

免震層を用いた地中パイプラインの免震効果に関する2、3の考察

八代工業高等専門学校 学生員○木原隆文

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

1. はじめに 近年、地中パイプライン構造物と周囲の土とのすべり及び周辺地盤での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、パイプライン構造物の周囲に、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近似的な解析手法を適用して、そのような免震工法の有効性について検討を試みるものである。

2. 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、解析手法として、瀧田らによる弾性床上のはり理論と伝達マトリックスに基づく手法を用いる²⁾。この手法では継手を含めた地中パイプラインを弾性床上のはりとはばねに置き換えてモデル化し、地盤の変位分布と地盤ばね定数とを定義し、地盤の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。ここではパイプライン周囲の地盤ばね剛性を相当に低減したもので免震層をモデル化し、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. 地盤及び共同溝の諸元 共同溝は、図1に示すように、共同溝の1函体の長さを30mとし、20本の函体が継手で連結された総延長600mの共同溝を解析対象とし、その断面寸法は幅、高さとともに4.0m、厚さ0.3mとする。また地盤ばね定数としては、土のS波(横波)速度100m/s程度の地盤を想定して2000tf/m²を標準値とし、軸方向・軸直角方向の継手ばねの標準値をそれぞれ $3 \times 10^3 \text{tf/m}^2$ 、 $3 \times 10^3 \text{tfm/rad}$ を用いる。地盤ばね特性は完全弾塑性型とし、塑性状態への限界の相対変位を1mmとする。

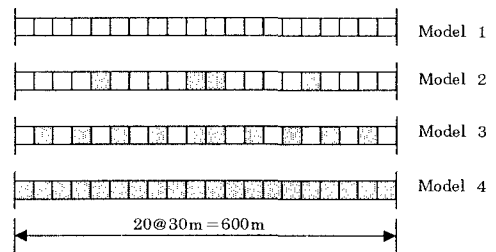


図1 免震層の配置モデル

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の4種類のモデルを仮定した。

表1 入力変位

	分布形
軸方向	
軸直角方向	

共同溝に与える外力としては、上記の地盤ばねを介して地盤の変位が強制的に入力されるものとし、軸方向、軸直角方向ともに管軸に沿ってほぼ様な入力分布を表1のような2種類の分布形で想定した。すなわち軸方向は三角形分布、軸直角方向は台形分布とし、最大変位を0.3mとした。

4. 解析結果と考察 図2は免震層の剛性を地盤ばね定数の1/100、継手の伸縮ばねを標準値の1/100とした場合の共同溝の軸方向変位、軸応力をそれぞれ、(a)、(b)に図示したものである。図2(a)の軸方向変位の分布は、4つのモデルとも継手部で変位が吸収される様子が示されている。(b)の軸応力では、Model1とModel2が同一結果となり、一定の増減を繰り返しながら、両端部に応力が集中した分布であるが、免震層が十分に配置されているModel3、4では、軸応力は大幅に減少している。

図3は図2と同様な条件で共同溝の軸直角方向変位、曲げ応力をそれぞれ、(a)、(b)に図示したものである。(a)の軸直角方向変位では、Model1とModel2が同一結果となり、免震層を密にしたModel3、4において、共同溝の応答が低減している。(b)の曲げ応力では免震層を密にしたModel4において、最も共同溝の応答が低減している。

図4、図5は免震層の剛性の低減率を横軸にとり、それぞれ軸方向変位、軸応力および軸直角方向変位、

曲げ応力の端部における値を、それぞれ(a)(b)に図示している。図4の(a)の軸方向変位は免震層の剛性を小さくしても、変位を低減させる効果は小さく、(d)の軸応力は Model4 において低減効果が大きく表われている。図5(a)、(b)の図より軸直角方向の共同溝の応答は免震層の剛性を低減するほど減少しており、免震層による応答低減の効果が大きいといえる。また当然ながら免震層を密に配置したモデルほど、共同溝の応答低減の効果が大きいといえる。

5. まとめ 本研究は、地中パイプライン周辺に剛性の小さな免震層を配置する免震工法に対して、その応答を擬静的解析より評価し、免震工法の有効性について検討したものである。数値計算結果より、免震層を配置することによって、軸方向における継手伸縮量や応力を低減することが可能であること、免震層を密に配置するとともに、継手の剛性を小さくすることが、地震時の共同溝の応力を低減するのに効果的であること、免震層の剛性低減は、軸直角方向の変位や函体応力の低減に効果的であることなどを確認した。

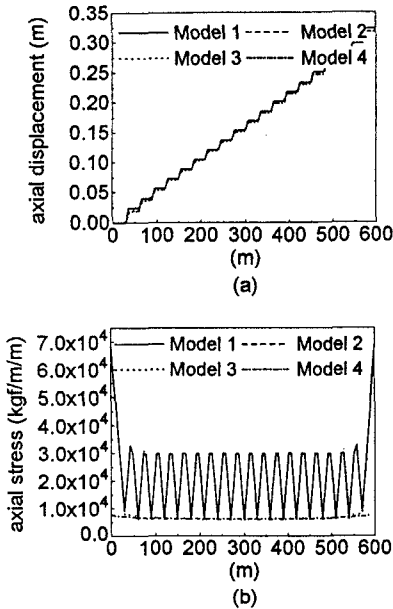


図2 軸方向変位、軸応力の分布

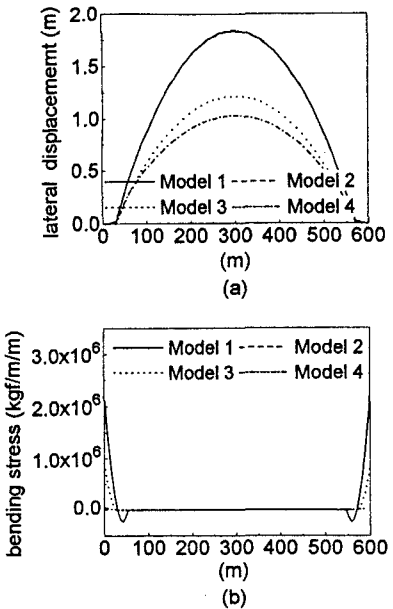


図3 軸直角方向変位、曲げ応力の分布

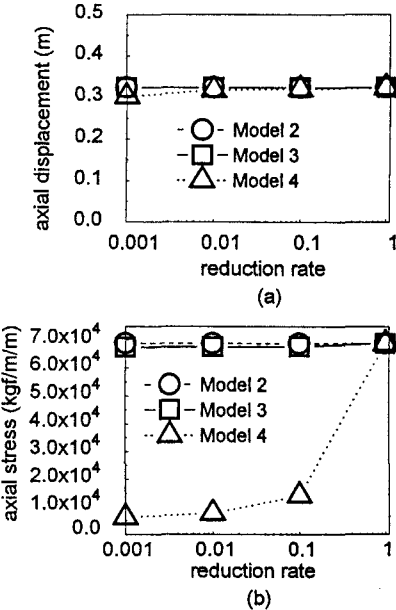


図4 軸方向変位、軸応力と免震層の剛性の低減率との関係

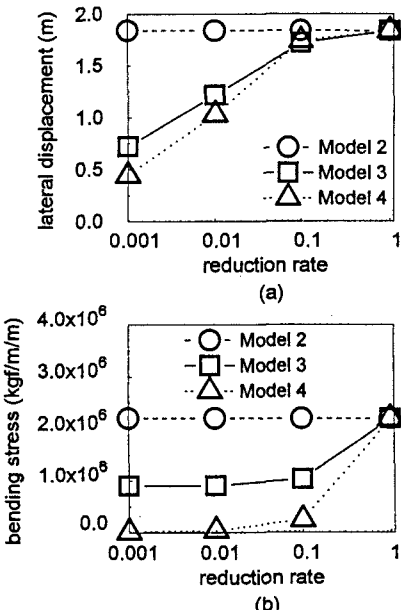


図5 軸直角方向変位、曲げ応力と免震層の剛性の低減率との関係

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) Fuchida,K.&Wang,L.R.L.: Parametric Study of Buried Pipelines Subjected to Liquefied Ground Movement, Technical Report No. ODU LEE No8,1993.