

佐賀大学 理工学部 ○学 赤峰剛徳 正 三浦哲彦
西日本技術開発 花岡健二

1. まえがき

海成粘土を構成している土粒子間の凝集・分散作用は、粘土の土質工学的特性を考察する上で欠かせない要因であるが、その物理化学的な作用に関しては不明確な点が多い。前報¹⁾に引き続き、今回は低塑性の有明粘土を対象として、表面の拡散二重層や間隙水中に存在する種々のイオンを溶脱させた場合の土質工学的性質の変化を調べた。通常の不攪乱粘土と比較するために、イオン溶脱に際して土粒子の構造破壊をできるだけ少なくするように、電気分解法を用いた。

2. 試料作成及び実験方法

(a)試料作成 内径72.6mm 長さ200mmのガラスシリンダーに不攪乱有明粘土を採取し、直流安定化電源装置を用いて10V/20cm=0.5V/cmで72時間～168時間通電することでイオン溶脱をはかった。比較のために、通電を施さない不攪乱有明粘土についても同じ条件で試験を行った。通電前後のシリンダー内の試料の状態を表-1に、実験装置を図-1に示す。

(b)実験方法 試験に用いた試料の初期特性はそれぞれ、 $W_n=113\%$ 、 $W_L=63.2\%$ 、 $I_p=25.1\%$ 、砂分=5%、シルト分=53%、粘土分=42%、粘土のpH=8.8、土中のNaCl濃度=0.350meq/lであった。実験は通電した試料及び不攪乱未処理試料を用いて、液塑性試験、圧密試験を行った。また、イオン溶脱された粘土の特性が通常の粘土の土質工学的特性にどのように影響を及ぼすのかを調べるために、通電終了後の粘土試料に塩素イオン測定器を差し込んで直接 Cl^- イオンを測定し、用いた0.1% Cl^- 標準液より Cl^- の量をNaClの量に換算してNaCl濃度を求めた。次に、粘土内の陽イオン(Na^+ イオン)は、イオンクロマトグラフによって陰極の蒸留純水に溶脱した Na^+ の濃度を測定し、NaCl濃度との相関により粘土中に存在する Na^+ イオンの量を推定した。この結果に基づき、本研究では影響因子として注目した Na^+ イオンの代替としてNaCl濃度を用いた。結果を図-2に示す。

3. 実験結果及び考察

図-3(a)、(b)は電気分解処理粘土と未処理粘土のコンシステンシー限界とNaCl濃度との関係を示したものである。通電時間の経過に伴いNaCl濃度は減少する傾向があり、それにつれて液性限界 W_L の値も減少した。塑性限界 W_p については、NaCl濃度との関係は小さいようである。図-4に圧縮指数 λ (=0.435Cc)とNaCl濃度の関係を示す。データのばらつきのために相関関係は必ずしも明瞭でないが、NaCl濃度が低下するにしたがって双方の値ともに低下する傾向がみられる。通電を施すことにより、粘土中のNaCl濃度が低下していることが図-2で確認されており、拡散二重層に浮遊しているイオン(本実験では Na^+ イオン)は減少していると思われる。したがって、粒子表面に作用しているジータ電位は増大し、微細粒子間の反発力が増大すると考えられ、その結果 λ の値の低下をきたしたようである。 κ の値については、ジータ電位の増大、間隙中のイオンの減少、及び土粒子の表面保水力の低下にともなう結果と推察したが、詳細な検討はまだ行っていない。図-5に圧縮指数 λ 、膨張指数 κ と塑性指数 I_p の関係を示す。未処理

No.	供試体 (通電前)					供試体 (通電後)				
	ρ_t g/cm ³	ρ_d g/cm ³	Gs	e	Sr %	ρ_t g/cm ³	ρ_d g/cm ³	Gs	e	Sr %
No. 1	1.43	0.75	2.662	2.549	96	1.43	0.75	2.662	2.549	96
No. 2	1.45	0.67	2.722	3.063	100	1.46	0.66	2.722	3.124	100
No. 3	1.44	0.58	2.703	3.660	100	1.44	0.58	2.703	3.660	100
No. 4	1.48	0.73	2.694	2.690	100	1.47	0.72	2.690	2.736	100
No. 5	1.48	0.68	2.683	2.946	100	1.47	0.68	2.683	2.946	100
No. 6	1.48	0.73	2.677	2.667	100	1.48	0.73	2.677	2.667	100

表-1 通電前後のシリンダー内の試料の状態

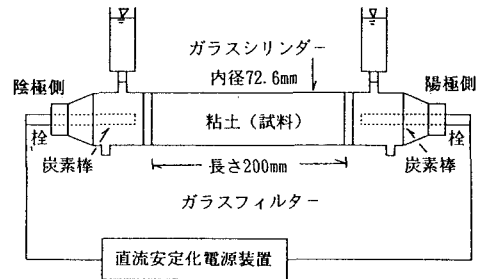


図-1 電気分解装置

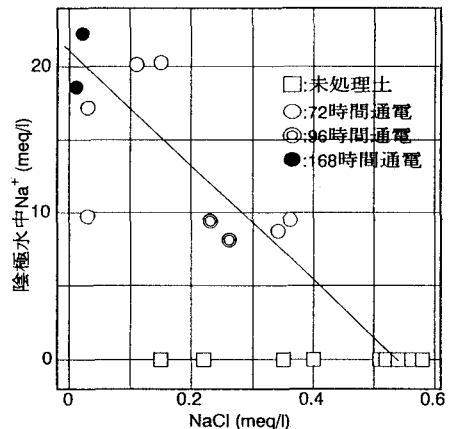


図-2 土中のNaCl濃度と抽出された Na^+ 濃度の関係

土の λ の値については、実験試料は低塑性の粘土であったが、過去に検討した高塑性有明粘土とほぼ同じ値を示している。NaCl濃度を低下させた試料の λ の値は、未処理粘土の約70%の値を示し、亀井ら²⁾が国内各地の粘土について調べた値より高い。また、 κ の値については、図に示した線の上にプロットされる。

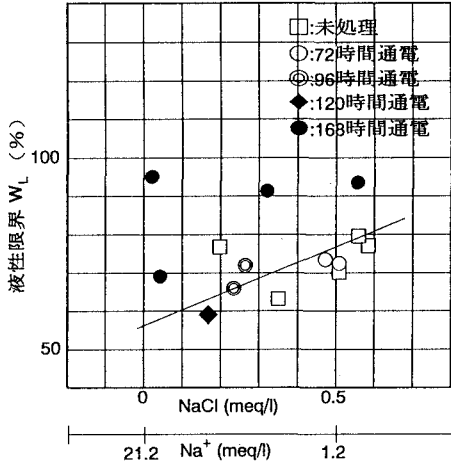


図-3(a) 液性限界 W_L と土中のNaCl濃度の関係

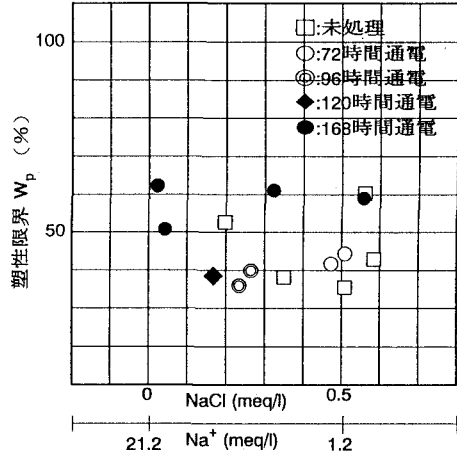


図-3(b) 塑性限界 W_p と土中のNaCl濃度の関係

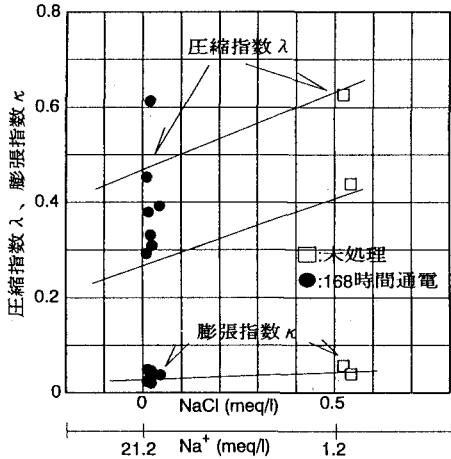


図-4 圧縮指数 λ 、膨張指数 κ とNaCl濃度の関係

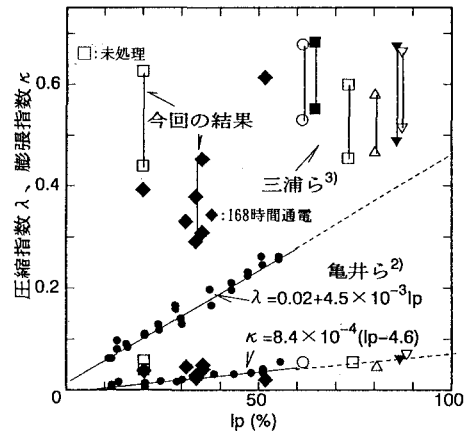


図-5 圧縮指数 λ 、膨張指数 κ と lp の関係

4. 結論

- (1) 電気分解法で Na^+ イオンを溶脱することによって、実験試料のコンシステンシーは低下する傾向が認められた。これは、拡散二重層に浮遊している Na^+ イオンが溶脱されたことによってジータ電位が増大し、微細粒子間の反発力が増大したためであると考えられる。
- (2) イオン溶脱した試料しない試料の各々について圧密試験を行った結果、イオン溶脱した試料の圧縮指数 λ 、及び膨張指数 κ は低下することが認められた。
- (3) イオン溶脱した試料の λ の値は、未処理に比べて約70%の値を示した。
- (4) 以上の結果より、高圧縮性・高鋭敏性の有明粘土の特性の一部は、含有する Na^+ イオンの作用によることが示唆された。

謝辞

本研究の一部は、本学大学院生である野原昭雄氏の協力を得て行った。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 花岡、赤峰、三浦：海成粘土の土質工学的特性に及ぼすイオンの影響、平成4年度土木学会西部支部研究発表会、pp. 582-583、1993。
- 2) 亀井健史、平塚毅、中瀬明夫：正規圧密粘性土の非排水せん断特性、第19回土質工学研究発表会、pp. 390-392、1984。
- 3) 三浦哲彦、朴永穆、松村鎌三、橋詰文伯：有明粘土の圧密特性とプラスチックドレーンによる圧密改良に関する実験、佐賀大学理工学部集報 第19巻 第1号、1990。
- 4) 塚塚克忠：有明粘土の性質に及ぼす塩分の影響、第27回土質工学研究発表会、pp. 267-268、1992。