

遠心模型実験による液状化地盤の沈下量に関する基礎的検討

(株)大林組技術研究所 正会員 ○池田 憲一 佐藤 清
(株)大林組技術研究所 正会員 樋口 俊一 江尻 譲嗣

1. はじめに

液状化した砂地盤の沈下量は、砂地盤の相対密度 D_r 、 $F1$ 等で表現される液状化度合や最大せん断ひずみ等の関数¹⁾として推定出来ることが示されている。ここでは、最大せん断ひずみに対する地震動波形や継続時間(波数)の影響を検討するために実施した遠心模型実験の結果を報告する。地震動波形は、内陸型(継続時間20秒)²⁾と海溝型(継続時間80秒)³⁾地震を対象とし、地震動のレベルは、 $L1$ と $L2$ 相当のものを検討した。今回の実験で、地震動波形の相異による液状化した砂地盤の沈下量の差が明らかになった。

2. 実験概要

実験には遠心模型装置を用い、遠心重力40G場において2種類の地震動波形で加振を行い、液状化発生時の地盤の動的挙動を計測し検討を行った。模型地盤の概要を図-1に記す。実機レベルで層厚11.6mの緩い液状化する砂地盤を想定し、アルミニウム製せん断土槽(内寸 $W \times L \times H = 300 \times 440 \times 315 \text{mm}$)内に単層砂地盤を層厚290mmで作成した。地盤材料として7号珪砂(平均粒径0.15mm)を用い、各ケースとも相対密度45%程度を目標に水中落下法で作成した。間隙水には現実の地盤の透水性を考慮して粘性流体(メチルセルローズ溶液、40mPa)を用いた。測定項目は、レーザー変位計による地盤沈下量、加速度計による地盤加速度と間隙水圧形による間隙水圧とし、地表面沈下量に対して、地盤内で計測された加速度と間隙水圧の時刻歴による地盤挙動を比較検討した。表1に実験ケースと振動台入力地震動波形を示す。地震動波形は典型的な内陸型地震と海溝型地震のものをを用いそれぞれ $L2$ と $L1$ 相当の加振を実施して、地盤の全層がほぼ完全液状化した状態と不完全液状化の状態を再現し検討した。

表1 実験ケース

ケース	1	2	3	4
入力地震波	PI波(港空研ポートアイランド2E基盤波のE+F計算波)		Akita波(ガス製造設備海溝型 $L2$ 解放基盤波のE+F計算波)	
目標基盤入力加速度	445gal	150gal	332gal	150gal

3. 実験結果

地震動波形と加速度レベルの差異による地盤沈下量を比較するため、表2に各ケースで計測された地盤の最大沈下量を示し、図2・3には地盤沈下量と過剰間隙水圧比の時刻歴を示した。地震動継続時間の長いAkita波は $L1 \cdot L2$ 加振の何れもPI波加振よりも最大加速度が小さいが、地表面沈下量は大きくなっている。

表2 実験での加速度振幅、地盤密度、沈下量

Case	1	2	3	4
基盤入力加速度	482gal	200gal	311gal	160gal
相対密度(%)	58.5	43.1	48.2	52.7
沈下量(cm)	29.2	12.3	32.4	17.3

図4には地盤内各深度での液状化の度合を比較するため、最大過剰間隙水圧比の深度分布を示した。PI波- $L2$ 、Akita波- $L1 \cdot L2$ 加振(ケース1, 3, 4)では各深度において過剰間隙水圧比が0.95以上と、ほぼ完全液状化したことが確認できるが、PI波- $L1$ (ケース2)では地表面以外の地盤が完全液状化状態には達していない。 $L1$ 、 $L2$ 加振のいずれも最大加速度がPI波に対してAkita波が小さいものの、Akita波の方が地盤内の過剰間隙水圧比や液状化の範囲が大きく、その結果沈下量も大きくなっている。このことから、地盤の沈下量や液状化程度に地震動の継続時間が大きく影響していることが示唆される。

キーワード 地盤沈下, 液状化, 内陸型・海溝型地震, 地震動波形, 遠心模型実験
連絡先 〒204-8558 東京都清瀬市下清戸 4-640 (株)大林組技術研究所土木構造研究室 0424-95-9617

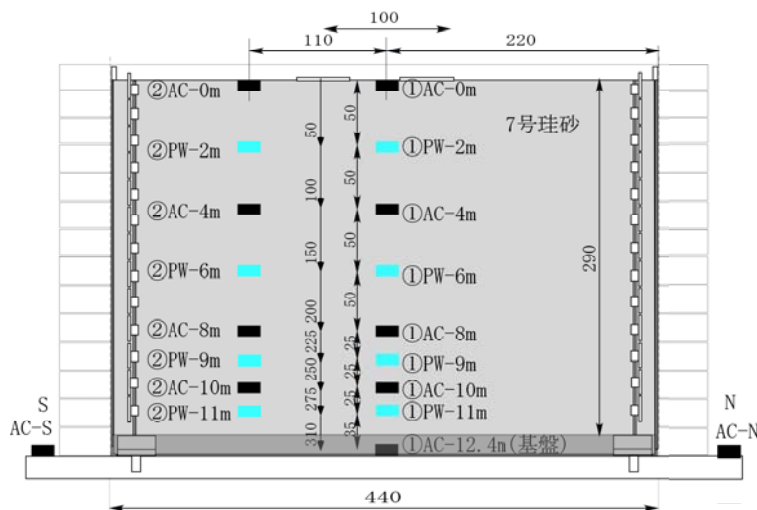


図1 模型地盤と計器配置

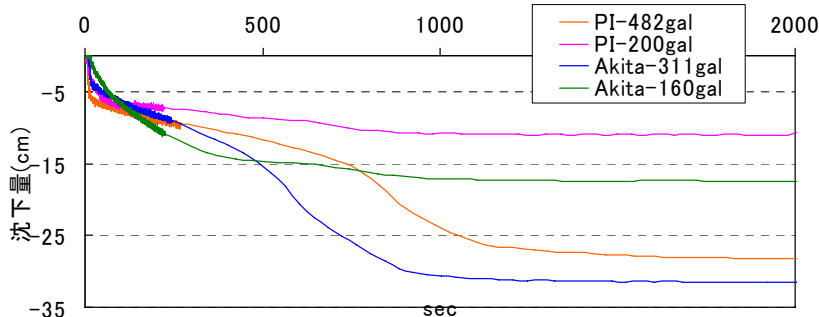


図2 地表面沈下量の時刻歴

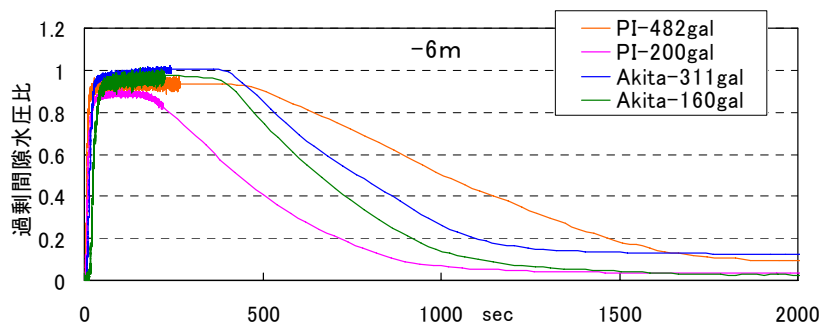


図3 過剰間隙水圧比の時刻歴

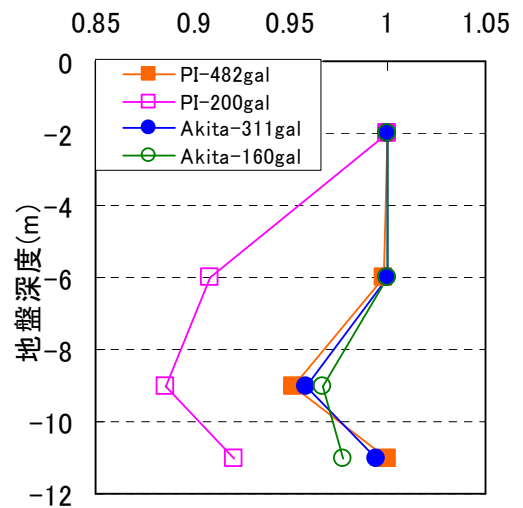


図4 最大過剰間隙水圧比の深度分布(中央)

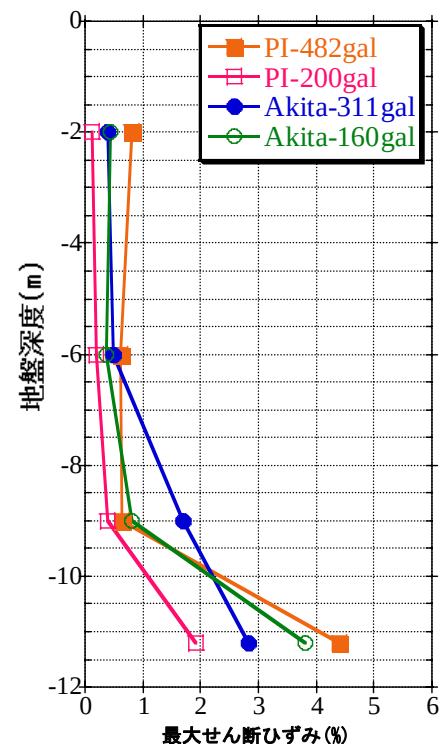


図5 最大せん断ひずみの深度分布(中央)

4. まとめ

3次元の広がりを持ち不均質性の高い現実の地盤では、最大せん断ひずみがほぼ等しい場合でも、波数が多く継続時間の長い海溝型地震の地震動波形の方が、広い領域が液状化する可能性が高い。その結果、地盤沈下や側方流動のように、液状化の範囲が変形量に大きく影響する現象では、波数が多く継続時間の長い海溝型地震動波形による変形量が相対的に大きくなると考えられる。

参考文献 1) K. Ishihara: Soil Behaviour in Earthquake Geotechnics, Oxford Science Publication, P. 308-315, 1996、2) (財)沿岸開発技術研究センター: 埋立地の液状化対策ハンドブック(改訂版), P. 78-85, 1997、3) (社)日本ガス協会: 平成11年度ガス工作物設置基準調査(耐震技術調査)調査研究報告書, P. 75-107, 2000、4) 樋口俊一他遠心模型実験グループ: 遠心模型実験装置の活用事例: (株)大林組技術研究所報 No. 66, P. 121-124, 2003, pdf URL : http://www.obayashi.co.jp/technology/shoho/66/pdf/2003_066_20.pdf