

粒径の違いが浸透固化改良土の非排水せん断特性に及ぼす影響

日本大学 学生会員 ○和出 勇也

日本大学 正会員 仙頭 紀明

1. はじめに

近年、北海道胆振東部地震や東北地方太平洋沖地震等において、液状化被害が発生している。液状化対策として用いられる浸透固化処理工法は、粒径の大きい礫地盤において強度が発現し難いことが報告されている。その理由の一つとして、間隙比が同じでも粒径が大きいほど一軸圧縮強さは小さくなることが石塚らの研究¹⁾で解明されており、粒径が強度発現に影響していると考えられる。しかし、粒径の違いが非排水せん断特性に及ぼす影響については解明されていない。

そこで、本研究では、粒径の違いが非排水せん断特性に与える影響を明らかにすることを目的として、粒径の異なる均等粒度のガラスビーズを用いて、改良土を作製した。その後、 $\overline{CU}$ 試験を行い、応力-ひずみ関係や過剰間隙水圧挙動から粒径の違いが非排水せん断特性に及ぼす影響を考察した。

2. 実験方法

試験には3つの呼び径(1mm,0.1mm,0.05mm)のガラスビーズを用いた。物理特性を表-1に示す。供試体の目標相対密度は $Dr=60\%$ とした。また、薬液のシリカ濃度は6%とし、配合を表-2に示す。実験ケースと一軸圧縮試験結果を表-3に示す。供試体は、石塚らの研究¹⁾と同様、脱気層内でモールドに入れた薬液にガラスビーズを落下させて作製した。脱気時間は、薬液を60分間、試料のみを10分間、作製供試体を10分間とした。養生は14日間とした。 $\overline{CU}$ 試験では、供試体を飽和させるため、 CO_2 を1時間、脱気水を1時間供給した。なお、目標B値は95%以上とした。圧密応力は100kPa、200kPa、300kPaとした。せん断過程は軸ひずみ速度0.05mm/minで圧縮し、軸ひずみが15%に達した時点で試験を終了した。

3. 実験結果

主応力差-軸ひずみ曲線を図-1に示す。粒径が小さいほど割線剛性が大きくなった。また、主応力差の最大値は粒径が小さいほど大きくなった。なお、主応力差が最大になった後、粒径1mm、0.1mmでは主応力差は定常状態になったが、0.05mmは局所化の影響でひずみ軟化が生じた。これは、供試体にせん断破壊が生じたためであり、明瞭なすべり面が確認できた。過剰間隙水圧-軸ひずみ曲線を図-2に示

表-1 物理特性

呼び径 (mm)	ρ_s (g/cm ³)	e_{max}	e_{min}	D_{50} (mm)	U_c	U_c'
1	2.498	0.691	0.617	1.3	1.6	1
0.1	2.482	0.734	0.567	0.16	1.5	0.9
0.05	2.470	0.771	0.571	0.057	1.4	0.9

表-2 薬液配合表 (1ℓあたり)

シリカ濃度 (%)	硫酸 (g)	クエン酸 (g)	特殊シリカ (g)	水ガラス (g)	水 (g)
6	11.1	37.4	120.5	92.4	797.2

表-3 実験ケース

Case	呼び径 (mm)	圧密応力 (kPa)	背圧 (kPa)	湿潤密度 (g/cm ³)	乾燥密度 (g/cm ³)	B値 (%)	q_u (kPa)
1-1	1	100	90.5	1.908	1.521	95	13.9
1-2		200	107	1.937	1.575	95	
1-3		300	100.5	1.912	1.536	94	
2-1	0.1	100	99.5	1.908	1.502	95	126.4
2-2		200	100.5	1.870	1.509	86	
2-3		300	99	1.909	1.520	95	
3-1	0.05	100	99.5	1.946	1.566	82	164.8
3-2		200	100	1.934	1.565	95	
3-3		300	98.5	1.935	1.577	99	

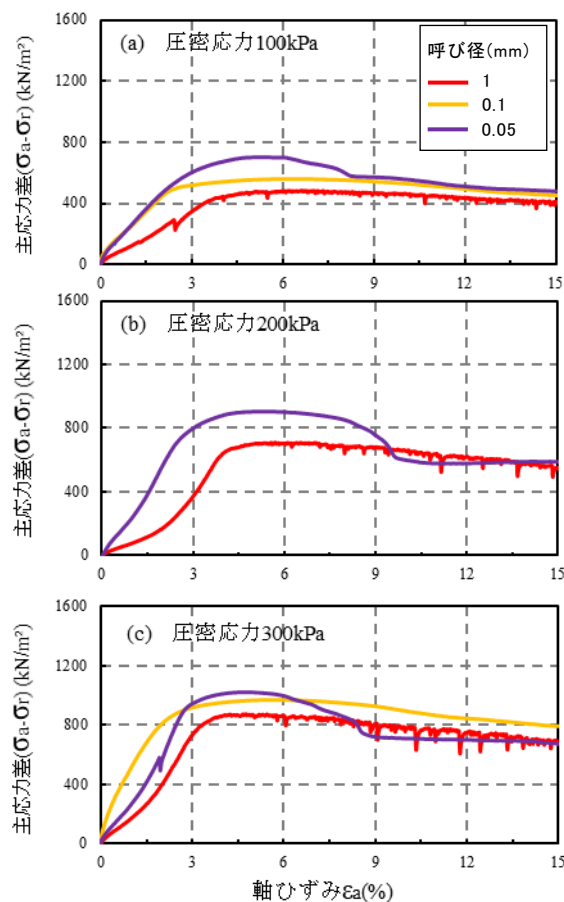


図-1 主応力差-軸ひずみ曲線

キーワード 液状化, 浸透固化改良土, 3軸圧縮試験, 非排水せん断特性

連絡先 〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原1番地 日本大学工学部土木工学科 地盤防災工学研究室 TEL024-956-8710

す。どのケースにおいても初期段階で負のダイレイタ
ンシーが生じた後、正のダイレイタンスに転じ、過
剰間隙水圧が低下して定常状態になった。また、粒
径による違いとして、初期段階に生じる負のダイレ
イタンスに伴う過剰間隙水圧の上昇は、粒径が大き
いほど大きくなった。しかし、圧密応力 300kPa の結
果では、1mm と 0.05mm で同じ様な挙動を示した。
これは、圧密応力が大きいことで、薬液(ゲル)による
結合が崩れたものと考えられる。今後は、圧密応力の
増大に伴う改良土の圧密降伏挙動について把握す
る必要がある。モールの応力円を図-3 に示す。各粒
径ごとの内部摩擦角の違いはあまり見られないもの
の、粘着力は粒径が小さくなるにつれて大きくなっ
た。以上のことから、改良土の強度発現は、粒径の違
いによる粘着力の影響があると考えられる。石塚ら¹⁾
は、比表面積が大きいほど土粒子とゲルの接触面
積が増大し、抵抗力が増すことで強度が大きくなると
述べた。本実験の結果を踏まえると、浸透固化改良
土の強度発現は粒径の違いによるダイレイタンス
特性の影響が大きいと考えられる。

4. まとめ

相対密度が同じで粒径が異なる薬液改良土の $\overline{CU}$
試験を実施した結果、以下のことがわかった。

- 1) 粒径が小さいほど粘着力が大きくなったが、内部摩
擦角の違いはあまり見られなかった。
- 2) 粒径が小さいほど初期段階に生じる収縮は小さく
なったが、圧密応力 300kPa では同じ様な挙動を示した。

5. 参考文献

- 1) 石塚幸太郎・齋藤和寿・秋本哲平・仙頭紀明,(2019):浸透固化改良土の粒径と強度の関係,令和元年度
土木学会全国大会第 74 回年次学術講演会,III-505.

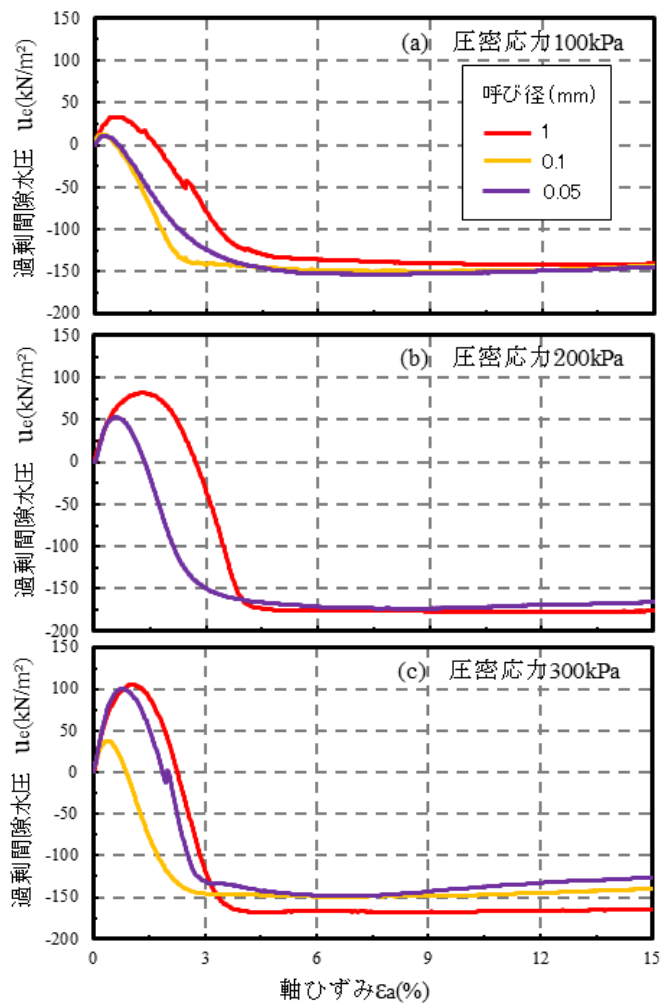


図-2 過剰間隙水圧-軸ひずみ曲線

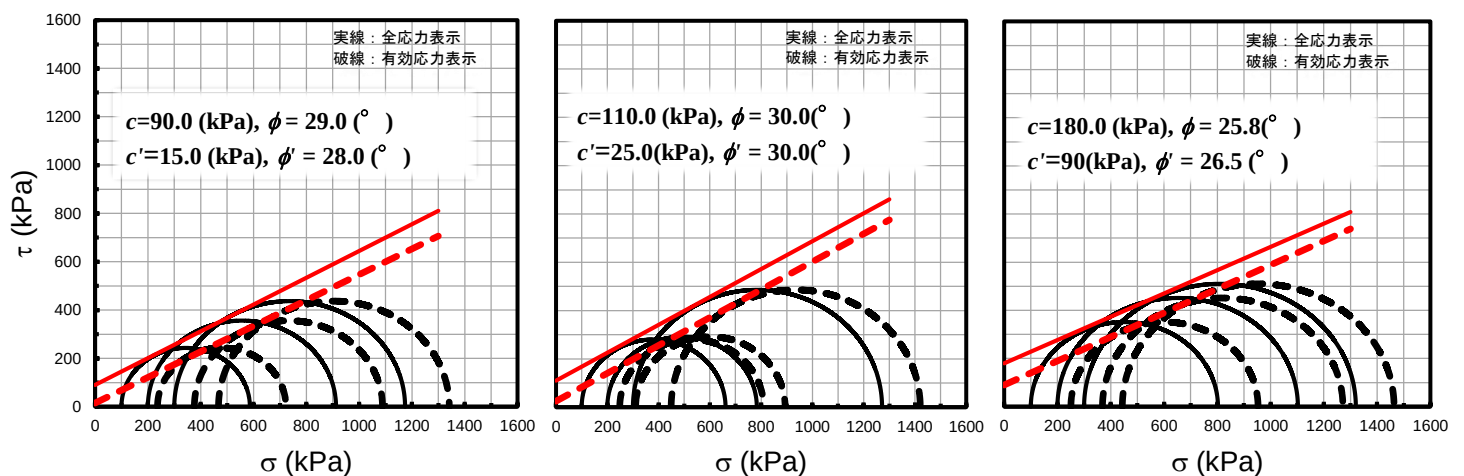


図-3 モールの応力円