鋼管の塑性ねじりを利用した吸振装置の地震応答実験

大阪大学工学部　学生員○木村　充　大阪大学大学院　学生員　池内智行
大阪大学工学部　正　員　西村宣男

1.はじめに

阪神淡路大震災を契機に橋脚の耐震設計 [1]が従来の設計法から二段階設計法に移行するのと同時に免振・吸振装置の導入が推奨されている。そこで現在ではゴム支承が多く導入されている。しかし、ゴム支承は高価であること、上部工の変位が抑えられないという問題点がある。この問題点の解決策として鋼管のねじり塑性履歴を利用した復元力を用いることが考えられる。その効果を確かめるために、STK400 鋼管と極低降伏点鋼鋼管の繰り返しねじり載荷実験と地震応答実験を行った。

2.実験概要

実験は繰り返しねじり載荷実験と地震応答実験を行った。繰り返しねじり載荷実験では著者らが考案した載荷曲線を基にした構成則 [2]を採用し、繰り返し載荷実験をすることにより材料定数を決定し、極低降伏点鋼の機械的性質を明らかにすると同時に供試体がどの程度でせん断座屈するかを明らかにした。地震応答実験ではSTK400 鋼管、極低降伏点鋼鋼管の吸振装置を**図－１**の振動モデルとし、吸振装置に強制変位を与え、復元力を測定してコンピュータで振動方程式を解きながら地震応答解析を実行している。この実験は、レベル１地震波、レベル２地震波の海洋プレート型、神戸海洋気象台、JR 鷹取駅の４つの地震波について行った。実験装置は、**図—２**よりねじりを固定するための供試体固定台、曲げを拘束するための曲げ止め部、アクチュエータとアームの連結部から成り立っている。載荷はアクチュエータを用いて変位制御で行った。

3.繰り返しねじり載荷実験

図－３より、極低降伏点鋼では、STK400 と比較して多くの繰り返し塑性履歴を経過するまで座屈しにくく、延性に富んだ鋼材であることわかる。また、極低降伏点鋼はSTK400 と比較して座屈しても強度低下しにくいこともわかる。**図－４**より実験から求めた材料定数を用いて構成則でシミュレーションした結果、極低降伏点鋼、STK400 ともに若干の相違があるものの、ほぼ一致しているとみなしてもよい。

4.地震応答実験

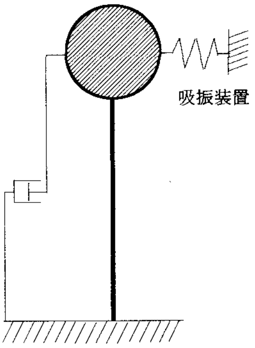
図－５より STK400 鋼管でのレベル２：神戸海洋気象台ではすべての時間おいて効果がほとんどなかったが STK400 でのレベル２地震波：海洋プレート型では最初の数秒間の地震波ではほとんど効果がないが後半では吸振効果が現れている。極低降伏点鋼でも同様の結果が得られた。この結果より、今回の実験では吸振効果があまりでなかったことがわかる。そこで地震応答解析を用いて吸振装置の諸元の最適化を検討した。地震応答解析は**図－１**の実験と同様のモデルとし、復元力は繰り返しねじり載荷実験結果から得られた構成則を用いた。**図－６**より地震応答解析と実験結果が一致していることがわかる。大きな吸振装置をあげるためには，管径、管長を大きくし、アーム長を小さくすることが有効である。**表－１**のように諸元を決定し手応答解析を行った結果、**図－７**より実験と比較して大きな吸振効果が得られた。

5.結論

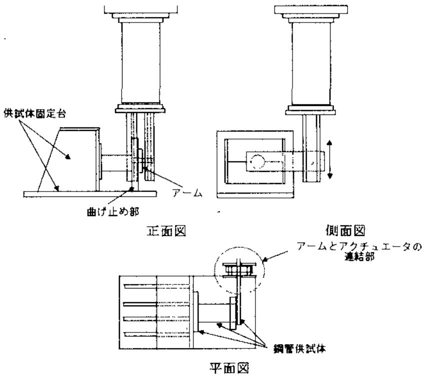
結論としては、次の４点が挙げられる。①極低降伏点鋼は STK400 と比較して座屈しにくく、伸び延性に富んでいる。②繰り返しねじり載荷実験で構成則が実験値を精度よく再現している。③地震波によって吸振効果が変化した。④吸振効果を上げるには管径、管長を大きくし、アーム長を小さくすればよい。

参考文献 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説Ⅴ耐震設計編 ,丸善 ,1996 2) 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

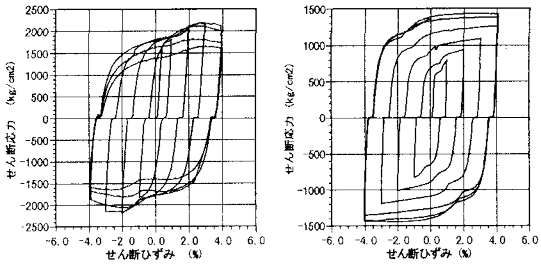
Mitsuru KIMURA, Tomoyuki IKEUCHI, Nobuo NISHIMURA



図－１振動モデル

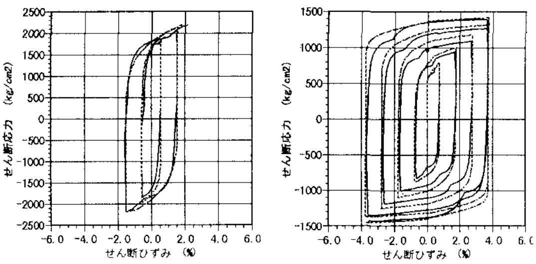


図－２実験装置



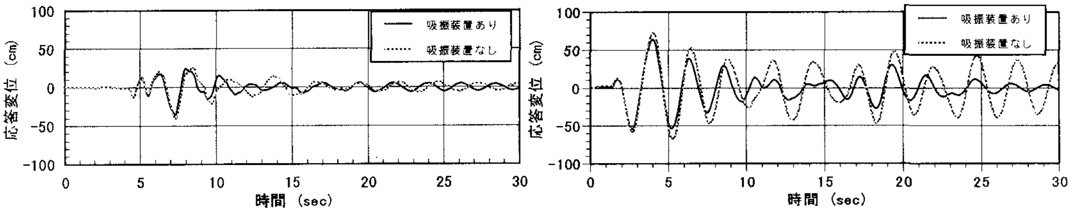
STK400 鋼管　　極低降伏点鋼鋼管

図－３繰り返しねじり載荷実験



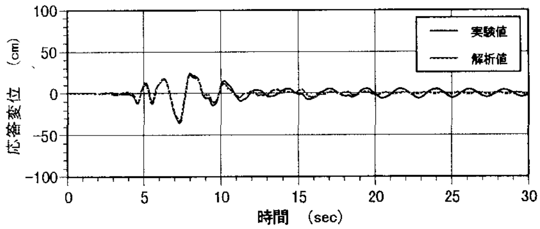
STK400 鋼管　　極低降伏点鋼鋼管

図－４実験結果と構成則との比較



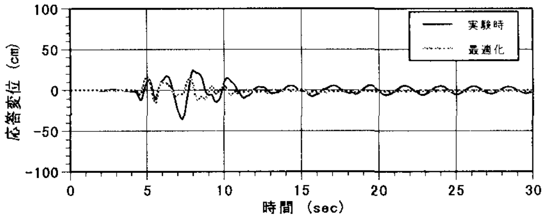
神戸海洋気象台　　海洋プレート型

図－５地震応答実験結果



神戸海洋気象台

図－６実験結果と解析結果の比較



神戸海洋気象台

図－７実験結果と大きさ検討後の解析結果の比較

表－１実験時と大きさ検討後の吸振装置の諸元

実験値で想定した吸振装置の実構造諸元

	管径(cm)	管厚(cm)	管長(cm)	アーム長(cm)
極低降伏点鋼	76.8	3.2	200	264
STK400	71.2	2.6	200	264

最適化した吸振装置の実構造諸元

	管径(cm)	管厚(cm)	管長(cm)	アーム長(cm)
極低降伏点鋼	90.0	4.5	380	100
STK400	80.0	4.0	380	100