

鉛柱ダンパーを用いた橋梁の地震時応答

九州共立大学 正会員○ 鳥野 清、荒巻真二
(株)東邦亜鉛 野寄剋彦

1. まえがき

これまで、付加減衰の大きい鉛と落橋防止機能となる水平拘束力を有する鋼棒を組合せた簡単な構造のダンパーの開発を試み室内試験を実施し、その履歴特性の検討を行い、任意の形状のダンパーの設計を可能とするための推定式の提案も行ってきた¹⁾。

本研究は昭和50年代に建設された既設橋脚に新しく提案したダンパーを取付けた場合の効果について、非線形動的解析による検討を行ったものである。

2. 橋梁概要と解析モデル

図・1に解析対象とした橋梁の概要図と解析モデル図を示す。本橋は橋長57.60m(支間長3×18.40m)、有効幅員7.00mである。上部構造形式は3径間連結PCプレテンションT桁橋、下部構造は逆T式橋台と張出し式橋脚で基礎形式は杭基礎(鋼管杭)である。橋脚高はP1、P2橋脚ともに13.50mである。また、支承条件はP1橋脚のみが固定支承で、その他は可動支承となっている。本橋の地域区分はC地域であり、耐震設計上の地盤種別はⅡ種地盤である。

解析モデルは上部構造は線形はり要素でモデル化し、橋脚柱基部は曲げモーメント一回転角の関係を非線形とした剛性低下型トリリニアモデルを用いることとした。また、地盤パネは等価線形パネを用いた。減衰定数としては、上部、下部構造ともに2%、基礎～地盤系は10%とした²⁾。なお、橋台の影響は考慮しないこととした。

入力地震波は道路橋示方書Ⅴ編に規定されているタイプⅡの標準加速度応答スペクトルに近い特性を有するよう、既往の強震記録を振動数領域で振幅調整された加速度波形を用いた。また、残留変位を算出するために、地震動が終了した後継続して約5秒間は自由振動解析を行った。

図・2に鋼棒入り鉛柱ダンパーの特性値を示す。ダンパーの特性値は、これまで行ってきた室内試験結果から提案し

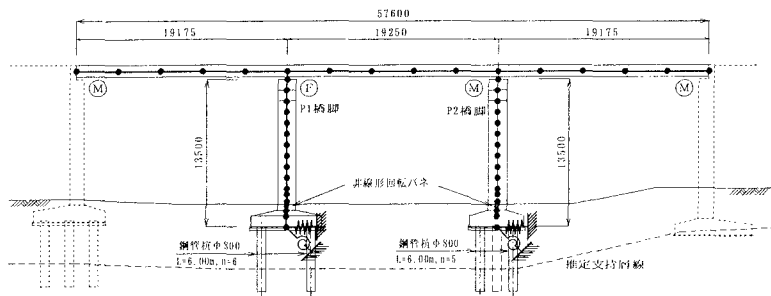


図-1 橋梁概要図および解析モデル図

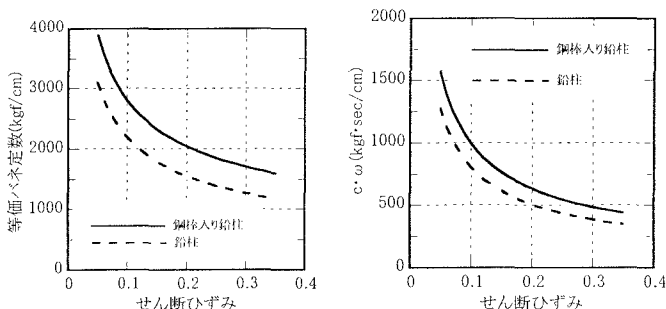


図-2 鉛柱ダンパーの履歴特性値

た式より算出した。今回の解析では、ダンパーは可動支承を有する下部工に1ヶ所当たり10個設置することとした。

3. 解析結果

図-3は、P1橋脚において上部構造慣性力作用位置での応答変位の時刻歴で、無補強とダンパーを適用した場合を比較したものである。無補強の場合は最大応答値が32.6cm、残留変位が3.4cmとなった。ダンパーを設けた場合は最大応答変位を1/3程度の11.8cmまで低減でき、残留変位は発生しない。ダンパー位置での相対変位は橋台で11.8cm、P2橋脚で0.5cmであった。図-2よりダンパーの特性値を比較するとP2橋脚上のダンパーが2倍以上大きい値となっているが、最大減衰力は、橋台位置は53.7tf、P2橋脚位置では18.5tfであった。P2橋脚位置では、相対変位（せん断ひずみ）が小さいのでその特性値は大きくなるが、相対速度は小さくなるため、減衰力はそれほど大きくならなかった。今回の検討では、可動支承を有する橋脚にダンパーを取り付けても大きな減衰効果が得られなかった。

図-4は橋脚基部の塑性ヒンジの曲げモーメントの時刻歴を比較したものである。無補強の場合の時刻歴における曲げモーメントの最大値はそれぞれ1451tf・mである。本橋脚の終局モーメントMuは1320tf・mであることから、無補強では耐力を確保できていないこととなる。これに対して、ダンパーを適用した場合の最大断面力はそれぞれ1233tf・mとなり、終局モーメント以内となる。

動的解析の橋脚躯体の安全性の評価は、塑性回転角、せん断力、および残留変位によって行われている³⁾。表-1に安全性の評価結果を示す。ダンパーを取付けた場合、P1橋脚柱部材は許容値をすべて満足する結果となっている。

4. まとめ

本研究では鋼棒入り鉛柱ダンパーの既設橋梁への適用の検討を解析によって行った。その結果、鋼棒入り鉛柱ダンパーを用いることで既設形状のままで安全性を確保する事が可能であることがわかった。

<参考文献>

1)植田・村釘・鳥野、「鋼棒入り鉛柱ダンパーの設計法」、九州共立大学土木工学科卒業研究概要集、1999.12
2)「道路橋示方書・同解説Ⅴ耐震設計編」、(社)日本道路協会、1996.12
3)「道路橋の耐震設計に関する資料」、(社)日本道路橋協会、1998.1

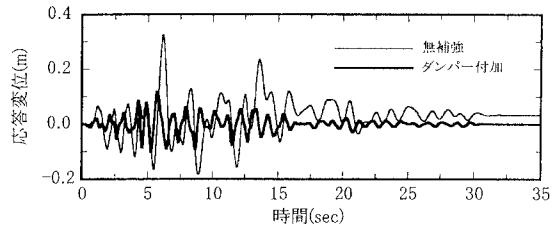


図-3 P1 橋脚上部構造慣性力作用位置の応答変位

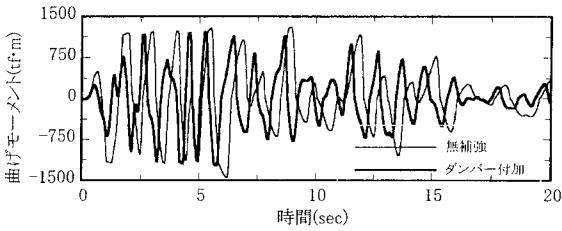


図-4 P1 橋脚柱基部の曲げモーメント

表-1 安全性の評価

	無補強	ダンパー付加	許容値
塑性回転角 (rad)	0.01269	0.00724	0.00971
せん断力 (tf)	304.1	201.2	242.0
残留変位 (cm)	3.4	0.0	12.0