

III-202 粘土のpFに及ぼす陽イオンの影響について

金沢大学工学部 正員 西田義親
金沢大学工学部 正員 八木則男
東洋建設 ○前田涼一

1. まえがき

著者らは種々の粘土の諸物性とpFとの関連性についてすでに報告した¹⁾。これに引き続き、本報告では一種類の粘土(カオリン系)の表面吸着陽イオンおよび土中水中の陽イオンによる粘土の諸物性および土中水のpFの変化を追求し、両者の関連性について調べたので報告する。

2. 試料・実験法

使用した粘土試料は九谷焼に用いるカオリンが主成分の粘土で前報¹⁾のKutani-Clayと同じものである。この粘土粒子に Na^+ , Ca^{++} , Al^{+++} の各イオンを吸着させて、各々Na粘土、Ca粘土、Al粘土と呼ぶ。吸着には各イオンの酢酸塩を用いたが、吸着の方法すなわち陽イオンの置換法については参考文献2)を参照されたい。それらの粒度分布曲線は図-1である。このようにして作られた粘土の陽イオン置換容量C.E.C.は7~8 meq/100gであり、吸着させたイオンはC.E.C.の50%以上が吸着していることが分析より推定される。吸着イオンの他に間げき水中のイオン濃度の影響についても調べるために、吸着イオンと同じイオンの濃度が0, 0.01, 0.1, 1.0グラム当量/リットルの溶液で、イオンが吸着した粘土の粉末を練り混ぜて供試体とした。

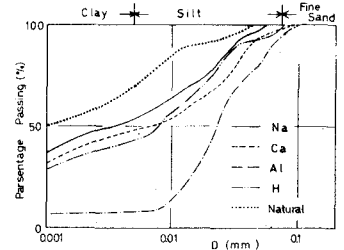


図-1

一方、pF~含水比関係を求めるための試験では、pFが2以下では吸引法²⁾、供試体と接触している水は試料の間げき水の溶液と同じものとした。

pFが2~4では遠心法³⁾、4.5~6.5では蒸気圧法⁴⁾、pFが7では乾熱法⁵⁾によった。また供試体の初期含水比は吸引法を除き80%前後、吸引法では150%程度であり、いずれも液性限界以上である。ただここでの実験のように間げき水が溶液の場合は蒸気圧法によるとpFの増加とともに純水のみが減少していくので、間げき水の塩濃度が大きくなるという欠点がある。なお各試験法における試験時間は各供試体が十分平衡に達するまでの時間として吸引法では6時間、遠心法では2時間、蒸気圧法では実際の重量の測定により平衡に達したことを確認した。

またアッターベルグ限界の試験においてもその間げき水としては所定の同一濃度の溶液を用いた。

3. 実験結果と考察

吸着陽イオンがpF~含水比 w の曲線に及ぼす影響をみるために、自然粘土、Na粘土、Ca粘土、Al粘土の各九谷粘土を純水で練り混ぜた時のpF~含水比 w の曲線を示したのが図-2である。pFが4以上は各プロットが重なり合って判定しにくいのでpFが4以下について示した。同じpFに対する含水比は粘土鉱物が同じであれば粘土粒子が小さい(比表面積が大きい)ほど、吸着イオン価数が小さいほど大きくなると思われる。図-2を見ると自然粘土は図-1より粒径が小さいので、同じpFに対し w は大きく、Na粘土はイオン価が小さいので w は大きい。しかし、Al粘土は粒径も大きく、イオン価も大きいのにCa粘土より w が大きいのは水酸化アルミニウムの保水性と、それを核として粒子が作るブロック構造を形成し、拘束した水をもつためと思われる。

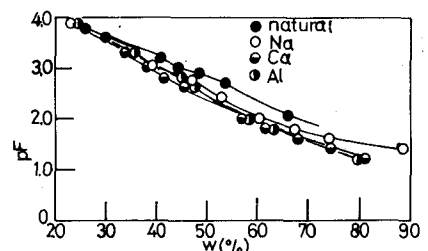


図-2

つぎに、間げき水の塩濃度の影響を調べるために各陽イオンにつ

いてその濃度をパラメーターに $pF \sim w$ 曲線を示したのが図-3 (a), (b), (c) である。同じ pF に対する w は塩濃度が大きいほど小さいと予想される。塩濃度の影響は $pF=2$ で比較すると、Ca では w の大きさが塩濃度の小さい順になっているが、Na と Al はその順序でない。特に Al は純水の w は小さい。これもやはり前述の理由によるものであろう。Na の 1.0 g eq/l の w が大きくなっている理由はわからない。

アッターベルグ限界と pF との関連性を示したのが表-1 である。各粘土とも間けき塩濃度が大きいほど液性限界 LL は小さくなっているのは予想される傾向であるが、塑性限界 PL はかならずしもそうでない。また各粘土共通して LL に対応する pF の値は 1.80 ~ 2.13 の範囲であり、同一の pF で LL を表わすことはできない。PL についても同様である。これは前報¹⁾の粘土鉱物の異なる場合と同様である。また LL はイオン価が大きいほど小さくなることが予想されるが、Al はそうでなく、アッターベルグ限界においても Al 粘土の特異性が示されている。なお収縮限界は純水に対し各粘土とも 19 ~ 22 で、 pF では 3.9 程度である。

また三軸圧密圧力 p と w の関係と $pF \sim w$ 曲線を比較した一例が図-4 である。図では p は pF に対応させて示されているが、Ca 粘土、Al 粘土においても同様に遠心法で得られた w の方が圧密よりも小さくなっている。しかも圧密圧力からいうと遠心法は一次元圧密に相当し、平均有効応力 σ'_m は小さい。したがって両者の差は試験法による差ではないかと思われる。

4. あとがき

本報告で用いたカオリン系の粘土は陽イオンに対しあまり敏感ではないので、明らかな結論を出せるには至らなかったが、前報と同様に LL 等は同じ pF では表わせない。今後はベントナイト等の鉱物による実験を行なう予定である。また $pF \sim$ 含水比曲線は粘土粒子の骨格構造の影響を受けることが推察されたが、これらについては今後さらに研究を進めたい。

参考文献

- 1) 面田・八木・深見: "土質工学的指標としての pF の有用性に関する実験的考察", 第28回土木学会年次学術講演集第3部 pp.99~100, 昭和48年
- 2) 八木・面田・大島: "イオン交換を行なった粘土の強度常数について", 第9回土質工学研究発表会講演集, pp.295~298, 昭和49年

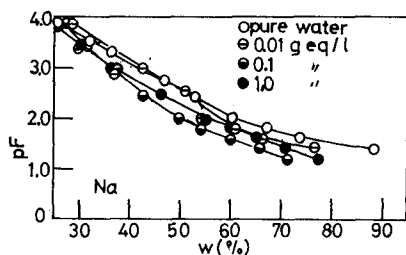


図-3 (a)

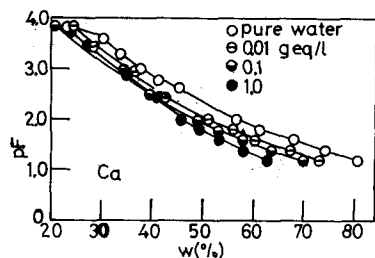


図-3 (b)

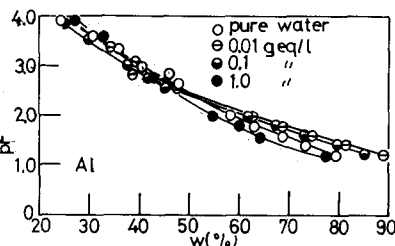


図-3 (c)

Ion concentration in pore water		L.L. %	pF	P.L. %	pF
Na-clay	pure water	61.4	1.95	25.6	3.88
	0.01 g eq/l	58.3	1.88	23.3	---
	0.1	47.3	2.13	22.6	4.22
Ca-clay	pure water	60.6	1.80	23.9	3.78
	0.01 g eq/l	55.0	1.82	24.4	3.86
	0.1	51.5	1.88	25.8	3.60
Al-clay	pure water	61.2	1.87	27.7	3.68
	0.01 g eq/l	60.6	2.06	29.7	3.70
	0.1	57.2	2.12	26.2	3.77

表-1

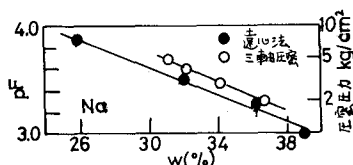


図-4