

粘土土塊群の圧縮特性に及ぼす土塊強度と粒度の影響

武蔵工業大学 学生会員 ○ 諏訪裕哉 正会員 末政直晃
 日建設計中瀬土質研究所 正会員 片桐雅明 西村正人

1.はじめに

近年、脱水処理した粘土の埋立処分が行われているが、粘土土塊群で構成される埋立地盤の圧縮特性についての報告は現在ほとんどされておらず、地盤の挙動について未解明な部分が多い。このような粘土土塊群で構成される埋立地盤の密度は、土塊の強度と粒度に依存し、圧縮特性に影響を及ぼすものと考えられる。そこで本研究では、海成粘土を2種類の異なる載荷圧力で予備圧密して作製した土塊を破砕し、数種の異なる粒度に調整した試料を用いて、土塊群の密度試験及び圧密試験を行った。

2.実験方法

(1)試料の物性： 実験には土粒子密度 $\rho_s=2.644\text{g/cm}^3$ 、液性限界 $w_L=101.0\%$ 、塑性指数 $I_p=62.5$ の海成粘土を用いた。

(2)土塊の作製： 土塊は、海成粘土を初期含水比 $w_0=200\%$ に調整した後、2種類の土塊作製圧力 p_p で予備圧密して作製した。土塊 A,B の p_p はそれぞれ $p_p=78.5, 392\text{kPa}$ とした。

土塊群は、作製した土塊 A,B を 5mm にスライスし、人為的に分割することにより準備した。

図 - 1 に、準備した土塊群の粒度を示し、試料の特性を表 - 1 にまとめる。なお、作製した土塊に対し、一軸圧縮試験を行ったところ、土塊 A,B の一軸圧縮強度 q_u はそれぞれ $q_u=56.3, 289\text{kPa}$ であった。

(3)密度試験： 密度試験用の装置は、直径 205mm、高さ 750mm のアクリル円筒に、水深 200mm となるよう蒸留水を注ぎ、高さ 500mm に引き抜き可能なアクリル板を設置したものをを用いた。

試料の投入は、土塊群を円筒の上部に平らになるように入れた後、アクリル板を瞬時に引き抜いて土塊群を落下させることにより行った。

間隙比は、土塊群落下後の水面高さを測定し、土塊群の表面高さを6ヶ所測定して算定した。

(4)圧密試験： 圧密試験は、直径 150mm、高さ 50mm の圧密リングに、密度試験で求めた間隙比となるように試料を詰め込み、水浸状態にした後、載荷圧力 $p=2.45 \sim 628\text{kPa}$ で段階的に載荷した。載荷打ち切り時間は、低压載荷では 60min とし、高压載荷では経過時間を対数軸にとった沈下曲線に $2t$ 法を適用して打ち切った。

また、土塊単体の圧密特性を把握するために、土塊 A,B の段階載荷圧密試験(JIS A 1217)も併せて行った。

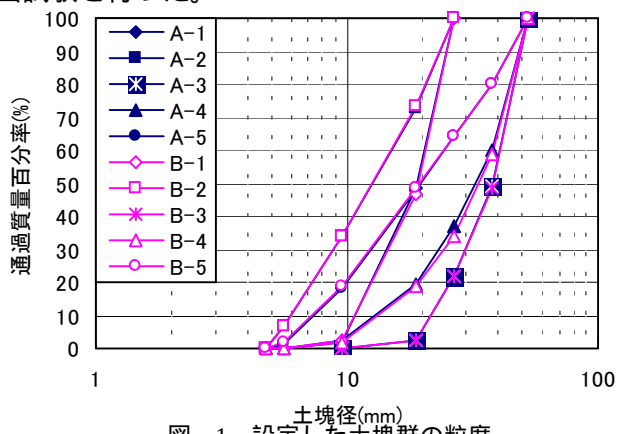


図 - 1 設定した土塊群の粒度

表 - 1 実験条件

ケース	含水比 $w(\%)$	均等係数 U_c	最大粒径 $D_{max}(\text{mm})$	ケース	含水比 $w(\%)$	均等係数 U_c	最大粒径 $D_{max}(\text{mm})$
A-1	72.9	1.8	26.5	B-1	54.2	1.9	26.5
A-2	67.9	2.6	26.5	B-2	53.6	2.6	26.5
A-3	70.1	1.9	53.0	B-3	51.7	1.9	53.0
A-4	67.6	2.8	53.0	B-4	54.6	2.5	53.0
A-5	71.0	3.3	53.0	B-5	52.7	3.3	53.0

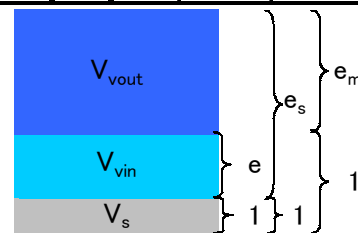


図 - 2 間隙比の概念

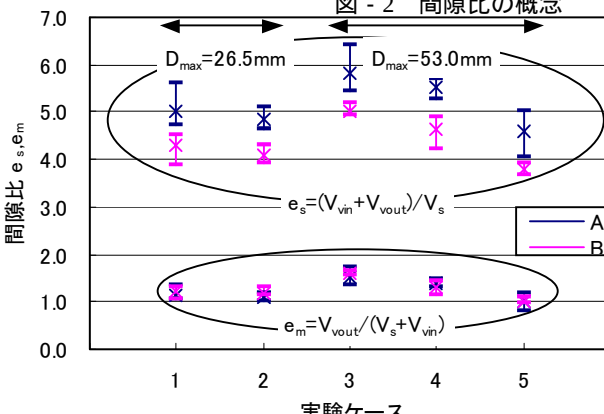


図 - 3 密度試験から求めた e_s, e_m

キーワード：土塊群、土塊強度、粒度、圧縮特性

連絡先：神奈川県川崎市幸区南加瀬 4-11-1 日建設計中瀬土質研究所 TEL 044-599-1151 FAX 044-599-9444

3.実験結果及び考察

(1)土塊群のかさ密度： 図 - 2 に示すように、実験結果の評価に用いる 2 つの間隙比を定義する。すなわち、土粒子体積 V_s に対する土塊内外の間隙の体積 $V_{vin}+V_{vout}$ で表される間隙比 e_s と、土塊体積 V_s+V_{vin} に対する土塊外の体積 V_{vout} で表される間隙比 e_m である。

図-3 に、密度試験の結果を示す。異なる強度の土塊 A,B では、粒度が同じケースであれば、 e_m は同一であり、 e_s は土塊の間隙比 e の違いにより土塊 B の方が小さくなっている。また、表 - 1 において最大粒径が同じで均等係数 U_c が大きい場合は、 e_s, e_m が小さくなることわかる。

(2)土塊群の圧縮性： 図 - 4 に、圧密試験から得られた土塊群及び土塊単体の $e_s, e_m - \log p$ 関係の一例を示す。なお、他の条件における $e_s, e_m - \log p$ 関係も同図のばらつきの範囲内に入った。 e_m は圧密中に土塊の e が変化しないと仮定して算出した。当然、土塊単体の e_m は常に 0 である。土塊群の e_s, e_m は載荷後、 $p=2.45\text{kPa}$ で初期値の $1/2$ 程度の値となった。その後、 e_s は p が大きくなると、土塊単体の正規圧密線上に近づいた。

p が p_p の $1/2$ 程度の値となったとき e_m は負となった。土塊の e を一定として求めた e_m が負になったことは、土塊単体の e が減少していることを意味している。

(3)土塊群の圧密係数： 図 - 5 に、圧密試験から得られた沈下量 S と時間 $\sqrt{t}$ の関係を示す。 p が大きい場合は沈下が $\sqrt{t}$ 時間に比例して進み、その後沈下が緩やかになる。一方、 p が小さい場合は沈下が短時間で急激に進んでいる。

図 - 5 のように、 $\sqrt{t}$ 法で圧密係数 c_v を求め、図 - 6 に、平均載荷圧力 $\bar{p}$ との関係を示す。 c_v は $\bar{p}$ が大きくなるにしたがって土塊単体の c_v に近づいた。その近づき方は土塊強度に依存し、土塊群 A は 14kPa 程度で、土塊群 B は 30kPa 程度ですりついている。

図 - 7 に、 c_v と土塊の q_u の関係を示す。 $p=444\text{kPa}$ における c_v は土塊群 A,B とともに土塊単体の正規圧密状態の c_v と同程度である。 $p=13.9\text{kPa}$ における c_v は、土塊群 A と土塊群 B を比較して 1~2 オーダーも異なり、土塊強度の違いによって沈下の時間的な挙動が異なることを意味している。

4.まとめ

粘土土塊群における密度試験及び圧密試験を行ったところ、以下の知見が得られた。

- 1) 土塊を水中へ投入したときの密度は、土塊の強度と粒度に依存して変化する。
- 2) 土塊群の圧縮性は高压載荷時に土塊単体のそれと同様の挙動を示す。
- 3) 土塊群の圧密係数は高压載荷時に土塊単体のそれと同程度の値となり、その値に達するために必要な載荷圧力の大きさは土塊の強度に依存して大きく変化する。

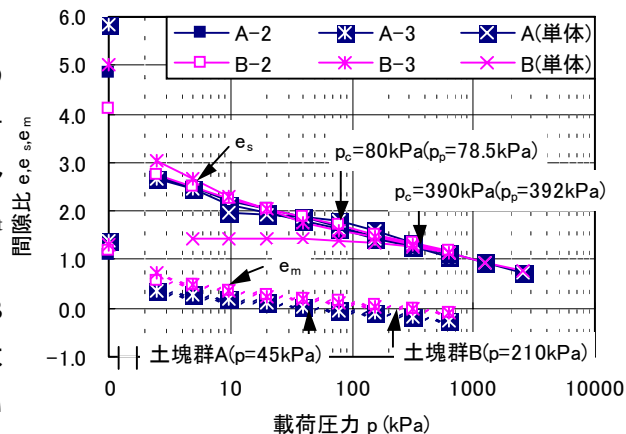


図 - 4 $e_s, e_m - \log p$ 関係

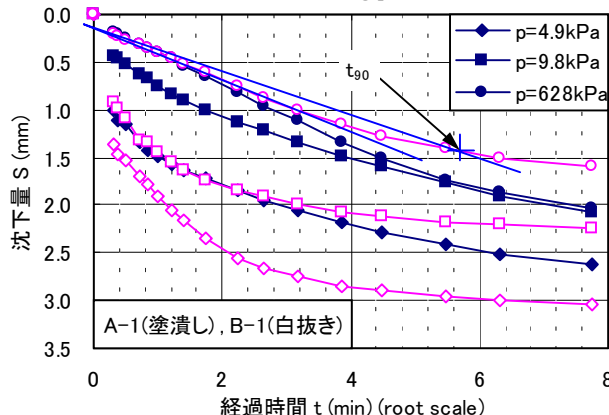


図 - 5 $S - \sqrt{t}$ 関係

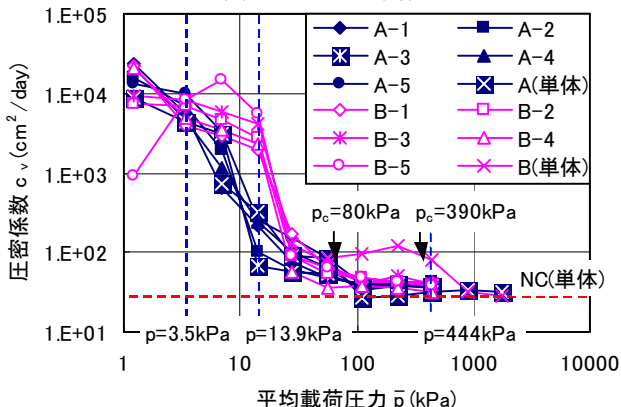


図 - 6 $\log c_v - \log \bar{p}$ 関係

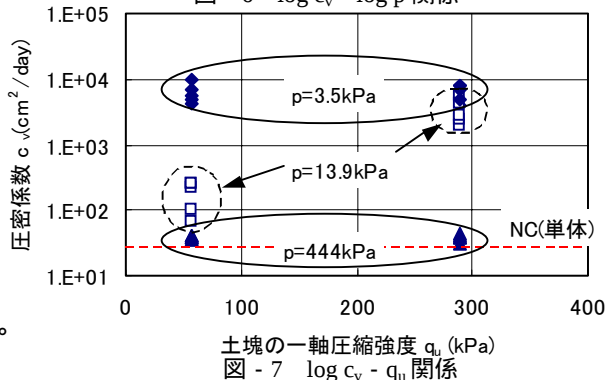


図 - 7 $\log c_v - q_u$ 関係