

塩類溶脱を受けた有明粘土の圧密変形特性と水利構造物の動態予測

Consolidation deformation characteristics of Ariake clay affected by salt leaching and prediction of behavior of irrigation structures

津波俊輝* 中野晶子** ○金山素平**
 Tsuwa T.*, Nakano A.** and ○Kanayama M.**

1. はじめに

軟弱粘土地盤上に構造物を建築する場合、不同沈下や残留沈下が大きな問題となる。有明海沿岸の玉名横島地区の海岸堤防は、上記の沈下によりその機能が低下する可能性がある。当該地区は日本の食料を支える日本有数の農地であるため、適切な維持管理を行うことが急務である。本研究は、塩類溶脱が有明粘土の物理的性質と圧密沈下特性に与える影響を実験的に検討する。具体的には、溶脱・非溶脱試料を使用して液性限界・塑性限界試験と段階的荷重による圧密試験を行い、得られた土質パラメータを使用し仮想水路の動態予測を実施した。

2. 試料と試験方法

熊本県玉名市横島地区で採取した粘土試料を攪乱した後、非溶脱試料 (Non-leached) と溶脱試料 (2週間 (2w-leached), 4週間溶脱 (4w-leached)) を作製した。これは異なる電気伝導度 EC 値の試料を作製するためである。試料と蒸留水を混合し、十分に攪拌した後、その試料を透析膜に入れ、蒸留水中で静置し、浸透圧により粘土中の塩類を溶脱させた。外水の蒸留水中の EC を測定することで溶脱の程度を確認した。溶脱方法を Fig.1 に、4w-leached の溶脱過程の EC 値を Fig.2 に示している。初期の外水の EC 値は約 3 mS/cm であったが溶脱後は概ね 0 mS/cm となり、最終的に試料中の EC 値は 2w-leached は 0.73 mS/cm、4w-leached は 0.50 mS/cm を示した。



Fig. 1 Salt leaching from clay samples using dialysis membranes

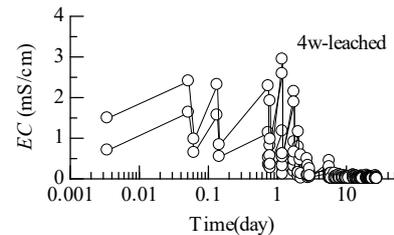


Fig. 2 EC value of water outside the dialysis membrane during leaching

3. 試験結果と考察

液性限界・塑性限界試験の結果を Table 1 に示す。溶脱後、 w_L の減少と w_p の増加により、塑性指数 $I_p (=w_L - w_p)$ は減少した。このコンシステンシー限界の変化は塩類溶脱後の粘土粒子間の距離の増大が起因すると考えられる。つまり、粒子間の広がりにより粒子間に作用する引力の影響が低下し、非溶脱試料と比較して最小の水分量で液体状に、最大の水分量で半固体状に至ったと推察される。

Table 1 Results of consistency limits

試料	試料数	w_L (%)	w_p (%)	I_p	EC(mS/cm)
Non-leached	3	134.55	45.71	88.84	10.78
2w-leached	3	123.49	58.68	64.81	0.73

段階的荷重による圧密試験の結果を Figs.3, 4 に示す。塩類溶脱によって、荷重荷重における沈下現象の時間的遅れが 4w-leached, 2w-leached, Non-leached の順に現れることが分かる (Fig.3)。Fig.4 より、圧密係数 c_v について、全体的な傾向として Non-leached, 2w-leached, 4w-leached の順に c_v 値が低下することが分

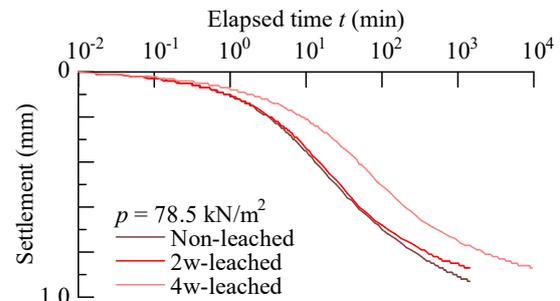


Fig.3 Consolidation amount - time curve

*農林水産省, **九州大学大学院農学研究院

* Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, **Faculty of Agriculture, Kyushu University

キーワード: 有明粘土, 塩類溶脱, コンシステンシー限界, 圧密特性, 水利構造物

かった。体積圧縮係数 m_v に関して、試料間の差異は小さいことから、最終的な沈下量に違いはないことが分かった。透水係数 k は、全ての試料で圧力の増加に伴い減少する傾向を示したが、値の大きさは Non-leached, 2w-leached, 4w-leached となり、溶脱によって透水性が低下することが分かった。二次圧密係数 C_{ae} については、Non-leached, 2w-leached, 4w-leached の順に大きくなり、土粒子の配列変更に伴う長期的な沈下量が増大することが分かった。

段階荷重圧密試験によって得られたパラメータを用いて

仮想幹線水路の動態予測を行った。有明海粘土地盤への影響範囲は層厚 5 m とした。盛土荷重は 32.7 kN/m^2 、FRPM 管の荷重は 3.2 kN/m^2 、盛土直下には地表から 1 m の位置に地下水位がある 2 m の砂置換層とした。湿潤砂置換層 p_{01} は 18 kN/m^2 、水中砂置換層 p_{02} は 9 kN/m^2 である。初期の荷重として砂置換層、その後新たな荷重として FRPM 管と盛土が载荷されることとした。用いたモデルの一部は Fig.5 に示した水路において、粘土層には起点から距離別に Non-leached, 2w-leached, 4w-leached, Non-leached, Non-leached と設定した。

Fig.6 に示す動態予測の結果、Non-leached の圧密沈下速度が 2w-leached, 4w-leached より大きいため、3 年後の水路において沈下量は過大となり水路に逆勾配および急傾斜が生じた。地盤の局所的な溶脱が水路の送水機能を低下させる可能性が示された。一方、時間の経過とともに溶脱地盤の圧密沈下が促進されるため、50 年後には水路の逆勾配は解消され、水路傾斜は一様に収束する傾向にあることが分かった。

4. まとめ

本研究では、塩類溶脱が有明粘土の物理的性質と圧密沈下特性に与える影響を検討した。その結果、塩類溶脱を受けた有明粘土試料のコンシステンシー限界が変化し、液性限界は減少すること、塑性限界は増加することを確認した。段階荷重による圧密試験結果から、溶脱を受けた粘土試料は、透水性の低下により圧密の時間遅れが顕著となることが分かった。得られた土質定数を使用し二次圧密を考慮した水利構造物の沈下予測を行った結果、塩類溶脱によって水路間の水路勾配とは逆勾配の不同沈下が生じる可能性が示唆された。

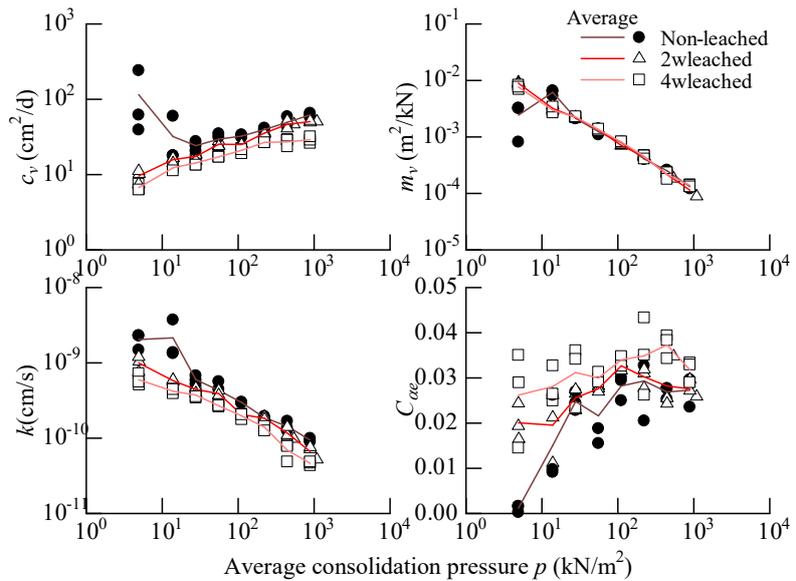


Fig.4 Effect of salt leaching on consolidation constants

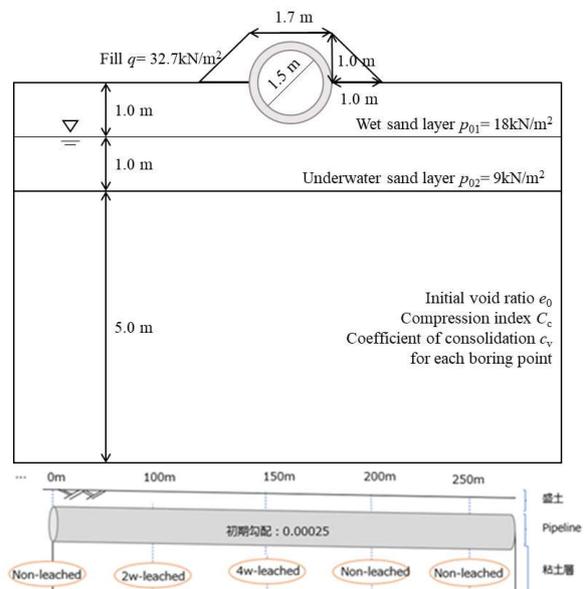


Fig. 5 Cross section of ground layer to bury pipeline

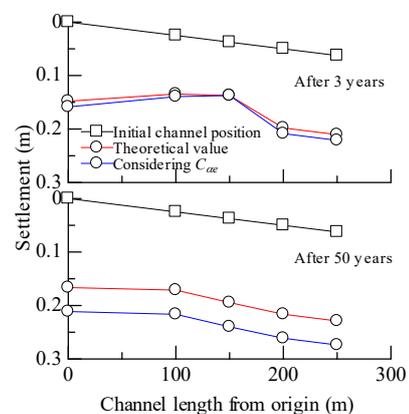


Fig.6 Prediction of behaviour of irrigation structures