

過剰間隙水圧が残留する薬液注入改良地盤のせん断強度

五洋建設(株)技術研究所 正会員 ○秋本 哲平
同 上 正会員 林 健太郎
同 上 正会員 ラスーリ・ローズベイ

1. 目的

空港滑走路の耐震対策工事が主要空港で検討され対策工事が行われている。この検討では、地震後 3 日で空港が使えるように耐震仕様が決められている。具体的には、地震動による過剰間隙水圧が残留した地盤において航空機の車輪荷重による安定検討を円弧滑り計算等で実施している。過剰間隙水圧が残留する砂地盤のせん断強度の低下については、繰返し三軸試験によって過剰間隙水圧が上昇した供試体を用いて、 $\overline{CU}$ 試験を行うことにより残留水圧比と低下率の関係を求めている¹⁾。ところが、薬液注入による改良土のせん断強度については実験結果が無いことから、この未改良土の低減率を適用されている。

このため、本実験では、薬液注入による改良土を用いて、繰返し載荷を行い、過剰間隙水圧を残留させた状態を作ったのち、 $\overline{CU}$ 試験を実施した。

2. 実験方法

実験試料には、Dr60%の東北 6 号ケイ砂にシリカ濃度：4%のエコシリカ薬液を混ぜて同時に 15 供試体を作製した。7 日後の一軸圧縮強度は 80kPa であった。実験ケースを表-1 に示す。実験では 20 波載荷後の過剰間隙水圧比がばらつくように CSR を設定した。表-1 には、20 波載荷後の過剰間隙水圧比も併記しているが、過剰間隙水圧比は 0.0~0.3 と 0.7~1.0 の間に集中し、0.5 程度の中間値のケースは得られなかった。

実験手順のフローを図-1 に示す。文献¹⁾では、繰返し試験終了後そのままの状態でも $\overline{CU}$ 試験に移行しているが、今回使用した載荷装置の最大載荷荷重を超えたため、繰返し三軸試験から $\overline{CU}$ 試験に移行するときに、載荷時の有効応力 p' が同じになるように供試体の BP を制御した。この①から③の手順を行った場合、BP を過剰間隙水圧 Δu まで上げるため、排水バルブを開けても排水は生じず、図-2 に示すように Stress Path への影響もない。

しかし、この①~③の手順がせん断強度へ与える影響を見るため、拘束圧の小さい CASE13 について、繰返し三軸試験後、そのまま $\overline{CU}$ 試験を実施した場合(連続載荷：実線)と、①~③を行った場合(破線)とで、 $\overline{CU}$ 試験結果の比較を行った。図-3 に BP+供試体内の水圧挙動を、図-4 に stress path の挙動の比較結果を示す。これらの図から分かるように、両者の軸差応力(σ_{dl})には差がないことが確認された。

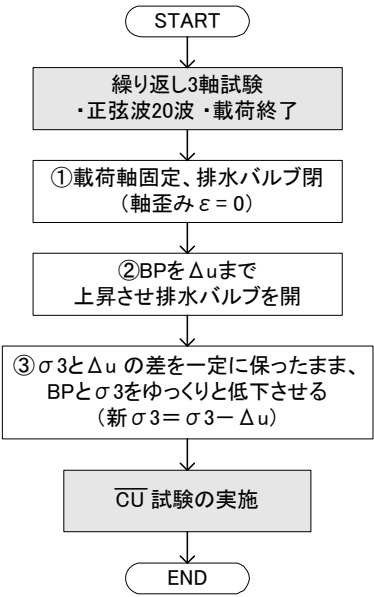


図-1 実験フロー

表-1 実験ケース

CASE	繰返し応力比 C.S.R	繰返し試験時の σ3 (kPa)	繰返し試験後の 過剰間隙水圧比	CU試験時の σ3 (kPa)
1	Cu試験のみ	—	—	50
2		—	—	200
3	0.1	50	0.05	47.5
4	0.1	100	0.06	94
5	0.15	100	0.2	80
6	0.15	200	0.24	152
7	0.2	50	0.16	42
8	0.2	100	0.83	17
9	0.2	200	0.87	26
10	0.25	50	0.68	16
11	0.25	100	0.9	10
12	0.25	200	0.98	4
13	0.3	50	0.8	10
14	0.3	100	0.87	13
15	0.3	200	0.96	8

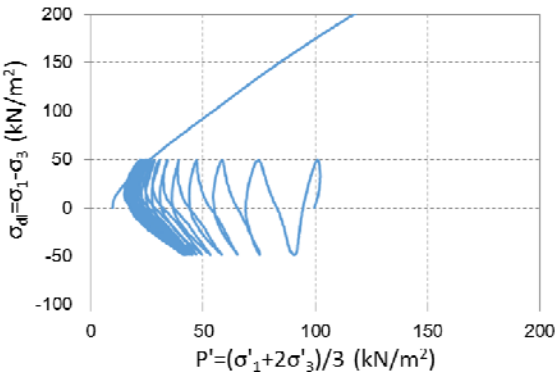


図-2 Stress path

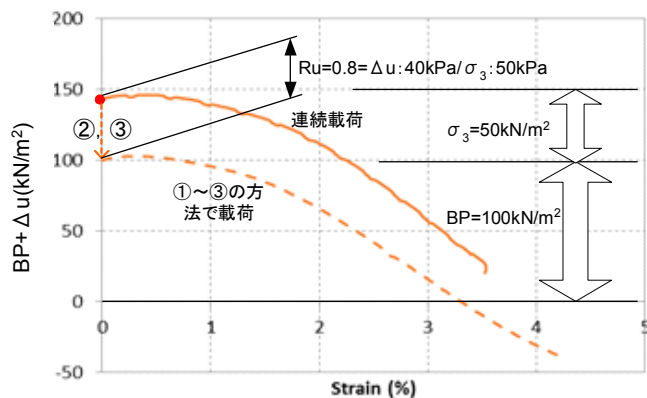


図-3 過剰間隙水圧の相違 (case13)

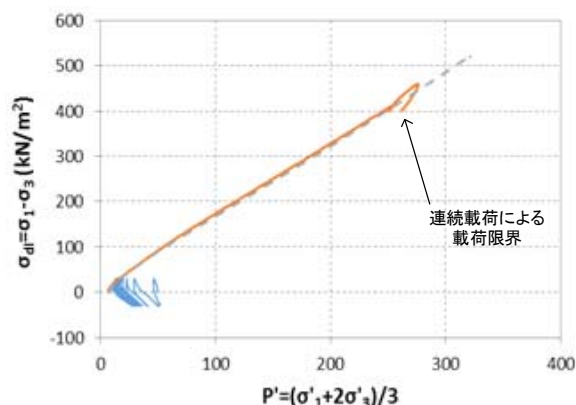


図-4 Stress path

3. 実験結果

軸歪みと軸差応力の関係の例を図-5 に示す。残留過剰間隙水圧比 (Ru) が大きいほど、接線勾配が小さくなる傾向を示した。しかしながら、最大となる軸差応力には殆ど明確な差はなく、どのケースも破壊強度には差がないことが分かる。また、Stress Path の例を図-6 に示す。各ケースで残留する過剰間隙水圧比 (Ru) が異なるため、スタート位置の P' が異なるが、すぐに同じライン上に収束し、Ru による差は認められなかった。

図-5 の接線勾配と Ru の関係をまとめたものを図-7 に示す。この図から、弾性係数は Ru の影響を受けて、小さくなっており、特に拘束圧が大きいほど影響を受けることが分かった。

各ケースについて最大軸差応力値からモールの破壊円を求め、包括線をまとめたのが、図-8 である。図-5 から分かるように、最大軸差応力は Ru の影響を受けないため、改良土のせん断強度も CSR 値や Ru の影響を受けないことが分かった。

4. まとめ

薬液注入による改良土供試体を用いて、繰り返し三軸試験を実施しその後、連続して $\overline{\text{CU}}$ 試験を実施することにより、過剰間隙水圧 (Ru) が残留する改良土のせん断強度を測定した。この結果、改良土地盤のせん断強度は残留過剰間隙水圧 (Ru) の影響を受けないことが判明した。

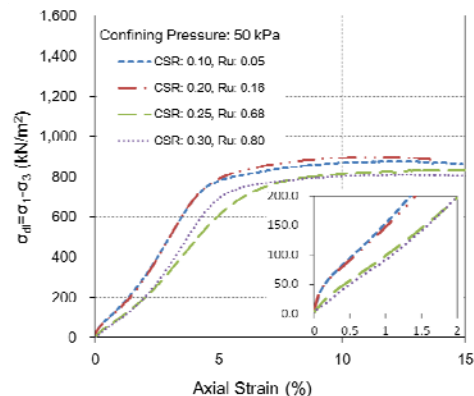


図-5 軸歪みと軸差応力の例

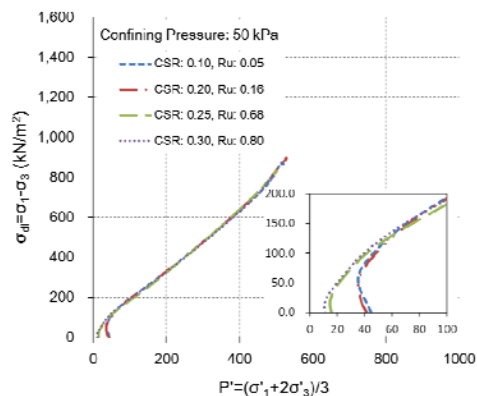


図-6 Stress path の例

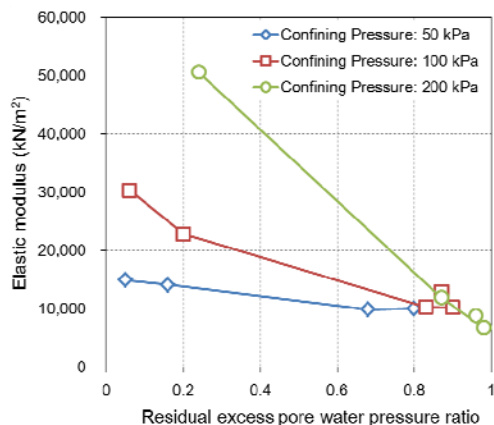


図-7 残留過剰間隙水圧比 (Ru) と弾性係数

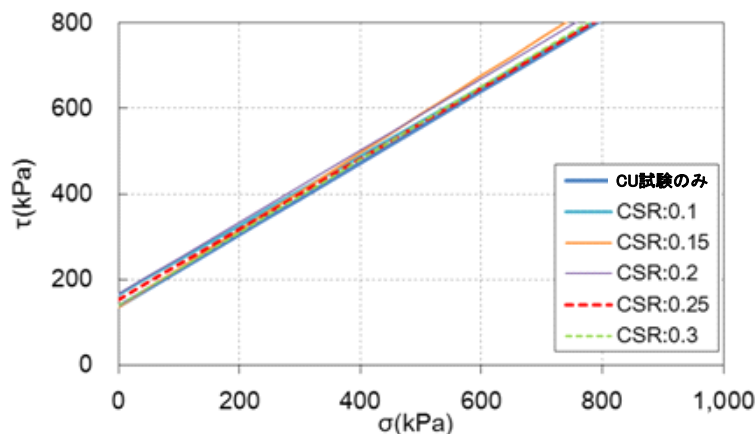


図-8 モールの破壊包括線

参考文献 1) 善功企, 諸星一信, 小濱英治, 小島晃, 所雅彦, 三井道雄, 井上慎二, 藤井照久, 山田和弘, 木村康隆: 過剰間隙水圧比が残留する砂地盤の強度に関する研究, 土木学会第 63 回年次学術講演会, 平成 20 年 9 月, pp.277-288