

液状化地盤中の地中埋設管の動的応答

金沢大学工学部 正会員 宮島昌克
 金沢大学工学部 正会員 北浦 勝
 金沢大学工学部 中山哲也

1. はじめに

地震時に液状化が発生すると、地中埋設管の被害が格段に大きくなることが知られている。1993年北海道南西沖地震においても、液状化による地中埋設管の被害が数多く報告されている。液状化地盤における地中埋設管の被害要因としては、浮力による管路の浮上や、沈下や側方流動などによる管路の変形の他に、不完全液状化時における地盤の過大な動的応答による管路の動的挙動も考えられる¹⁾。しかし、液状化過程における管路の動的挙動に注目した研究はあまり見られない。そこで本研究では、液状化過程における地盤の動的挙動に注目して地盤応答解析を行うとともに、過大な動的応答の見られる地盤における管路の挙動について考察する。

2. 解析手法

図1に示すように、層厚32mの地表層を14層に分割した地盤モデルを対象として液状化解析を行った。地盤定数は新潟市川岸町の土質試験結果に基づいている。Hardin-Drnevich型モデルで地盤の非線形性を考慮し、Martinらの間隙水圧蓄積モデル²⁾によって過剰間隙水の蓄積を求めるとともに、飽和一不飽和領域の透水方程式³⁾を用いて過剰間隙水圧の消散を解析した。解析手法の詳細は文献4)に譲る。

本研究では、地中埋設管路の動的挙動に注目しているため、管路の質量を考慮し、図2に示すモデルを用いて解析を行った。地盤ばねは過剰間隙水圧の上昇にともなって減少するので、吉田・植松による実験式⁵⁾を用いてこれを解析に考慮した。埋設管モデルとしては、呼び径500mm、管長5mのダクタイル鋳鉄管とし、21本が管路ばねで連結しているものとした。地中埋設管路が図1の第2層と第3層の境界に埋設されているものとし、地盤応答解析における第2層と第3層の境界における地盤応答加速度と地盤の過剰間隙水圧の時刻歴変化を、埋設管路の挙動解析に用いた。したがって、本解析では地盤と管路との相互作用は特に考慮されていない。

3. 解析結果

エルセントロ地震加速度波形の南北成分(図3)の最大加速度を70cm/s²に調整し、基盤入力波形として用いた。モデル地盤中央部での第1層(Element 2)から第4層(Element 20)までの過剰間隙水圧の時刻歴変化を図4に示す。第1層から第3層では過剰間隙水圧の最大値は約0.7であるが、第4層では約7秒後に完全液状化状態となっている。このときの地中埋設管の埋設位置である第2層と第3層の境界の地盤応答加速度を図5に示す。第4層が完全液状化に至った約7秒後から長周期の波形が卓越しており、第4層における液状化の影響が

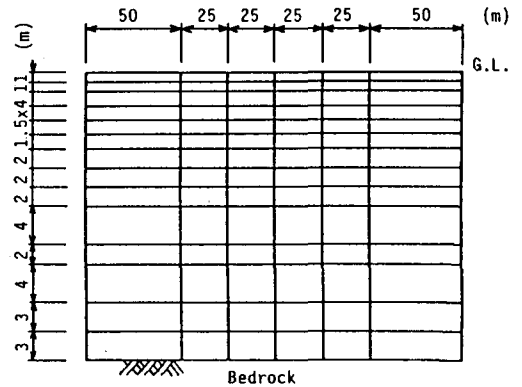


図1 地盤モデル

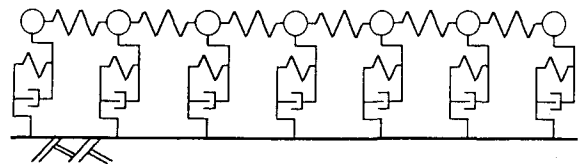


図2 管路モデル

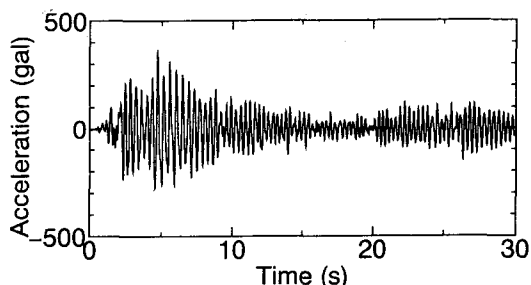


図3 エルセントロ地震加速度波形(南北成分)

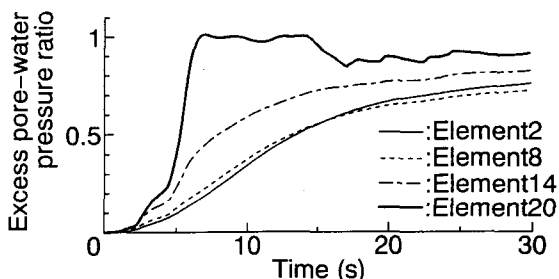


図4 過剰間隙水圧の時刻歴

加速度波形に反映されていることがわかる。

地盤応答解析における、第2層と第3層の境界における地盤応答加速度と過剰間隙水圧の時刻歴を用いて、埋設管路の動的解析を行った。地盤中央部における地中埋設管の応答変位を図6に、継手部における相対変位を図7に示す。地盤応答の長周期化に伴って管路の応答も長周期化している様子が見られる。本解析例では管軸方向には地盤特性が一様であるので、図7に示す継手部における相対変位はほとんど生じていない。

管軸方向に液状化地盤と非液状化地盤の境界を有するような地盤モデルに注目して、現在さらに解析を進めている。解析結果は講演時に譲る。

参考文献

- 1) 北浦 勝・宮島昌克・吉岡正修：不完全液状化時における地中埋設管模型の動的挙動，構造工学論文集，Vol.31A，pp.421-426，1985。
- 2) Martin, G.R., Finn, W.D.L. and Seed, H.B.: Fundamentals of Liquefaction under Cyclic Loading, Proc. of ASCE, Vol.101, No. GT5, pp.423-438, 1975.
- 3) 吉国 洋・宇野尚雄・柳沢栄司：新体系土工学17 土の力学(II)，技報堂出版，pp.215-219，1984。
- 4) Kitaura, M., Miyajima, M. and Suzuki, H.: Response Analysis of Buried Pipelines Considering Rise of Ground Water Table in Liquefaction Processes, Proc. of JSCE, No.380, pp.173-180, 1987.
- 5) 吉田常松・植松幹夫：液状化砂中の杭の動的挙動の研究，第5回日本地震工学シンポジウム講演集，pp.657-663，1978。

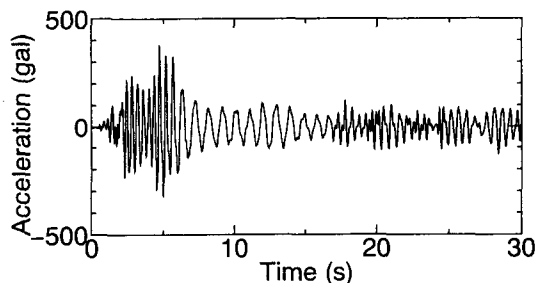


図5 管路埋設位置における地盤応答加速度

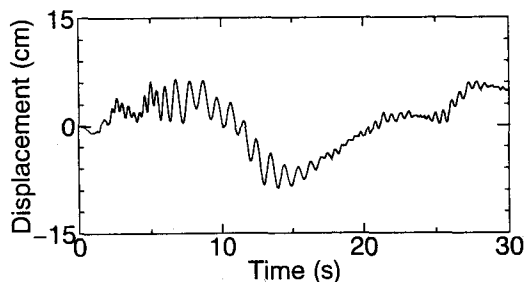


図6 地盤中央における管路の応答変位

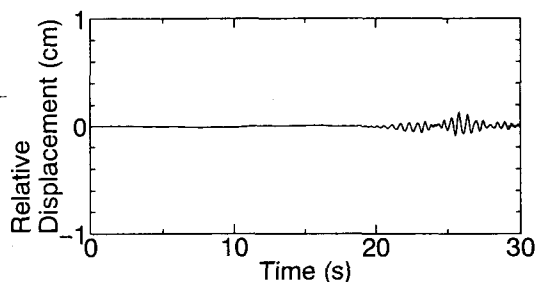


図7 地盤中央における管路継手部の相対変位