

1. はじめに

岩手県 N 市では、2011 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震の本震により、水道管が破裂し水分量が非常に多くなっていた状況下で余震が発生し、軽石混じりのしらすからなる高さ 5m の宅地盛土斜面の泥流状崩壊が長さ 37m にわたって発生した（写真 1）。しらすは保水性が高く、不飽和な状態でも液状化し、泥流状崩壊しやすい特性があり、これまでも同様な被害が報告されている。当該地盤の液状化強度特性について知られていないため、飽和状態での液状化強度特性を把握した。



写真 1 崩壊現場の状況

表 1 試料土の諸性質

自然含水比 %	23.1 (20.9-25.9)
土粒子密度(g/cm ³)	2.57
最小乾燥密度(g/cm ³)	1.127
最大乾燥密度(g/cm ³)	1.566
Dr = 60%での乾燥密度 (g/cm ³)	1.355

2. 試験方法

(1) 試料土

表 1、図 1 に 2011 年 4 月 21 日に採取した試料土の諸性質、粒度分布を示す。本研究では、2mm ふり通過試料を用いて、砂の最小・最大密度試験は JIS A 1224 に則って実施し、相対密度 Dr = 60%を目標に Φ5×10cm の供試体を作製した。

(2) 繰返し三軸試験

供試体設置後、CO₂ 通気・脱気水通水により飽和化を促進させ、背圧を 100kPa、拘束圧 σ'_c を 100kPa かけて B 値を確認した後、 σ'_c で等方圧密、繰返し載荷試験の手順で試験を行った。繰返し軸差応力 σ_d を 18.7, 25.2, 26.4, 29.3, 32.9, 37.8kPa と設定して、0.5Hz の載荷回数でそれぞれの供試体で試験を行った。100kPa の圧密後、繰返し前の供試体乾燥密度は平均 1.43g/cm³ (Dr = 76%) となった。

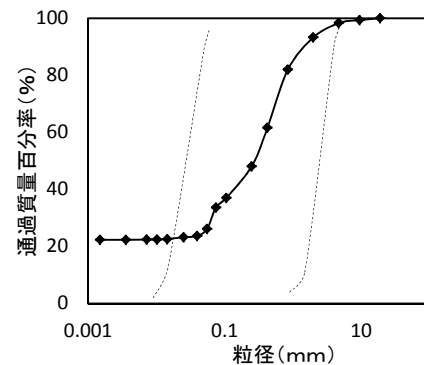


図 1 試料土の粒度分布

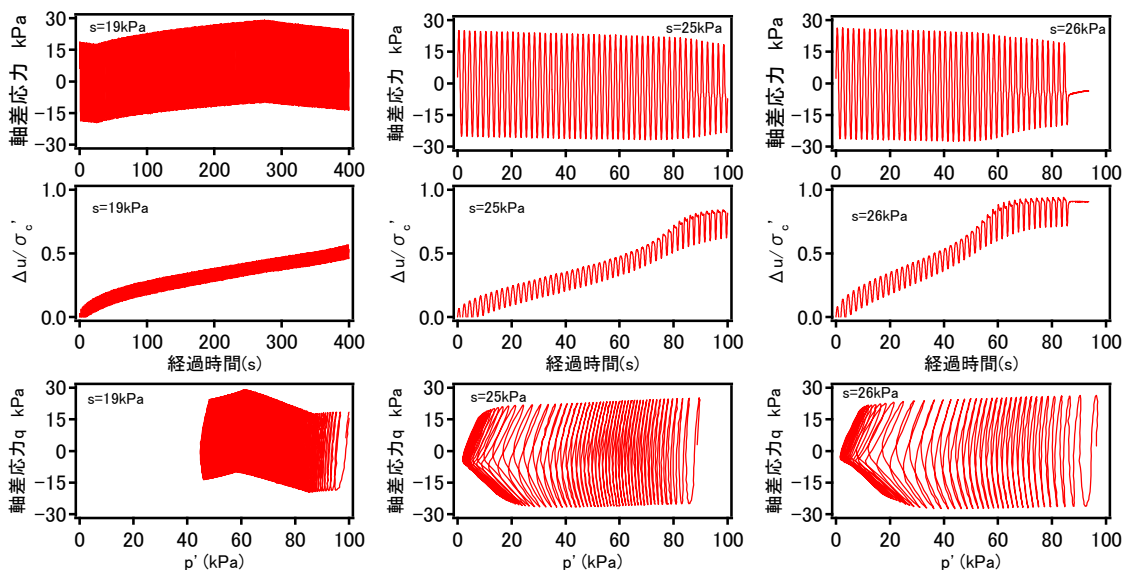


図 2a 二戸しらすの液状化強度試験結果 その 1

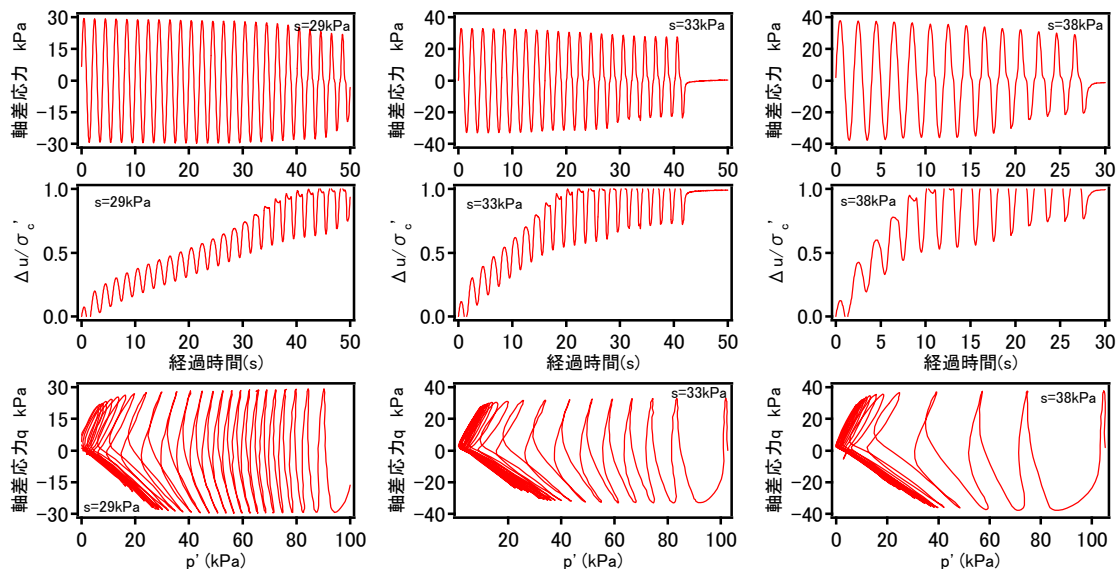


図 2b 二戸しらすの液状化強度試験結果 その 2

3. 試験結果

図 2a, 2b に設定繰返し軸差応力 σ_d と過剰間隙水圧比 $\Delta u/\sigma'_c$ の経時変化, 有効応力経路を示す. σ_d が 19kPa では 200 回繰り返しても $\Delta u/\sigma'_c$ は 0.5 までしか上昇せず, 液状化には至らなかった. σ_d が大きいケースのほうが, $\Delta u/\sigma'_c$ が短時間で上昇するのが分かる. 図 3 に液状化強度曲線 ($\Delta u/\sigma'_c$ が 0.9 に至るまでの繰返し載荷回数と繰返し応力振幅比 $\sigma_d/(2\sigma'_c)$ の関係) を示す. 20 回での軸差応力振幅比 $\sigma_d/(2\sigma'_c)$ は 0.15 であった. 別途行った硅砂 7 号での試験結果と比較して, 液状化強度が低いことが分かった. 図 4 に繰返し軸差応力と破壊時応力比 M_f の関係を示す. 液状化したケースの平均 M_f は, 軸差応力が正の領域では 3.1, 負の領域で 1.1 と, 正の圧縮側の方が 2.7 倍大きい値をとる傾向にあった.

2011 年 3 月 11 日 15:09 に発生した余震の二戸 IWT024 での EW 成分の最大加速度をもとに, 深さ 5m の飽和地盤を仮定して, 式(1)~(3)により求めた液状化抵抗率 FL 値は 0.44 となり液状化に至る結果が得られた.

$$FL = R/L \quad (1) \quad R = \sigma_d / (2\sigma'_c)_{N=20} \quad (2)$$

$$L = \gamma_d \sigma_v A_{\max} / (\sigma'_{vc} g) \quad (3)$$

ここで, σ_v : 全上載圧 (92kPa), σ'_{vc} : 有効上載圧 (43Pa), $A_{\max}$: 最大加速度 (178gal), γ_d : 割引補正係数 (0.85), g : 重力加速度 (981gal) である.

4. まとめ

東北地方太平洋沖地震において飽和度が高い状況下で, 宅地の泥流状崩壊をもたらしたしらすを用いて, 飽和状態の液状化強度特性を求めたところ, 通常の砂より液状化しやすいという結果が得られた. 液状化強度曲線と崩壊が生じたとされる時刻付近の最大加速度値から FL 値を求めたところ, 液状化に至るという判定結果となった.

参考文献

1) 地盤工学会: 土質試験の方法と解説 (第一回改訂版), 地盤工学会, 2003. 2) 古舘正大, 清原雄康: 水分供給と地震動により崩壊したしらす地盤の不飽和強度試験, 平成 23 年度土木学会東北支部技術研究発表会講演概要集, III-5, 2012.

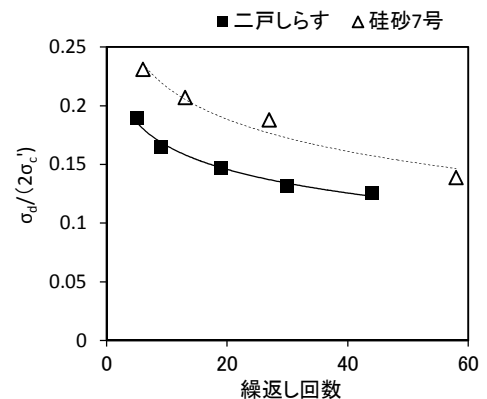


図 3 二戸しらすの液状化強度曲線

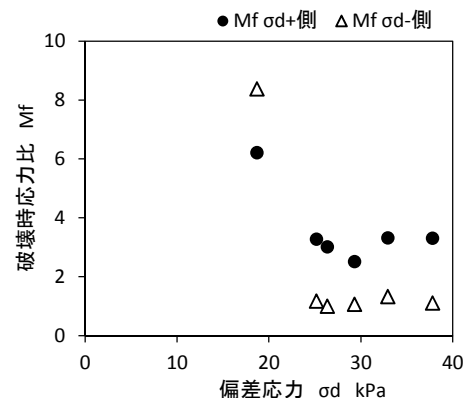


図 4 繰返し軸差応力と破壊時応力比の関係