

第 部門 長周期地震動を受ける地中管路の応答解析

神戸大学工学部 学生員 ○岡本 大寿
 神戸大学工学部 正会員 鋤田 泰子
 神戸大学工学部 フェロー 高田 至郎

1. 概要

兵庫県南部地震以降、直下型あるいはプレート境界型地震を想定した耐震設計法については種々検討され、設計法が確立されてきたが、今後懸念されている東南海・南海地震がもたらす長周期地震動が構造物に及ぼす影響については、詳細な検討が必要である。本稿では、大阪平野周辺に到達すると予測される長周期地震動を対象に、個別要素法を用いて地中管路の応答解析を行い、その挙動を追跡するとともに、現在の設計基準が管路の安全性を満足しているかについての検討を行った。

2. 個別要素法を用いた管路系のモデル化と想定地震動

管路は、管体を表す要素と、それらを連結し管体の剛性を表すばねで構成され、さらに地盤ばねで周辺地盤要素と連結することで拘束されている(図-1)。継手部には2つの要素を配置し、継手の力学特性を表すばねで両者を結合している。入力地震動は、鶴来らによる東南海・南海地震における断層運動解析で得られた大阪府の阿倍野および弥栄の2地点の地震波^{1),2)}を用いて、解析モデルに120秒間作用させる(図-2、図-3)。その卓越周期を図-4に示す。また、地震波は管軸方向に対して45°の角度で入射するものとする。

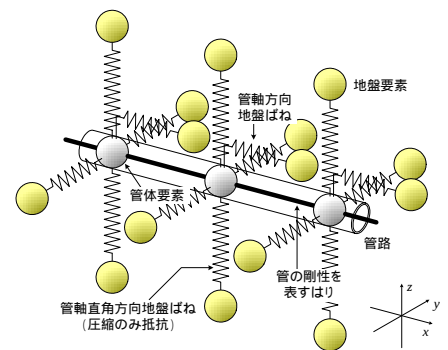
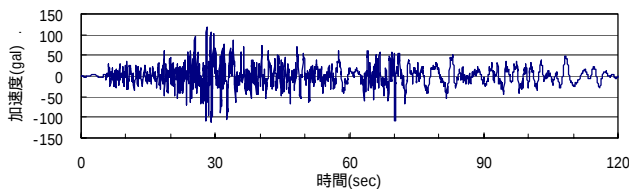
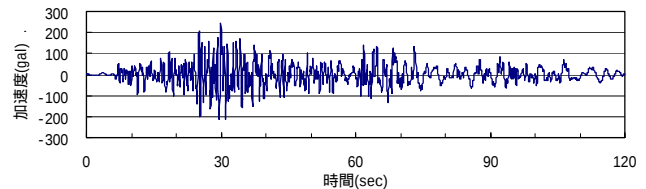


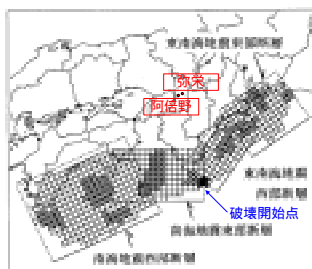
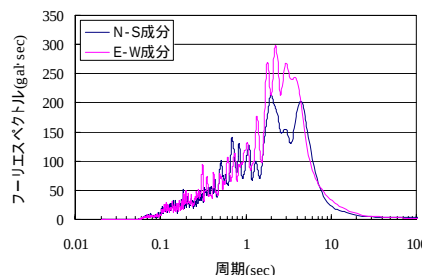
図-1 管路系のモデル化



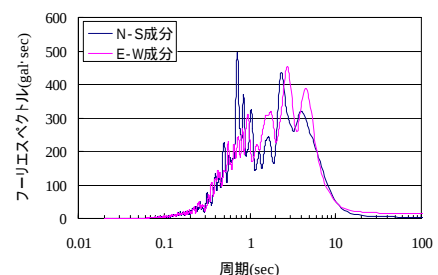
(a) 阿倍野 N-S 成分



(b) 弥栄 N-S 成分

図-2 東南海・南海地震想定地震波^{1),2)}図-3 想定される震源域^{1),2)}

(a) 阿倍野



(b) 弥栄

図-4 想定地震動の卓越周期

3. 解析結果と考察

検討する解析ケースは表-1に示す12通りである。管種、地震動、せん断波速度の3つのパラメ

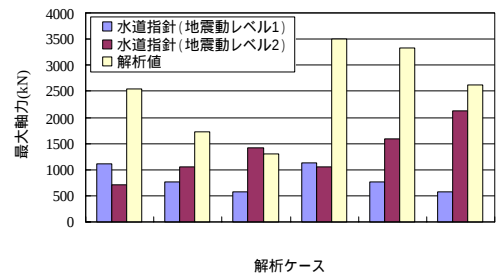
表-1 解析ケース一覧

	阿倍野			弥栄		
	せん断波速度 V_s (m/sec)			せん断波速度 V_s (m/sec)		
一体構造管路 (スチール)	100 (ケース)	150 (ケース)	200 (ケース)	100 (ケース)	150 (ケース)	200 (ケース)
継手構造管路 (ダクタイル)	100 (ケース)	150 (ケース)	200 (ケース)	100 (ケース)	150 (ケース)	200 (ケース)

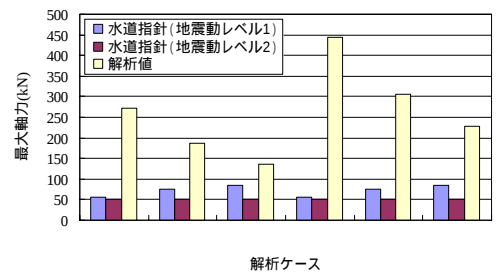
ータを考慮する．本解析では管路長手方向の軸力に着目した検討を行う．

図-5 は時系列で見た管路モデル中央部に作用する軸力の最大値を示したもので、「水道施設耐震工法指針・解説 1997 年版」による算出値と比較している．スチール管路の場合は軸力が降伏値を超える程度の値であり，長周期地震動の影響が大きい．一方，ダクティル管路では軸力は大きくなるが，継手の伸縮によって管材料が降伏応力に達するには至っていない．地震動レベル 1 を対象とする基準値はせん断波速度が増加するにつれて低下し，逆に地震動レベル 2 にではせん断波速度の増減に追従する形を取る．解析では，せん断波速度が大きくなるのに従い軸力が小さくなる．これは，地震波の伝播が速いと地盤ひずみが減少し，管路が地盤と一体となって挙動していることを示している．したがって図-5 から分かるように，解析ケース や を除き，現在の設計基準では地中管路の応答値を必ずしも適切に表現していない．

さらに，図-6 は管路中央部の継手の伸縮量の時間変化を見たもので，管路ひずみが大きくなる $V_s=100(\text{m/sec})$ の場合を示している．伸縮量はせいぜい 1.5cm 程度であった．このことを図-7 に示す継手の軸力特性と照合すると，本解析ケースではボルト破断は見られない．

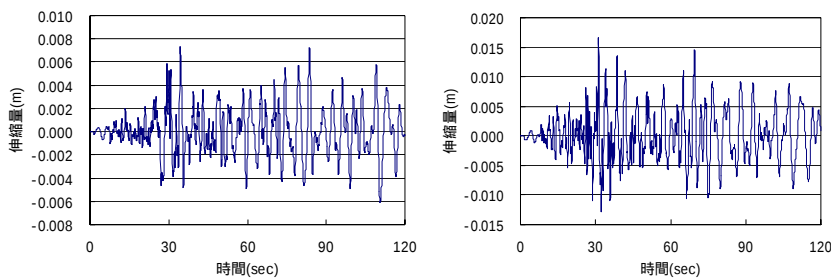


(a) スチール



(b) ダクティル（継手間中央部）

図-5 管路中央部に作用する軸力



(a) 阿倍野

(b) 弥栄

図-6 継手の伸縮量

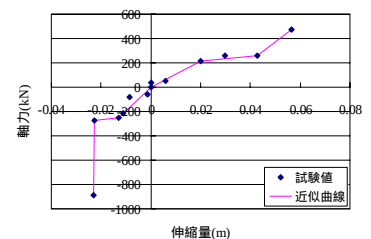


図-7 継手の軸力特性

4. 結論

本研究では，南海・東南海断層破壊に伴う長周期地震動を受ける地中管路を対象に，動的応答解析を行うことで現在の耐震設計指針の信頼性について検討した．また大阪平野における管路の挙動を追跡した．その結果，応答変位法による断面力算出法では，長周期地震動を受ける管路の応答を適切に表現できていないことが知られた．

参考文献

- 1) 趙伯明，鶴来雅人，香川敬生：大阪盆地を対象とした南海・東南海地震の地震動シミュレーション(1)—3 次元差分法による長周期地震動—，土木学会第 27 回地震工学研究発表会，2003.
- 2) 鶴来雅人，趙伯明，香川敬生：大阪盆地を対象とした南海・東南海地震の地震動シミュレーション(2)—ハイブリッド法による広帯域地震動—，土木学会第 27 回地震工学研究発表会，2003.

謝辞：最後に，本研究の遂行に当たり，(財)地域地盤環境研究所の鶴来雅人氏に長周期地震動のデジタルデータをご提供いただきましたことに，厚く御礼申し上げます．