

I - B 253

震源断層近傍における地中管路の地震時挙動解析

神戸大学大学院 学生員 福田克己 神戸大学工学部 フェロー 高田至郎
 神戸大学大学院 正員 森 健 住友金属工業(株) 正員 棚橋隆司

1. はじめに

1995年1月に起こった兵庫県南部地震においては、上水道・ガスなど地中管路被害が多数生じた。兵庫県南部地震において観測された波形から求めた加速度応答スペクトル・速度応答スペクトルはともに震源断層走行方向よりも断層直交方向のほうが明らかに大きく¹⁾、また配水管の被害においても同様に断層直交方向の被害率が高いことが最近の研究より明らかとなった²⁾。

そこで本研究においては、ある震源断層を仮定し小地震の重ね合わせにより大地震波を作成し、まず震源断層付近において断層に対して走行方向と直交方向に埋設された地中管路の挙動を二次元動的FEM解析を用いて行い、さらに震源断層と地中管路の位置関係による管路応答の違いについて検討した。

2. 解析条件

仮定した震源断層より発生する地震動は小地震の重ね合わせにより求めた。小地震は点震源より射出されると仮定して距離・マグニチュードなどにより振幅のスペクトル形状で地震波の特性を与え、これを時刻歴波形に戻すことにより得られた小地震波を重ね合わせ、断層走行方向と断層直交方向の基盤における地震波を求めた。地中管路は図-1に示すように震源断層に走行方向、直交方向に延長4kmの管路を想定した。管路にはJIS G 3452(呼び径200の満水管)を用い、軸力と曲げを受けるCastiglianoの定理に基づいた厚肉梁要素とした二次元動的FEM解析を行った。解析は表-1に示すように管路の埋設位置と基盤の不整形さにより5つのケースについて実施した。地盤の断面については、神戸の地盤を参考に図-2に示すような成層地盤と不整形地盤を仮定した。

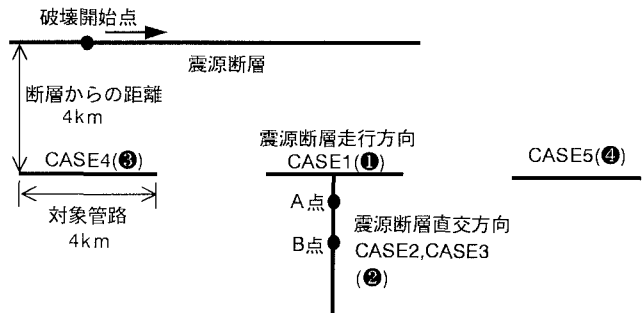


図-1 震源断層と地中管路の位置関係

表-1 解析ケース

ケース	管路埋設方向	基盤	位置
CASE1	震源断層走行方向	成層地盤	①
CASE2	震源断層直交方向	成層地盤	②
CASE3	震源断層直交方向	不整形	③
CASE4	震源断層走行方向	成層地盤	④
CASE5	震源断層走行方向	成層地盤	⑤

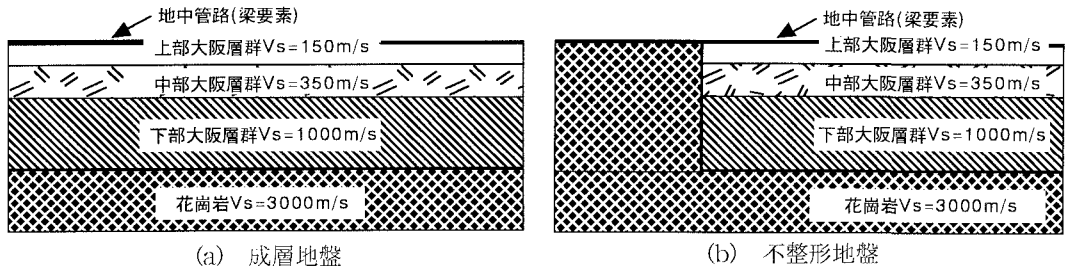


図-2 モデル図

キーワード：震源断層，地中管路，管路ひずみ

勤務先：〒657-8501 神戸市灘区六甲台町1-1 TEL 078-803-1056

3. 解析結果

まず、CASE2の1.5kmほど離れたA点とB点（図-1参照）における応答加速度の時刻歴を図-3に示す。図-3より加速度のピーク時における位相のずれが確認できる。つぎに、地表付近に埋設してある地中管路の挙動の解析結果について述べる。ひずみは引っ張りを正とした。図-4にCASE1からCASE3における管路の管軸方向の管頂ひずみが最大になった時刻でのひずみ分布図を示す。まず、成層地盤において断層走行方向と断層直交方向の管路ひずみを比較すると、CASE1の断層走行方向のひずみのほうがCASE2の断層直交方向のひずみよりも大きく、管路ひずみはおよそ0.2%であった。一方、断層直交方向の断面を不整形地盤としたCASE3ではCASE1よりも震源断層からの距離が遠いにも関わらず引張ひずみが最大0.89%にもなり、基盤の不整形による影響が管路に大きく影響を及ぼしていることがわかる。さらに、断層からの距離を一定としたときに管路がどの位置にあるときに影響を受けるかについて検討した。ここに断層からの距離は震源断層から対象管路への最短距離とした。断層走行方向に地中管路を仮定した破壊開始点に近い地域のCASE4、破壊終了点に近い地域のCASE1、破壊終了点を越えた地域のCASE5の3つの地域における管路のひずみ分布を図-5に示す。図より、3地域の中では破壊終了点を越えた地域のCASE5における管路ひずみが最も大きい結果となった。これは、震源特性の一つであるディレクティビティ効果により震源断層の延長線上に大きな地震動が生じたために管路応答に影響を及ぼしたと考えられる。

4. まとめ

以上、震源断層付近において断層に対して走行方向と直交方向に埋設された地中管路の挙動や震源断層と地中管路の位置関係による管路応答の違いについて検討した。その結果、成層地盤においては断層直交方向より断層走行方向のほうが管路ひずみが大きいこと、基盤の不整形が管路応答に深く関係していること、さらにはディレクティビティ効果により震源断層破壊方向の延長線上にある管路ひずみが最も大きくなったことなどが知られた。

【参考文献】

- 1) 森 健：活断層近傍における地震動観測およびアスペリティモデルによる強震動予測に関する研究，平成9年度神戸大学修士論文pp.32-56,1998.3
- 2) 北田敬広：ライフライン被災分析と地域震災対応に関する研究，平成9年度神戸大学卒業研究pp.10-14, 1998.3
- 3) 菊地正幸：遠地実体波による震源断層，平成7年兵庫県南部地震の被害調査に基づいた実証的分析による被害の検証，pp.1.41-1.46,1996.3.

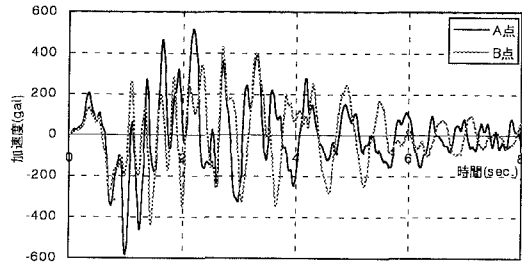


図-3 応答加速度の時刻歴(CASE2,A点とB点)

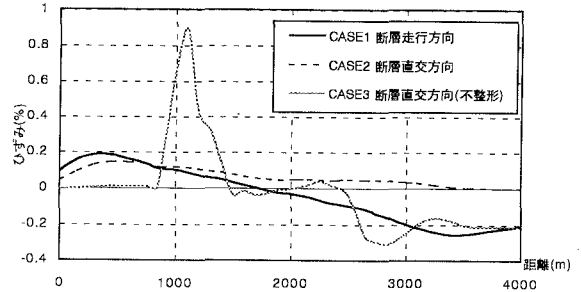


図-4 最大ひずみ発生時刻での管頂ひずみ分布図 (CASE1~CASE3)

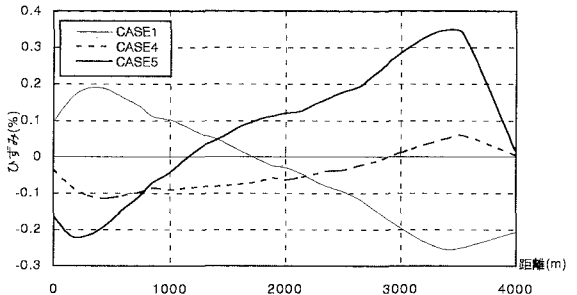


図-5 最大ひずみ発生時刻での管頂ひずみ分布図 (CASE1・CASE4・CASE5)