

Ⅲ - A135

飽和砂地盤の液状化時のせん断波速度に関する研究

五洋建設株式会社 正会員 林 健太郎 正会員 吉川 立一  
 中央大学 理工学部 正会員 藤井 齊昭 正会員 増田 隆明  
 同上 学生会員 上野 一彦

1. まえがき

飽和砂地盤に振動を加えると間隙水圧が上昇し、地盤内部のせん断剛性が低下する事により、地盤に変形を生じることは、広く知られている事実である。近年の解析技術の向上により、液状化時の地盤の剛性の低下を有限要素法により算定し、地盤や構造物の永久変形量を求める解析手法が提案されている。しかしながら、実際の地盤の液状化時の剛性の低下について、実測した例は少ない<sup>2)</sup>。このため、飽和砂地盤状の盛土構造物を対象として振動台実験を行い、加震中の地盤の弾性波速度を観測し、地盤の剛性の変化について検討を行った。

2. 実験内容

実験で使用した盛土構造物の模型を図-1に示す。模型は実構造物の1/10の縮尺を想定して、井合の相似則に従って時間軸等の諸元を設定した<sup>3)</sup>。模型地盤は、福島県相馬産の砂を使用し、相対密度DRを50%にして、水中落下法により作成した。

実験時の計測は、8個の加速度計と間隙水圧計および3個のレーザー変位計により行った。これらの計器の加震中の取り込みは、512HZで行った。実験土層にはせん断土層を使用している。

3. 実験結果

加震時の振動台の加速度の時刻歴を図-2に示す。同図より分かるように、振動台の加速度は加震中を通して約140galとほぼ一定の加速度であった。

(1)初期のせん断波速度の測定

地盤内部の加震前のせん断波速度は、土層の底板を水平にたたき、底板のせん断波が地盤内部の加速度計に到達する時間を測定して求めた。計器の取り込みは2048HZで行った。図-3に盛土直下の加速度計AH4およびAH1の挙動を示す。同図に示すせん断波の到達時間

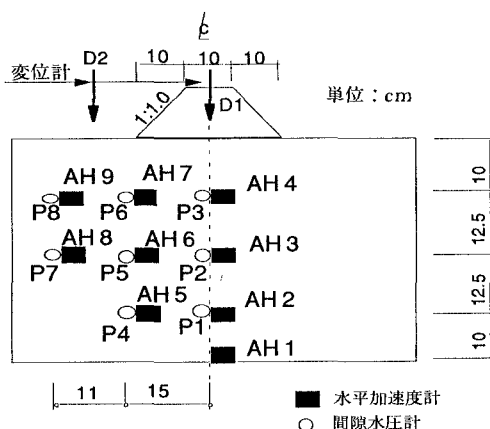


図-1 実験土層

表-1 入力波（プロトタイプ換算値）

波形	sin波
周波数	5 Hz
最大加速度	1.47m/sec <sup>2</sup>
継続時間	12sec
波数	60波

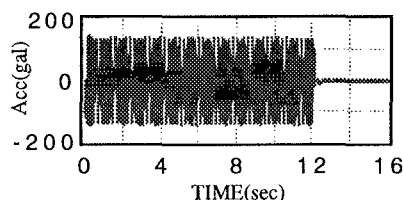


図-2 振動台の加速度時刻歴  
 (プロトタイプ換算値)

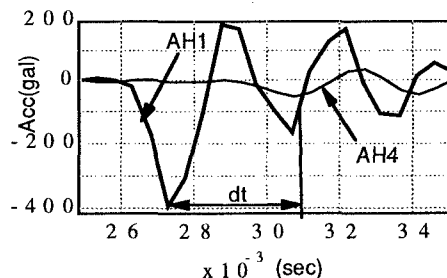


図-3 板たたき法による初期せん断波速度の計測

液状化、飽和砂、振動台実験、せん断波速度、せん断剛性

〒324 栃木県那須郡西那須野町四区町1534-1 TEL0287-39-2107 FAX0287-39-2133

から、加震前の地盤内部のせん断波速度  $V_s$  は  $100\text{m/sec}$  程度であることがわかった。ただし、この方法は入力波が不規則波であるため、各測点での同一波の認識が難しく得られた  $V_s$  は  $40 \sim 200\text{m/sec}$  程度のばらつきがあった。

(2)加震中のせん断波速度  $V_s$  について

加震時のせん断波速度  $V_s$  は以下の手順で求めた。まず、振動台の加速度の時刻歴と地盤内部で計測された時刻歴から、せん断波の到達時間  $dt$  を加速度の時間軸との交差点で求める。次に、加速度計間の距離と得られた到達時間から  $V_s$  の経時変化を算定する。盛土の直下および水平部分で得られた  $V_s$  と同位置の過剰間隙水圧比、および地表面の沈下の時刻歴を図-5に示す。

加震中に計測された第1波目の  $V_s$  は約  $70\text{m/sec}$  と加震前に計測されていた値に比べ、70%程度の値になっていた。 $V_s$  は加震直後に低下をはじめ  $15\text{m/sec}$  前後まで低下した後、ほぼ一定値となっている。地盤の初期の  $V_s$  を  $100 \sim 150\text{m/sec}$  とすると、加震中に  $V_s$  は  $1/7 \sim 1/10$  程度低下していると考えられる。せん断剛性  $G$  と  $V_s$  の間に  $G \propto V_s^2$  の関係が成り立つとすると、せん断剛性は液状化時によって  $1/50 \sim 1/100$  程度になっていると考えられる。また、計測された2カ所の地表面の沈下は、加震と同時に始まり、加震直後に終了しており、加震終了とともに、地盤の剛性が回復していることが分かる。

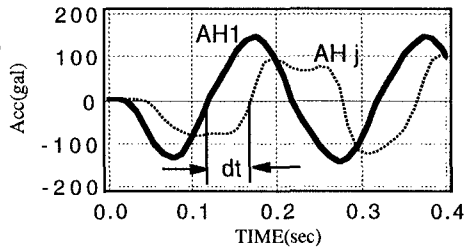


図-4 加震中のせん断波の伝達速度の測定方法

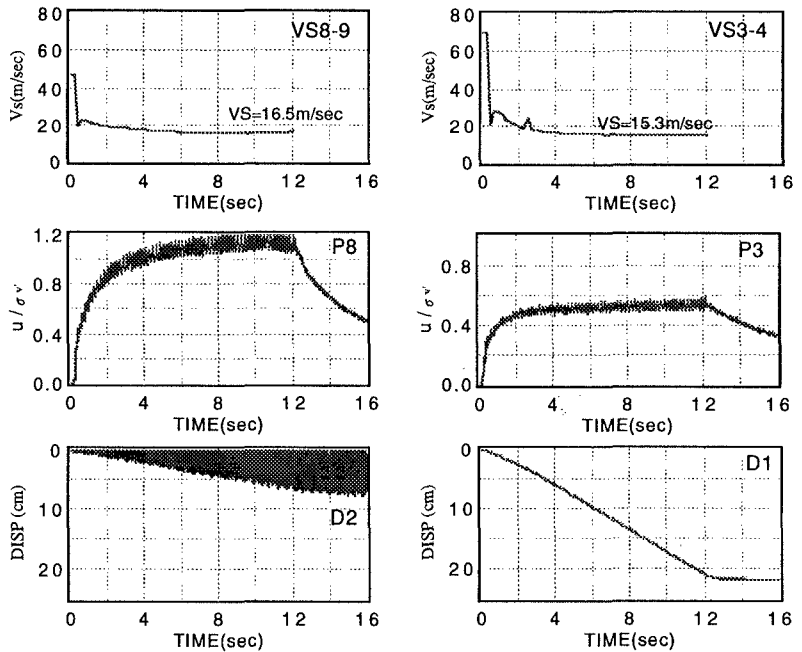
4. 結論

これまでの実験により、以下の結論を得た。

- (1)地盤内部の  $V_s$  は過剰間隙水圧の上昇に伴い、低下する。
- (2)液状化時には、地盤のせん断波速度は  $1/7 \sim 1/10$  程度、せん断剛性は  $1/50 \sim 1/100$  程度低下する。

<参考文献>

- 1)古関, 松尾: 液状化性土盤上盛土の動的遠心荷重模型実験を対象とした永久変形解析, 第29回土質工学会年次講演集, 1994.6;
- 2)増田, 藤井, 林, 吉川: 液状化模型実験における弾性波速度の計測(その1: 重力場実験), 第32回地盤工学会年次講演集, 1997.6;
- 3)井合: 1G場での地盤・構造物系の模型振動実験における相似則, 第19回地震工学研究発表会講演概要集, 1987, pp341-344



水平地盤部分

盛土直下

図-5 地盤内部のせん断波速度、過剰間隙水圧比および地表面沈下の時刻歴