

III - 4 飽和砂地盤上の盛土の液状化特性

建設省土木研究所 正員 ○ 不全 俊雄
 〃 近藤 益夫
 (財)日本構造橋梁研究所 〃 杯 博明

1. まえがき

現行の道路橋示方書に規定されているような地盤の液状化の簡易判定手法は、もともと水平地盤においてのみ適用可能なものであるが、液状化の判定と要する地盤は必ずしも水平地盤とは限らない。従って、地盤が傾斜しているいは急変していたり、盛土やその他の構造物など上載荷重のある場合に現行の簡易判定法を適用した場合に液状化に関する評価がどの程度まで可能であるのかどうかと調べておく必要がある。本文は、飽和砂地盤上の盛土模型振動実験の結果より、その液状化特性を把握するとともに、簡易判定法の適用性を検討したものである。

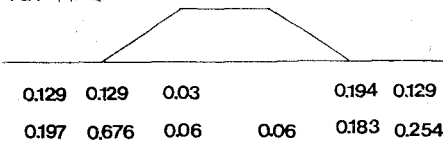
2. 盛土および地盤の振動実験における過剰間隙水圧の発生状況

先に述べた飽和砂地盤上の盛土模型振動実験のうち、液状化が生じたと考えられるケース(Case - 2, 正弦波 150gal 入力)と液状化の生じなかったケース(Case - 3, 正弦波 150gal)を取りあげ、各代表時間における各測点での過剰間隙水圧 Δu を有効上載圧 σ_v で除した過剰間隙水圧比 $\Delta u/\sigma_v'$ について整理を行った。図-1 は、Case-2 において盛土天端にクラックが生じ始めた時間(加振7秒後)、盛土天端が沈下と始めた時間(8秒後)、また、その他にも10秒後と14秒後の $\Delta u/\sigma_v'$ の分布を示したものである。

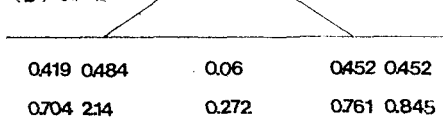
一方、Case - 3 については、ほとんど過剰間隙水圧が生じていないので Case-2 との比較のため、10秒後の $\Delta u/\sigma_v'$ を図-2 に示した。図-1(a)によれば、クラックが生じ始めた時の地盤内の $\Delta u/\sigma_v'$ は盛土のり尻直下地盤の下層部が最も大きく0.6程度となっているが、盛土のない地盤部では0.1~0.2程度であり、盛土直下では0.06とさらに小さくになっている。また同じ地盤内でも下部の方が早く過剰間隙水圧が上昇していることも同図より併せて知ることが出来る。さらに沈下が進むにつれて、各測点の $\Delta u/\sigma_v'$ も大きくなり、10秒後に盛土のない地盤ではほぼ1.0近くに達している。しかし盛土直下地盤では、り尻地盤と比較して $\Delta u/\sigma_v'$ の値はかなり小さく、有効応力の低下も小さいので、結果的に盛土は両側へ斜め下向きに流動したような形で破壊が生じている。また、のり尻直下の地盤においては $\Delta u/\sigma_v' > 1.0$ となっているが、ここには有効上載圧を厳密には計算しておらず、ただ単に地表面が水平無限にあるものとして直上の土振り圧を用いているのでのり尻直下の地盤では σ_v' が過小に評価されているため、もう少し小さくなる可能性がある。

一方、図-3によれば、 $\Delta u/\sigma_v'$ は10秒後と0.02以下と非常に小さく50秒後に、図示していないが、上層部においてのみ0.3程度

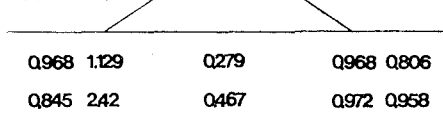
(a) 7秒後



(b) 8秒後



(c) 10秒後



(d) 14秒後

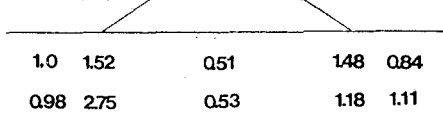


図-1 $\Delta u/\sigma_v'$ の分布 (液状化が生じた場合)

10秒後

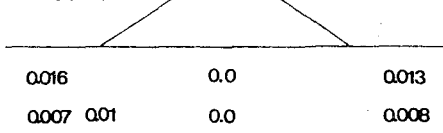


図-2 $\Delta u/\sigma_v'$ の分布 (非液状化の場合)

まで上昇している。実際にこのケースでは、地盤、盛土ともほとんど変状がなかつたが、これは、盛土のり尻付近の地盤、特に下部層の過剰間隙水圧がそれほど発生していないためであると考えられる。

3. 模型地盤における液状化判定

盛土および地盤模型の液状化の可能性を検討するため、道路橋示方書耐震設計編による方法を用いて、液状化抵抗率 F_L の試算を行った。試算の位置は加速度計と間隙水圧計の埋設位置で、地盤面より0^m、0.35^m、0.8^m、1.0^mの深さとし前述の液状化が生じたケースと液状化が生じなかったケースについて盛土天端中心位置の直下地震と盛土のない地盤でそれぞれ計算を行った。計算の結果を表-1に示す。また、本実験に用いた砂の相対密度と液状化強度の関係を図-3に示す。これよりCase-2とCase-3の地盤の液状化強度 R_L を求めて F_L を計算し、結果をまとめて表-1に示した。表-1によると、液状化が生じたCase-2と生じなかったCase-3では F_L の値に明らかな差がみられ、Case-2では盛土のない地盤で $F_L < 0.6$ となり完全液状化すると判定されるがCase-3では表層のみ完全液状化であり以下の深度では $0.6 < F_L < 0.8$ となり部分液状化と判定される。また、盛土直下の地盤についてもCase-2では完全液状化と判定されるのに対して、Case-3では $F_L > 1.0$ となり、液状化しないものと判定される。実際には、Case-3で地盤の液状化が生じていないことを考えると今回の簡易判定の結果は、実現象とよく一致していると言えない。また、動的土質試験により求めた F_L は、簡易判定によるものより、全体的に大きめの F_L となっており、実現象と比較的よく一致していると思われる。図-4は、今までの行った液状化実験により得られた $F_L \sim \Delta u/\sigma'_v$ の関係を示したものであり、同図中に今回の結果をプロットしてみると同じ F_L 値に対して従来の結果とはかなり異なることがわかる。これも単なる水平地盤と盛土のある場合とで液状化特性が異なるためと考えられる。

4. まとめ

以上の結果のう次のような結論が得られた。

- ① 上載荷重として盛土のある場合には、のり尻付近の地盤がある程度まで有効応力の低下を生じると盛土の流動が起るため盛土付近の地盤の液状化特性は水平地盤の場合とは異なる。実際にフラップが生じた時の地盤の $\Delta u/\sigma'_v$ は0.1~0.2程度であり沈下が始まる時には0.5程度となっている。また最終的に地盤の $\Delta u/\sigma'_v$ が0.3以下ならば盛土はほとんど変状しない。
- ② 今回の実験に簡易判定法と適用した結果では、計算される F_L は少し小さく、実現象とよく一致するとは言えない。

《参考文献》

- 1) 木全、近藤、林：盛土の破壊特性に及ぼす地盤締固め条件の影響、第10回土木学会関東支部発表会
- 2) 岩崎、常田、吉田：砂質地盤の流動化および抗基礎構造物の動的応答特性に関する模型振動実験、土研資料1605号

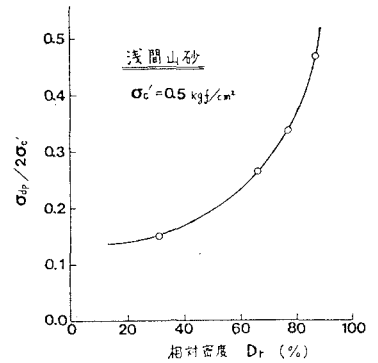


図-3 液状化強度比と相対密度

表-1 F_L の計算結果

	地盤面からの深さ(m)	簡易判定による F_L (%)		動的土質試験による $F_L (=R_L)$	
		盛土直下の地盤	地盤	盛土直下の地盤	地盤
液状化(ケース2)	0.0	0.77	—	1.07	—
	0.35	0.59	0.37	0.84	0.52
	0.80	0.51	0.37	0.73	0.52
	1.00	0.48	0.37	0.71	0.52
非液状化(ケース3)	0.0	1.23	—	1.67	—
	0.35	1.21	0.58	1.32	0.83
	0.80	1.06	0.74	1.16	0.83
	1.00	1.04	0.74	1.12	0.84

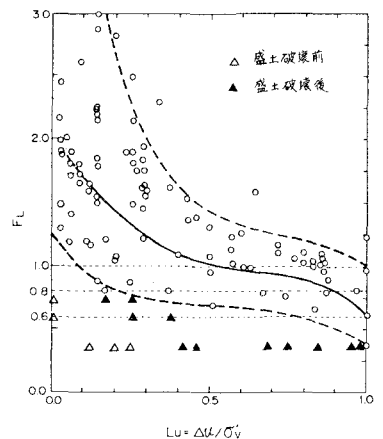


図-4 F_L と 過剰間隙水圧比の関係