

I-353 実地震記録による実在桥梁の免震機能について

鹿島建設(株) 正会員 辻 正之
 東京都立大学工学部 正会員 国井隆弘
 ㈱大林組技術研究所 正会員 菊地敏男

1. まえがき

免震に関する研究は古くから行われているが、最近その進展は著しい。免震の考え方・適用方法等の検討も種々実施されているが、実在構造物における実地震観測による検討は多くない様である。本研究は、実在桥梁の橋脚天端と橋桁間に設置された免震装置に注目し、その位置に取り付けられた相対変位計、及び周辺地盤を含め各所に配置された地震加速度計のデータを用いて解析を試みたものである。

解析は実測記録をもっともよく説明できる免震システムの機能を明らかにする方法を主眼としている。すなわち最適な復元力を求め、応答記録の再現性を検討している。

地震観測システムは二次元あるいは三次元的に構成されていることが望ましい。しかし、今回対象とした桥梁においては、この条件が十分に満足されていない。また、桥梁の地震時挙動はかなり複雑であると考えられる。本研究は今後の展望を期待し、ごく簡単なモデル解析を進めている。従って解析結果は十分なものといえないため、各方面からの遠慮のないご批判・ご意見をいただきたい。

2. 対象とした桥梁と観測システム

解析の対象とした桥梁は3径間連続PC箱桁橋で、第2橋脚に地震観測用計器が取り付けられており、地震観測は昭和60年から開始されている。地震計の地盤中埋設箇所は、第2橋脚の橋軸直角方向11mの地点で、桁と橋脚間には相対変位計が設置されている。各センサーからの波形は各専用アンプで増幅された後、A-D変換器(12bit 100Hz)、スタート回路、遅延装置(5sec)、水晶時計を内蔵するデジタル式集録装置により記録される。対象とした桥梁の概要、及び地震計設置位置を図-1、2に、観測地震記録を表-1に示す。

震害番号	震害名	震害規模	震害発生時刻	観測時刻	観測地点	観測深度(m)	観測深度(m)	観測深度(m)	観測深度(m)
1	1985/5/13	中規模	11:53:32	11:53:32	第2橋脚	4.5	4.7	4.8	4.9
2	1985/5/21	中規模	11:53:32	11:53:32	第2橋脚	4.5	4.7	4.8	4.9
3	1985/5/21	中規模	11:53:32	11:53:32	第2橋脚	4.5	4.7	4.8	4.9
4	1985/5/21	中規模	11:53:32	11:53:32	第2橋脚	4.5	4.7	4.8	4.9
5	1985/5/21	中規模	11:53:32	11:53:32	第2橋脚	4.5	4.7	4.8	4.9
6	1985/5/21	中規模	11:53:32	11:53:32	第2橋脚	4.5	4.7	4.8	4.9
7	1985/5/21	中規模	11:53:32	11:53:32	第2橋脚	4.5	4.7	4.8	4.9
8	1985/5/21	中規模	11:53:32	11:53:32	第2橋脚	4.5	4.7	4.8	4.9
9	1985/5/21	中規模	11:53:32	11:53:32	第2橋脚	4.5	4.7	4.8	4.9
10	1985/5/21	中規模	11:53:32	11:53:32	第2橋脚	4.5	4.7	4.8	4.9

表-1. 観測地震記録

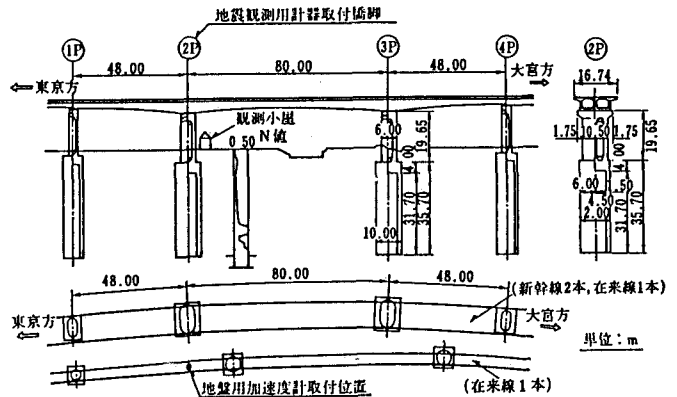


図-1. 橋脚の概要図

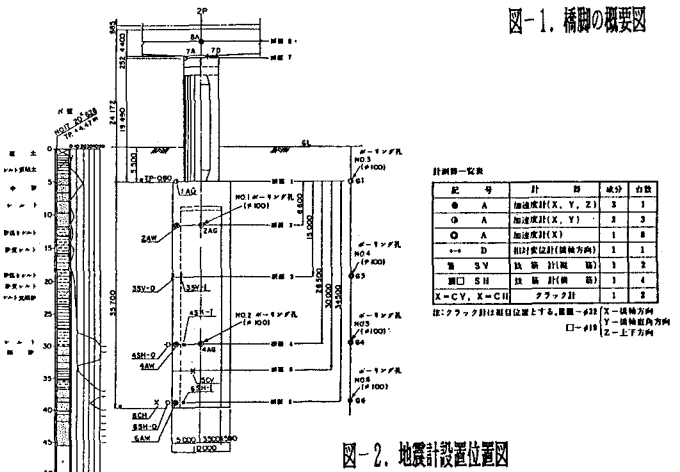


図-2. 地震計設置位置図

3. 相対変位計と強震データの積分

普通地震観測を行う場合、加速度計だけによって地震記録を観測しているのが一般的であるが、解析の対象とした橋脚では桁・橋脚天端間に相対変位計を設置し、加速度計と相対変位計の二者により地震記録を観測している。本研究では相対変位計による実記録と、桁・橋脚天端の各々で観測された加速度データを積分して得られる変位の差を比較することにより、相対変位計の信頼性を検討した。図-3より、相対変位計の信頼性が確認することができる。

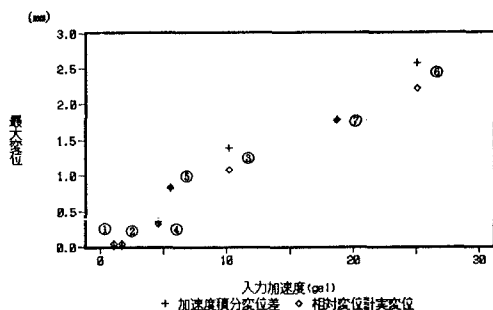


図-3. 相対変位計と強震データの積分

4. 復元力特性の設定

解析モデルの設定は、まず地震による振動が小さく免震装置が起動していない場合のモデルを設定し、このモデルに免震装置の起動時の評価を、図-4のようなバイリニア型の履歴型非線形の復元力特性として加えたモデルを設定した。ここで、構造物の剛性は構造物の降伏前を K_u 、ある線形限界点Aを越えた後の構造物の剛性を K_d とし、降伏前の剛性 K_u に対する、降伏後の剛性 K_d の比(K_d/K_u)をパラメータとして応答解析し、観測記録と比較・検討した。なお線形限界点は、免震装置の起動によると考え、相対変位計が顕著に動き出した点とした。解析の結果、剛性比が0.63の時、最も記録波形を再現した。観測記録、及び解析の結果の比較を図-5に示す。

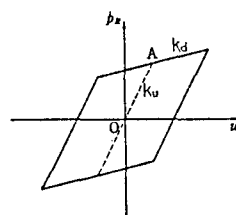


図-4. 履歴型の非線形復元力

5. むすび

解析モデルを、バイリニア型の非線形復元力特性をもつモデルとして解析した結果、波形で比較すると観測記録のピーク値がやや大きめだが、波形の形は似ている。スペクトルでは観測記録の高周波数領域が膨らんでいるのに対し、解析結果では現れていない。これは、平行四変形のバイリニア型の復元力特性にしたためと考えられる。この点を除けば、解析結果は応答記録の再現をほぼできたと思われる。

本研究は今後の展望を期待するとともに、1つの基礎データを提供した。今後、非線形復元力特性の形の検討によりスペクトル域での高周波数領域の再現が考えられる。また地震記録の蓄積により更に、実在現象を説明することが可能となり、より複雑なモデルでの解析が期待される。
謝辞：本研究をまとめるにあたり、大林組技術研究所菊地敏夫氏、パシフィックコンサルタンツ林亜紀夫氏に御懇切な御指導をいただき、深く御礼いたします。

参考文献：1) 大林技術研究所報「連壁剛体基礎橋脚の地震時挙動について」2) 土木学会論文集「免震設計技術の発展と今後の展望」3) 林亜紀夫著「第36期R & D研究開発－免震の基礎研究－研究報告書」4) M.D.Trifunac and V.Lee「ROUTINE COMPUTER PROCESSING OF STRONG-MOTION ACCELEROGRAMS」5) Wellington New Zealand「SEISMIC DESIGN OF BRIDGES 19 Authors」RRU BULLETIN 6) 大崎順彦「地震動のスペクトル解析入門」

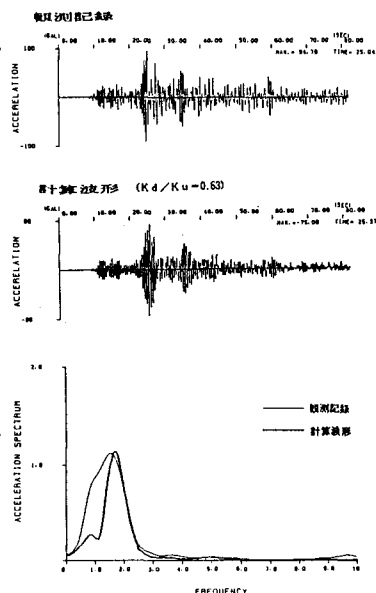


図-5. 解析結果と観測記録の対比