

地盤液状化に伴う盛土の変形量

広島大学工学部 正会員 佐々木 康
広島大学工学部 学生会員 宇高 薫
広島大学工学部 学生会員○宮本 康司

1. はじめに

飽和した砂質土地盤で地震による液状化を起こした事例は多い。液状化地盤上の盛土の被害を軽減する対策の効果を評価するためには、液状化に伴う盛土の沈下量を予測することが重要である。

本研究では液状化層厚及び相対密度を変えて液状化現象再現装置を用いた実験を行い、液状化時の盛土の沈下量に対する液状化層厚及び相対密度の影響を調べた。

2. 実験方法

液状化現象再現装置の水槽内に液状化層のみの地盤を作成し、その上に模型盛土（剛体盛土）を載せ、ハンマーで水槽を加振することによって地盤を液状化させて盛土を沈下させた。本実験では液状化後の地盤の変形を追跡するため剛体模型を使用し、実際の地震のような継続的な振動ではなくハンマーによる瞬間的な衝撃力によって実験を行った。（図-1）

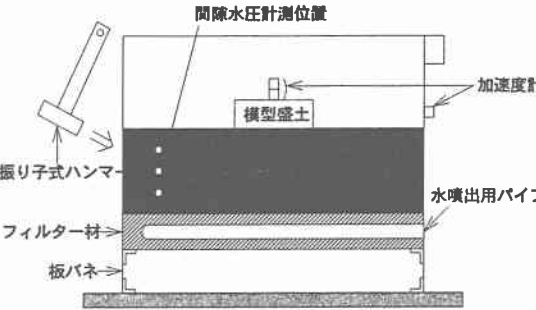


図-1 液状化現象再現装置（水槽）

1) 液状化層

本実験では液状化層の地盤材料として豊浦砂を使用した。砂の物理的特性を表-1に示す。

表-1 豊浦砂の物理的特性

D50 (mm)	ρ_{max} (g/cm ³)	ρ_{min} (g/cm ³)	ρ_s (g/cm ³)	e_{max}	e_{min}
0.186	1.624	1.328	2.638	0.986	0.624

また、水槽内にある水噴出用パイプの穴に豊浦砂が詰まるのを防ぐためにフィルター材料（粒度調整をした砂）をパイプの上に敷いた。

液状化層の層厚は 6, 8, 10, 12, 14cm の 5 種類とした。また、相対密度は 30～60%を目標とした。

2) 計測項目

・模型盛土の沈下量

水槽側面から沈下前と沈下後の模型盛土の上面 4 点の位置を記録し、平均沈下量(S)を求めた。

・間隙水圧

液状化層(層厚 H)の深さ 1/4, 2/4, 3/4 のところの間隙水圧を計測する。

上記 2 項目のほか水槽に設置した加速度計により水平加速度を、模型盛土に設置した 2 つの加速度計により水平・鉛直加速度を計測した。

3. 実験結果及び考察

1) ほとんど全てのケースの液状化層の間隙水圧比はほぼ 1 となり、完全に液状化した。（図-2）

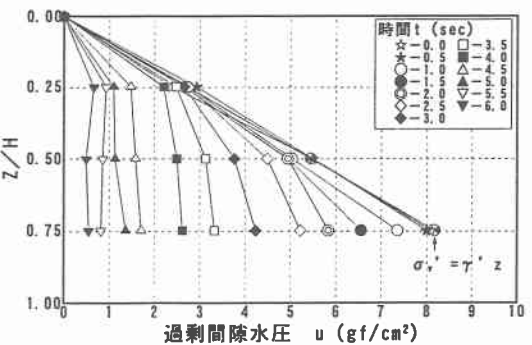


図-2 過剰間隙水圧等時曲線の例

間隙水圧比が 1 を越えることは理論上あり得ないが、加振直後に 1 をわずかに越える実験値が得られた原因は模型盛土の設置による間隙水圧の上昇が考えられる。

2) 液状化層厚及び沈下量の関係を図-3 に示す。

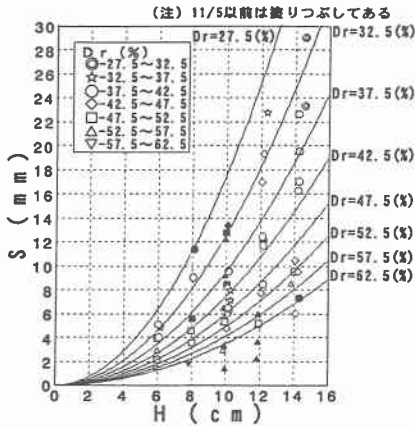


図-3 液状化層厚と沈下量の関係

この図より、液状化層厚が大きくなるにつれて沈下量も増えるという傾向が分かる。また、同じ層厚でも沈下量にかなり差が見られた。原因としては相対密度の違い、地盤の不飽和、セッティングの不手際、計測の精度などが考えられるが、もっとも主要な原因は相対密度の違いと考えられる。

3) 相対密度(D_r)と沈下量(S)の相関性を調べるため、 x 軸に $\log D_r$, y 軸に $\log(S/H^2)$ とした両対数グラフを描いた。(図-4)

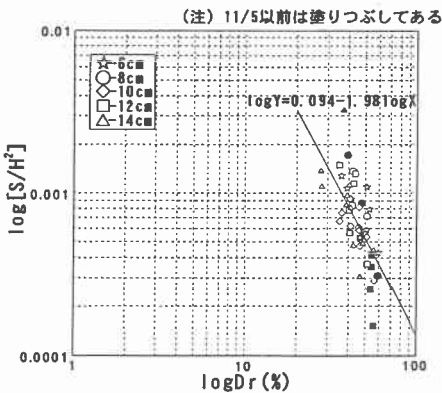


図-4 D_r と S/H^2 の関係 (両対数グラフ)

この図より、 D_r と S/H^2 の関係を最小自乗法で求めた。

$$S = 10^{-0.094} \cdot D_r^{-1.98} \cdot H^2 \quad (1)$$

式 (1) より求められる沈下量を図-3 に示した。

この図より、液状化層厚が大きくなるにつれて、また相対密度が小さくなるにつれて沈下量が増えていくことがわかった。

4) 本実験で得られたデータと吉見¹⁾ が実際の事例より整理した液状化深さによって無次元化した建物の沈下量比と幅比の関係を比較した。(図-5)

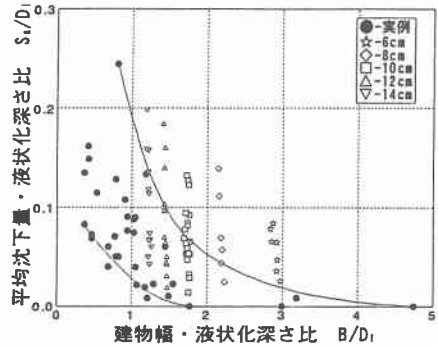


図-5 液状化深さによって無次元化した建物の沈下量比と幅比の関係

この図を見ると実験結果と事例ではよく似た傾向を示すものの建物幅・液状化深さ比が大きくなる(液状化層厚が小さくなる)につれ、実験値は事例よりやや大きな値を含む。この原因として、事例データには表層の不飽和層による沈下抑制効果が働いていること、事例データでは層厚全域にわたり完全に液状化していない可能性があることが考えられる。

4. 結論

- 1) 液状化層厚が大きくなるにつれ、また相対密度が小さくなるにつれて模型盛土の沈下量は増える。
- 2) この実験結果は建物幅(模型盛土幅)が大きくなるにつれて平均沈下量は小さくなるという実際事例とよく似た傾向である。
- 3) この実験結果から液状化した地盤上の盛土の沈下量は液状化層厚の2乗に比例し、相対密度のほぼ2乗に反比例することを捉えた。

参考文献

- 1) 吉見吉昭：砂地盤の液状化、技報道出版、pp.113, 1991.