

CS 113

液状化による地盤の側方移動を受ける屈折埋設管路の3次元解析

山口大学工学部

正員○三浦房紀

中電技術コンサルタント 正員 古川 智

奈良県庁

吉川照夫

1. まえがき

地震時に発生する液状化に伴って、地表面近くの地盤が水平方向に移動し、時にはその移動量が数メートルに達することが明らかになってきた。この現象に起因する埋設管、杭などの地中構造物の被害例も多く報告されている。

本研究では、まず既存の埋設管路の2次元解析プログラム¹⁾を3次元解析プログラムに拡張し、大口径の埋設管の面内のみの2次元解析、および面外変形を考慮に入れた3次元解析を行い、2次元解析結果と3次元解析結果を比較しながら考察を加えたものである。

2. 解析モデル

2次元解析、3次元解析共に埋設管を梁要素でモデル化し幾何学的非線形をもたせ、地盤は梁要素に対して軸直交バネ・スライダ要素、軸方向バネ・スライダ要素でモデル化した材料非線形をもたせた。いずれもバイリニア型と仮定した。3次元解析では奥行き方向に軸直交バネ・スライダ要素が加わる（図-1、図-2（a）、図-2（b）参照）。また、液状化層のバネ係数は1/100とした。

3. 解析ケース

埋設管が全て非液状化層にあるとき（CASE 1）、一部分が液状化層にあるとき（CASE 2、3）、そして全て液状化層にあるとき（CASE 4）を考えた。また強制変位は、埋設管が圧縮を受けるように水平方向に1.0m変位を与えた（図-3参照）。

4. 解析結果

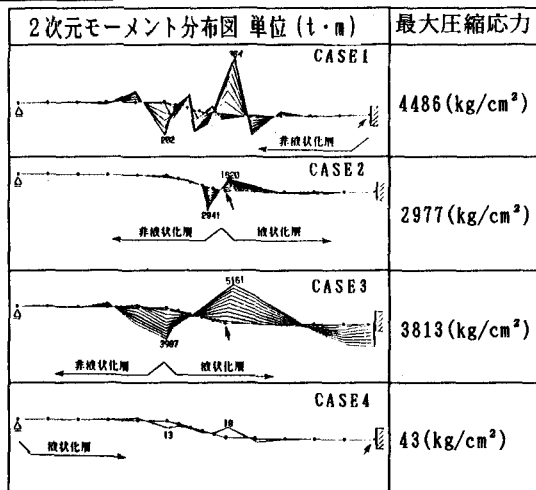


図-4 2次元解析結果

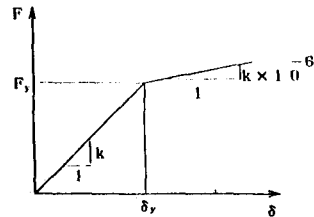
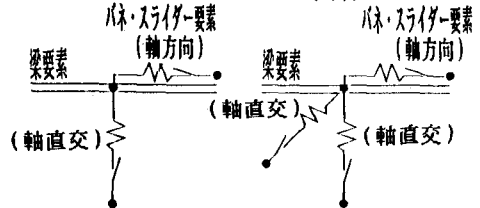
図-1 $F_y - \delta_y$ の関係

図-2 (a)

図-2 (b)

2次元解析モデル

3次元解析モデル

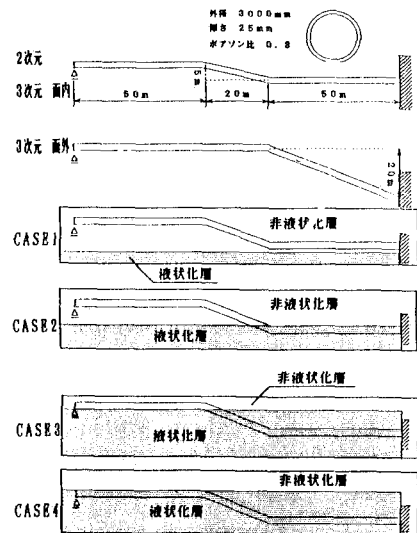


図-3 解析ケース

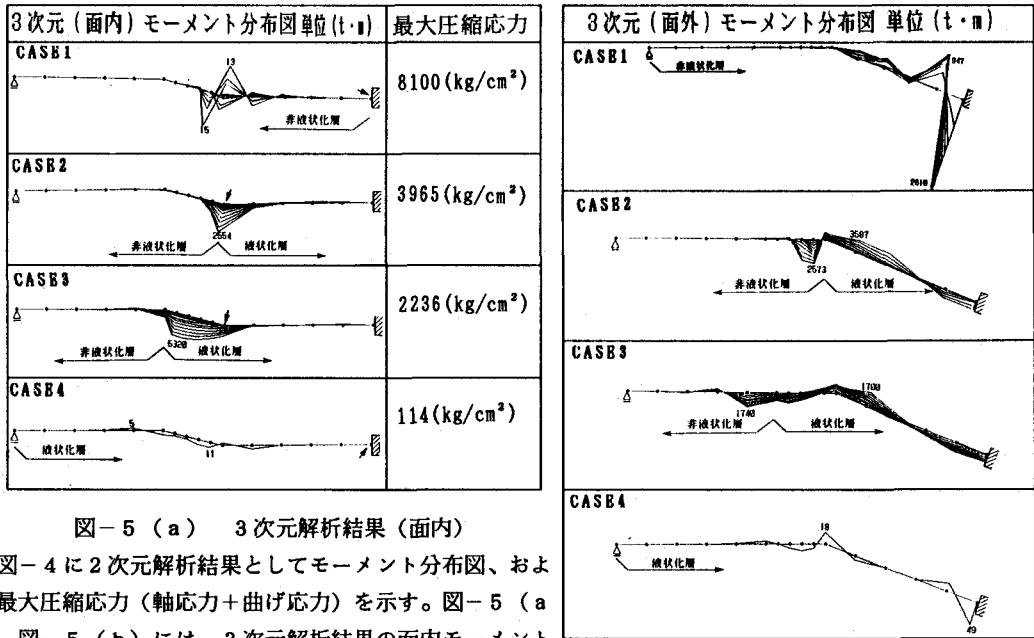


図-5 (a) 3次元解析結果（面内）

図-5 (b) 3次元解析結果（面外）

図-4に2次元解析結果としてモーメント分布図、および最大圧縮応力（軸応力+曲げ応力）を示す。図-5（a）、図-5（b）には、3次元解析結果の面内モーメント分布図、面外モーメント分布図、および最大圧縮応力を示している。また、モーメント分布図は強制変位10cmごとの分布図であり、図中の矢印は最大圧縮応力の発生地点を示している。

まず、CASE1の、2次元解析ではモーメントによる圧縮応力に比べて軸力による圧縮応力が非常に大きくなっているのが判る。また3次元解析では面外モーメントおよび軸力による圧縮応力非常に大きく、このため2次元解析と比較して最大圧縮応力は約1.8倍となっている。また、2次元、3次元解析共に最大圧縮応力が他のケースよりも大きくなり最も危険であることが判る。

CASE2では、2次元解析結果、3次元解析結果の面内共に、非液化化層と液化化層の境界付近にモーメントが集中し、また3次元解析結果の面外では液化化層部でモーメントが集中していることが判った。

CASE3では、2次元解析結果は非液化化層と液化化層の境界および、液化化層中で埋設管が屈折している地点でモーメントが最大になり、3次元解析結果の面内は、液化化層中の埋設管の斜辺部にモーメントが集中していることが判る。

CASE4では2次元解析、3次元解析共に液化化層中に管路があるため地盤の全てが非線形領域に入り、地盤変位が増加してもモーメント、圧縮応力が増えず、最も安全であることが判った。

以上、2次元解析、3次元解析の最大圧縮応力で比較するとCASE1では3次元解析の方が2次元解析より非常に大きくなる。すなわちこれは、面内のみの2次元解析では表現できない応力が現れるために面外変位を考慮にいたした3次元解析が必要であることを意味する。また2次元解析、3次元解析共に埋設管が全て液化化層内にある場合が応力的には最も安全であるという結果がでたが、実際には浮力の効果等も考えなければならない。今後はこの点からも検討を加える必要がある。

【参考文献】1）三浦房紀、宮坂享明、坂尾和男、T.D.O'Rourke：水平変位を受ける杭のP-△効果について、PP. 73～83, 1992. 2）（社）日本道路協会：道路橋示方書・同解説、V耐震設計編、PP. 17～36, 1990.