

平面ひずみ条件下における有明粘土の強度異方性

佐賀大学 理工学部 正員 ○ 鬼塚克忠

" " " 吉武茂樹

" " 学生員 南崎雅文

1. まえがき

著者らは、従前より有明粘土の基本的な力学的特性、ならびに強度異方性を研究課題としている。本報告では①一面せん断試験、軸対称三軸圧縮試験における基本的強度特性、②有明粘土の強度異方性に関する従前からの研究の簡単なまとめ、③軸対称および平面ひずみ条件下における強度異方性について述べるものである。

2. 一面せん断試験および軸対称三軸圧縮試験における基本的強度特性

本報告で用いた有明粘土は、すべて佐賀大学の空地で深さ3~4mの地点から採取したものである。試料の物理的性質は、 $G_s = 2.56$, $w_L = 100\%$, $I_p = 58\%$, 砂分(74 μ 以下)1%, シルト分(74~5 μ)84%, 粘土分(5 μ 以下)15%である。単位体積重量は $1.33 \sim 1.37$ (g/cm³), 自然含水比は120~140%であり極めて軟弱である。

はじめに、在来型の一面せん断試験機を用いて、ボシュレフの破壊規準による強度定数を求めると、 $C_e = \sigma'_c \phi'_e$ の $\lambda = 0.09$, $\phi'_e = 22^\circ$ となった。尚、藤川らは、 $w_L = 60 \sim 130\%$ の有明粘土のこれらの定数は w_L に関係なく、 $\lambda = 0.14$, $\phi'_e = 15.5^\circ$ と報告している。

次に、乱さない有明粘土を正規圧密および過圧密の下で非排水三軸圧縮試験を行った。圧縮速度は、 0.17% /min である。図-1に4種類の圧密先行応力 σ'_c で圧密し、除荷後同一の側圧 σ'_3 のもとでのせん断試験における $(\sigma'_1 - \sigma'_3) - u - \epsilon$ の関係を示した。これより強度に及ぼす過圧密比 OCR の影響がわかる。先行圧密応力 σ'_c と過圧密比が大きいもの程、軸差応力のピークは大きく、間隙水圧は小となる。

他の研究によると、残留強度は圧密先行応力 σ'_c や過圧密比 OCR に関係なく一定値に落ち着くことが報告されているが、著者らの場合は明確なことは言えない。せん断時の側圧が同じで OCR の異なる土のストレスパスを示したのが図-2である。これらの有明粘土の間隙圧係数 A_f を OCR に対してプロットすると図-3のとおりである。他の地域と大差はないようである。

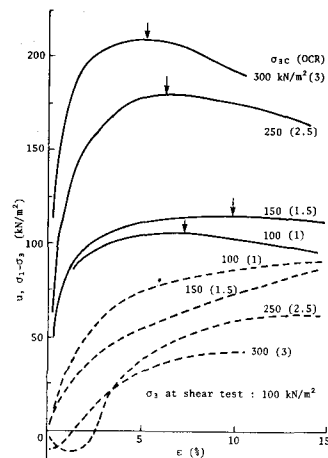
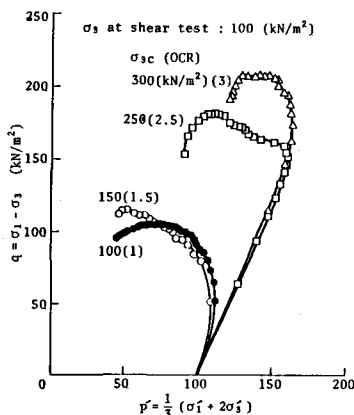
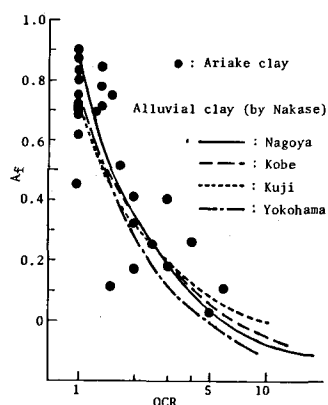
Fig.1 Influence of OCR on u , $\sigma_1 - \sigma_3$ and ϵ curvesFig.2 Influence of OCR on $q-p$ curves

Fig.3 Pore pressure parameter and over-consolidation ratio

3. 有明粘土の強度異方性に関する従来の研究のまとめ

一軸圧縮試験では、図-4に示す異方供試体のうち $\beta = 90^\circ$ において小さな圧縮ひずみで明確な圧縮応力のピークを示し最大の σ'_c をとる。 β が小さくなるにつれ、大きなひずみでピーク値を示したりピークがあらわれ

りくなり、 σ_u も β の減少とともに小さくなる。これらの強度異方性は、圧密先行応力大きいものほど顕著である。圧密非排水強度における正規圧密領域での強度定数には、異方性は見られない。しかし、過圧密領域での有効応力表示 c' には、異方性が現われており、圧密非排水強度異方性は、この c' に大きく起因していると言える。強度異方性を表わす指標として、水平供試体と鉛直供試体の強度比を求めると、一軸圧縮強度で $(\sigma_u)_{\beta=0}/(\sigma_u)_{\beta=90^\circ}=0.69$ 、三軸圧縮強度では正規圧密領域で $(\sigma_1-\sigma_3)_{\beta=0}/(\sigma_1-\sigma_3)_{\beta=90^\circ}=0.89$ 、過圧密領域で 0.78 である。間隙水圧は、 $\beta=0^\circ$ の方が $\beta=90^\circ$ のものより大きい。

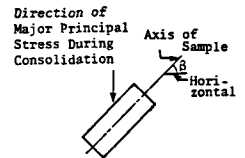


Fig.4 Specimens

4. 軸対称および平面ひずみ条件下における強度異方性

軸対称三軸圧縮試験の供試体は、塩ビパイプを押し込んで採取した有明粘土を、そのまま $P_2=1.2$ (kgf/cm²) の圧密先行応力で圧密し、鉛直方向と水平方向に削り出したものである。過圧密状態の図-5は、3.で述べたように明瞭な強度異方性を示している。 $\beta=90^\circ$ の方が、 $\beta=0^\circ$ より $(\sigma_1-\sigma_3)$ は大きく、 u は小さい。一方、正規圧密状態での図-6では、 $(\sigma_1-\sigma_3)$ の異方性は見られない。そこでピーク強度のみに注目して整理すると、図-7のように全応力表示ではいくらか $\beta=90^\circ$ のものが $\beta=0^\circ$ のものより大きい。しかし、有効応力表示ではその差はほとんどない。

軸対称三軸圧縮試験は、特殊な現場状態のみに適用されるものであり、堤防や道路盛土の下は平面ひずみ条件下にある。そこで、著者らは従来より平面ひずみ条件下での三軸圧縮試験を試みている。しかし、有明粘土は他の土に較べ軟弱であること、圧密による体積変化が大きいことなどにより、さうくは、試験装置に解決すべき問題点が多いことなど、平面ひずみ三軸圧縮試験の実施については、多くの問題を抱えている。

図-8は、5cm立方供試体の有明粘土を $\sigma_3=1.0$ (kgf/cm²) 以下で、 K_0 圧密し、続いて平面ひずみ条件下で三軸圧縮試験を行うものである。ほぼ正規圧密領域と考えられるが、若干 $\beta=90^\circ$ の方が $\beta=0^\circ$ のものより大きい、その差は小さい。この時点では、軸対称と平面ひずみでの強度異方性の発現の度合いや、その特性については言及できない。

現在、一部改良した平面ひずみ三軸圧縮装置を用いて OCR の大きい有明粘土の実験を実施中である。近々、報告する予定である。

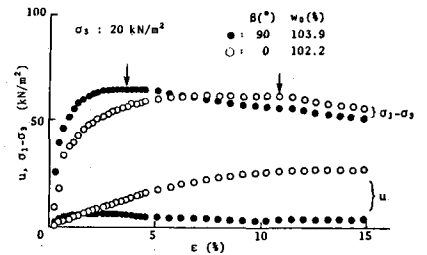


Fig.5 Anisotropy of u , $\sigma_1 - \sigma_3$, and ϵ curves for over-consolidated clay

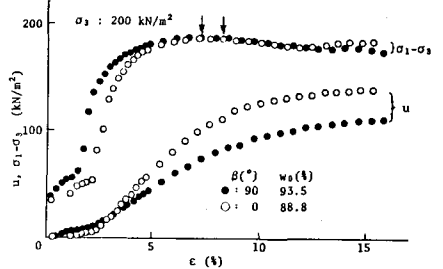


Fig.6 Anisotropy of u , $\sigma_1 - \sigma_3$, and ϵ curves for normarly consolidated clay

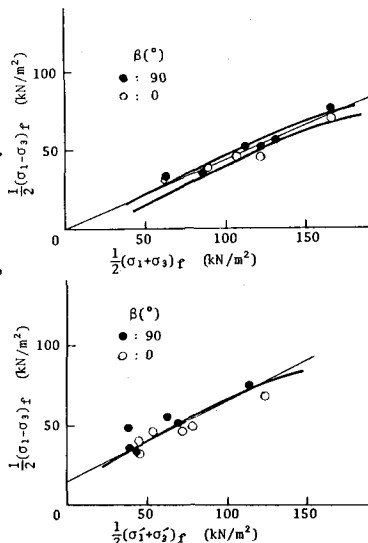


Fig.8 Anisotropy of shear strength in plane strain shear test

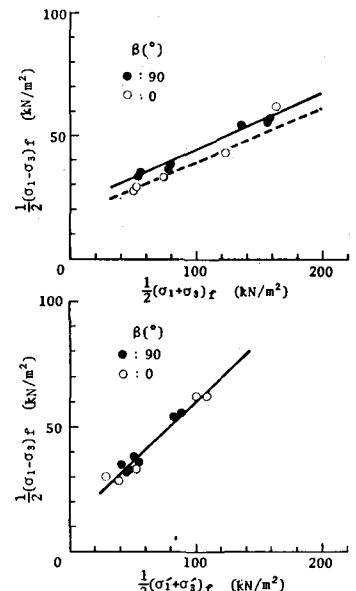


Fig.7 Anisotropy of shear strength in triaxial compression test