

福山大学工学部 正員 松尾 新一郎
 福山大学工学部 正員 冨田 民清
 福山大学工学部 正員 田辺 和康

1. まえがき

地すべり地帯はモンモリロナイト系粘土(第三紀層に多く見られる)で形成されている場合が多く、このような土は粒径が非常に小さいことから表面活性が大であり、物理化学的の風化作用を受けやすい状態におかれている。また、水を吸収することによって結晶格子が膨張をきたし、支持力が著しく低下することによって地すべりが起こるものと考えられている。このような地すべり粘土の安定処理工法としては、地下水排除工による水の作用の除去とクイ工による抑止工などがよくから使用されている。しかし、地すべり発生の要因は前述のような地すべり地帯構成する土質であり、その処理対策は基本と考えられる。そこで、このような土質の安定処理工法としては、カルウム固定法が有効でありその施工例もある。¹⁾²⁾³⁾

本報では、地すべり粘土の安定化に、モンモリロナイト系粘土にカルウム処理を施し、その物理化学的性質と膨潤特性について実験的に考察する。

2. 試料および実験方法

試料は市販のクニゲル

表-1 物理化学的特性

V-1で、未処理試料とカルウム処理試料(カルウム固定)の二種を対象土として用いる(表-1)。

試料	C.E.C meq/100g	置換性塩基 meq/100g				比表面積 m ² /g	比表面積		
		Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺		内表面	外表面	総表面
未処理試料	74.29	7.90	9.97	1.10	16.05	47.1	326.5	67.0	393.5
カルウム処理試料	42.16	6.24	12.41	64.31	12.41	229.0	210.1	18.0	228.1

実験方法は、試料土に

対して純水とKCl溶液(0.1N, 0.5N, 1.0N)を湿潤過程(溶液を徐々に加える)と乾燥過程(過剰溶液を試料土に加え脱水する)の条件で含水比を変え、物理化学的試験を行なう。また、吸水・膨潤特性についてはガラスフィルター(G-4)上で自由吸水のできる方法によって試験を行なう。その時の密度は0.5g/cm³と1.0g/cm³の二種とし、上記と同様の溶液を用いて調べた。

3. 結果と考察

図-1は保水性と顕著に現れる流動指数と塩濃度の関係を示したものである。未処理試料の場合は、0.1Nを除いて塩濃度が高いほど流動指数が減少している。これは塩濃度の増加により粒数・重量が薄くなり、粒子間にはファン・デル・ワールスカが働くことにより糊化構造が発達し、団粒化現象が起こるものと思われる。低塩濃度(0.1N)では、粒子間の反発力が大きくなることによってエネルギー障壁が生じ、分散構造になり粒子表面に水分子を多数引きつけるものと考えられる。これに対してカルウム処理試料の場合は、塩濃度の影響をあまり受けていない。このことは表-1の物理化学的特性によって説明される。比表面積を比較してみると、カルウム処理試料の内・外表面積がカルウムの吸着あるいは固定によって著しく変化している。その結果、総表

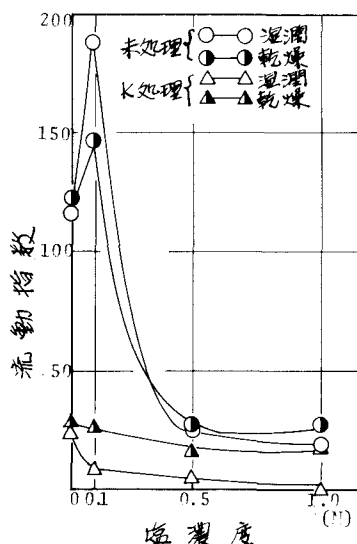


図-1 流動指数と塩濃度

面積は58%の低下を示していることから結晶構造の変化(モンモリロナイト構造からイライト構造へ)が起こったものと考えられる。また、塩基置換度が2.29%と非常に高く過飽和状態にあることから、粘土粒子は電気的に中和され水分子を引きつける能力が低下したものとと思われる。これらのことは、図-2の塑性指数と粘土含有率(2 μ 通過重量)の関係においても同様である。図中の実線及び数字は、活性度の境界領域を示している。カリウム処理試料は活性度が2.0付近に集中しているが、未処理試料の場合は塩濃度差が活性に著しい影響をおよぼしている。このような、物理化学的特性の変化は次に述べる膨潤特性にも現われている。

図-3はカリウム処理効果が膨潤挙動に与える影響を調べる結果である。未処理試料においては短時間で急激な膨潤が起こり、その後は吸水量も膨潤量も時間に伴って漸進的傾向を示している。一方、カリウム処理試料では初期の数分間においてわずかな膨潤を示しているが、以後は全くその挙動がみられずカリウム一固定によって抑制されていることが現われている。また、未処理試料の場合は濃度差によって膨潤挙動が異なっている。高濃度は初期の膨潤が急激となるが、数日後にはサクション圧の低下により減少し、最終的には濃度差による影響は解消される。カリウム処理試料ではこのような現象はみられない。

このような地すべり粘土の物理特性と膨潤特性におよぼす影響は、特に、土の化学的特性と密着関係をもっていることが明らかになった。そこでこれらの関係を整理すると、図-4に示すような塩基置換容量と膨潤量の直線的な関係になり、式で表せば

$$X = 10^{\frac{1}{42.56}(y - 40.52)} \quad X: \text{膨潤量 (cm}^3/\text{g)} \\ y: \text{塩基置換容量 (meq/100g)}$$

となる。上式によって巨視的ではあるが膨潤量を予測することが可能となる。しかし、本実験に用いた試料は純粋なモンモリロナイト系粘土の場合であり、この実験については今後の課題とする。

4. おとがし

地すべり粘土の安定処理対策として、カリウム処理を行なった結果、粘土鉱物の構造および土粒子表面に働く電気化学的性質に著しい影響を与え、保水能力が低下し、膨潤作用の抑制をはかることが可能となった。また、塩基置換容量と膨潤量の関係により、膨潤挙動を把握することができる。

〈参考文献〉 1) 松尾、蜀田; モンモリロナイト系粘土の物理化学的特性および工学的特性におよぼすカリウム固定の影響、日本材料学会誌「材料」Vol 26, 2) 松尾、蜀田、嘉門; 地すべりの物理化学的方法による予知とその対策、土質工学会誌「土と基礎」Vol 28, 3) 松尾、蜀田、田辺; 地すべり粘土の物理化学的性質と膨潤特性におよぼすカリウム固定の影響、中・四国講演集、1983,

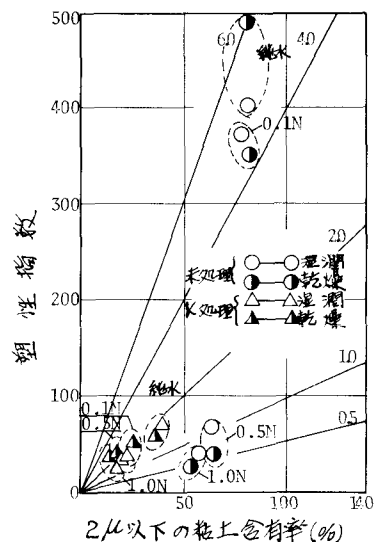


図-2 塑性指数と粘土含有率

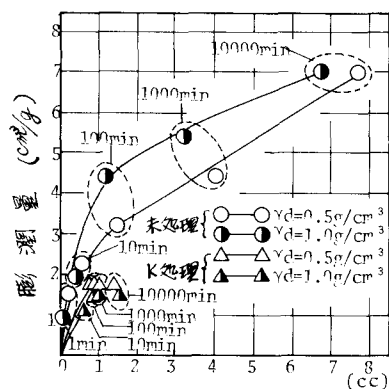


図-3 膨潤量と吸水量

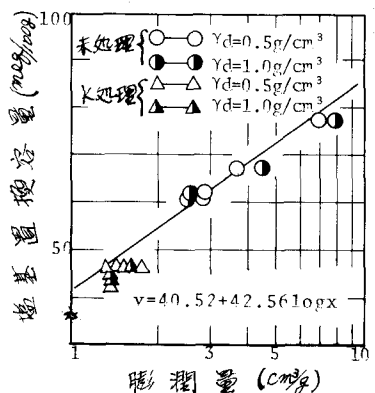


図-4 塩基置換容量と膨潤量