

いろいろなカチオンを吸着したモンモリロナイトの残留応力に及ぼす影響

名城大学理工学部 正員 ○ 岡田 富士夫
東海大学海洋学部 正員 宋 永 焜

1. はじめに これまでの研究においては、陽イオン (Ca^{++} , Na^{+}) による初期構造の相違での Peak Strength の影響を論議することが多い。しかし、Stiff Clay や Soft Shales (過圧密粘土) で構成される斜面の破壊形態は進行性破壊であり、この破壊強度は Peak Strength でなく、Residual Strength であることはほぼ定説である。

残留応力に影響する要因はいろいろあるが、風化作用もその一つである。¹⁾²⁾ この風化作用により、いろいろな化学物質が放出され、粘土化した土に吸着される。

過去において、残留強度に及ぼすカチオンの影響を研究したのは Kenney³⁾ 及び RAM/AN⁴⁾ のみである。しかし、これらの研究においてはベントナイトの泥岩土に及ぼす影響を考えていない。

故に、本研究においては泥岩土すべりに及ぼすベントナイトの影響や風化によって放出されるカチオンの影響等を併せて研究した。

なお、本研究における試験法はくり返し直接せん断試験法によるものである。

2. 試料および準備 試験試料は泥岩土 (赤池地区の硬質粘土) を水でほぐし、0.42mm フリを通過する次級試料に、乾燥重量の割合で20%のモンモリロナイトを主成分とするベントナイトを混合したものである。単一のカチオンを吸着させる試料作成法は種々あるが、我々はつぎの手順で行った。①混合土に、1N NaCl の水溶液を加えて混合、②蒸留水で洗滌、③0.5N 濃度の所望するカチオン (Na^{+} , K^{+} , Ca^{++} , Mg^{++} , Fe^{++} , Al^{+++} , Fe^{+++}) の塩化物水溶液で洗滌した。

①～③行程の混合と洗滌の回数はいずれも5回ずつ行なった。

くり返しせん断試験の爲の供試体は、前述の塩化物水溶液で処理した次級試料を風乾し、各試料の液性限界にほぼ等しい含水比のスラリー状の試料を一面せん断箱に詰め、数段階の荷重で4 kg/cm² の先行圧密圧力を約24時間与え、その後、圧密荷重が0.5 kg/cm² までに除荷され24時間の開放を与えた一次元圧密試料である。

3. 試験結果と考察 この研究に用いた混合土の粒度試験の結果は Table 1 に示し、化学添加物の相異による物理的性質 (W_L , W_p) を Table 2 に示した。表-2からベントナイト20%添加の影響は小さい。(ベントナイトだけの W_L は150～200%に及ぶ)。

Table 1 Results of Grain Size Distribution of Mixed Samples

Gravel	Sand	Silt	Clay (< 5μ)
0 %	22 %	46 %	32 %

Table 2 Index Properties of Chemically Treated Mixtures

Type of Chemically Agent	W_L (%)	W_p (%)	I P (%)
Natural	108.4	28.9	79.5
NaCl	77.9	29.8	48.1
K Cl	81.9	32.1	49.8
CaCl ₂	69.1	28.4	40.7
MgCl ₂	68.0	27.8	40.2
FeCl ₂	70.5	27.8	42.7
AlCl ₃	79.5	29.8	49.7
FeCl ₃	73.0	30.6	42.4

未処理混合土の化学材添加により、液性限界は大きく変化するが、各添加材による相違はあまりない。また塑性限界に及ぼす影響は添加材のいかににかかわらず小さい。

これはGrimの研究結果と一致する。

Fig.1は各カチオン試料に対する垂直応力の異ったくり返しせん断試験結果を示す。せん断速度は 0.02 mm/min であり、過去により、

これ位の速度であれば残留強度に及ぼす影響が小さいことが知られている。Fig.1によると次の結果が明らかである。

(1) 垂直応力の小さい間は、化学添加材の種類いかににかかわらず残留応力が一定になり、 σ_n が大きくなると添加材による相違が出てくる。

この理由はイオンの影響が間ゲキ比の小さい時においてのみ起こることを示している。土粒子に対する化学力は拡散二重層の相互透過、カチオンを伴った吸着水が反発力の原因であり、また引力はVan der Waals力

あるいはクーロン引力であるが、これらの力は粒子が十分に接近した時においてのみ有効となる。

(2) $\sigma_n = 3 \text{ kg/cm}^2$ における残留応力の大きさの順は次の通りである。残留応力: $\text{Fe}^{++} > \text{Ca}^{++} > \text{K}^{+} > \text{Na}^{+} \approx \text{Fe}^{+++} > \text{Mg}^{++} > \text{Al}^{+++}$, これはLøken⁽⁴⁾によるピークせん断応力の結果と一致しない。すなわちピーク応力 $\text{Al}^{+++} > \text{K}^{+} > \text{Fe}^{+++} > \text{Ca}^{++} > \text{Mg}^{++} > \text{Na}^{+}$

4. 結論 本研究から得た結果は次の通りである。

- ① 化学材添加による W_L , W_p の変化は小さいが、未処理に比べると W_L の変化は大きい。
- ② 垂直応力の小さい間は化学材添加の影響はほとんどなく、 $\sigma_n = 3 \text{ kg/cm}^2$ 以上になって始めて、間ゲキ比減少により、添加処理土の物理化学力が残留強度に影響してくる。

最後に、本研究にあたり卒研として実験の一部を担当していただいた、土木工学科4年生、葛藤新海、武内、後藤、横江、吉田、近藤の諸君に感謝する。

参考文献 1) 岡田(1977): 泥岩バリエーションにおける残留応力値に及ぼす影響, 第12回環境研究発表会 789~806. 2) 岡田(1977): 粘土土壌の残留強度に及ぼす影響要因: 環境学論集 投稿中. 3) T.C. KENNEY (1977): Residual Strengths of Mineral Mixtures, Proc. 9th Intern. Conf. S.M.F.E. Vol.1 PP155~160 4) TOR LøKEN (1970): NORWEGIAN GEOTECHNICAL INSTITUTE NR87 PP133~147

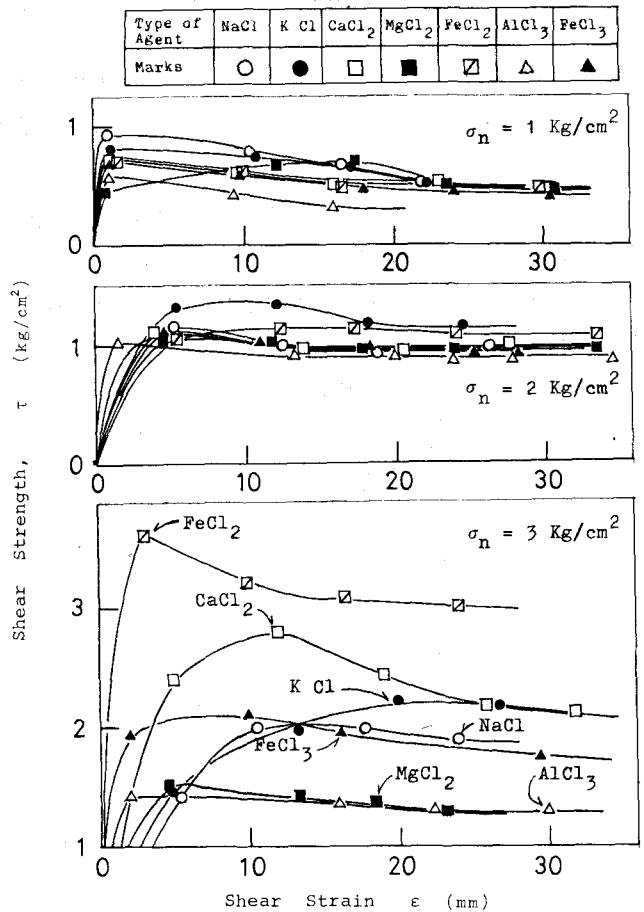


Fig. 1 Shear Strength-Strain Relationship of Reversal Shear Test