。本研究では、パラメトリック解析に基づき、免震支承鋼製橋脚の固有周期および減衰定数と橋脚の損傷度の関係を明らかにし、損傷度制御設計のための基礎資料を提供する。

2.解析

2.1 解析モデル

免震支承に鉛プラグ入積層ゴム支承を免震支承に用いた鋼製箱形断面単柱式橋脚を、2自由度質点系にモデル化し（Fig.1）、時刻歴応答解析を行った。解析には、断面幅厚比パラメータ R_t を 0.35 に固定し、細長比パラメータ λ を 0.20 から 0.35 まで 0.05 ずつ変化させた4体の非免震橋脚モデルを、免震支承によってそれぞれ2倍から4倍に橋脚固有周期を長周期化した。免震支承の減衰定数には、15%と25%の2種を用い、橋脚の減衰定数は5%とした。橋脚の復元力モデルには、名古屋大学にて開発された非線形2パラメータモデル^[1]を用い、鉛プラグ入り積層ゴム支承の履歴特性には、バイリニアモデルを用いた。

入力地震波には、兵庫県南部地震で観測された地震波を、平成8年版道路橋示方書・V耐震設計編に示されるレベル2タイプII地震波の標準加速度応答スペクトルに適合するよう修正された地震波（それぞれの地盤に対して3波）を用いた。

2.2 橋脚の損傷度指標

橋脚の損傷度を評価する指標として、橋脚の最大水平荷重点に着目した指標 D を用いた。これは、Fig.2に示すように、水平荷重が最大水平荷重の95%まで下がった点での変位を δ_u とし、この値と解析による最大応答水平変位 δ_{max} から橋脚の損傷度を次式より評価するものである。本研究では、この損傷度指標にA、B、Cの3つのランクを設定した。（A: $D=1.0$, B: $D=0.66$, C: $D=0.33$ ）。

$$D = \frac{\delta_{max}}{\delta_u}$$

δ_u の算定には文献[2]の経験式を用いた。

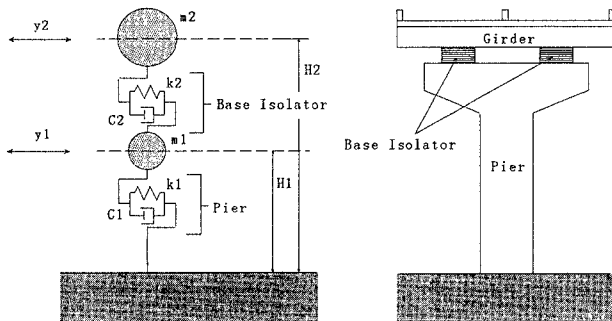


Fig.1 2自由度橋脚モデル

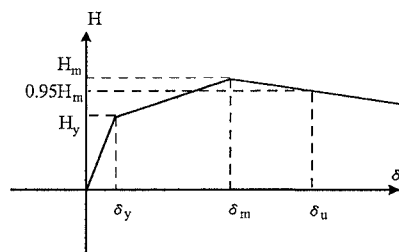


Fig.2 橋脚の水平変位－荷重履歴曲線の包絡線

Key Words : menshin bridge, earthquake response, parametric analysis

〒107 東京都港区北青山2-5-8 TEL 03-3405-1111

〒464-01 名古屋市中千種区不老町 TEL 052-789-4617 FAX 052-789-3738

3. 解析結果

Fig.3 に、免震支承の減衰定数 $h=0.15$ 、I 種地盤における解析結果（3 波の地震波の平均値）を示す。横軸には免震橋脚の固有周期、縦軸には橋脚の損傷度 D を取った。図中の提案式は解析結果から最小二乗法によって求めた $D-T$ 曲線である。この曲線から与えられた損傷度に対応する免震支承橋脚の固有周期が判る。Fig.4 には、各地盤種ごとの提案式を示す。Fig.5 には同様に、免震支承の減衰定数 $h=0.25$ の解析結果を示す。

Fig.6, Fig.7 には、橋脚残留変位を橋脚高さで無次元化した値についての解析結果を示す。提案式については、同様に最小二乗法によって求め、 δ_R/h は $1/100$ 以下とした。これらの図より、橋梁の機能保持にとって重要な残留変位を、免震支承橋脚の固有周期から求められる。

4. おわりに

免震支承橋脚の固有周期、減衰定数と橋脚損傷度の相関式および残留変位の相関式をそれぞれ提案した。それらの式より、目標とする損傷度、残留変位に応じた長周期化および減衰付与の程度が求められる。

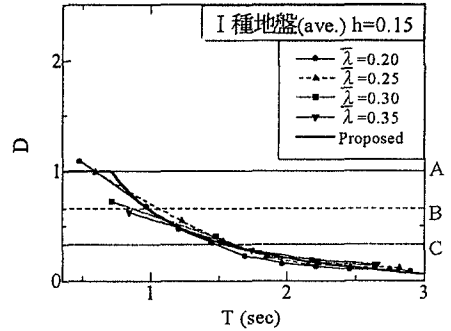


Fig.3 I 種地盤における損傷度 D ($h=0.15$)

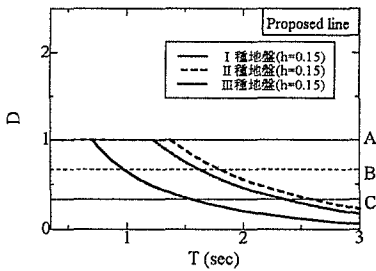


Fig.4 各地盤種の提案式 ($h=0.15$)

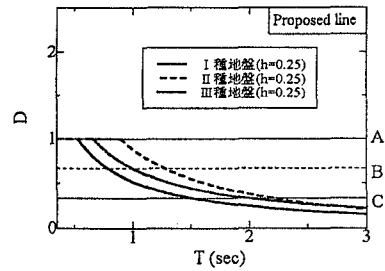


Fig.5 各地盤種の提案式 ($h=0.25$)

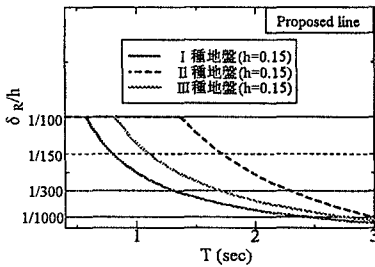


Fig.6 各地盤種の提案式 ($h=0.15$)

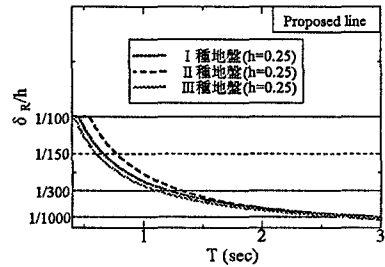


Fig.7 各地盤種の提案式 ($h=0.25$)

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, No.549/I-37, p191-204, 1996年10月.
- [2] 土木学会鋼構造委員会・鋼構造新技術小委員会: 鋼橋の耐震設計指針案と耐震設計のための新技術, 1996年7月.