

1. はじめに

兵庫県南部地震に橋梁などの構造物が大きな損傷を受けた。この地震によって、耐震設計等の見直しに反映させる検討が行われている。その結果、1つの方法として免振・制振の新しい技術の導入の必要性が考えられる。現在、免振・制振装置として使用されているものとして積層ゴム支承がある。ところが積層ゴム支承は水平反力が弱いため上部工の変位を抑制できないという短所がある。そこで考案されたのが鋼材の塑性変形によって地震入力エネルギー吸収させることである。降伏点が低く、塑性によるエネルギー吸収の大きい極低降伏点鋼鋼管を用いた吸振装置を取り付けることで橋脚の変位応答が抑制されているか検討を行う。

2. 吸振装置の構造

吸振装置を図-1のように橋梁の可動支承部付近に設置するものとする。吸振装置は降伏点が低く塑性化し易い極低降伏点鋼で製作した。鋼管の繰り返し塑性ねじりによるエネルギー吸収を利用するもので以下のような特徴がある。

- ①広い範囲の応力あるいはひずみエネルギー吸収効果を発揮
- ②橋脚と橋梁部分の可動支承部の相対変位を鋼管の塑性ねじりに変換。
- ③適切な径厚比の範囲で使用すれば極低降伏点鋼鋼管は大きな塑性ねじり変形に対しても座屈が生じにくい。

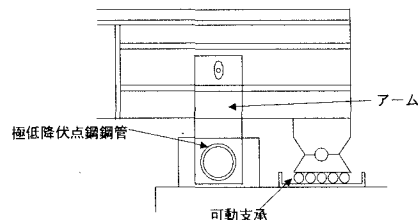


図-1 吸振装置

3. 吸振装置のモデル化

吸振装置の復元力は極低降伏点鋼の弾塑性復元力を描く塑性ループを表現するために鋼材の構成式¹⁾のシミュレーションを行った。交通荷重や温度変化によって疲労亀裂が生じないようにするために図-2に示すようにアーム部分に一定の隙間を開けることにした。地震時に桁側のピンがアームに接触する時に大きな衝撃力が発生する可能性がある。そこで、接触部分に緩衝材を取り付けることとした。図-2のようなアームの隙間を考慮した時の吸振装置のせん断ひずみ $\gamma = 1\% \sim 4\%$ までの漸増載荷実験と解析値を合わせた結果、図-3から解析の妥当性が証明された。

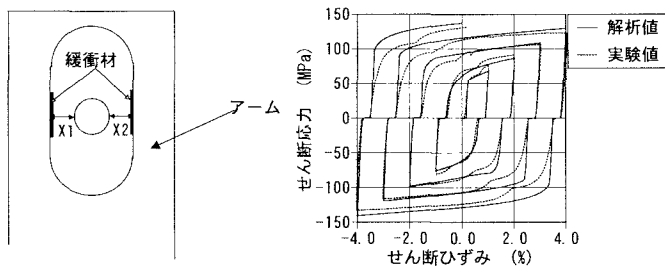


図-2 アームの隙間部分 図-3 実験値と解析値との比較

4. 解析モデル

橋梁の可動支承部に生ずる相対変位を極低降伏点鋼鋼管のねじりに変換し塑性履歴ループを発生させてエネルギー吸収効果を期待する。そこで復元力特性が違うことで相対変位の生ずる可能性がある固定支承側のRC橋脚と可動支承側の鋼製橋脚で支持された高架橋を対象とする。解析モデル

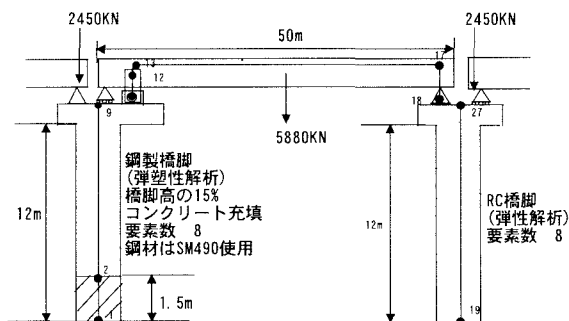
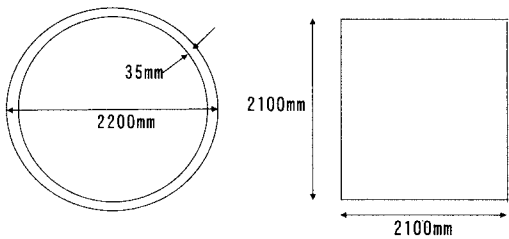
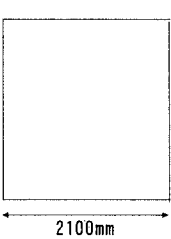


図-4 橋梁全体モデル

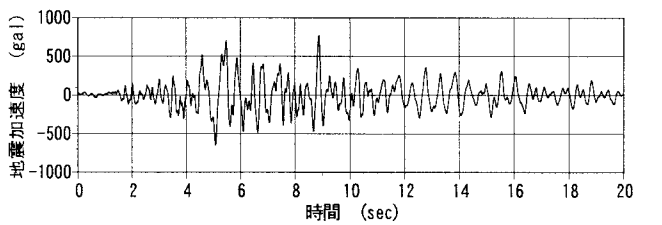
ルは図－４のようにになっている。橋脚は鋼製、RC とともに阪神淡路大震災以前の道路橋示方書をもとに設計を行った。鋼製橋脚は図－５に示す。鋼製橋脚については弾塑性有限解析を用いている。また、RC 橋脚は図－６に示す。鋼製橋脚では隣接橋梁の固定支承を設け、RC 橋脚に隣接橋梁の可動支承としている。入力地震波は直下型のⅡ種地盤のＪＲ鷹取駅地震波ＥＷを用いる。(図－７)



図－５ 鋼製橋脚断面



図－６ RC 橋脚



図－７ 入力地震波(神戸海洋気象台地震波 E W)

5. 解析結果

RC 橋脚と鋼製橋脚の応答変位は吸振装置を設置しないケース(CASE0)について応答変位は図－８に示す。吸振装置を設置した時を CASE1 としその諸元を表－１で示す。応答変位は図－９、吸振装置の相対変位－復元力図を図－１０とする。鋼製橋脚の許容残留変位は橋脚高さの 1/100 で高さが 12 c mとなっている。CASE0では残留変位は18.7cmで許容残留変位より大きくなっているのに対して CASE 1 では残留変位が 3.2cm で許容残留変位より小さくなっていることがわかる。RC 橋脚については吸振装置を設置することで橋脚にかかる負担が分散されたため吸振装置を設置しない時と比較して応答変位が減少していることがわかる。鋼製橋脚については RC 橋脚分の負担が吸振装置を設置することで図－１０のような挙動をすることで入力地震波のエネルギー吸収していることがわかる。

6. 結論

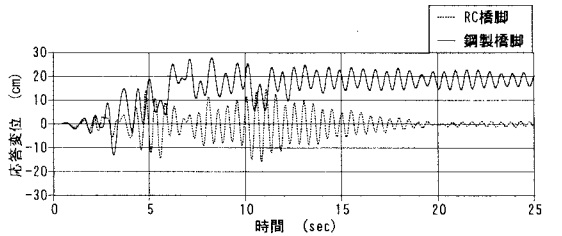
- ①吸振装置の繰り返し載荷実験と解析を比較することで解析の妥当性が証明された。
- ②吸振装置を設置することで RC 橋脚と鋼製橋脚のような復元力特性の違う橋梁システムでは吸振装置を設置することにより応答変位が抑制されている。
- ③他の入力地震波を代入することで橋梁システムにおける吸振装置の最適諸元の決定を行う必要がある。

参考文献

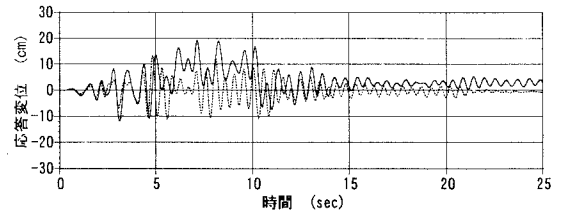
- 1) 西村宣男、小野潔、池内智行：単調載荷曲線を基にした繰り返し塑性履歴を受ける鋼材の構成式、土木学会論文集、第 513 号、pp27-38、1994

表－１ 吸振装置の諸元

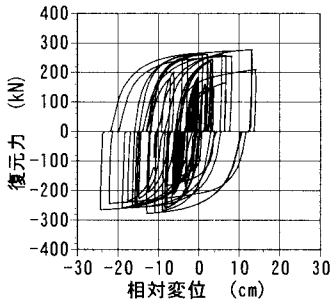
	管径(cm)	管長(cm)	管厚(cm)	アーム長(cm)
CASE0	0	0	0	0
CASE1	50	80	1.25	200



図－８ 応答変位図 (CASE0)



図－９ 応答変位図 (CASE1)



図－１０ 吸振装置の復元力－相対変位図