

液状化地盤の動的挙動に関する研究

金沢大学工学部 正会員 宮島昌克
 金沢大学工学部 学生員 ○藤田真彰
 金沢大学工学部 正会員 北浦 勝

1. はじめに

1989年に米国カリフォルニアを襲ったロマン・プリエタ地震の震害報告によれば、地盤の液状化が顕著に発生したサンフランシスコ市マリナー地区においても、木造家屋の破壊や、歩道の座屈などに動的破壊の跡が見られる。そこで本研究では、このような被害をもたらすと考えられる液状化過程における地盤の動的挙動に注目して、有限要素法を用いて地盤応答解析を行ない、考察する。

2. 解析手法

本研究では、地盤を Fig.1 に示すようにモデル化した。このモデル地盤は縦14層横6列の要素数84のモデルである。有限要素法を用いた地盤の動的応答解析の手順としては、モデル地盤の基盤に1ステップ0.02秒として最大加速度を45galに調整したタフト記録波を30秒間(1500ステップ)入力する。要素のせん断の応力-ひずみ関係として、Hardin-Drnevich型モデルを用い、Martinらの間隙水圧蓄積モデル¹⁾によって液状化時の過剰間隙水圧の発生量を評価する。また飽和-不飽和領域の透水方程式²⁾を用いて過剰間隙水圧の消散を解析し、時刻歴応答を各節点・各要素ごとに求めた。

3. 解析モデル

2つのモデル地盤についての解析を行なう。モデル1は、地表面から8mのN値が1程度の液状化しやすい軟弱地盤である。モデル2は、Fig.2 にハッチングで示すようにN値が10程度の、液状化しにくい地層を有する、液状化地盤と非液状化地盤の境界部付近をモデル化した地盤である。各モデルとも地下水位は0mに設定した。

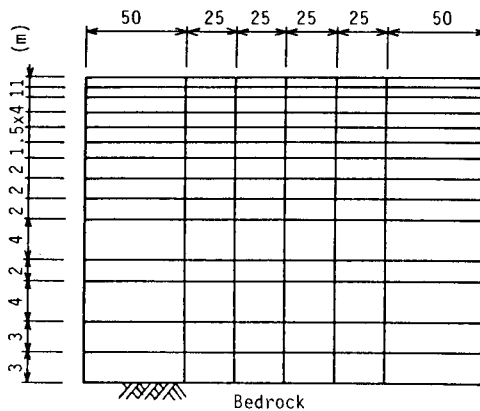


Fig.1 モデル地盤

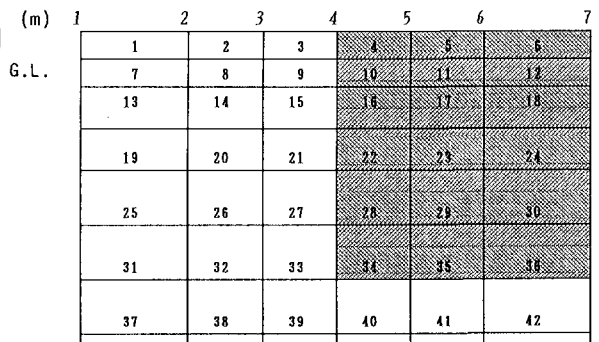
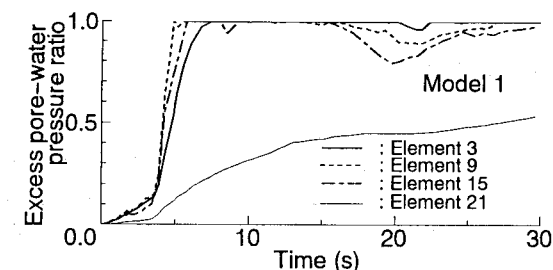


Fig.2 モデル地盤表層の要素、節点番号

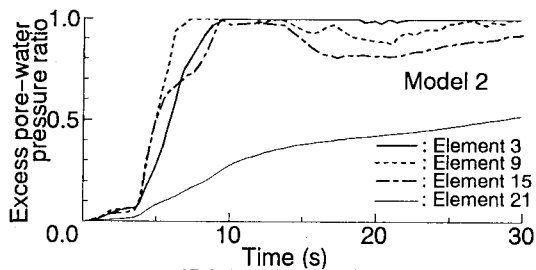
(斜字体の数字は節点番号、要素内の数字は要素番号)

4. 考察

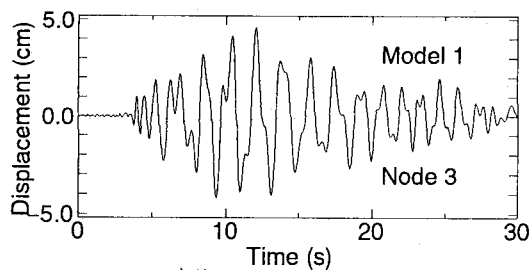
解析により得られた過剰間隙水圧比、応答変位、相対応答変位の時刻歴を Fig. 3,4 に示す。Fig. 3a, 4a は、各モデルの3列目の要素3, 9, 15, 21の過剰間隙水圧比のグラフであり、モデル2の要素3, 9, 15, 21は、液状化しにくい地盤に接した軟弱地盤である。地震波入力後、各モデルの表層3層の過剰間隙水圧比は急速に増加して10秒後には1.0に達し、地盤は完全に液状化している。



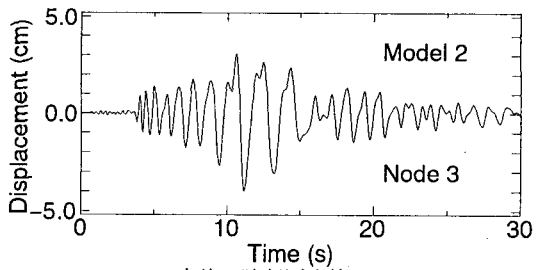
(a) 過剰間隙水圧比の時刻歴応答



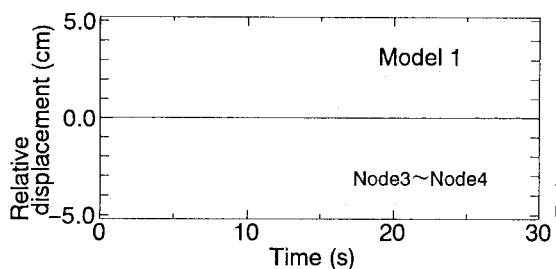
(a) 過剰間隙水圧比の時刻歴応答



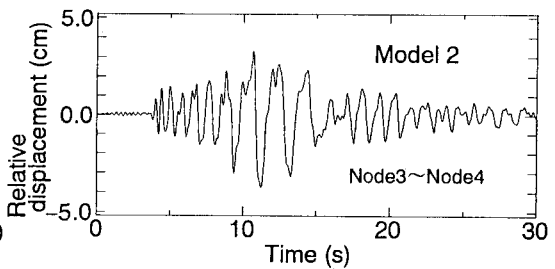
(b) 変位の時刻歴応答



(b) 変位の時刻歴応答



(c) 相対変位の時刻歴応答



(c) 相対変位の時刻歴応答

Fig.3 モデル1の時刻歴応答

Fig.4 モデル2の時刻歴応答

要素3の左上の節点3の応答変位を表わす Fig. 3b, Fig. 4b からは、Fig. 3a, Fig. 4a の過剰間隙水圧が急速に増加し始める時刻(4秒)から変位量が大きくなり、地盤が完全に液状化するまで変位の振幅は増幅し、周期が長くなっている。最大変位はモデル1がモデル2より大きく、地表層の完全液状化後に起きている。

つぎに、液状化地盤と非液状化地盤の境界部付近の地盤挙動を明らかにするため、各モデルにおける要素3と要素4の相対変位を求めた (Fig. 3c, Fig. 4c)。節点3の絶対変位はモデル1がモデル2より大きいのが、相対変位においては、モデル1ではほとんど生じておらず、モデル2の方が大きいことが分かる。このように、液状化地盤の境界部における応答は、一様な液状化地盤の場合と異なる挙動特性を持つことが分かる。

今後さらに液状化地盤の動特性の解析を進め、このような地盤の動的挙動が構造物に与える影響を研究していく必要がある。

参考文献

1) Martin, G.R., Finn, W.D.L and Seed, H.B.: Fundamentals of Liquefaction under Cyclic Loading, Proc. of ASCE, Vol.101, GT5, pp.423 ~ 438, 1975.
 2) 吉国洋・宇野尚雄・柳沢栄司: 新体系土工学17 土の力学(Ⅲ), 技報堂出版, pp.215~219, 1984.