

免震支承を用いた鋼製橋脚の激震時挙動と損傷度に関する解析的研究

名古屋大学 学生員 ○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、免震構造の効果が実験・解析され、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、減衰性能を持たせるべきか明確にはされておらず、免震化にあたっての目標とする橋脚損傷度がさまざまなのが現状である。本研究では、目標とする損傷度を仮定し、種々のパラメータを変化させることによって応答解析による橋脚の損傷度を制御し、目標値内に抑えることがどの程度可能であるか試みるものである。

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用いた鋼製箱形断面単橋脚を、2自由度質点系にモデル化し（図—2 参照）、時刻歴応答解析を行った。解析には、断面幅厚比 R_f ならびに細長比 $\bar{\lambda}$ に着目して設計した非免震橋脚モデルを、免震支承によって2倍から4倍に長周期化したものを用いた。橋脚の復元力モデル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]を使用し、鉛プラグ入り積層ゴム支承の履歴特性はバイリニアモデルとした。また、橋脚の減衰定数を5%、免震支承の減衰定数を15%とした。入力地震波は、兵庫県南部地震で観測された地震波（JMA, JR-Takatori の2種）を用いた。

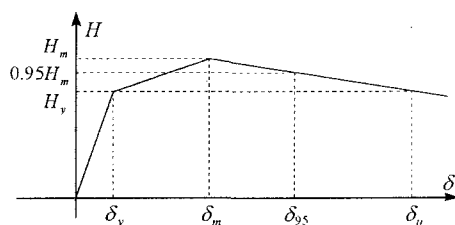
2.2 損傷度指標

解析結果から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_1 ^[2]を用いた。これは、図—2に示したように、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_{95} とし、この値と解析による最大水平変位から損傷度を評価するものである。

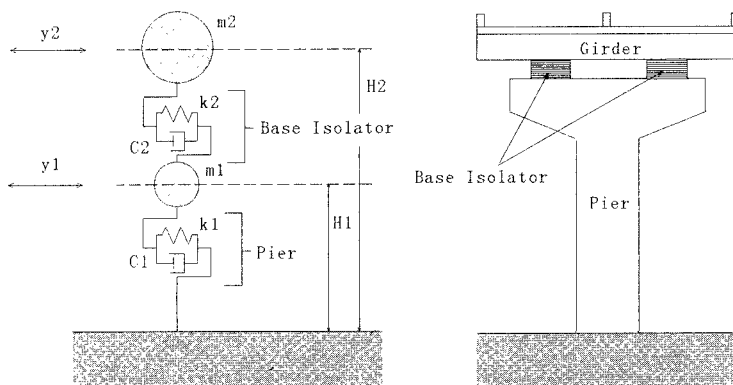
$$D_1 = \frac{\delta_{\max}}{\delta_{95}}$$

3. 解析結果

まず、JMA ならびに JR-Takatori の地震波による非免震1自由度モデルの解析を行った（図—3）。この結果、幅厚比 R_f が大きく固有周期の小さい橋脚の損傷度が大きいことから、 $R_f = 0.45$ 、 $\bar{\lambda} = 0.20$ ならびに $R_f = 0.45$ 、 $\bar{\lambda} = 0.25$ の2つの免震化橋脚モデルについて応答解析を行った。図—4はその時刻歴応答



図—1 橋脚の荷重変位曲線と δ_{95}



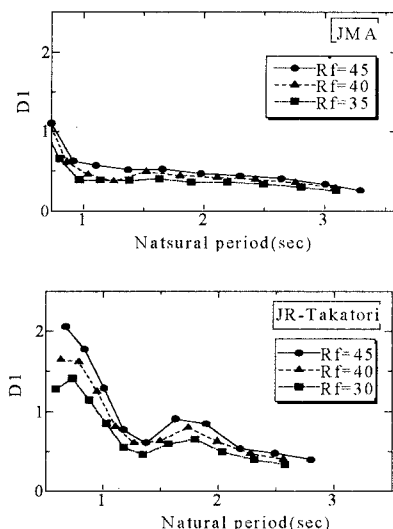
図—2 2自由度モデル

結果である。固有周期を4倍に伸ばした結果、免震化による大きな効果を得ていることが分かる。さらに、図—5では、非免震橋脚モデル（固有周期比=1）を2倍から4倍に長周期化した場合の橋脚損傷度の変化を示した。ここでは、損傷度指標に A, B, C の3つのランクを設定している（A: $D_1=1.0$ B: $D_1=0.5$ C: $D_1=0.25$ ）JMA 地震波による解析では、免震化による損傷度低減の効果がよく現れており、3倍の長周期化によってCランクに橋脚損傷度を抑えることが可能である。その一方 JR-Takatori 地震波による解析では、長周期化を行っても損傷度が大きく、4倍の長周期化によってさえCランクに損傷度を抑えられないこともある。また、長周期化によって逆に、損傷度を大きくしてしまうこともある。

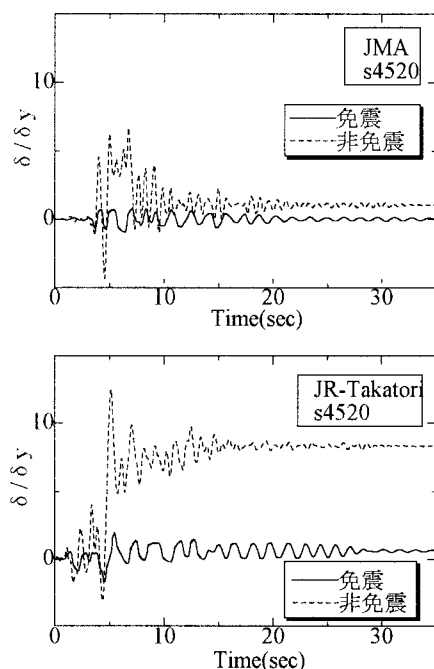
4. おわりに

免震による長周期化の効果を、損傷度 D_1 を指標に確認した。

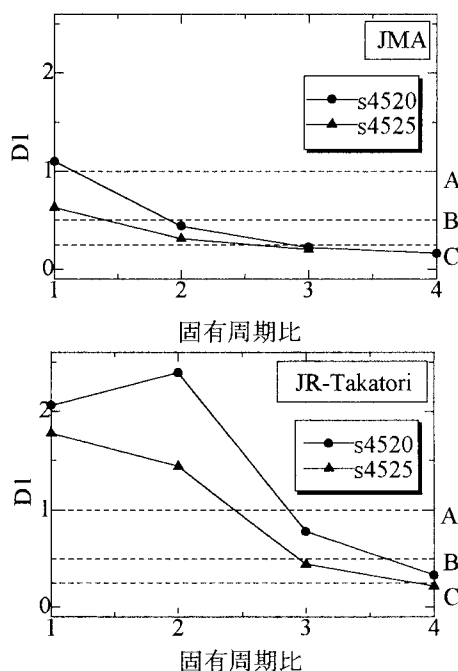
今後、幅厚比 R_f や細長比 λ 、免震支承の剛性や減衰定数等を変えたさまざまな条件下における応答解析を行い、橋脚損傷度の制御を試みる。また、2自由度質点系モデルを、地盤のスウェイとロッキングを考慮した4自由度質点系モデルに拡張する。



図—3 幅厚比 R_f 別損傷度



図—4 免震橋脚の応答効果



図—5 免震化による応答変化

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] 志治謙一: 免震支承を用いた鋼製橋脚の激震時挙動に関する解析的研究, 名古屋大学工学部土木工学科修士論文, 1996年2月