

I-B 328

活断層近傍における地中管路の地震時挙動解析

神戸大学工学部 正員 高田至郎
 神戸大学大学院 正員 李 騰雁
 神戸大学大学院 学生員 大芦克己
 宇部興産(株) 正員 後藤悟史

1. はじめに

1995年兵庫県南部地震は、野島断層を発端とした断層の破壊が原因で発生した。六甲山地周辺の神戸地域には多数の既知断層が存在しており、その付近の住宅街は段丘地盤地域に建設されており、それらの地域の地中ライフラインも活断層近傍で多数被災した。活断層は、その内部に粘性土を含んだ不連続な亀裂性岩盤であることが知られており、これまでにその挙動を表現するためにジョイント要素を用いた解析も行われている¹⁾。本研究では神戸大学東側地域の地盤をモデル化し、断層挙動としてジョイント要素を用いて、地中管路の2次元動的FEM解析を行い、活断層地形の地中管路に与える影響について検討した。

2. 解析条件

解析モデルは図1に示されるように、表層土、段丘層と不整形基盤を持つ地盤に、継手なしの直管を深さ4mの位置に埋設したものである。地質パラメータと管路の材料諸元をそれぞれ表1、表2に示す。地質条件は実際のボーリング図から得られたN値から求め、管路にはJIS G 3452（呼び径200の満水管）を用いた。また本解析で対象とする断層は、地震の原因となる「起震断層」ではなくその周辺に存在する活断層地形であり、そのモデル化として断層部分にはジョイント要素を配置し、基盤岩に地震波を与えた。そのバネ定数の変化パターンは、矢田らの研究¹⁾を参考にし、接線方向のバネ定数の低減率を0.01とした。管路は軸力と曲げを受ける Castilano の定理に基づいた厚肉梁要素として与えた。解析は表3に示すように地盤の特性を考慮して3つのケースについて実施した。また、内部減衰として Rayleigh 減衰を1次、2次ともに減衰定数0.01として与え、管路と地盤は一体系として解析を行った。また入力地震動を図2に示す。

表1 各地質パラメータ

	E(kgf/m ²)	ν	ρ (kg/m ³)
表層地質	0.292E+07	0.4	163.0
段丘層	0.212E+08	0.3	204.0
岩盤	0.102E+09	0.2	265.4

表2 管路材質諸元

外径 D(cm)	肉厚 t(cm)	断面積 A(cm ²)	E(kgf/m ²)	ν	ρ (kg/m ³)
21.63	0.48	31.9	2.1×10^{10}	0.3	19746.1

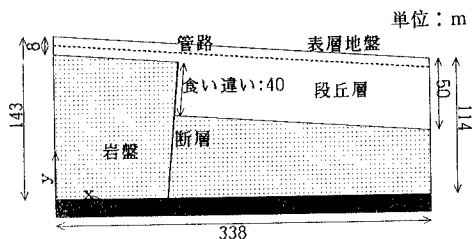
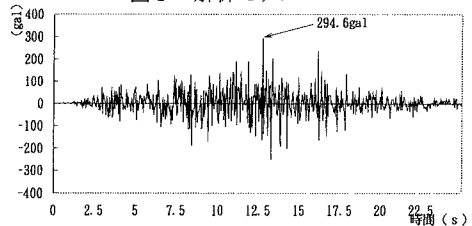
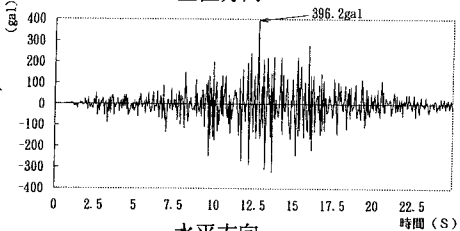


図1 解析モデル



垂直方向



水平方向

図2 入力地震動

表3 解析ケース

ケース	土の材料特性	バネ定数	
		弾性域	塑性域
case1	弾性	接線方向 1.02E+07 法線方向 1.02E+08	— —
case2	弾塑性	接線方向 1.02E+07 法線方向 1.02E+08	→ 1.02E+05 → 1.02E+03
case3	弾塑性	接線方向 1.02E+09 法線方向 1.02E+10	→ 1.02E+07 → 1.02E+03

3. 解析結果

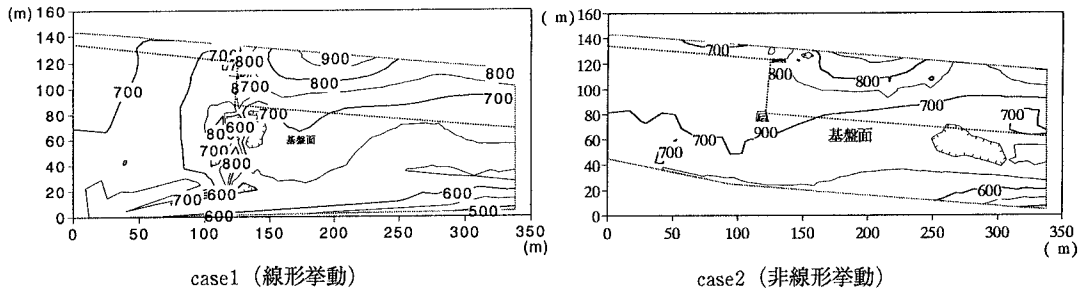


図3 地盤の絶対加速度コンター図(gal)

case1,2の地盤の絶対加速度のコンターを図3に示す。さらに、管軸方向の管頂ひずみを軸力と曲げモーメントから計算して、それが最大になった時刻でのひずみ分布図、せん断力分布図をそれぞれ図4、図5に示す。解析の比較により以下のような知見が得られる。

- ・図3より、case1, case2ともに基盤の食い違い部分から少し下降した表層地盤において加速度が最も増幅していることがわかり、これは兵庫県南部地震で見られた「震災の帯」の断面に相当するものと考えられる。

- ・図3と図4を比較してわかるように、断層近傍においては絶対最大加速度の生じる場所と管路に生じる最大ひずみの場所とは必ずしも一致していない。

- ・ガス導管耐震設計指針に基づく計算方法によって、本解析モデルの管路ひずみは

0.052%、許容ひずみは0.77%となった。case2で発生した最大ひずみは0.13%であるため、管路の設計ひずみを超えていることになる。現行耐震設計法では地盤の食い違いなどは考慮されていないので、今後、断層近傍の影響を考慮した現行耐震設計法をさらに検討する余地がある。

4. まとめ

本研究は、活断層地形に埋設された地中管路を対象として、地震時挙動解析を行った。本解析によって、不整形基盤を持つ地盤の絶対加速度のコンター図から、兵庫県南部地震に見られた「震災の帯」の断面を小さなスケールで表現することができた。また、断層モデルとしてジョイント要素を用いることにより、地震時において活断層近傍にある地中管路は、活断層のズレによりその周辺で大きな断面力、ひずみを発生することが確認できた。

参考文献

1) 矢田敬・竹内則雄・大久保誠介：断層挙動の一解析手法について，土木学会第50回年次学術講演会概要集，pp.1150～1151，1995

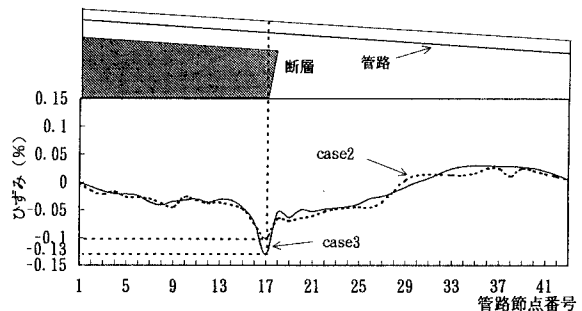


図4 最大ひずみ発生時刻での管頂ひずみ分布図

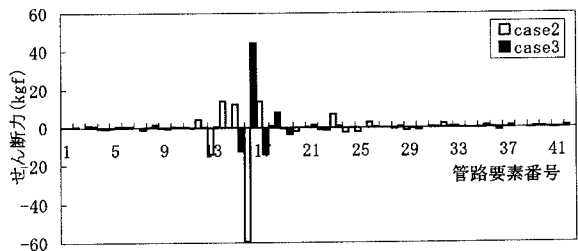


図5 最大ひずみ発生時刻でのせん断力分布図