

運輸省港湾技術研究所 正員 井合 進
 運輸省港湾技術研究所 正員 〇亀岡知弘

1. はじめに

岸壁等の港湾構造物の背後地において、砂質土を用いて埋立てた場合、飽和した緩い砂地盤が形成されることが多い。地震が発生した場合、その砂地盤の液状化による被害は、過去の被災例に見られるとおりである。そこで著者らは、緩い砂の水平成層地盤が地震動を受けた状態を、せん断リングを用いたゆる詰め砂の振動実験により再現し、その結果について、有効応力解析を実施して本解析モデルの水平成層地盤への適用性について検討した。

2. 実験の概要

実験には、日本海中部地震時に液状化した秋田港外港地区の砂を用いた。実験は、図-1に示す振動台の上に設置したせん断リング土層(H2, 0m, ϕ 1.9m)の中に、水を張りながら砂を振り落とす水中落下により、相対密度30%程度の緩い飽和砂層を作成し、振動台を水平方向に加振をすることにより行った。加振は、30Gal、84Galのsin波とし、図-1に示す測定点において過剰間隙水圧、加速度および変位の測定を行った。なお、土層上部には、土層本体のロッキングを防止するために、アルミリング上にベアリングを介して2.5tの重りを載せることとした。

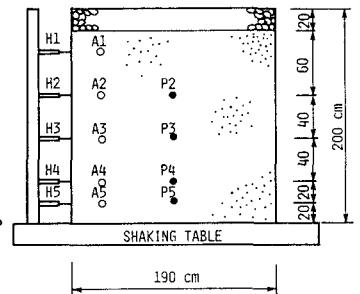


図-1 実験装置

3. 有効応力解析の概要

有効応力解析モデルとして、せん断応力-せん断歪関係は、東畑、石原¹⁾による任意方向のせん断面の双曲線モデルを適用するものとし、過剰間隙水圧は、著者らの一人による²⁾塑性せん断仕事及びせん断応力の関数として与えるモデルを用いた。本解析モデルに必要な液状化パラメータは、

表-1 解析に用いたパラメータ

G_{ma}	= 11400 kPa
K_a (bulk modulus of soil skeleton)	= 24700 kPa
σ_{ma}' (effective confining pressure for G_{ma} and K_a)	= 6.0 kPa
ϕ_f (effective friction angle)	= 37 degree
ϕ_p (phase transformation angle)	= 30 degree
S_1	= 0.005
w_1	= 5.95
p_1	= 0.5
p_2	= 0.9
c_1	= 1.8

振動三軸試験のシミュレーションを行い、せん断歪が2.5%を越える繰り返し回数が、一致するように設定した。本解析に用いた土質定数及び液状化パラメータを表-1に示す。

解析は、実験土層をモデル化した図-2に示すメッシュ図を用い、非排水状態で振動台において測定した加速度をメッシュの基盤節点に入力することにより実施した。

4. 解析結果及び考察

図-3に30Galの液状化にいたらない加速度を入力した場合の結果を示す。図-3(a)の過剰間隙水圧比の時刻歴において、加振開始後10秒経過した時点では、計測値と解析値は概ね一致している。しかし、加振4秒迄の立ち上がり過程において、徐々に上昇する計測値に対して、解析値は、加速度波形の立ち上がりに応じて急激に増加している。図-3(b)に加速度の時刻歴を示す。計測値と解析値は、概ね良い一致を示してい

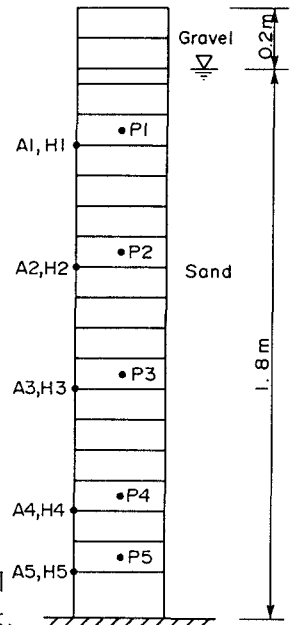


図-2 メッシュ図

るしている。

次に、加速度84Galを入力した場合の過剰間隙水圧比の時刻歴を図-4(a)に示す。解析値は、計測値に比べ過剰間隙水圧比の上昇が早い。この傾向は下の層ほど顕著である。これについて、実験装置は下層から上層への排水効果があり、解析は非排水条件で実施しているため、この差が反映されているのではないかと考える。

図-4(b)において、計測値解析値ともにP2, A2及びP3, A3において過剰間隙水圧比が、1.0になると同時に応答加速度は減衰傾向を示している。しかし、A4, A5については、過剰間隙水圧比が1.0に達しても応答加速度の減衰は、顕著に現れない。ここで、A2, A3において、一旦は減衰傾向を示した応答加速度が再び増幅しているのは、せん断リングの上に乗せた重りの影響によるものと考えられる。

5. 結論

① 解析値の過剰間隙水圧の上昇は、加速度の大小に関わらず早い傾向にあり、その傾向は、下の層ほど顕著であるが、全体的な傾向は実験値と調和している。

② 応答加速度についても、

液化化後の加速度を除いて概ね良好な一致がみられ、本解析モデルの水平成層地盤への適応性を確認した。

<参考文献>

1)Towhata,I. and Ishihara,K. : Modelling Soil Behavior under Principal Stress Axes Rotation, Proc. 5th International Conference on Numerical Methods in Geomechanics, Nagoya, pp.523~530, April, 1985. 2)井合, 松永, 亀岡: サイクリックモビリティのモデルのパラメータの同定, 港湾技術研究所報告, 第29巻, 第4号, pp.57~83, 1990年12月.

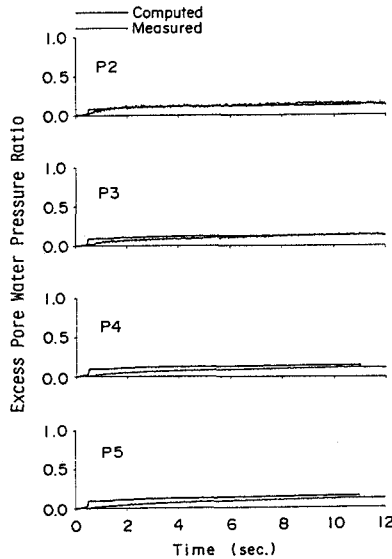


図-3(a) 過剰間隙水圧比の時刻歴 (入力加速度30Gal)

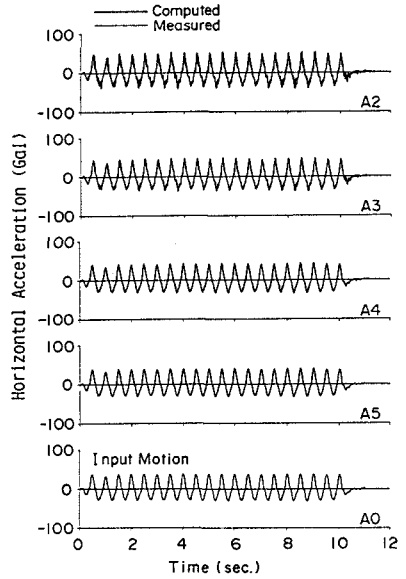


図-3(b) 応答加速度の時刻歴 (入力加速度30Gal)

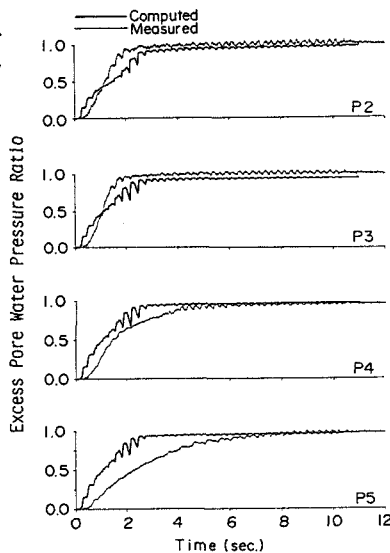


図-4(a) 過剰間隙水圧比の時刻歴 (入力加速度84Gal)

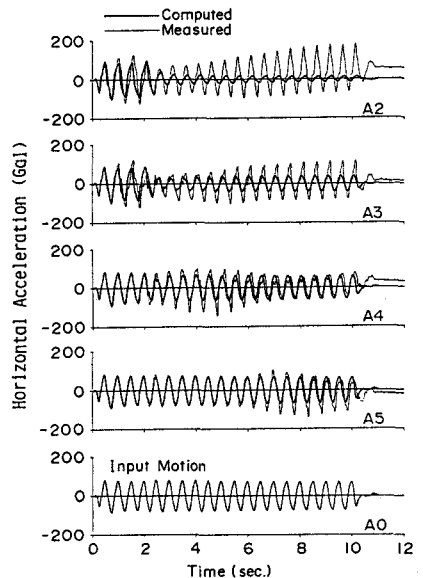


図-4(b) 応答加速度の時刻歴 (入力加速度84Gal)