

1. はじめに

試料径 45 mm が採取できる小径倍圧型水圧ピストンサンプラーを新しく開発¹⁾した。このサンプラーから得た試料の場合、試料径の制約から従来の供試体直径 $d60$ mm の一面せん断試験を行うことができない。本稿では $d30$ mm と $d60$ mm の供試体に対する試験ができる一面せん断試験機を改良し一面せん断試験の強度特性に及ぼす供試体寸法の影響を検討した。

2. 供試土と実験方法

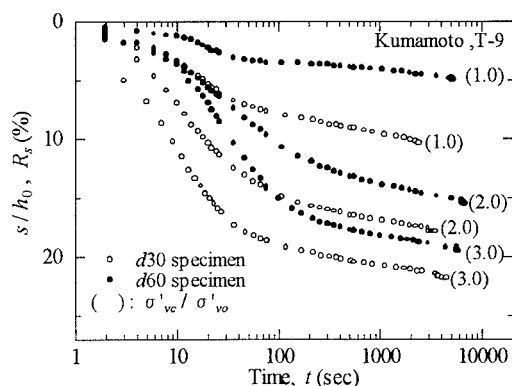
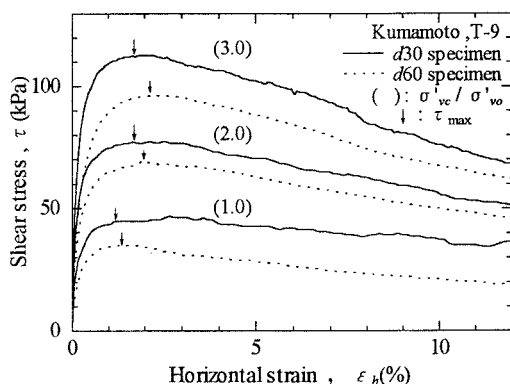
供試土は、熊本港から採取した乱さない自然堆積土である。供試体寸法は、高さ $h20$ mm, $d60$ mm の標準寸法の供試体 ($d60$ 供試体) と $h10$ mm, $d30$ mm ($d30$ 供試体) の 2 種類である。一面せん断試験機は Pradhan²⁾が開発した卓上型の試験機で、供試体下側から垂直荷重を載荷し、供試体上部の載荷フレームに固定されたロードセルで垂直応力を測定する型式である。

実験は、有効土被り圧 σ'_{vc} に対する垂直応力 σ'_{vc} の比を 1, 2, 3 の 3 種類に設定した。3t 法で圧密した後、 0.2 mm/min のせん断速度で一定体積条件下でせん断した。

3. 有明粘土の強度特性に及ぼす供試体寸法の影響

図-1 は供試体の初期高さ h_0 に対する圧密沈下量 s の百分率 R_s と時間 t の関係である。圧密は 3t 法によって終了したが、圧密時間は $d30$ 供試体で約 40~80 分、 $d60$ 供試体で約 100~120 分であった。図-1 を見ると $d30$, $d60$ 供試体ともに 3t 法による圧密終了時間を過ぎても供試体の圧密度は 100% に到達していないことが分かる。 $d30$ 供試体の R_s は圧密終了時点で $d60$ 供試体のそれより約 1.1~2.1 倍大きい。この傾向に $\sigma'_{vc}/\sigma'_{vo}$ 値は依存しない。

図-2 はせん断応力 τ と水平ひずみ ε_h の関係である。せん断方向の場所によって進行性破壊の影響は異なるが、 ε_h はこれを平均的に考慮するために、水平変位量を供試体断面積と同じ面積の正方形の辺長で正規化した。 τ の最大値 τ_{max} は、 $\sigma'_{vc}/\sigma'_{vo}$ 値に関係なく $d30$ 供試体の方が $d60$ 供試体のそれより約 1.1~1.3 倍大きく、 τ_{max} となる時の水平ひずみ ε_f も $d30$ 供試体で小さい。三笠ら³⁾ は大阪南港から採取した試料を 1 kg f/cm^2 の σ'_{vc} で再圧密した後、一定体積一面せん断試験の結果から一面せん断強度に及ぼす供試体寸法の影響を検討している。三笠ら³⁾ が用いた供試体寸法は $d=4.24\sim15\text{ cm}$, $h=1\sim4\text{ cm}$ の範囲である。彼ら³⁾ が示した図を見ると $d=4.24\sim10\text{ cm}$ の範囲で τ_{max} 値に変化

図-1 R_s と t の関係図-2 τ と ε_h の関係

キーワード：粘性土、強度特性、一面せん断試験、寸法効果

連絡先：〒239-8686 神奈川県横須賀市走水 1-10-20 防衛大学校、TEL 0468-41-3811 (内) 2340

はないが $d > 10 \text{ cm}$ になると τ_{max} 値が僅かに減少している。したがって、 $d30$ 供試体の τ_{max} が大きいのは、図 - 1 で検討したように $d30$ 供試体の圧密度が大きいのが理由であり、また両供試体の ε_f の差は進行性破壊に及ぼす供試体寸法の影響が主因であると推察される。 ε_f は $\sigma'_{vc}/\sigma'_{vo}$ 値が小さくなると小さくなり、 $\sigma'_{vc}/\sigma'_{vo}=1$ で 1.2% である。

図 - 3 に有効応力経路を示す。同じ $\sigma'_{vc}/\sigma'_{vo}$ 下で $d30$ 供試体の有効応力経路が $d60$ 供試体のそれより上に位置する理由は、図 - 1 で述べたように $d30$ 供試体の圧密度が高く τ が大きいためである。図 - 3 には、各有効応力経路の $(\tau/\sigma'_{vo})_{max}$ と τ_{max} の点を、それぞれ原点を通り直線近似した直線も併せて示している。 $d30$ 供試体の場合、前者と後者の直線による ϕ' は $d60$ 供試体のそれらより、それぞれ約 $1.5^\circ, 3.5^\circ$ 大きい。

図 - 4 は $d60$ 供試体の τ_{max} に対する $d30$ 供試体のその比 $R_{\tau_{max}}$ を $\sigma'_{vc}/\sigma'_{vo}$ に対してプロットしたものである。応力解放や試料の乱れ等に起因して試料が過圧密状態にある $\sigma'_{vc}/\sigma'_{vo}=1.0$ で、 $R_{\tau_{max}} \approx 1.35$ と大きいのが、 $\sigma'_{vc}/\sigma'_{vo} \geq 2$ の領域で $R_{\tau_{max}} \approx 1.13$ の一定値に収束する。

図 - 5 には図 - 4 と同様に ϕ' の比 $R_{\phi'}$ に及ぼす供試体寸法の影響を示した。図 - 5 において、各有効応力経路の $(\tau/\sigma'_{vo})_{max}$ と τ_{max} の点と原点を結ぶ勾配から得た ϕ' を、それぞれ記号を変えてプロットしている。 $R_{\phi'}$ は $\sigma'_{vc}/\sigma'_{vo} \approx 2$ でほぼ一定値に収束するが、 $(\tau/\sigma'_{vo})_{max}$ と τ_{max} で整理した場合 $d30$ 供試体の ϕ' は $d60$ 供試体のそれらより、それぞれ約 7%, 11% 大きい。

4. おわりに

$d30$ 供試体は圧密時間が短く、進行性破壊の影響も小さい利点がある。圧密度が高いことに起因して、正規圧密領域の $d30$ 供試体の τ_{max} は $d60$ 供試体のそれより 13% 程度大きい。また、 $(\tau/\sigma'_{vo})_{max}$ と τ_{max} で整理した $d30$ 供試体の ϕ' は $d60$ 供試体のそれらより、それぞれ約 7%, 11% 大きかった。

謝辞：一面せん断試験機は横浜国立大学助教授の Pradhan 博士が開発されたものを $d30$ 供試体用に改良した。試験機の製作と改良に快諾いただいたことに対して、Pradhan 博士に深甚なる謝意を表します。

参考文献

- 1) Shogaki, T: A small diameter sampler with two chamber hydraulic pistons and the quality of its samples, Proc. of the 14th Int. Conf. on SMFE, pp.201-204, 1997.
- 2) 藤谷, プラダグンテージ, 岡本, 今井: 一面せん断における砂の強度・変形特性、土木学会第 48 回年次学術講演会, pp.882 - 883, 1993.
- 3) 三笠, 高田, 田中: 一面せん断試験における試験法の問題点、土木学会第 28 回年次学術講演会, pp.36 - 37, 1972.

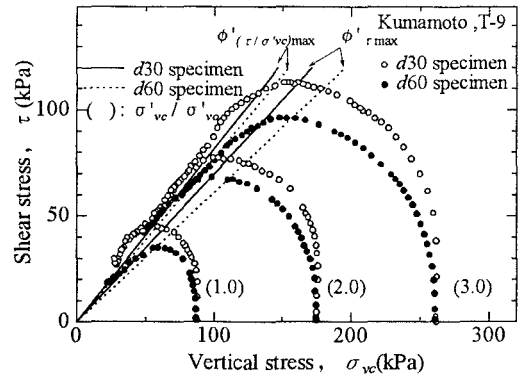


図 - 3 有効応力経路

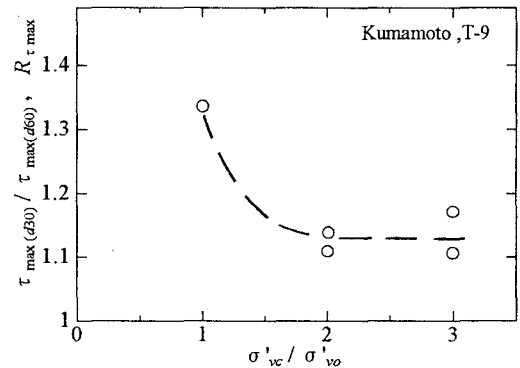


図 - 4 $R_{\tau_{max}}$ と $\sigma'_{vc}/\sigma'_{vo}$ の関係

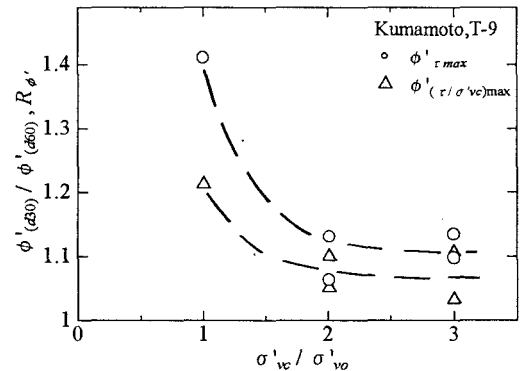


図 - 5 $R_{\phi'}$ と $\sigma'_{vc}/\sigma'_{vo}$ の関係