

III-A 92 液状化した細粒分を含む緩い砂の強度・変形特性試験

九州工業大学工学部 正会員 ○永瀬 英生 廣岡 明彦  
 九州工業大学大学院 学生員 柳畑 亨 栗屋 宜典  
 西日本技術開発（元九州工業大学学生） 津末 明義

1.まえがき

千葉県東方沖地震(1987)等の震害調査報告によると、細粒分を含む砂地盤であっても液状化に至っている事例が報告されている。したがって、このような地盤においても液状化に起因する永久変位を生じる可能性があると思われるが、これに関する研究はあまり行われていないのが現状であろう。そこで本研究では、液状化した細粒分を含む緩い砂の流動特性について調べてみた。

2.実験方法

実験には、試料として豊浦標準砂 ( $G_s=2.637$ 、 $e_{max}=0.973$ 、 $e_{min}=0.609$ ) にカオリンを所定の細粒分含有率 (FC=10、20%) で混合した砂質土を、供試体作製方法として、不飽和砂凍結法を用いた。供試体は高さ 15cm、直径約 7.4cm の円筒形である。供試体作製後、間隙空気を二酸化炭素で置換して脱気水を通水し、背圧を 196kPa 与えて飽和化している。なお、間隙圧係数 B 値は 0.90 以上であった。今回の実験手順を以下に述べる。①有効拘束圧  $\sigma'_0=98\text{kPa}$  で等方圧密する。②非排水状態にして繰返し三軸試験を行い、両振幅軸ひずみ  $DA=10\%$  になるサイクルまで繰返し載荷する。ただし、繰返し載荷は伸張側から 1 サイクルを開始している。③繰返し試験終了後、荷重制御方式で非排水三軸圧縮試験を行う。

なお、供試体の詰まり具合は granular void ratio (粒状間隙比)  $e_g^{1), 2)}$  を用いて表している。

3.実験結果

図-1 に  $e_g=1.05$ 、FC=20% の時の液状化後の非排水三軸圧縮試験における軸差応力  $q$  ~ 軸ひずみ  $\epsilon$  関係を示す。この図より、液状化に至るまでの繰返し回数  $N$  (繰返し応力比  $R$ ) の違いは、液状化後の  $q$  ~  $\epsilon$  関係にほとんど影響を及ぼしていないことがわかる。この傾向は、今回実験を実施した他の FC、 $e_g$  においてもほぼ同様であった。図-2 に FC=10% における液状化後の  $q$  ~  $\epsilon$  関係について  $e_g$  ごとに代表的なものを示

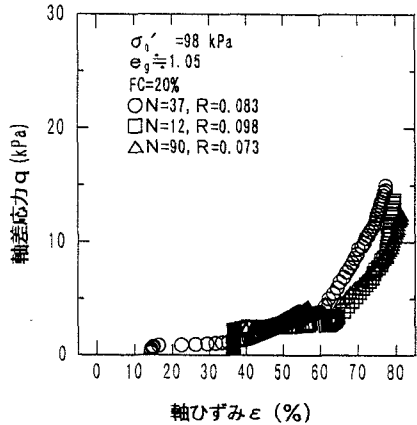


図-1 液状化後の  $q$  ~  $\epsilon$  関係

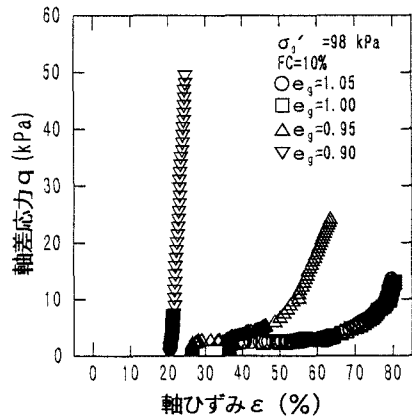


図-2 液状化後の  $q$  ~  $\epsilon$  関係

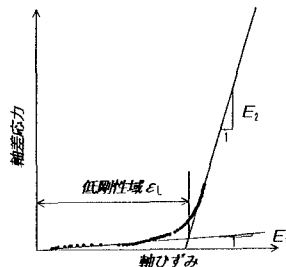


図-3  $E_1, E_2$  と  $\epsilon_L$  の説明図

す。これによると、供試体の詰まり具合の違いによる影響が現れており、密なものほどせん断抵抗を發揮するまでに発生する軸ひずみ $\epsilon$ は小さいことがわかる。

図-3は $E_1, E_2$ と $e_L$ について示したものである。この図の定義から低剛性域 $e_L$ を求め、 $e_g$ との関係について整理したものを図-4に示す。また、図-5に非排水三軸圧縮試験による応力-ひずみ関係のパターン分類図、図-6にその試験結果から求めた $e_g \sim FC$ 関係<sup>3)</sup>を示す。図-4より $e_g$ が0.9程度より小さくなると、 $e_L$ は大きく減少しており、その減少傾向はFCの値によって異なっていることがわかる。また、この値は図-6中のType IIとType IIIの境界近傍となる $e_g$ の値にほぼ一致していることもわかる。

図-7に $E_1, E_2 \sim e_g$ 関係を示す。FCが大きくなると $E_1, E_2$ はともに大きくなっていることがわかる。これはFCが大きいかほど粘着力が多少發揮されてくるからと考えられる。

4.まとめ

液状化した細粒分を含む緩い砂の流動特性を明らかにするために応力制御方式の繰返し非排水三軸試験と非排水三軸圧縮試験を行った。その結果、液状化した細粒分を含む砂の軸差応力 $q \sim$ 軸ひずみ $\epsilon$ 関係に影響を与える要因として、細粒分含有率FCと粒状間隙比 $e_g$ があることがわかった。また、 $e_L$ が一定の値となる $e_g$ の範囲が存在することがわかった。

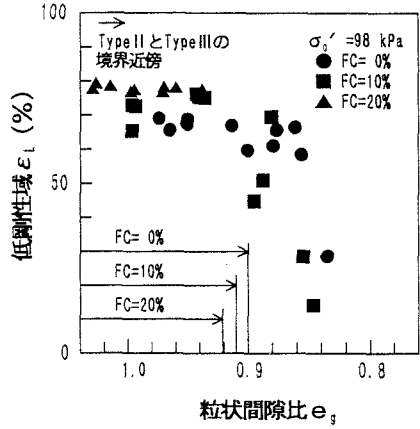


図-4  $e_L \sim e_g$ 関係

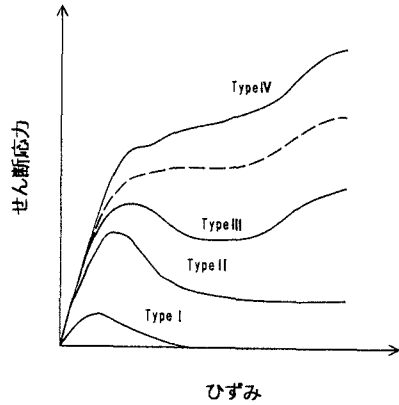


図-5 応力-ひずみ関係のパターン分類図

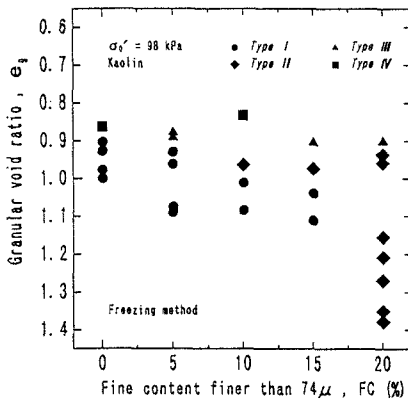


図-6  $e_g \sim FC$ 関係

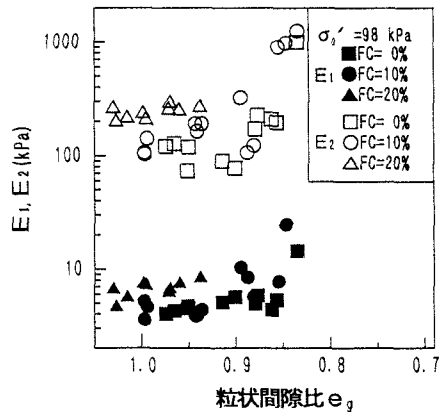


図-7  $E_1, E_2 \sim e_g$ 関係

《参考文献》1)Georgiannou, V.N. et al.: The undrained behaviour of clayey sands in triaxial compression and extension, Géotechnique 40, No.3, pp.431-449, 1990. 2)呂,永瀨,柳畑,津末:カオリンを混合した緩い砂の非排水三軸圧縮試験,土木学会西部支部研究発表会講演概要集,pp.528-529,1996. 3)永瀨,廣岡,柳畑,津末,呂:細粒分を混合した砂の非排水三軸圧縮試験,第31回地盤工学研究発表会,1996.(投稿中)