

### III-299 画像表示による液状化実験及び『D Y N A 1 D』を用いた解析結果の考察

鹿島建設(株)技術研究所 正会員 林 和生  
 鹿島建設(株)技術研究所 正会員 大保 直人  
 Princeton大学 J. H. Prevost

#### 1. はじめに

地震時の砂地盤の液状化に関しては、砂地盤の挙動を表現する構成則を基にした液状化解析手法が多くの研究者から提案されている。その液状化解析手法の1つとして、J. H. Prevostが提案している土の構成則(マルチサーフェイス理論)を用いた1次元液状化解析プログラム『D Y N A 1 D』がある<sup>1)</sup>。この解析手法の検証を目的として、振動台を用いた液状化実験を実施した。ここでは、画像表示を用いて液状化実験における液状化発生メカニズムを説明すると共に解析プログラムで得られた解析結果について紹介する。

#### 2. 大型振動台を用いた液状化実験

液状化実験では、底面2.5m×1.0m、高さ1.0mのせん断土槽の中に、20cm厚5層に分けて湿潤状態の富士川砂を入れ、各層ごとに締め固めて相対密度60%の均一な飽和砂層の模型地盤を作成した。加速度計A1~A13、間隙水圧計W1~W13及び非接触型変位計DVの配置位置を図-1に示した。振動数4Hzの正弦波を、入力加速度200galで、10秒間(40波、ただし前後8波でゼロになるようにテーパをつけた)振動台に入力した。この加振で得られた模型地盤の中央a-a断面及びこれから60cm離れたb-b断面の最大過剰間隙水圧の深さ方向の分布を図-2に示した。この2つの断面での最大過剰間隙水圧分布は同じであり、模型地盤全体が様に挙動しているとみなせる。液状化実験における液状化の発生を画像表示するために、この模型地盤が1次元の挙動をしていると仮定し、模型地盤の中央a-a断面における間隙水圧計で得られた過剰間隙水圧比(=過剰間隙水圧/初期有効応力)が1の時黒、0の時白として、その間を2000段階の明暗で割り付けた。模型地盤の加振開始から液状化までの代表的な過剰間隙水圧比の画像表示を図-3に示した。この図で、黒い部分は、ほぼ液状化が発生していることを表している。地盤底面から20cmの位置で液状化が最初に発生し地盤全体に液状化が進行する一方、地表面でもかなり早い時期に液状化が発生している。この現象は、液状化により地表に排出すべき間隙水の、せん断土槽の側方境界面に沿って上昇する方が、模型地盤中を上昇するよりも早かったためと考えられる。

#### 3. D Y N A 1 Dによる液状化実験のシミュレーション

模型地盤を節点数21、要素数20の1次元でモデル化し、入力波形として模型地盤底部の測点A1で測定された加速度応答波形を用い、模型地盤の過圧密状態を考慮した解析を実施した<sup>2)</sup>。

間隙水圧計が設置してある地点に対応する節点で得られた解析結果を用いて、実験結果と同じ時刻に対する過剰間隙水圧比の上昇の変化を画像表示した結果を図-4に示した。解析結果でも地盤底面から20cm付近から液状化が発生し地盤全体が液状化する現象を示しており、実験結果と対応している。ただし、解析では、模型地盤を1次元でモデル化したことにより、実験で見られるようなせん断土槽の側面に沿って上昇する間隙水が表現できないため、液状化が地盤全体で急速に進行する結果となったものと考えられる。

#### 4. まとめ

振動台を用いた液状化実験結果および1次元液状化解析プログラム『D Y N A 1 D』で得られた解析結果を画像表示して液状化発生メカニズムの説明および解析手法の検証について紹介した。

実験・解析結果の画像表示は液状化発生メカニズムの説明に有効であり、実験結果及び解析結果による地盤全体の液状化の発生状況はよく対応していた。

本研究は、米国プリンストン大学と鹿島建設㈱の共同研究で実施した成果の一部をまとめたものである。

参考文献 1)Prevost J.H., "DYNAID : a computer program for nonlinear seismic site response analysis", Report No. NCEER-88-xxxx, Dept. of Civil Eng. and Oper. Re., Princeton Univ., 1988.

2)林和生、大保直人、Prevost J. H., "液状化解析プログラム『DYNAID』とその一検証", 第8回日本地震工学シンポジウム（投稿中）.

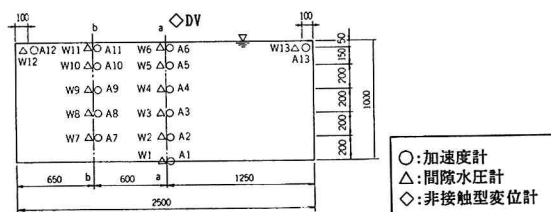


図-1 実験で用いた模型地盤

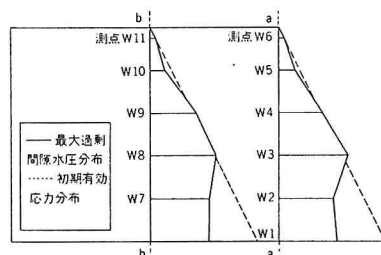
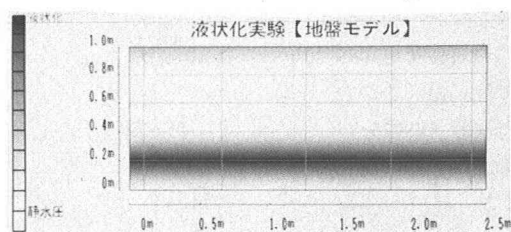
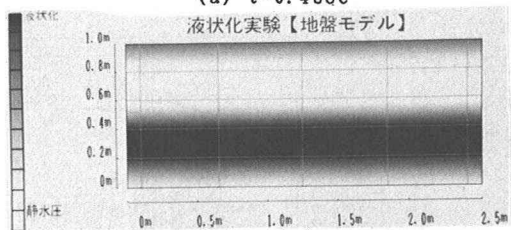


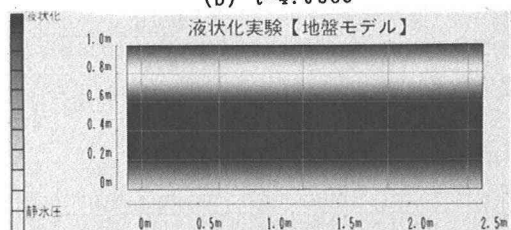
図-2 最大過剰間隙水圧分布  
by DYNAID



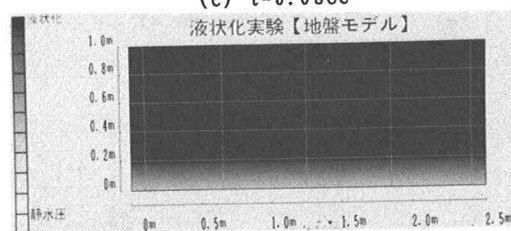
(a) t=3.4sec



(b) t=4.0sec

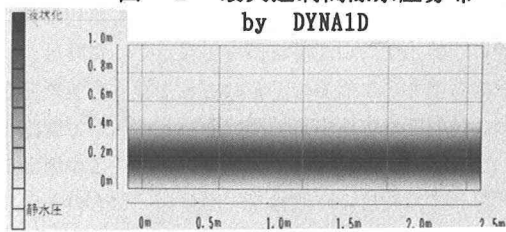


(c) t=5.0sec

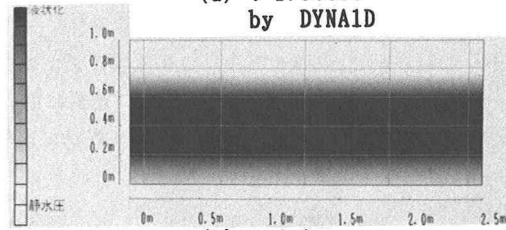


(d) t=6.5sec

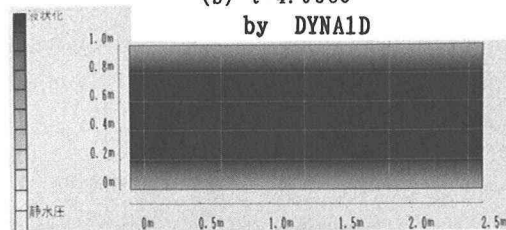
図-3 画像処理した過剰間隙水圧比分布  
（液状化実験）



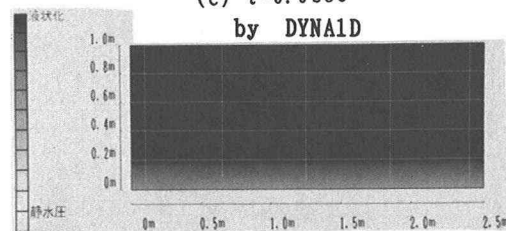
(a) t=2.65sec  
by DYNAID



(b) t=4.0sec  
by DYNAID



(c) t=5.0sec  
by DYNAID



(d) t=6.5sec

図-4 画像処理した過剰間隙水圧比分布  
（液状化解析）