

III-336

初期粒度組成の異なる軟岩粗粒材料の排水せん断特性

東急建設(株)技術研究所
同 上正会員
正会員遠藤 修
岡本正広

1. はじめに

トンネル等の掘削ずりを有効利用するために、現地発生土を盛立て材料とする場合が多くなっている。しかし、盛立て材料が軟岩である場合、風化作用による長期的な沈下や強度低下が発生する危険性があり、その対策としては、あらかじめ盛立て材料を十分に細粒化することが望ましいと言われている。ところが軟岩材料は破碎しやすいため、材料採取から転圧に至るまでの施工方法によって粒度分布は異なったものになると考えられる。そこで本報告では、この転圧までの破碎の程度が、盛立て後の土構造物の強度、変形特性に及ぼす影響を検討するために、3種類の初期粒度組成を有する試料に対して三軸圧密試験と排水せん断試験を行なって、粒度組成の違いが、排水せん断特性に及ぼす影響について調べた。

2. 試料および試験方法

試料は、横浜市近郊から採取した砂質泥岩で、その物理的性質と試料の粒度分布を図-1に示す。試料の最大粒径は、供試体直径($\phi 10 \times h 20 \text{ cm}$)の約1/5として、 $D=19.1 \text{ mm}$ とした。粒度分布は、図中のタルボットの式で粒度指数 $n=0.2, 0.5, 0.8$ とした。供試体は、タンバー及びバイブレーターを用いて所定の空隙比 ($e_i=1.35$, $\gamma_{d \max}$ の85%に相当) となるように締固めた。その後の供試体作成方法と排水せん断試験の条件は、参考文献1) によった。排水せん断試験においては、圧密後とせん断後に粒度分布を調べ、最小二乗法により粒度指数 n_o , n_{os} を推定した。一方、三軸圧密試験は、せん断試験と同一方法で供試体を作成し、圧密圧力 $\sigma_{m0}=0.2, 0.4, 0.8, 1.6, 3.2, 5.2 \text{ kgf/cm}^2$ として行なった。

3. 試験結果及び考察

3-1) . 三軸圧密試験結果

図-2に、圧密圧力 σ_{m0} と体積ひずみ ε_v の関係を示す。この図より、初期粒度指数 n_i による相違は圧密圧力の初期の段階で若干見られるものの、それ以後は同様な勾配で体積ひずみが増加している。そこで、(1)式によりその直線部の勾配 C' を求め、その値を図中に示した。ここで C' は、圧縮指数 C_c に対応する指数であり、次式で表わされる。

$$\varepsilon_v = C' \text{LOG}(\sigma_{m0}' / \sigma_{m00}') \quad (1)$$

このように C' は初期粒度指数 n_i によらずほぼ12.1程度の値であり、これは後にも述べように、締固めによって n_i の大きいものほど粒子破碎が発生し、粒度分布に差がなくなったためであると考えられる。

3-2) . 排水せん断特性

図-3は、それぞれタンバー及びバイブレーターで締固めた場合の排水せん断試験の結果を示したものである。同図より、供試体作成方法の違い、及び初期粒度指数 n_i の違いによる強度特性の違いはほとんどない。しかし、 $n_i=0.8$ では文献1) で示したように粒子破碎が多く発生したために若干の強度の低下が起こったものと考えられる。また体積ひずみに注目しても、やはり n_i による違いは少なく、すべて収縮する傾向となっている。このように、軟岩粗粒材料では排水せん断強度に及ぼす初期粒度指数 n_i の影響は、岸²⁾ が述べているのと同様に少ないようである。

一方、供試体作成からせん断までの過程で粒度分布がいかに変化するかに注目して、圧密後及びせん断後の粒度分布から推定した粒度指数 n_o 及び n_{os} と初期粒度指数 n_i との関係を示したのが図-4である。これより多少のバラツキはあるものの、初期粒度指数 n_i が大きいほど粒子破碎が大きく、 n_o はそれぞれ0.15, 0.3, 0.4程度となっている。さらに、圧密からせん断までの指数 n の変化は、 $n_i=0.8$ で顕著であり、これは前述の粒子破碎に対応したものととなっている。

そこで、せん断過程における粒子破碎の影響を見るために、ダイレイタンスーを考慮した考察を行なう。いま、付加応力が変化した場合、体積ひずみは次式で表わされる。

$$\varepsilon_v = \varepsilon_o + \varepsilon_d \quad (2)$$

ここに、 ε_v : 応力変化に伴う全体積ひずみ

ε_o : 等方応力成分の変化による体積ひずみ

ε_d : 偏差応力成分の変化による体積ひずみ、いわゆるダイレイタンスーひずみ

また、 ε_o は(1)式で表わされると考えられるので、(2)式は次式のようになる。

$$\varepsilon_d = \varepsilon_v - C' \text{LOG}(\sigma_{m0}' / \sigma_{m00}') \quad (3)$$

ここに、 σ_{m0}' : せん断時の平均有効主応力成分

σ_{m00} : 等方圧密終了時の等方応力

(3)式により求めた ε_d を、 q/p' に対して表示すると図-5のようになる。この図から、 n_i による ε_d の挙動は明らかに異なる。特に $n_i=0.8$ の場合には、 ε_d が収縮、つまり負のダイレ

イタンスーが発生するのに比較的大きな応力比を必要とし、かつダイレイタンスー係数に相当するその傾きも $n_i=0.8$ では大きな値となっている。したがって、ダイレイタンスー挙動に対する初期粒度組成の影響はせん断初期に顕著であるようだ。

4. まとめ

破碎しやすい軟岩粗粒材料では、締固め時の粒子破碎が大きいいため、その排水せん断強度に対する初期粒度組成の影響は小さい。しかし、そのダイレイタンスー挙動は、初期粒度組成の影響を受ける。

<謝辞>実験は武蔵工業大学学生(当時)の小嶋和人、佐野祐二氏に手伝っていただきました。末筆ながら謝意を表します。

<参考文献>1)遠藤, 岡本: 軟岩粗粒材料の強度特性に及ぼす粒度分布・供試体作成方法の影響, 第22回土質工学研究発表会, 1987. 2)岸: 粒度組成のことなる軟岩粗粒材料のせん断強さ, 第21回土質工学研究発表会, 1986.

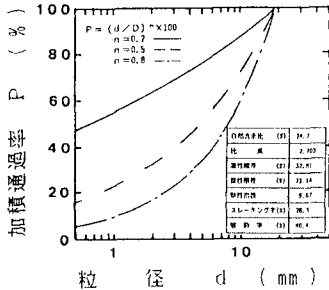


図-1 試料の物理的性質と粒度分布

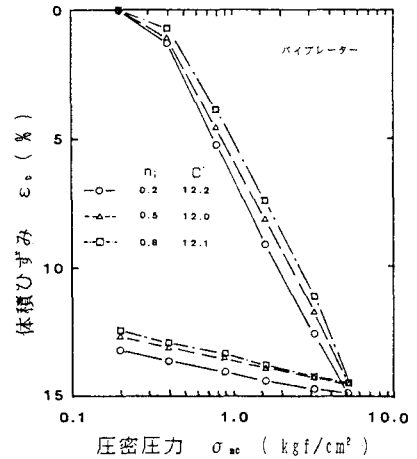


図-2 三軸圧密試験結果

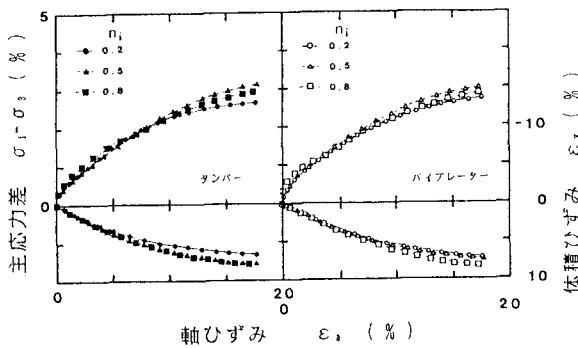


図-3 排水せん断試験結果

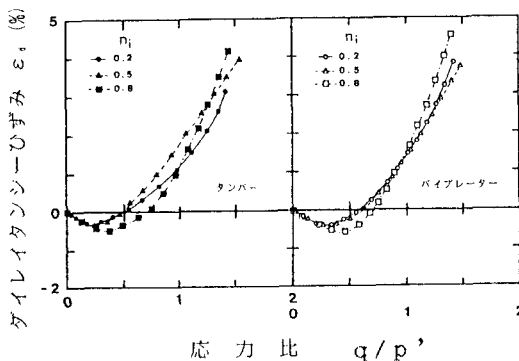


図-5 ε_d と q/p' の関係

