

Ⅲ - B 406

粘土地盤中の圧密が汚染物質の移流拡散に及ぼす影響

東京工業大学 学生員 小澤一喜

東京工業大学 正員 竹村次朗、神田政幸、日下部治

1. はじめに

埋立廃棄物処分場において、浸出水による周辺地盤汚染防止のために、遮水粘土ライナーが広く用いられている。本研究では、粘土の難透水性、高圧縮性により生じる粘土固有の性質である圧密に着目し、圧密が汚染物質の移流拡散現象に与える影響について実験的に検討した。ここでは、トレーサー溶液によるコラム透水試験を圧密が終了した粘土供試体ならびに、圧密過程にある粘土供試体に対して行い、これらの実験結果を比較、検討した。

2. 実験概要

本試験で用いたコラム試験装置の概要を Fig.1 に示す。この実験装置では、粘土層上面に載荷圧(P_b)と空圧(P_a)を独立に付与することができ、これにより圧密圧力と水勾配（流速）を独立に制御することができる。粘土供試体の作成には Table 1 に示す諸特性を持つカオリン粘土を用いた。この粘土試料を含水比 120~130%で、脱気練り混ぜる。コラム内に空気の入混がないように注意しながら試料を入れ、載荷装置を取り付ける。圧密が終了した粘土供試体に対する透水試験では、試料を種々の圧力で圧密し、圧密終了後、コラム内に空圧をかけることにより動水勾配を与え、透水圧密を行う。透水圧密終了後、載荷圧、を保ったままで、試料上部の脱気水を排水し、試験容器内にトレーサー溶液（0.05N 塩化ナトリウム水溶液）を注入し、空圧を与え、透水試験を行う。一方、圧密過程にある粘土供試体に対する透水試験では、予め所定の圧力で予備圧密し、さらに大きな載荷を与えると同時に空圧を与え、この時点からトレーサー透水試験を行った。その際、粘土層下面より約 15mm 上に埋設した電気伝導度計により、濃度の経時変化、供試体からの流出量から単位時間あたりの透水量などを測定した。各試験の条件を Table 2 示す。

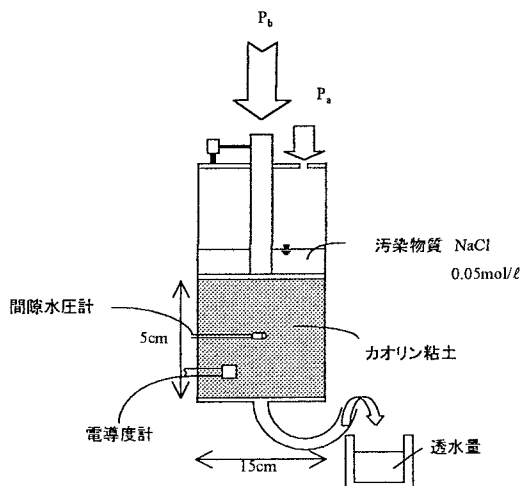


Fig.1 コラム試験装置

Table 1 カオリン粘土の物性

	カオリン
液性限界 $W_L(\%)$	77.5
塑性限界 $W_P(\%)$	30.3
塑性指数 I_P	47.2
密度 $\rho_s(g/cm^3)$	2.61
圧縮指数 C_c	0.66
膨潤指数 C_s	0.093
間隙比 $e_0(at 100kPa)$	1.66

Table 2 実験条件

定常透水

Table 2 実験条件

Test Code	応力履歴	最大先行圧密圧力 P_{b_0} (kPa)	載荷圧 P_b (kPa)	セル圧 P_a (kPa)	距離 L (cm)
NC33	正規圧密	33	33	50	3.58
NC120	粘土	120	120		3.51

透水+圧密

Test Code	応力履歴	載荷圧 P_b (kPa)		セル圧 P_a (kPa)	距離 L (cm)
		初期載荷圧 P_0	載荷増分 ΔP		
CON33 (A)	正規圧密 粘土	18	15	50	3.59
CON33 (B)		18	18	25	3.73
CON120		58	62	50	3.58

キーワード：遮水ライナー 粘土 汚染物質 移流拡散 圧密

〒152- 東京都目黒区大岡山 2-12-1 TEL 03-5734-2592 FAX 3729-0728

3. 実験結果及び考察

Fig.2、3 に時間と粘土下部からの排水量の比較を示す。この図から透水量—時間関係は、圧密が終了している NC ケースでは直線関係になり、圧密過程にある CON ケースでは、曲線になっていることがわかる。特に CON ケースに着目すると透水開始から約

200 分までは圧密による排水の影響が透水量に現れるが、それ以後圧密が進行するにしたがい、NC ケースと同様な直線的な形状になることがわかる。また、CON(A),(B)より流出量の曲線形状は、動水勾配の大小に関わらず圧密の進行と共に、曲線から直線的な形状に変化していくことがわかる。

Fig.4 に CON120,NC120 の粘土供試体上面における鉛直下向き方向の流速の経時変化の計算値を示す。CON120 については荷重増分と透水力による台形の過剰間隙水圧分布を初期条件として、Terzaghi の圧密方程式を解くことより求めた流入部の動水勾配の変化を用いて算定した。CON ケースでは約 100 分位までは圧密の影響は残り、粘土地盤への流入速度が透水のみのケースより小さくなる。とくに、30 位までは、圧密による上向きの流れが卓越し、粘土への流入ではなく、粘土上面からの流出が生じる結果となっている。セル圧が 50kPa のケースにおけるセンサーの位置の正規化濃度と時間の関係を Fig.5 に示す。ここで、時間軸は、各試験後半部の定常状態における間隙内平均流速 V_{int} と供試体上面からセンサーまでの距離 L の比 L/V_{int} で正規化してある。

上述の粘土上面からの流入の差により CON ケースでは、NC ケースと比較して濃度の上昇が遅れる。また、濃度上昇の前半部では、上昇速度にも遅れが見られる。

これは、圧密初期における粘土上面からの水の流出によって上面付近のトレーサ溶液が希釈されたためと考えられる。一方、ある程度の濃度以上になると上昇速度にほとんど差がなくなっている。図 4,5 から、粘土中の透水現象と圧密現象では前者に要する時間がオーダー単位で長くなるため、圧密現象が汚染物質の流出量に与える影響はそれほど大きなものとはならないことが予想できる。しかし、大きな荷重増分あるいは透水力が粘土ライナーに作用し、圧密と透水が同時に起きるような場合、汚染物質の浸出量のモニタリングにおける将来予測では上記のような圧密の影響を考慮する必要があるといえる。

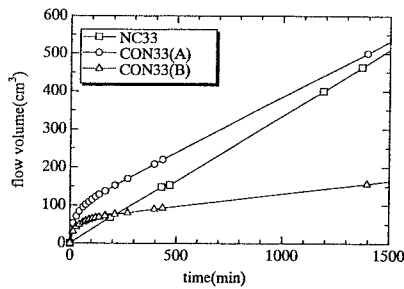


Fig.2 下部排水量—時間関係(NC,CON33)

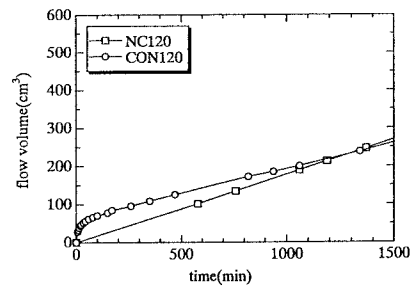


Fig.3 下部排水量—時間関係(NC,CON120)

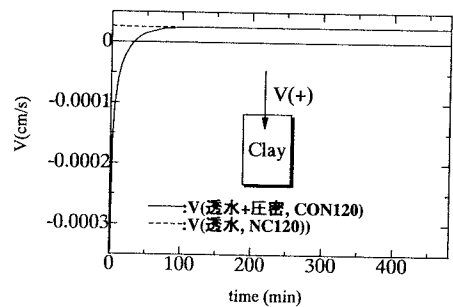


Fig.4 供試体上面の流速—時間関係

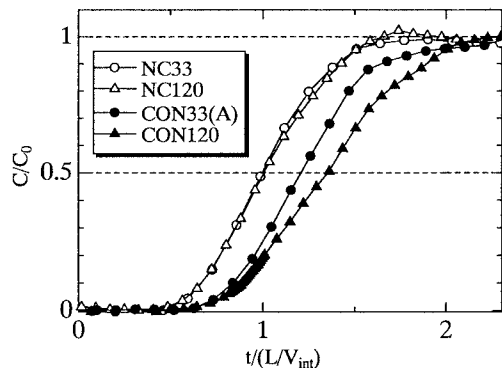


Fig.5 正規化濃度—時間関係