

2 質点系オンライン地震応答実験による地盤の液状化挙動 —その 2 透水性が異なる飽和砂地盤に対する検討—

Liquefaction Behavior of Ground by Pseudo Dynamic Tests of 2 Mass System

-Part 2 Considerations in Different of Permeability Saturated Sands -

○中里雄喜¹, 山田雅一², 道明裕毅², 上原勇人¹

*Yuki Nakazato¹, Masaichi Yamada², Yuki Domyo², Hayato Uehara¹

Abstract: In this paper, pseudo dynamic tests in consideration of permeability were conducted. Experimental results, by considering permeability, the drainage effect suppressed the increase in excess pore water pressure, the decrease in rigidity and the development of shear strain. It was shown that expected to increase liquefaction strength.

1. はじめに

地盤の透水性を高め、過剰間隙水圧の消散を排水効果として液状化対策に用いる工法が実務においても普及しており、透水の有無は液状化挙動に影響を及ぼす¹⁾。

地盤を対象とするオンライン地震応答実験（以下、オンライン実験）は、複雑な地盤の挙動をモデル化せずに地震時に生じる応答や復元力特性、間隙水圧の挙動を評価できるものと考えられる²⁾。

既報³⁾では原地盤に近い応力・変形状態を再現できる中空ねじりせん断試験機を用いた透水を考慮した多質点系オンライン地震応答実験を開発している。前報⁴⁾では、2層系地盤を対象に、上層と下層に同じ試料を用い、過剰間隙水圧による透水の影響を検討した。

本報では、透水を考慮した多質点系オンライン地震応答実験を用いて粒径の異なる霞ヶ浦砂及び渡良瀬川砂の地盤を対象に、地盤特性による透水が液状化挙動に与える影響を評価する。

2. 実験概要

2.1 オンライン実験概要について

本実験では、既報³⁾で示した透水を考慮した多質点系オンライン地震応答実験システムを用いる。詳細は既報³⁾を参照されたい。

2.2 想定地盤および実験試料の物理特性

オンライン実験で想定する地盤は深さ 10m（上層 5m、下層 5m）の 2 層系飽和砂地盤とした。供試体は各層の中心の有効上載圧を再現した。

実験に用いた試料は、霞ヶ浦砂と粒度調整を行った渡良瀬川砂の 2 種類を使用し、その物理的性質を Table1 と Figure1 に示す。供試体は JGS 0550 に準拠して空中落下法により中空円筒状（高さ 10cm、外径 10cm、内径 6cm）に作製した。なお、B 値が 0.96 以上であることを確認した飽和砂供試体である。

Table1. Physical property of sample

Sample	ρ_s (g/cm ³)	e_{max}	e_{min}	D_{20} (mm)	D_{50} (mm)	U_c
Kasumigaura sand	2.755	0.94	0.61	0.32	0.53	3.26
Watarase river sand	2.659	1.1	0.71	0.52	0.66	1.58

Table2. Experiment condition

Case No.	Ground condition		Dr (%)	G_0 (kN/m ²)	ρ_t (g/cm ³)	k (cm/s)	mv (m ² /kN)
1	Watarase river	High layer	64	38015	1.865	—	—
	Kasumigaura	Lower layer	61	70264	2.01	—	—
2	Watarase river	High layer	59	38682	1.886	0.1	1.13×10^{-4}
	Kasumigaura	Lower layer	64	71840	2.015	0.02	6.92×10^{-5}

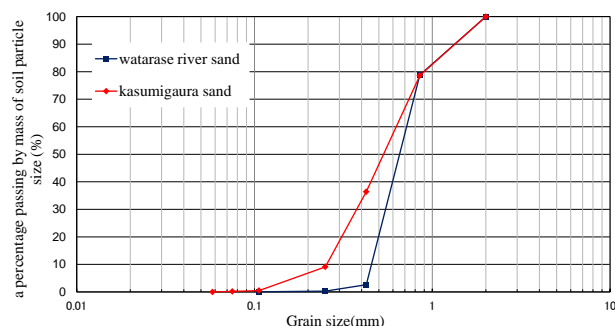


Figure1. Grain size accumulation curve

また本研究では、透水を考慮する際に重要な透水係数と体積圧縮係数が実験結果に大きく依存することに対して、試料の物性値を反映させたオンライン実験を行った。詳細は前報⁴⁾を参照されたい。

2.3 実験条件

実験条件を Table2 に示す。実験条件の設定は、Case1 と Case2 では上層の砂の種類を粗砂程度である渡良瀬川砂で実験を行い、上層の透水性を高めることで過剰間隙水圧の消散効果が期待できる地盤を想定している。

3. 実験結果および考察

オンライン実験で得られた過剰間隙水圧比時刻歴を Figure2 に有効応力経路および応力-ひずみ関係を Figure3,4

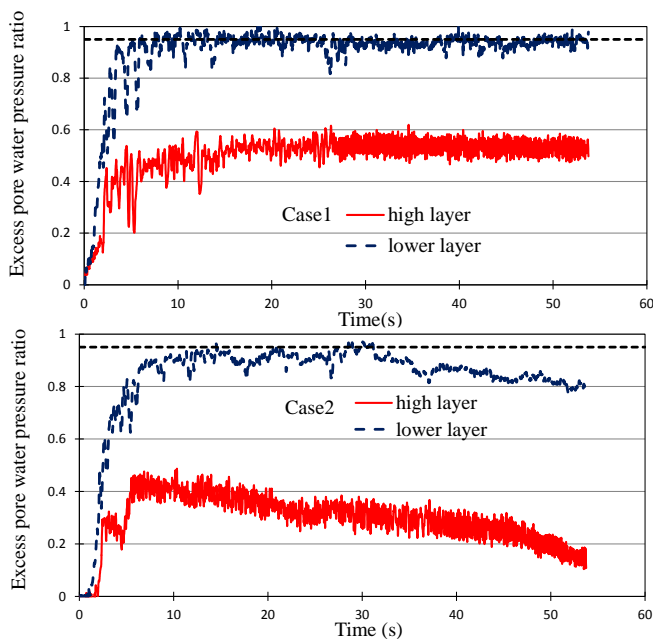


Figure 2. Time history of excess pore water pressure ratio

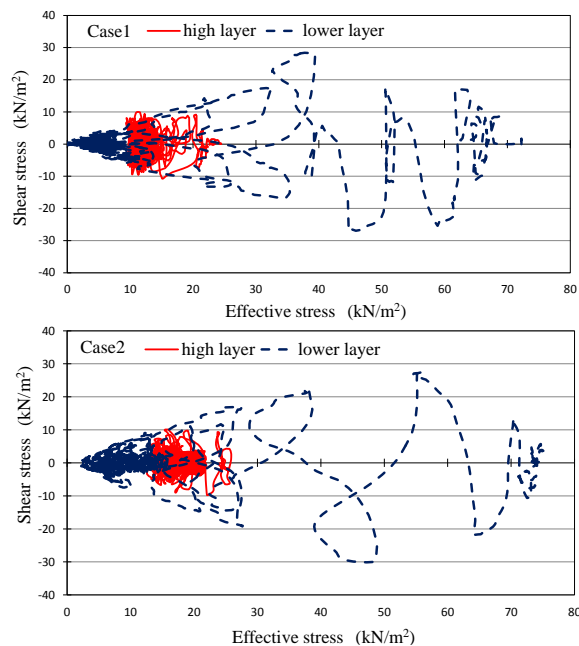


Figure 3. Effective stress path

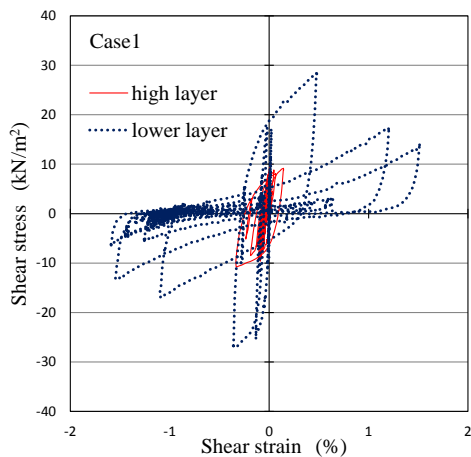
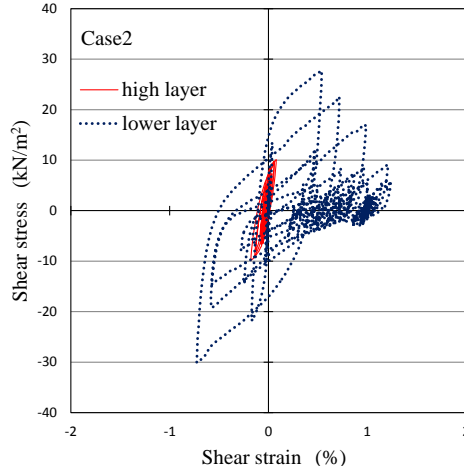


Figure 4. Relationship between shear stress and shear strain



に示す。また、過剰間隙水圧比時刻歴には液状化と判断する過剰間隙水圧比 0.95 の値を点線で併せ示した。

Case1 と Case2 の実験結果に着目する。Figure2 より、過剰間隙水圧比時刻歴から透水を考慮していない Case1 では下層が液状化した後の過剰間隙水圧の変化は見られない。一方で、Case2 では過剰間隙水圧の消散によって減少傾向にある。これは、流入する間隙水の量よりも排水する間隙水の量が多いためである。さらに、Figure3 より、Case2 の有効応力経路では過剰間隙水圧の上昇に伴って有効応力は減少するが、消散過程において有効応力が回復する傾向にある。また、Figure4 より、応力-ひずみ関係では Case2 は Case1 に比べて、剛性の低下やせん断ひずみの発達を抑制していることが見て取れる。よって、Case1 と Case2 の場合、透水を考慮することで排水効果が過剰間隙水圧の上昇並びに剛性の低下やせん断ひずみの発達を抑制し、液状化強度を高めることが期待できる。

4. まとめ

本研究では、透水を考慮した多質点系オンライン地震応答実験を行った。実験結果より、上層への排水効果により過剰間隙水圧が消散することが確認された。また、この影響により、剛性の低下やせん断ひずみの発達が抑制され、液状化強度を高めたことから透水の有無が液状化挙動に影響を与えることを示した。

【参考文献】

- 1) 梅原靖文, 善功企, 浜田浩二: 排水効果を考慮した飽和砂の液状化強度, 港湾空港技術研究所報告, Vol.20, No.1, 1981.3.
- 2) 日下部伸, 森尾敏, 有本勝二: オンライン地震応答実験による 2 層系砂地盤の液状化挙動, 土質工学会論文報告集, Vol.30, No.3, pp.174-184, 1990.
- 3) 山田峻作, 山田雅一, 道明裕毅, 安達俊夫: 透水が地盤の液状化挙動に与える影響—2 質点系オンライン地震応答実験に与える影響—, 第 50 回地盤工学研究発表会, No.245, pp.489-490, 2015.9.
- 4) 上原勇人, 山田雅一, 道明裕毅, 中里雄喜: 2 質点系オンライン地震応答実験による地盤の液状化挙動—その 1 透水を考慮した飽和地盤に対する検討—, 平成 29 年度日本大学理工学部学術講演会予稿集, 2017