

乱れによる有明粘土の強度低下に関する一考察

佐賀大学 理工学部 正員 鬼塚克忠
 唐津工業 高等学校 R ○ 堀越哲郎

1. はじめに 有明粘土は高含水比の軟弱土であり、かつ極めて鋭敏性の高い土である。本報告は、初めに高含水比と塩分濃度に起因する超鋭敏性について述べ、応力・ひずみ曲線からの乱れの判定、繰返しせん断による強度の増減、繰返し後の強度回復についての実験値の記述と考察を行うものである。

2. 有明粘土の超鋭敏性 有明粘土の大半は周知のように自然含水比が液性限界より大きい。この結果、図-1から分かるように大方のものは、液性指数 IL が1より大きく、さらには IL が2より大きいものもかなりある。有明粘土を繰返すと強度を失い、自立不可能なものが多い。そこで、繰返し試料のせん断強度 τ_r をベン試験で求め、これを2倍して τ_{cr} と見なし、乱さない土の一軸圧縮強度 σ_u と比較したのが図-2である。一般に、鋭敏比 St が8以上のものを鋭敏粘土、16以上のものを超鋭敏粘土と呼ぶが、同図より有明粘土は超鋭敏粘土に属することは明白である。繰返し土のせん断強度 τ_r は特に塩分濃度に支配され、塩分濃度が増すにつれせん断強度は増大することが分っている。他方、乱さない土の一軸圧縮強度 σ_u は塩分濃度の影響を受けないので、鋭敏比 St は塩分濃度が増すにつれ低下する。滞騰が著しい地点(図-2、点D)の鋭敏比は200~300と極めて大きい。有明粘土は北欧のクイッククレイに似ている。

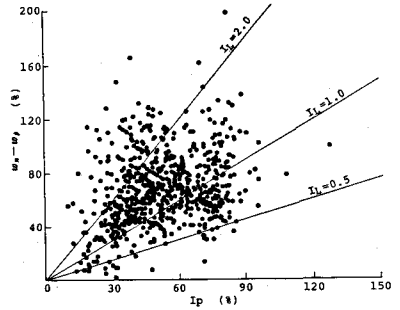


Fig.1 Liquidity index of the Ariake clay

3. 応力・ひずみ曲線からの試料の乱れの判定 以上より有明粘土は乱れに対して極めて鋭敏な土であることが分った。従来より、一軸圧縮試験の応力・ひずみ曲線の形状より、室内試験の供試体の乱れの判定を行う方法が提案されてきた。図-3に示すように $E_{50}/(\%)$ で判定するもので、この値として Skempton はヨーロッパの粘土に対して140、宮原は有明粘土に対して165、竹中は大阪粘土に対して210を提案した。これより大きい土は不カク乱、これより小さい土は乱されているとされる。

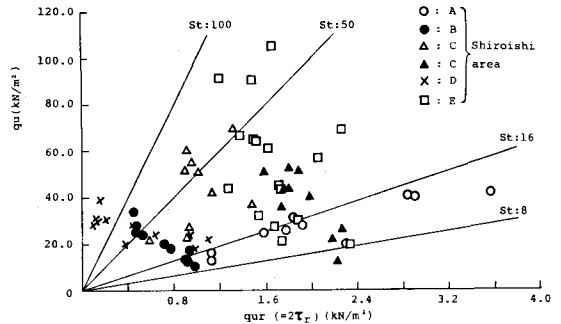


Fig.2 Influence of remolding on unconfined compressive strength (九州農業試験場 仮置場データより)

これより大きい土は不カク乱、これより小さい土は乱されているとされる。 E_{50} は図-3に示すように $E_{50} = (\%) / (\%)$ で与えられるので $E_{50}/(84/2) = 100 E_{50}$ となり、結局 E_{50} の大小が乱れの大小を表わすことになる。3地域の粘土に対する上式の E_{50} は、ヨーロッパ粘土で0.7、有明粘土で0.6、大阪粘土で0.5%となる。 E_{50} がこれらの値より小さければ不カク乱、大きければ乱された土ということになる。実際の有明粘土について E_{50} と $\sigma_u/2$ の関係を示すと図-4の通りである。大師のものが $E_{50}/(84/2)$ は165以下であり宮原の

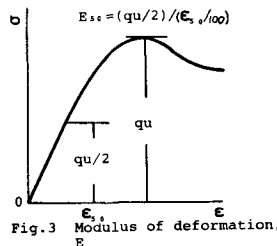
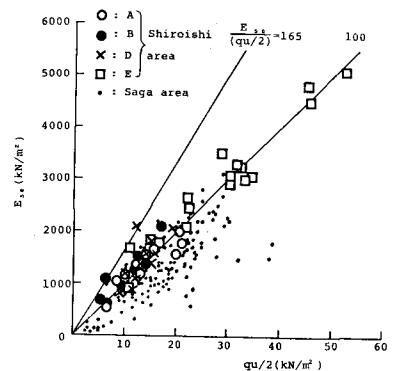


Fig.3 Modulus of deformation, E

Fig.4 E_{50} and $q_u/2$

提案値165はかなり厳しい数値と言える。有明海沿岸部で盛土中、滑り破壊を起こした粘土地盤から、すべり面箇所とすべっていない地点の粘土を採取し一軸圧縮試験を実施した。その結果の一例を図-5に示す。一般に乱さな土の破壊時のひずみ ε_f は2~4%と言われる。同図の滑っていない土の ε_f は2%以下であり、 $E_{50}/(\sigma'_v)$ は142~250。一方、滑り面部分の土は応力が漸増しピーク点が得られない。 $\varepsilon_f=3\sim12\%$ 、 $E_{50}/(\sigma'_v)$ は50~111である。

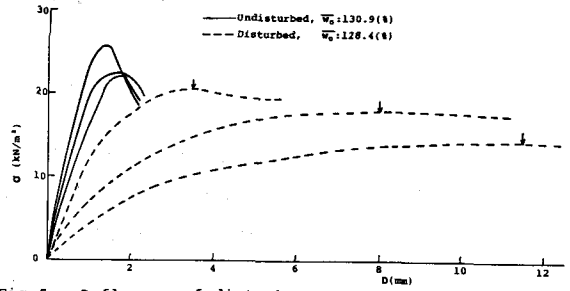


Fig. 5 Influence of disturbance on stress-strain curve

4. 繰返しせん断による強度の増減 一般に過圧密土では応力・ひずみ曲線において明瞭なピーク強度と残留強度が得られる。繰返しせん断を行うと、せん断強度は次第に低下していく。軟弱な有明粘土の場合どうなるのか、2通りの繰返しせん断を実施した。図-6は改良型一面せん断試験機を用い、所定の荷重で圧密後、1mm/minのせん断速度で、せん断変位土14.5mmまで数回繰返してせん断した。過圧密粘土や密な砂とは異なり、繰返し回数が増すにつれ、せん断応力が増大していく。垂直ひずみは締固めた粘性土や砂と同じく、繰返し回数が増すごとに沈下の増大を示す。図-7はもう一つの繰返しのせん断試験の一例である。所定の荷重で圧密後+6mmまでせん断し続いてせん断応力を除き、さらに+12mmまでせん断・除去を繰返して+23mmまでせん断を行う。すなわち+6mmごとにせん断とせん断応力除去を繰返す。この正規圧密状態での繰返しせん断試験の結果も図-6と同じく、繰返し応力ごとにせん断応力は増大し、垂直ひずみも大きくなる。ただし圧密荷重が小さい過圧密領域では逆の傾向を示し、せん断応力は繰返し回数とともに低下する。垂直ひずみは、沈下量は少ないがやはり繰返し回数が増すにつれて増えていく。一般に有明粘土地盤は正規圧密されており、盛土などの荷重による破壊時も正規圧密状態にある。このことと繰返しせん断試験の結果から総合的に判断すると、有明粘土地盤は一度滑り破壊を起こしてもその後のせん断強度はほとんど低下しないと言えるかもしれない。すべり破壊は完全な繰返しによる土構造の破壊とは異なり、すべり面における土構造の再配列、すなわち配向をもたらすものであり、大きな強度低下を伴わないのであろう。

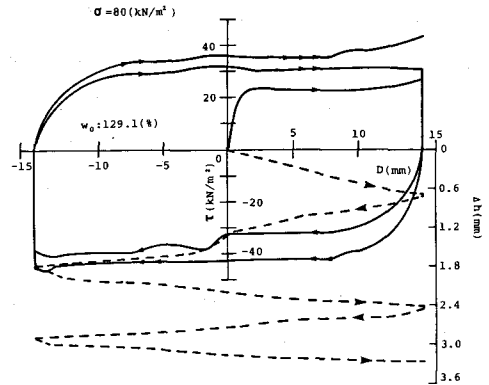


Fig. 6 Shear stress τ , vertical displacement Δh and horizontal displacement of repeated direct shear test

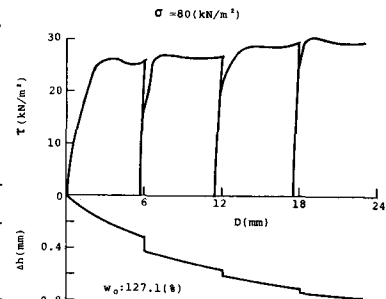


Fig. 7 Shear stress τ , vertical displacement Δh and horizontal displacement of repeated direct shear test

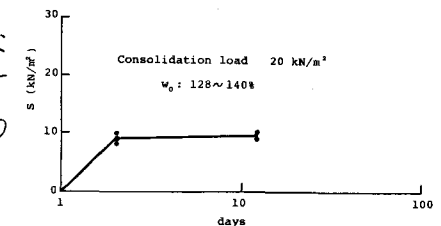


Fig. 8 Recovery of shear strength after remolding

5. 繰返し後の強度回復 繰返し後、せん断強度が時間とともにどのように回復するかを見たのが図-8である。これは、液性限界以上の含水比で十分に繰返した後、一定の荷重下での圧密日数を変えた有明粘土のせん断強度を調べた。データが不十分ではあるが、2日と12日経過後のせん断強度があまり変らないことは強度回復がかなり早いことを意味しているのではないかと推察される。現在試験中であり、後日詳しく記述したい。