

埋設管路網の免震化に関する研究

武蔵工業大学 学○新開 景子
武蔵工業大学 正 片田 敏行
武蔵工業大学 正 末政 直晃

1. はじめに

地中構造物の被害原因は、地震に伴う液状化や側方流動、あるいは地盤条件や地形条件等に起因していることは既往の研究から明らかである。広面積に敷設されている埋設管路網の耐震化・免震化に当たっては、被害が生じやすい箇所があらかじめ明らかになっていると、低コストで対策しやすくなる。

そこで、本研究では地震時に多くの人々に影響を与えるライフライン施設である埋設管を研究対象として、広い地域に敷設された埋設管路網全体において、地形・地質の異なる条件のもとでどの箇所に被害が生じやすいかを検討しようとするものである。今回は、日本海中部地震の能代市におけるガス中圧管の被害¹⁾を参考にして、管路網の応力解析を行った。そして、地震によって管路に生じる応答を変位、軸応力、曲げ応力の3つの物理量で表して管路の被害状況と比較検討する。

2. 解析方法、解析条件

図-1に応力解析を行った地域の配管図¹⁾、図-2に解析対象とした部分をモデル化したものを被害報告書に記載されている破壊メカニズム、及び管路被害箇所¹⁾と共に示す。図-2の●は航空写真によって地盤変位が読み取れ

1200m

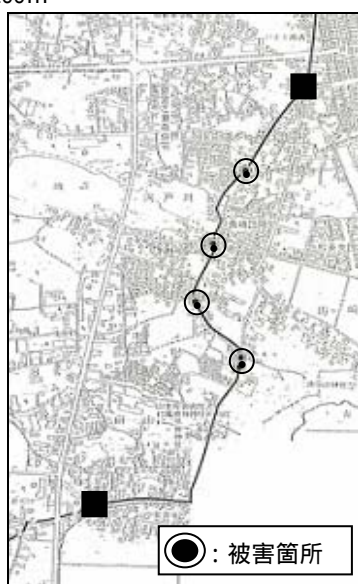


図-1 650m

解析地域(能代市坊ヶ崎付近)¹⁾

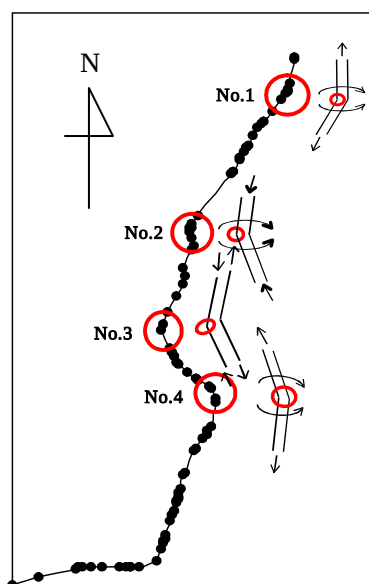


図-2 解析対象地域のモデルと破壊メカニズム¹⁾

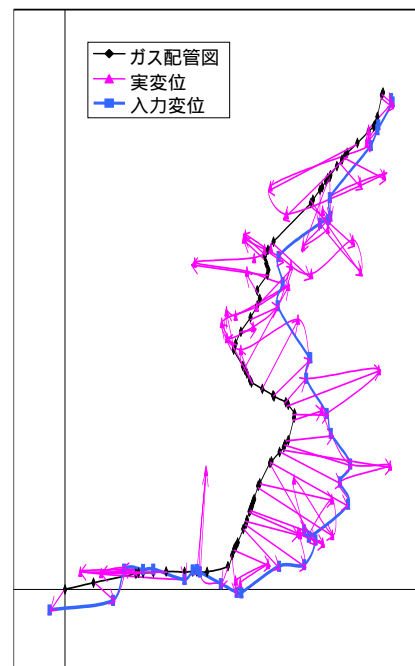


図-3 実地盤変位¹⁾と入力地盤変位

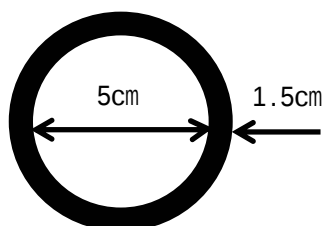


図-4 管路断面図¹⁾

表-1 解析条件

管路条件				地盤反力係数 ²⁾³⁾	
管径	厚肉	断面積	断面2次モーメント	管軸方向	管軸直角方向
R(m)	r(m)	A(m ²)	I(m ⁴)	Kz(N/cm ³)	Kh(N/cm ³)
0.08	0.015	0.00306	1.70E-06	20	40

キーワード：免震化、日本海中部地震、ガス中圧管路網、応力解析

連絡先：〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 武蔵工業大学地盤環境工学研究室 TEL&FAX 03-5707-2202

た場所をプロットしたものである。このとき、被害箇所は北から順に No.1～No.4 とした。また、図 - 3 に航空写真測量¹⁾によって得られた地盤変位分布図と入力に用いた地盤変位分布図、図 - 4 に用いた管路の断面図¹⁾、表 - 1 に解析条件をそれぞれ示した。ここで、管に入力した地震力は解析地域のガス中圧管路に沿った地盤の変形量に地盤反力係数²⁾をかけたものとした。しかし、航空写真測量より算定されたデータでは変位の分布が複雑になっており、局所的に大きな地盤変位を示している。今回の解析では、地盤反力係数を一定としたためにこの大きな地盤変位が応答に大きな影響を及ぼした。そこで、平均的な地盤状況に対する応答を求めるために滑らかな変位分布に修正したものを解析に用いた。また、地盤反力係数は解析を行った地域の地盤性状をもとに決定した。さらに、管路両端部は固定支点と仮定し、管路は一様で地盤条件も全域で同じとした。そして、地震時に管路全体にどのような応力が生じたかについて検討した。

3. 解析結果

図 - 5 に管路応答変位図、図 - 6 に軸応力図、図 - 7 に曲げ応力図をそれぞれ示す。応力図において、縦軸を境に軸応力は右側を圧縮領域、曲げ応力は右側を反時計回りとした。解析結果より、地震による地盤反力を受けた時の管路全体の変位、軸応力、曲げ応力の分布が明らかになり、管路の被害箇所の破壊メカニズムの考察¹⁾と解析結果が一致していることが明らかになった。しかし、被害箇所以外でも管応力や管変位が大きくなった箇所がある。

今回の解析では、地盤反力係数を一定としているが液状化程度によって地盤反力係数の値は異なる。すなわち、地盤変形の大きな地点では液状化程度が進み地盤反力係数の値は小さくなり、その結果、管に作用する地震力も小さくなると考えられる。この点が今回の解析では考慮されていない。

4. まとめ

解析の結果、次のような知見が得られた。

- ・ 解析によって、被害箇所の変位、応力の分布が明らかにされた。
- ・ 軸応力や曲げ応力の分布状況で日本海中部地震における能代市のガス中圧管の破壊メカニズムが説明された。

以上のことは、広い地域に敷設された埋設管路網の応力解析を行うことによって、どの箇所を優先的に耐震化・免震化すればよいかを示している。

1200m

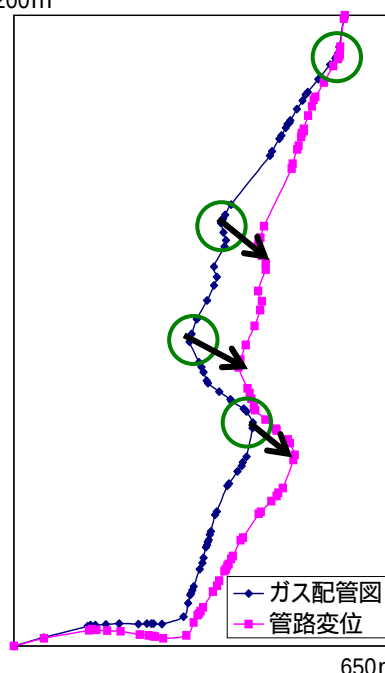


図 - 5 管路変位図

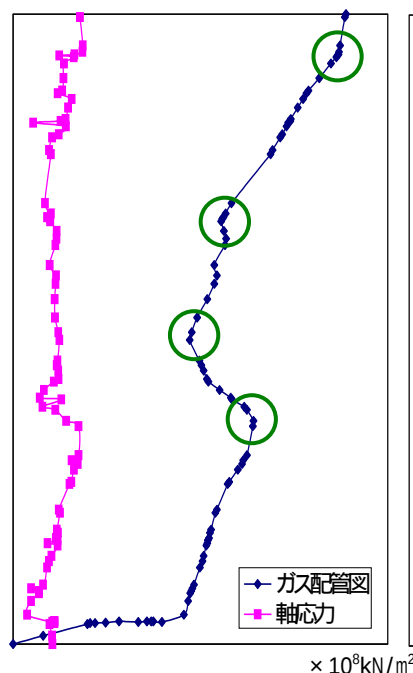


図 - 6 軸応力

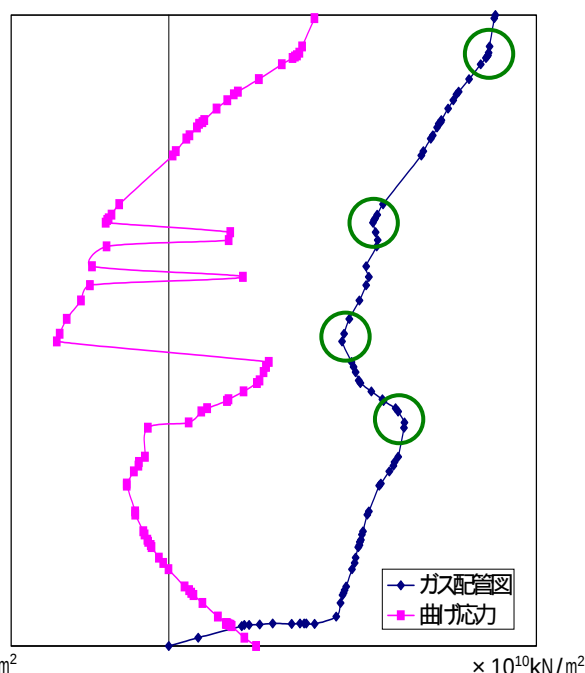


図 - 7 曲げ応力

参考文献

- 1) 液状化を考慮した埋設管路の耐震設計法に関する基礎的研究 (その 3)、能代市、1983.
- 2) 土と構造物の動的相互作用、土質工学会、pp.52-54、1973.