

I - B 453

免震層を有する地中パイプラインの静的及び動的応答解析

八代工業高等専門学校 正 員 淵田邦彦
 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

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、実施工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静的及び動的な解析手法を適用して、そのような免震工法の効果について考察するものである。

2. 静的解析手法の概要 ここでは、地中パイプラインの中でも共同溝を解析の対象として、継手を含めた地中パイプラインを弾性床上的のはりとばねに置き換えてモデル化し、地盤変位が地盤ばねを介して地中パイプラインに強制的に作用するときの、軸方向および軸直角方向に関する支配方程式を、伝達マトリックス法により静的に解析する手法を用いる²⁾。ここではパイプライン周囲の地盤ばね剛性を低減したもので免震層をモデル化するものとし、免震層がパイプラインの応答に及ぼす効果について検討した。

3. 静的解析結果と考察 図1は解析に用いた共同溝モデルの概略図であり、表1は共同溝の諸元である。免震層については、解析モデルの中で地盤ばねを低減させて、これを免震層と想定するものとし、また免震層の剛性モデルとして、地盤ばね定数の標準値の 1/1000、1/100、1/10 の 3 種類を用いた。免震層の配置が、共同溝の応答に及ぼす影響を調べるために、図1のように、免震層のない Model1 と、免震層の配置間隔を変えた Model2~Model4

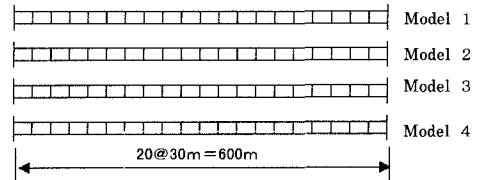


図1 共同溝モデルと免震層の配置

表1 共同溝の諸元

断面寸法(幅×高さ×厚さ(m))	4.0×4.0×0.3
共同溝エレメントの長さ(m)	30.0
弾性定数(kPa)	2.5×10^7
継手伸縮ばね定数(kN/m ²)	2.9×10^4
継手回転ばね定数(kNm/rad)	2.9×10^4
地盤の単位体積重量(kN/m ³)	17.6
地盤ばね定数(軸方向(kN/m ²))	2.0×10^4
同上(軸直角方向(kN/m ²))	2.0×10^4

の合計4種類のモデルを仮定した。共同溝に与える外力としては、上記の地盤ばねを介して管軸に沿ってほぼ一様な分布で最大 0.3m の地盤変位が強制的に入力されるものとした。

図2(a),(b),(c)及び(d)は、免震層の剛性を地盤ばね定数の 1/100 とした場合のそれぞれ軸方向変位、軸直角方向変位、軸応力及び曲げ応力の分布を図示したものである。変位・応力ともに、免震層が十分に配置されている Model3,4 で減少している。

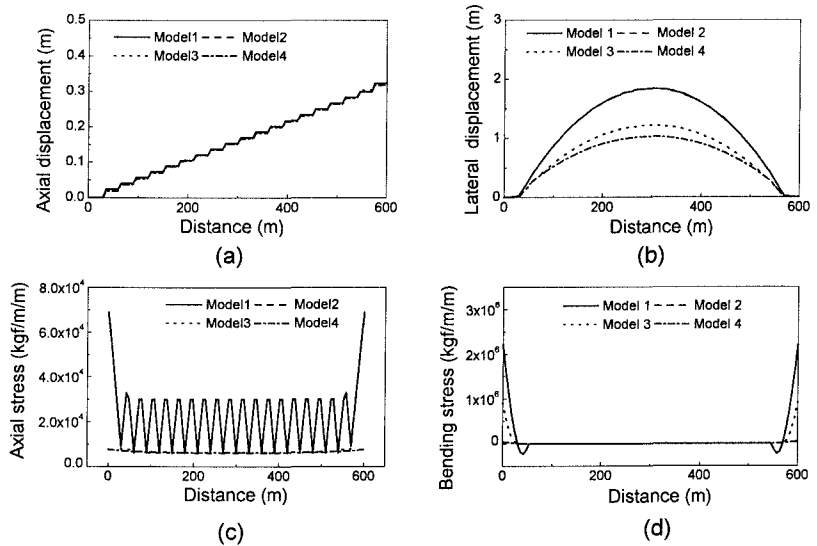


図2 軸・軸直角方向の変位・応力の応答分布

キーワード：地中パイプライン、免震、地震応答解析、弾性床上的のはり、2次元有限要素法
 連絡先：〒866-8501 八代市平山新町 2627、Tel.0965-35-1611、Fax.0965-33-0616

図3(a),(b)は、免震層の剛性低減率を横軸にとり、それぞれ軸応力および曲げ応力の端部における値を図示したもので、両応力とも Model4 において低減効果が大きく表われている。

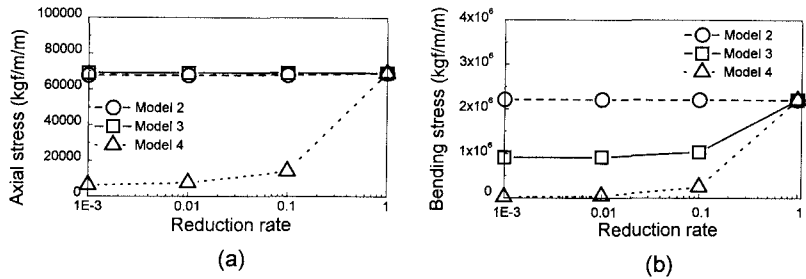


図3 応力の最大応答値と剛性低減率との関係

4. 動的解析の結果と考察

察 地盤と共同溝の間にジョイント要素を配置することで共同溝周囲の免震層を表し、表層地盤の最下層から地震波が入力するときの共同溝の応答を2次元有効応力解析プログラム「NUW2」³⁾を用いて解析した。図4は解析に用いた地盤-共同溝モデルの概略図であり、地盤は線形弾性体で比較的軟らかい地盤を想定して、せん断剛性を $4.6 \times 10^4 \text{ kPa}$ と仮定した。一方共同溝についてはコンクリートの弾性定数を $1.4 \times 10^7 \text{ kPa}$ とし、またジョイント要素の粘着力を 98 kN/m^2 、摩擦角を 30° とした。モデルの境界は側方、底面とも固定条件とし、地盤の下部は剛基盤の存在を仮定している。入力地

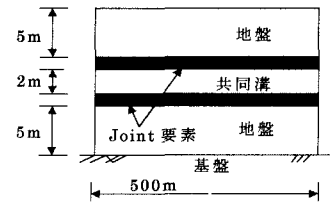


図4 動的解析モデルの概略図

震波は、振動数 4Hz の正弦波と、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、それぞれ最大加速度 2.5 m/s^2 に調整して基盤面に入力した。図5(a),(b)は正弦波入力の場合の共同溝の、それぞれ水平加速度及び水平変位応答の時刻歴である。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て半分以下に減少している。図6(a),(b)は実地震記録波入力の場合の、それぞれ加速度及び変位応答を表している。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ともに最大値が減少し、かつ波形全体が長周期化しており、共同溝の応答に与える免震層の効果の一例といえる。

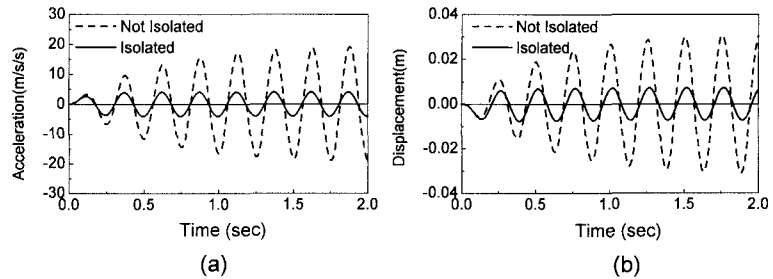


図5 正弦波に対する加速度及び変位応答の時刻歴

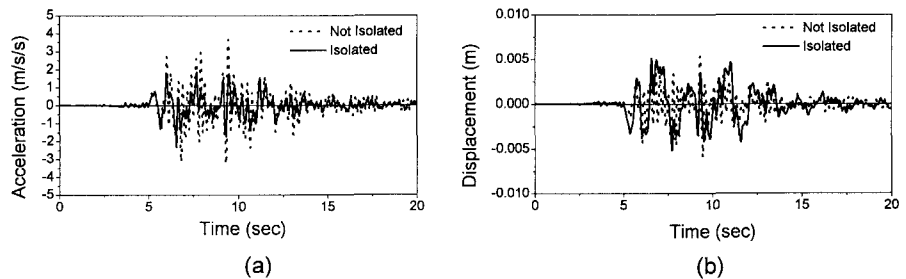


図6 実地震波に対する加速度及び変位応答の時刻歴

る場合の加速度、変位応答は免震層のない場合に比べてともに最大値が減少し、かつ波形全体が長周期化しており、共同溝の応答に与える免震層の効果の一例といえる。

6. 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静的及び動的応答解析を行い、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、免震層の配置によって共同溝の変位及び応力が低減することやその応答が長周期化することなどを確認した。