

乱れを受けた粘性土の強度定数

(財)大阪土質試験所 正 ○ 向谷光彦

愛媛大学工学部 正 八木則男・矢田部龍一

愛媛大学大学院 学 羽山里志・直江芳隆

1. はじめに

著者らは、粘性土の非排水強度を決定する重要なパラメーターである有効応力規準に関する強度定数 c' 、 ϕ' および破壊時間隙水圧係数 A_r に影響を及ぼす諸要因について検討してきた。そして、室内で液性限界以上の高含水比で練り返し再圧密された試料を用いて各種のせん断試験を行った。その結果、 c' はゼロであり ϕ' は三軸圧縮試験による値とほぼ等しいと考えられることを明らかにした。¹⁾ しかし、試料の乱れの観点から考えると、液性限界以下のいわゆる低含水比で乱れを受けた粘性土の強度定数に影響を及ぼす要因について検討する必要がある。

そこで、本論文では①試料の乱れに関する土質力学的考察、②乱れを受けた粘性土の c' 、 ϕ' に影響を及ぼす要因のうち、中間主応力の影響について行った実験と考察について述べる。

2. 試料の乱れに関する土質力学的考察

一軸圧縮試験による非排水強度の評価や鋭敏比を対象に、試料の乱れに関する議論がなされてきた。しかし、練り返し時含水比が液性限界以下の試料の乱れは定量的に評価されていないと思われる。まず、『乱れ』とは、土にせん断変形・せん断応力を与えるダイレタンスによって間隙水圧が発生し、地盤内に残留することであると考えられる。したがって、有効応力が減少し非排水強度が低下する。試料の自由水内に発生した過剰間隙水圧は、排水条件であれば時間の経過とともに圧密が促進し、含水比が低下する。含水比が低下すれば非排水強度が増加するのは当然のことである。従来から、土粒子の骨格構造の変化に起因する粘性土の強度回復と含水比が一定で強度が回復することを併せてシキソトロピーとされており、乱れの現象を混同しているように思われる。したがって、試料の乱れにより発生した間隙水圧の消散に伴う含水比の変化と粘性土の非排水強度を決定するパラメーターの関係を明らかにしておくことが重要であると思われる。また、『乱れ』は土粒子間の結合力を破壊し、真の粘着力 c を消失させる。したがって、今後は、Hvorslev規準の強度定数と試料の乱れの関係も明らかにしておく必要があると考えられる。

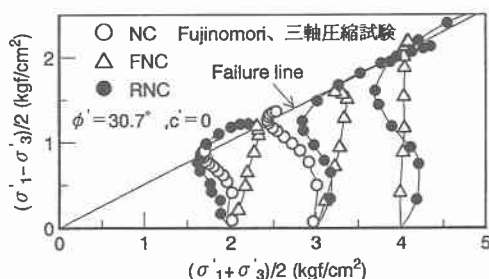


図-1 有効応力経路と破壊強度線

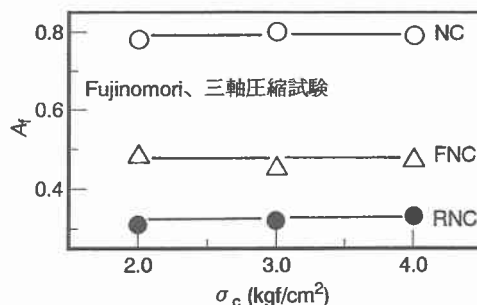


図-2 圧密圧力と A_r の関係

3. 三軸圧縮試験による乱れを受けた粘性土の c' 、 ϕ' 、 A_r の評価

図-1は、等方圧密非排水三軸圧縮試験により得られた有効応力経路と破壊強度線の一例である。試料は

藤の森粘性土 ($L.L.=50.0\%$, $I_p=20.9$, $G_s=2.71$, $Clay\ Fraction=3.5\%$) を用いた。ここで、図中のRNC：等方圧密後、供試体を厚手のビニール袋に入れ含水比が変化しないように注意しながら15分間手で完全に練り返し、再成形後セル内にセットし再圧密したもの、FNC：一度正規圧密状態でせん断破壊させた後、再圧密したもの、NC：液性限界以上の高含水比で練り返し後正規圧密したものである。これより、三軸試験のような軸対称応力条件を仮定できるような原位置では、いずれの試料でも c' はゼロであり、 ϕ' は乱れの影響を受けず一定であると考えても差し支えないと思われる。 ϕ' が等しく、非排水強度が異なるのはせん断時に発生する過剰間隙水圧 (係数) が異なるためである。そこで、図-2に圧密圧力と A_r の関係を示す。これより、いずれの試料においても圧密圧力に対して A_r は一定と考えて良いと思われる。また、乱れを受けるとNCの結果と比較して A_r が小さくなっていることが分かる。 A_r が小さくなるということは、非排水強度が増加することを指している。これらより、練り返しに伴って発生する過剰間隙水圧の消散により含水比が変化するとともに A_r に及ぼす乱れの影響を定量的に評価することが可能であると考えられる。

3. 平面ひずみ試験による乱れを受けた粘性土の c' , ϕ' , A_r の評価

実際問題の河川堤防や道路の盛土等では、変形が方向拘束されたいわゆる平面ひずみ状態を仮定することが多い。つまり、乱れを受けた粘性土の強度定数等に及ぼす中間主応力の影響を実験的に調べる必要がある。平面ひずみせん断試験機の詳細は参考文献を参照されたい。²⁾ 供試体寸法は、 $5.2 \times 2.6 \times 10.0$ cmの直方体で、ゴムスリーブで側面が覆われている。再圧密終了後、 1.0 kgf/cm^2 のバックプレッシャーを12時間作用させ、間隙水圧係数 B 値が0.9以上のものについてのみせん断試験を行った。せん断速度は 0.088 mm/min で行った。図-3は有効応力径路と有効応力に関する破壊強度線である。これより、 c' , ϕ' に関して見ると三軸圧縮試験と平面ひずみ試験は同様の結論を得ることが分かる。図-4は圧密圧力と A_r との関係を示す。これより、RNCの A_r は圧密圧力に対して一定とはならないことが分かる。明確な理由は分からないが、RNCの A_r は三軸圧縮試験による結果と異なっている。つまり、低含水比で乱れを受けた粘性土に及ぼす中間主応力の影響を含めると粘性土の非排水強度を一意的に決定することができなくなることになる。したがって、低含水比で乱れを受けた試料の A_r を一意的に表現できるパラメーターを導入するとともに、 A_r に及ぼす中間主応力の影響を検討する必要があると考えられる。

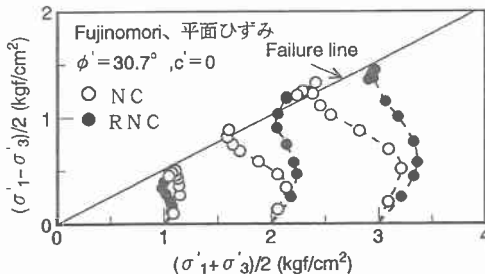


図-3 有効応力径路と破壊強度線

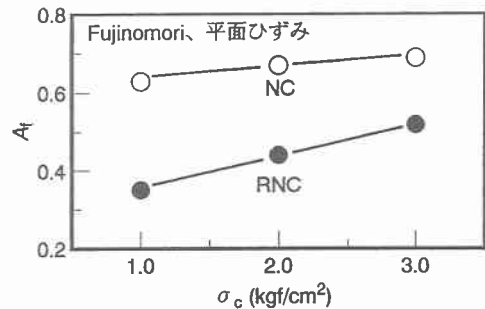


図-4 圧密圧力と A_r の関係

4. まとめ

今回調べた試料は、中間主応力の影響により ϕ' は影響を受けないことが分かった。しかし、不かく乱試料や異方圧密を行うと ϕ' に及ぼす中間主応力の影響があるとされてきた。今後は、これらの点に関して検討を進める予定である。謝辞 試験機の設計で二神治技官に、製作・改良では愛媛大学機械実習工場の諸氏に大変お世話となった。記して謝意を表する。参考文献 1) 粘性土の強度定数に及ぼす中間主応力の影響、八木ら、地盤工学会四国支部技術・研究発表会発表論文集、pp. 386- 388、1995。2) 乱れを受けた粘性土の強度定数に及ぼす中間主応力の影響、向谷ら、土木学会年次学術講演会講演概要集、1996。(投稿中)