

福山大学 正員 富田 武 満
福山大学 正員 ○田 辺 和 康

1. まえがき

尾道層群土は尾道の北部から福山西部にかけて分布している山砂利層で大部分が粘土質で広島花崗岩を基盤とし、花崗はん岩・流紋岩・粘板岩・ひん岩・チヤートなどからなり、生成時代は洪積世と考えられる。

この尾道層群土は一見安定した土のようにみられるが、水を含むと軟弱となり取扱いのやっかいな土となる。そのため施工上種々の問題を有している。そこでその物理化学的および工学的特性を明らかにし、その安定処理法として石灰安定を行なった結果を報告するものである。

2. 試料と実験方法

実験に使用した試料は、福山大学構内の尾道層群土(粘土ローム、L.L=40.8%, P.L=18.7%, I.P=22.1%, Gs=2.67)を使用している。試料の条件は、気乾試料に対して2000μフルイを通過したものを用い、消石灰は純度95%の良質なものを使用した。

試料に消石灰を、2・4・6・8・10%添加混合した後、所定の水を加え混合調整した試料にバネエネルギーによって1層につき20回を3層に突固めるニーデングコンパクション法で試料作成を行なった。

供試体は、気乾(20℃)、密封、湿润(20℃、90%)という条件で、3日、7日、28日、90日養生後の試料を用い、養生方法と養生日数が強度特性に与える影響について検討した。

3. 実験結果と考察

3.1 物理化学的特性

イオン交換特性——気乾試料5gを正確に採り、蒸留水でよく洗ったビーカーに入れ、これに酢酸アンモニウム1規定溶液を約50cc加える。このまま約20時間放置し、蒸留水でよく洗った三角漏斗を用いてろ過する。ろ液が250ccになるまで酢酸アンモニウムを加え、ろ液量を正確に測定し、これを原子吸光分光装置にかけカチオン濃度を測定した。塩基置換容量(C.E.C)の測定は同様に5gの気乾試料を取り、塩化カルシウム溶液で洗浄し、Ca⁺⁺を吸着させ、過飽和のCa⁺⁺は蒸留水で洗浄し、更に酢酸アンモニウムで抽出し、Ca⁺⁺量を測定して塩基置換容量とした。⁽¹⁾

測定結果は表-1に示している。この分析結果よりCa⁺⁺が非常に多く、約74%程度の吸着量を示していることにより、元来、Ca飽和状態にあった土と考えられる。また、その他のイオンとC.E.Cの量的割合に着目すると、74μフルイ通過試料で4.1%、2000μフルイ通過試料で19.8%と変化している。これは粒径が大きくなると、その他のイオン(H, Al⁺⁺⁺)が少量になり、Ca⁺⁺が置換溶脱されることにより起ったものと推定される。

X線回折——沈降分析によって2μ以下のものを採取し、粘土鉱物を同定した結果が図-1である。これより、エテレングリコール処理をすると、モンモリロナイトおよびハロイサイトでは格子間にエテレン

表-1 吸着カチオンとC.E.C (m.e.c./100 g)

試 料	K	Na	Ca	Mg	他のイオン	C. E. C
74 μフルイ	0.359	0.271	16.640	4.299	0.919	22.488
2000 μフルイ	0.261	0.237	13.100	3.844	4.300	21.742

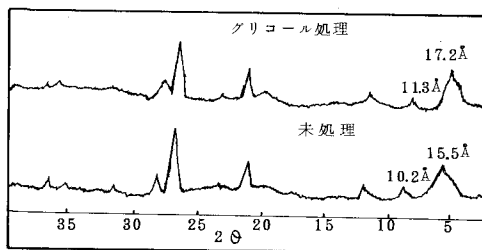


図-1 X線回折

グリコールが浸入し、結合するために、層間距離の変化を起しモンモリロナイトの15Åの回折線は17Å付近に移り、ハロイサイトの10Åの回折線は11Åに移行することにより、これらの存在が認められる。

以上のことより、粘土鉱物としてはモンモリロナイト系粘土鉱物を主体として、若干のハロイサイトを含んでいることがわかる。

3.2 工学的特性

締固め特性——未処理試料についてハーバード型締固め試験機による締固め特性と一軸圧縮強度を図-2に示している。この2曲線から最大乾燥密度に対する最適含水比(17.5%)と最大強度に対する含水比(11%)が得られた。これらの結果より、最適含水比(17.5%)付近で初期含水比として強度特性の研究に用いている。

強度特性——図-3は養生方法が強度に与える影響について試験したものである。試験結果をまとめると以下のとおりである。

気乾養生の場合——石灰量2%添加では、石灰量4%~10%添加に比べて非常に強度が低く、安定処理効果が現れていない。3%, 10%添加において

は養生日数に伴って順調な強度増加を示している。しかし、3日養生までは石灰量4%, 6%添加に比べ強度が低い。7日以後は著しい強度の増加が続き、反応が長期にわたっていることを示している。

密封養生の場合——全てが養生日数に伴って強度が増加し、特に石灰量4%, 6%添加では、28日~90日養生において強度の増加が著しい。

湿潤養生の場合——気乾養生とよく似た傾向を示しているが、気乾・密封養生と比較した場合、全ての試料において強度が低く示されている。

以上のことから、石灰量2%添加の気乾・湿潤養生において、強度増加が緩慢であるのは、石灰添加量(質量)が土中のイオン量より少ない為に、イオン交換反応が起らず、未処理土の性質を示している。また石灰が空気中の炭酸ガスと反応(炭酸化作用)して、炭酸カルシウム(CaCO_3)の発生により、イオン交換に弊害をきたしていると考えられる。ところが密封養生の場合は、石灰の炭酸化作用が起らず、イオン交換が活発である。

石灰量4%~8%添加の気乾・湿潤養生において、石灰量の増加に伴って強度の増加がみられ、石灰量10%添加では、8%添加に比べ強度が低い。つまり、石灰量10%添加以上は安定処理に弊害をきたしていることがわかる。

4. あとがき

本試験の場合は、石灰の最適混合比は、密封養生については4%添加、気乾・湿潤養生の場合は、8%添加が最適である。このように養生方法によって混合比に差異があるのは、炭酸カルシウムの生成により、イオン交換反応やポツラン反応に弊害をきたしているものと推定される。また、含水比によっても反応機構が変り強度に影響を及ぼすものと考えられる。

最後に、本報作成に協力された平学卒業生、大谷悦司、横田俊治、随行昭の各位に感謝の意を表す。

参考文献 松尾、富田、斜面安定に及ぼすイオン交換の影響、日本材料学会誌、Vol. 19, No. 205, pp. 53~58, (1970)

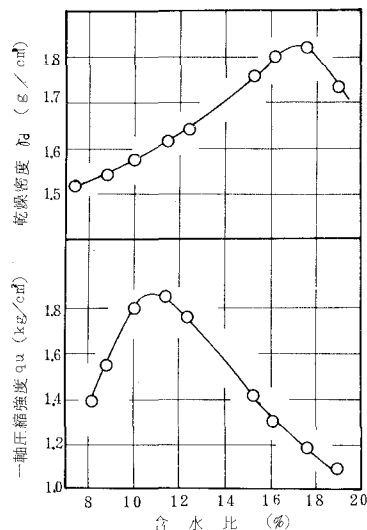


図-1 締固め特性

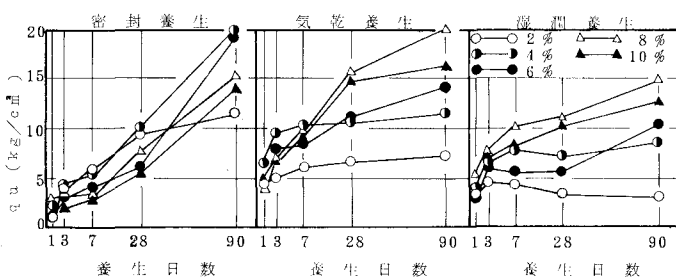


図-3 養生日数と強度の関係