

1-1 地中粘土のイオン交換による影響について
—土質工学的特性に及ぼす影響について—

金沢大学工学部 正員 西田義親
全 員 斉島 泰
全 員 〇 中川誠志

1 序論

各種の粘土鉱物のイオン交換による地学的特性研究は今までに多くの研究者によって行われているが、実際の地中での研究でイオン交換を調べたものは少ない。

本実験は実際の地中より地帯から地すべり部より採取し、それにイオン交換を施し、その粘土の土質工学的特性などのように影響されるかを調べたものである。

2 原試料とその土質工学的特性

原試料は、実際の地すべり地帯の地表から採取した。採取地、母岩の地質は表-1のとおりである。原試料を細かくくじき、各種土質試験を行ない、原試料の土質工学的特性を調べた(表-2)。

Skempton は粘土の液性限界、粘土分と粘土鉱物成分に相関を調べて判別図(参考文献参照)を提案し、又“活性度”を定義して粘土鉱物のめやすを得ることを示しており、これらの事から本実験に用いた粘土は、モンモリロナイトを主成分にしていることが推定される。

Skempton は粘土の液性限界、粘土分と粘土鉱物成分に相関を調べて判別図(参考文献参照)を提案し、又“活性度”を定義して粘土鉱物のめやすを得ることを示しており、これらの事から本実験に用いた粘土は、モンモリロナイトを主成分にしていることが推定される。

3 試料のイオン交換

先に述べたように、本実験に用いた粘土はモンモリロナイトを主成分としていると考えられ、又純粋なモンモリは、その陽イオン交換能力が大体 $80 \sim 150 \text{ meq}/100\text{g}$ であることから、それより数倍の過剰の陽イオンを含む交換液中に、 2000μ フルイを通過した粘土を約 30 時間浸漬し、時々攪拌してイオン交換を施した。酢酸、酢酸ナトリウム、酢酸カルシウム、酢酸マグネシウム (PH 7.1N)、及び酢酸アルミニウム (PH 7.05N) の交換液を用いて、それぞれ H, Na, Ca, Mg, Al イオンに交換した。交換後の試料は 80% メチルアルコールで充分洗浄し、過剰の塩、液を取り去った。洗浄した後、風乾してコンシステンシー試験及び圧強試験を行なった。

4 実験結果及び考察

4-1 塑性、液性限界

そのイオン粘土に対する塑性、液性限界の結果は表-3に示されておりである。一般に塑性、液性限界に影響を及ぼすものは粒度(含水)など種々考えられるが、イオン交換のようない地学的条件の変化は土粒子周囲の吸着水の状態に大きな影響を与え、それによって限界値に影響をうけかねない。

表-1

試料名	採取地	母岩の地質
S0	石川県輪島市惣領	三紀中新世石英安山岩噴火砕液
IC	石川県北陸市幡町市谷	三紀中新世凝灰質泥岩

表-2

試料	自然含水比	比重	粒 度			LL	PL	PI	活性度
			粘土	シルト	砂				
S0	51.5	2.67	35	39	26	92.2	49.6	42.6	1.70
IC	60.8	2.64	35	38	27	64.0	28.5	35.5	1.11

表-3

	S0 - Clay			IC - Clay		
	LL	PL	PI	LL	PL	PI
Na	97.7	41.9	55.8	68.4	31.5	36.9
H	88.8	36.5	52.3	65.2	29.8	35.4
Ca	83.7	35.8	47.9	64.2	29.0	35.2
Mg	79.1	34.1	45.0	60.2	28.5	31.7
Al	/	/	/	58.7	28.0	30.7

ある。つまり吸着水の状態はイオンの種類（電荷、原子価、イオン半径、水和エネルギー）によって影響される。本実験に用いた2試料土にイオンによってコンシステンシーは影響を受け、表-3からわかるようにLL, PL, PI共にNa, H, Mg, Ca, Alの順に値が減少する。図-1はLLとPIの関係を図示したものであるが、各試料土にPLとLLは直線的に変化し、その傾きはA-Lineにほぼ平行であり、松尾教授の結果とも一致する。

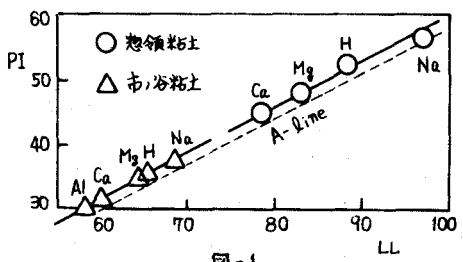


図-1

本実験で対象とした地すべり粘土は結局、Na, H, Hg, Ca, Alの順に流動化に対する抵抗性を減じ、またAlは吸着能力が最も小さいことを考えてみると、ここで対象とした地すべりは、地下水等によってCaあるいはHgにイオン交換され、したがって流動抵抗が減少し地すべりが生じただけとはいえず、類推される。地すべりの原因には地質学的・物理学的要因が多く存在するが、地すべり粘土を土質工学的にみると上記のことが要因の一つとして考えられよう。

(2) 圧縮性

イオン交換した粘土を十分に飽和するように蒸留水を加え、練り返し（試料整形し）圧密試験を行なった。これより得られた圧縮指数（ C_c ）及び膨張指数（ C_e ）は表-4のとおりである。これからわかるようにNa粘土は C_c , C_e 共に大きい値をもち、圧縮性、膨張性の大きいことがわかる。結局これはNaイオンが粒子の分散を促進し自由水が十分に希薄することの意味する。

表-4

	SO-Clay		IC-Clay	
	C_c	C_e	C_c	C_e
Na	0.69	0.13	0.64	0.22
H	0.52	0.10	0.61	0.18
Ca	0.51	0.10	0.57	0.16
Mg	0.53	0.11	0.55	0.20
Al	—	—	0.58	0.20

(3) 透水性

透水係数は地すべりの解析において重要な要素の一つである。圧密試験結果から透水係数を求めると、たとえば市の谷について図-2のようになる（膨潤でもほとんど同様の曲線が得られた）。今、現場の自然間隙比付近の透水係数を調べてみると大きい違いはなく、また一般に粘土の透水係数はそのオーダーを知る程度で十分であることを考えると、イオン交換による地すべり粘土の透水性はその影響が小さいともいえよう。しかしNaの場合、一般に透水係数が小さくなることばれしかめられた。最後に本実験に協力された渡辺真悟、太田雅夫両君に対し謝意を表する。

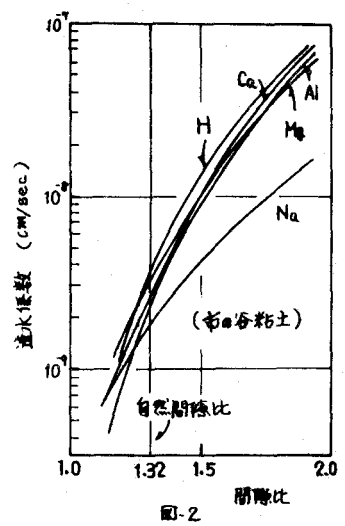


図-2

参考文献

Grim, R. E. (1963): Applied Clay Mineralogy.
 Matsuo, S. (1957): Proc. 4th I.C.S.M.F.E. Vol. 2.
 Skempton, A. W. (1953): Proc. 3rd I.C.S.M.F.E. Vol. 1.
 須藤俊男 (1953): 粘土鉱物学