

免震層を有する地中パイプラインの動的応答解析について

八代工業高等専門学校 正 員 瀧田邦彦
 熊本大学工学部 正 員 秋吉 卓
 熊本大学工学部 学生員 〇木原隆文
 八代工業高等専門学校 溝脇大樹

1. はじめに

地中パイプライン構造物周囲における地震エネルギー吸収を主体とする、いわゆる免震工法が種々提案され、実施まで検討されている¹⁾。本研究では、このような構造物周囲に地震エネルギー吸収のための免震層を設置する工法を対象として、その工法を用いた場合の地中パイプラインの応答について動的応答解析手法を提案し、そのような免震工法の効果について考察する。

2. 解析手法の概要

図1は解析に用いる地盤-共同溝モデルの概略図であり、表層地盤及び共同溝を2次元平面ひずみの有限要素によりモデル化し、ジョイント要素を配置することで免震層をモデル化する。このモデルの表層地盤の最下層を基盤面として、ここに地震波が入力するときの地盤及び共同溝の応答について解析する。解析には、著者らにより既開発の2次元有効応力解析プログラム「NUW2」²⁾を用いる。

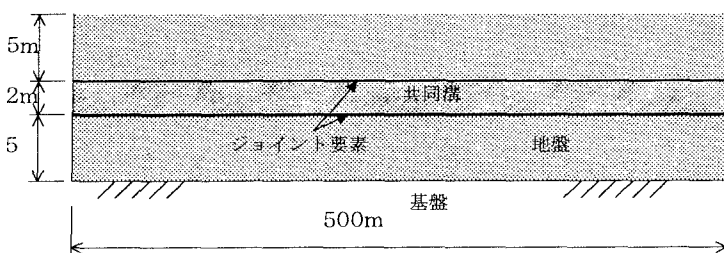


図1 地盤と共同溝の解析モデル

3. 解析の結果と考察

数値計算に用いる共同溝及び地盤の諸量を表1に示す。地盤は線形弾性体でN値10程度の普通地盤を想定して、せん断剛性を $6.0 \times 10^4 \text{ kPa}$ と仮定した。一方共同溝は鉄筋コンクリート製としてその弾性定数を $1.4 \times 10^7 \text{ kPa}$ とし、またジョイント要素のばね定数は文献3)を参項として $6.0 \times 10^5 \text{ kN/m}^2$ を標準値とした。解析では、モデル地盤の下部は剛基盤の存在を仮定し、側方境界とともに固定条件とし、主としてモデル中央部における共同溝の応答について解析を行った。入力地震波は、正弦波と不規則波の例として兵庫県南部地震時のポートアイランドでの強震記録波を用いることとし、それぞれ最大加速度 2.5 m/s^2 に調整して、基盤面より水平入射した。

表1 地盤及び共同溝モデルの諸量

地盤の単位体積重量	19 kN/m^3
地盤のせん断剛性	$6.0 \times 10^4 \text{ kPa}$
減衰定数	0.02
共同溝の弾性定数	$1.4 \times 10^7 \text{ kPa}$
ジョイント要素のばね定数	$6.0 \times 10^5 \text{ kN/m}^2$
ジョイント要素の粘着力	98 kN/m^2
ジョイント要素の内部摩擦角	30°

図2は、4Hzの正弦波を地震入力波としたときの、共同溝中央部における応答の時刻歴を図示したもので、(a)及び(b)はそれぞれ加速度及び変位応答を示しており、各図とも実線は免震層を用いた場合、点線は免震層のない場合の応答である。免震層を設けた共同溝の応答は免震層がない場合に比べ半分以上に減少していることがわかる。図3は共同溝加速度の周波数応答であり、免震層を表わすジョイント要素の剛性を標準値と

その5倍、10倍とした場合及び免震層なしの場合についてそれぞれ実線、破線、点線及び1点鎖線で表している。免震層のない場合は5Hz付近で共振するが、免震層のある場合には免震層の剛性を表すジョイント要素のばね定数が小さいほど加速度の応答が低減し、かつ応答の最大値は長周期化することがわかる。図4(a),(b)は、実地震波入力の場合のそれぞれ加速度、変位応答の時刻歴であり、図中の実線及び点線は、それぞれ免震層がある場合及び無い場合の応答を表している。免震層のある場合の加速度、変位応答は免震層のない場合に比べて最大値が減少し、かつ波形全体が長周期化している。図5は図4の時刻歴応答のフーリエ

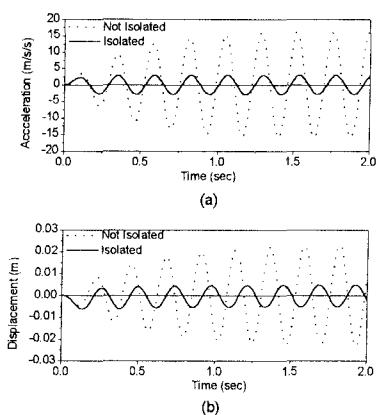


図2 正弦波に対する加速度及び変位応答の時刻歴

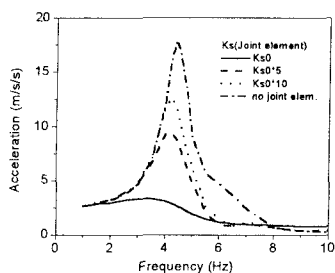


図3 加速度応答曲線

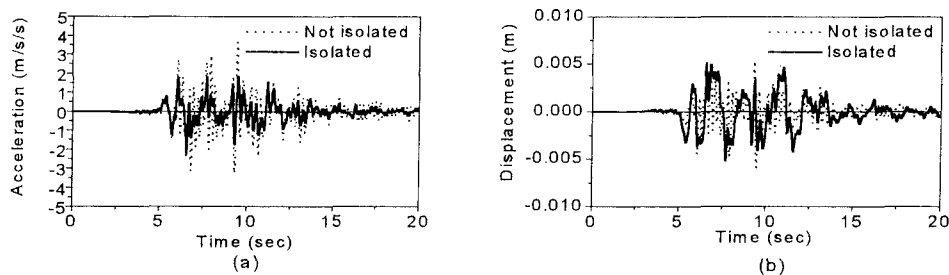


図4 実地震波に対する加速度及び変位応答の時刻歴

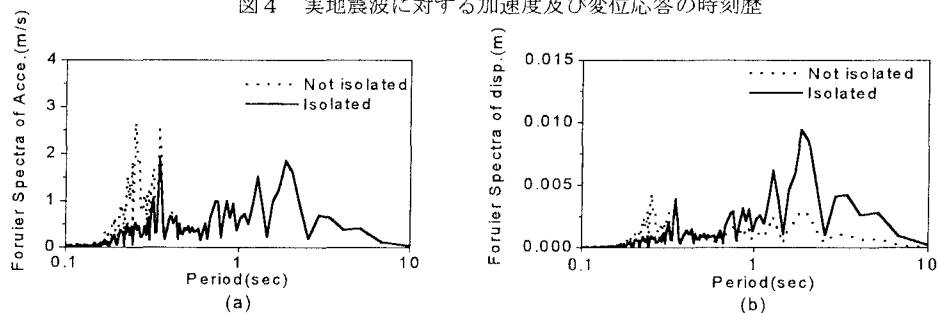


図5 加速度及び変位応答のフーリエスペクトル

スペクトルであり、図中の線は図4と同様である。この図から、免震層の設置によって共同溝の応答は長周期化することが明らかとなっており、免震工法の効果といえる。

4. まとめ

本研究では、共同溝の周囲に剛性の小さな免震層を配置する免震工法に対して応答解析を行い、免震工法の応答に及ぼす効果について考察した。数値計算結果より、免震層を配置することによって、共同溝の加速度及び変位応答が低減し、免震層のばね剛性が小さいほどその低減効果があり、さらに応答の卓越周期は長周期化する効果があることを確認した。

参考文献 1) 大塚久哲：地中構造物の免震化に関する研究、第一回免震・制震コロキウム講演論文集、pp.5～17、1996 2) Akiyoshi.T., Fuchida.K., et.al. : Liquefaction analyses of sandy ground improved by sand compaction piles, *Int. J. Soil Dynamics and Earthquake Engg.* 3) 土岐憲三・佐藤忠信・三浦房紀：強震時における地盤と構造物の間の剥離と滑動, 土木学会論文報告集, 第302号, pp.31-41, 1980.