

III-148 セメント改良砂質土の変形強度特性

㈱大林組 技術研究所 ○森 拓雄、鳥井原 誠
 東京湾横断道路㈱ 蛭川 友司、高橋 一成
 東京大学 生産技術研究所 龍岡 文夫、木幡 行宏

1. はじめに

筆者らはこれまでに、粘性土・砂質土の他に軟岩やセメント改良土など様々な材料についての変形強度特性について研究を進めてきた¹⁾。今回、自然含水比状態の砂質土に貧配合でセメントを添加したセメント改良砂質土について、局所変位計(LDT)²⁾を用いた三軸圧縮試験を実施し、強度と変形係数の関係および変形係数のひずみ・応力依存性について検討を加えた。

2. 試験概要

供試体は実際の施工を模擬し、実規模(時間投入量250m³/h)で水槽(L7m×B7m×H10m)に打設したセメント改良砂質土を用いた。材料、打設方法などの詳細は他編³⁾に譲る。1カ月間水槽内で養生した処理土をブロックで採取し、L、B 25cm×H60cmの大型矩形供試体とφ7.5cm×H15cmの小型円柱供試体を用いた三軸圧縮試験を行った。なお、軸ひずみはLDT、ギャップセンサー、外部変位計を用いて測定した。その試験条件を表-1に示す。

3. 圧縮強度と変形係数の関係

(1) E_{max} と q_{max} の関係

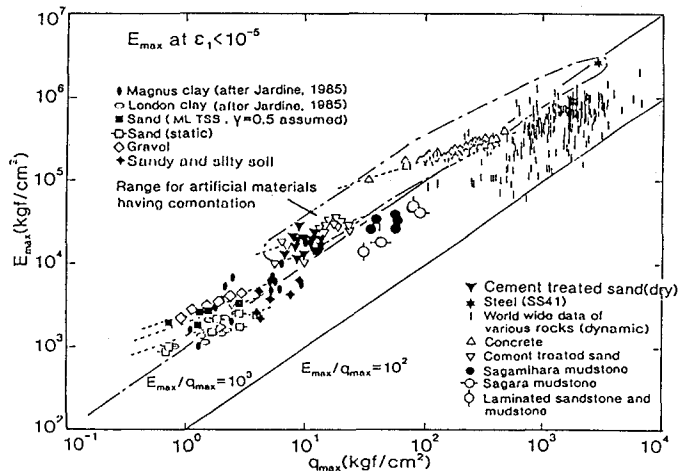
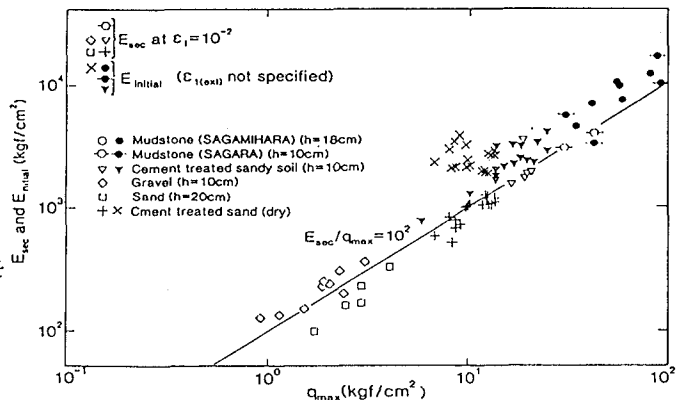
図-1にセメント改良砂質土(▼)および各種地盤材料⁴⁾の $q_{max}=(\sigma_1-\sigma_3)_{max}$ と微小ひずみレベル(軸ひずみが0.002%以下)の変形係数 E_{max} の関係を示す。セメント改良砂質土の q_{max} と E_{max} の関係は他の材料と同様に $E_{max}/q_{max}=10^3$ であり、その値は他のセメント改良土の結果(▽)と同じ領域にある。

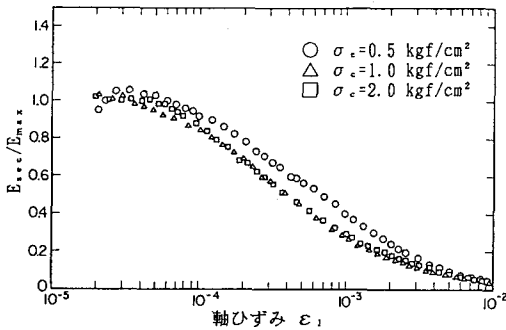
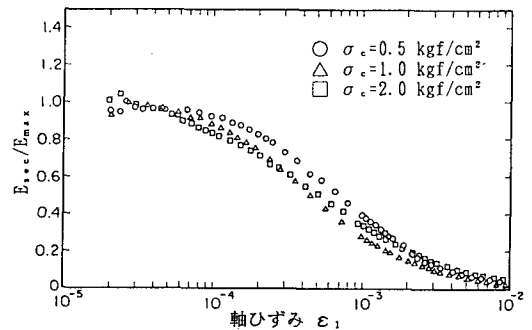
(2) E_{sec} 、 $E_{initial}$ と q_{max} の関係

図-2にセメント改良砂質土の軸ひずみ(LDT)のレベルが 10^{-2} の時の割線変形係数 E_{sec} (+) および軸ひずみを外部変位計で計測した場合の初期変形係数 $E_{initial}$ (×) と q_{max} の関係を示す。セメント改良砂質土の E_{sec} は他の材料同様、 q_{max} の約100倍の値を示しているが、 $E_{initial}$ は他の材料よりやや大きい。いずれにせよ、真の弾性ヤング率である E_{max} (図-1) よりもはるかに小さい。

表-1 試験条件

項目	条件
供試体	大型: 25×25×60 cm 小型: φ7.5×15 cm
排水条件	C U、C D
せん断速度	0.06 %/min
背圧(kgf/cm ²)	2 kgf/cm ²
圧密有効拘束圧	0.5, 1.0, 2.0
B 値	0.95 以上

図-1 q_{max} と軸ひずみレベル0.001%以下での変形係数 E_{max} の関係図-2 ひずみレベル 10^{-2} での E_{max} 、 $E_{initial}$ と q_{max} の関係

図-3 変形係数比 E_{sec}/E_{max} と軸ひずみ ϵ_1 の関係(CU)図-4 変形係数比 E_{sec}/E_{max} と軸ひずみ ϵ_1 の関係(CD)

4. 変形係数のひずみレベル・応力レベル依存性

(1) 変形係数のひずみレベル依存性

図-3, 4に E_{sec}/E_{max} と軸ひずみ ϵ_1 の関係を示す。 $\overline{CU}$ 、 CD のどちらの場合も E_{sec}/E_{max} は $\epsilon_1=10^{-4}$ を越えると ϵ_1 の増加とともに減少し、 $\epsilon_1=10^{-3}$ で0.3程度になる。

(2) 変形係数の応力レベル依存性

Kondnerは応力～ひずみ関係の非線形性を(1)式の双曲線関数⁵⁾で表す方法を提案している。

$$\frac{q}{q_{max}} = \frac{\epsilon_1/(\epsilon_1)_r}{1 + \{\epsilon_1/(\epsilon_1)_r\}} \quad (1)$$

ただし、 $(\epsilon_1)_r = q_{max}/E_{max}$

図-5にセメント改良砂質土($\overline{CU}$:◇, CD :◆)および各種地盤材料の各軸ひずみレベルでの変形係数比 E_{sec}/E_{max} と圧縮強度比 q/q_{max} の関係を示す。 $\overline{CU}$ における E_{sec}/E_{max} と q/q_{max} の関係は圧縮強度が異なる他のセメント改良土($\overline{CU}$:○, CD :●)と同様に、 $E_{sec}/E_{max} + q/q_{max} = 1$ ((1)式)の直線からやや外れているが、 CD の場合は良く一致している。

5. まとめ

以上の結果より、セメント改良土について次のことが明らかになった。

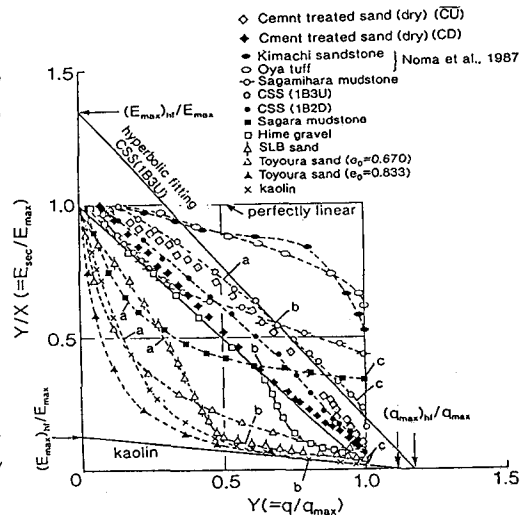
①微小ひずみを精密に測定して得られた変形係数と圧縮強度の関係は $E_{max}/q_{max}=10^3$ 程度である。

②変形係数はひずみレベル・応力レベルに依存し、双曲線関係は近似的に成り立つ。

したがって、ひずみレベルおよび応力レベルを考慮すれば、圧縮強度から変形係数を算定することが(あるいはその逆が)可能である。

参考文献

- 1) 龍岡文夫他：三軸試験と原位置試験法との関連(変形特性について)、三軸試験方法に関するシンポジウム発表論文集(1991)、土質工学会
- 2) 佐藤剛司他：三軸および一軸供試体の微小ひずみでの変形係数の測定方法、同シンポジウム発表論文集(1991)、土質工学会
- 3) 橋本文男他：事前混合処理工法による大型打設水槽実験(その1～5)、土木学会第47回年次講演会概要集第Ⅲ部門
- 4) 龍岡文夫他：東京大学生産研究所報, Vol.37 No.1 (1992)
- 5) Kondner: Hyperbolic stress-strain response, Cohesive soil, Journal of SMF Div., Proc. ASCE, Vol 89 (1963)

図-5 E_{sec}/E_{max} と q/q_{max} の関係