

III-109 まさ土の非晶質物質と石灰安定処理効果について

和歌山工業高等専門学校 正員 久保利達
関西大学工学部 正員 西田 一彦

1 はじめに

一般に、石灰安定処理の対象は主として粘性土である。そして、粘土鉱物を多く含む土においてはポズラン反応が顕著に現れ、粘土分の少ないまさ土のような砂質土においては、炭酸塩反応が強度発現に大きく関係していると考えられている。しかし、土を石灰で安定処理する場合には、土に含まれる非晶質物質の役割が重要であるとされている。¹⁾ 本報告は、この観点からまさ土の非晶質物質量を測定し、これと石灰安定処理効果との関係について検討したものである。

2. 実験方法

試料は大阪府交野市の土取り場から採取したものである。試料の採取に当っては、できるだけ風化度の大きいものから小さいものまで連続して存在し、節理や方向性の少ない採掘のり面を選定した。土粒子の比表面積は N_2 吸着のベツト法で、また、非晶質物質量は原子吸光分析法で測定した。まさ土の石灰安定処理において、試料は乱した気乾状態のまさ土を使い、石灰は消石灰を用いた。その添加量を5%、10%、15%と変化させた。供試体は(50φ×100mm)のモールドを使用し、小型ランマー(0.5kg)で3層、各13回づつ自由落下(57.5cm)させて突固めた。この締固めエネルギーはJISA1210の1.1法と同じ大きさである。次に、この突固め試験で得られる締固め曲線から、各試料について石灰の添加量に関係なく最適含水比の値があまり変化しないことがわかった。ので、石灰安定処理の供試体は各試料の最適含水比で作成した。養生は供試体をラップでシールし、温度23℃、湿度95%以上の恒温恒湿槽内で行った。この湿潤養生法は各供試体作成時の初期含水比を養生期間が経過してもあまり変化しないよう十分管理でうる。各供試体の養生期間は1、3、7、14、28、56日である。一軸圧縮速度は1mm/minである。

3. 実験結果および考察

試料の物理化学的性質を表-1、図-1に示す。試料は同一母岩からなっており、比重にはあまり差がないが粒度分布から、まさ土1はまさ土4に比べて細粒分が多く風化していることがわかる。また、強熱減量の値からも風化度の判定ができる。同様に比表面積の値も風化度の判定の尺度とすることができる。土の化学的性質を示す非晶質物質量は各試料で違っているが、そのばん珪比(Al_2O_3/SiO_2)の指標で示すと土の特性が把握できる。²⁾ この値が大きい試料は比表面積が大きく、また、保水能力も大きな値である。これから、風化度が進むと土粒子は細粒分が多くなり、そして比表面積も大きくなるから、その土粒子表面に保水される水分が多くなり、締固めにおいて最適含水比の値も大きくなることがわかる。

養生期間と一軸強度の関係の一例を図-2に示す。これから、石灰を含む各供試体では養生期間に比例して強度が増加している。また、石灰の含有量が大きいほど強度も大きくなっている。そして、風化度の大きい試料の

表-1 試料の物理・化学的性質

試料	比重	d_{100} (μ)	比表面積 (m^2)	非晶質物質量 (g)				合計	Al_2O_3/SiO_2
				(Fe, O ₂)	(Al, O ₂)	(Si, O ₂)			
まさ土-1	2.739	64.5	15956	686	1085	1516	3287	0.716	
まさ土-2	2.700	34.4	5377	350	468	622	1440	0.752	
まさ土-3	2.745	29.4	4568	576	497	763	1836	0.651	
まさ土-4	2.761	18.7	3807	569	500	868	1937	0.576	

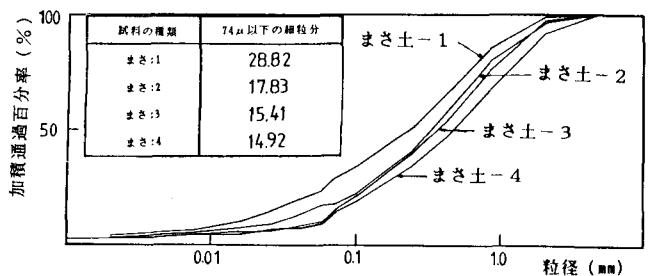


図-1 試料の粒径加積曲線

強度が他の試料に比べて非常に大きい値となっていることがわかった。このことは、石灰は凝集作用をもっているが砂粒子のように粒径の大きいものには作用せずに、シルト分以下の細粒子に対して作用する。石灰安定処理においてその強度発現は試料の細粒分量に左右されると考えられる。その細粒分の質について検討すると、まず、土粒子の表面特性を示す比表面積がある。次に、土に含まれる非晶質物質質量がある。この物質は結晶質物質が風化によって崩壊してできたもので、非常に溶解しやすい性質をもっている。ところで、土中のその主成分はケイ素、アルミニウム、鉄である。これはポルトランドセメントの主成分の四つの内の三つである。しかし、ポルトランドセメントの主成分の残りのカルシウムは、一般土中には数パーセントしか含まれていない。このような状態の土の中に石灰を添加することはカルシウムを補充することになり、土はセメントと同じ状態になると考えられる。今回の養生法による石灰安定処理において、長期強度の発現はポゾラン反応によるものと考えられる。

石灰安定処理における強度発現の大きな要因は、石灰の添加量、養生期間である。これらをパラメーターとして、一軸強度と比表面積および非晶質物質のばん珪比との関係を図-3に示す。養生期間の短い場合、それらの関係は認められないが養生28日で初めて次の関係が認められる。強度には石灰の添加量の影響が少なく、また、比表面積の影響も少ないが、ばん珪比の影響が大きくなっている。この時期から石灰との反応が始まると考えられる。次に養生期間が長くなると、強度は石灰の添加量と比表面積およびばん珪比の影響を受けている。石灰の添加量が少ない場合、強度はばん珪比に大きく左右され、逆に、石灰の添加量が多い場合は、比表面積の影響が大きくなる。これは、石灰と反応する非晶質物質質量が各試料によって限られているからである。そのため、まず、土と石灰との反応が進み、ばん珪比の影響が大きくなる。次に、石灰の添加量が多くなると土中に多くのカルシウムが存在し、その過剰なカルシウムによる凝集作用で土粒子のフロックを形成し、それが土粒子の間隙に入り込み密度を増加し強度を大きくするから、比表面積の影響が大きくなると推定される。したがって、石灰安定処理土の強度は養生、石灰の添加量の他に細粒分、特に土の比表面積とその非晶質物質のばん珪比に左右されることがわかった。だから、強度増加を行う場合、対象土に対して非晶質物質の多く含む細粒土を効果的に添加すれば経済的に処理できると考えられる。

参考文献 ① J.B. Queros de Carvalho: Amorphous Materials and Lime Stabilized, proc of 4th Int. Conf. Soil Mech. Found. Eng., pp 761~763, 1961. ② 西田一彦 他: まさ土の非晶質物質とその特性について, 土質工学会論文報告集 Vol. 24, No. 2, 180~190, 1984

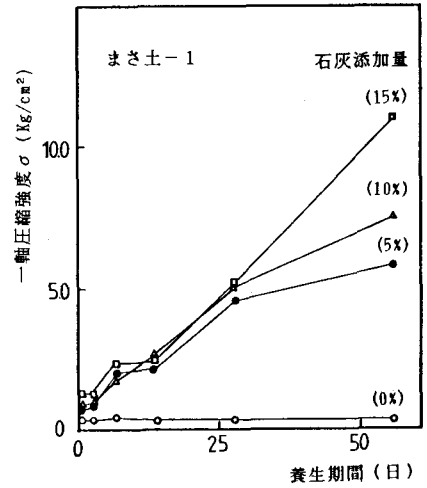


図-2 養生期間と一軸強度との関係

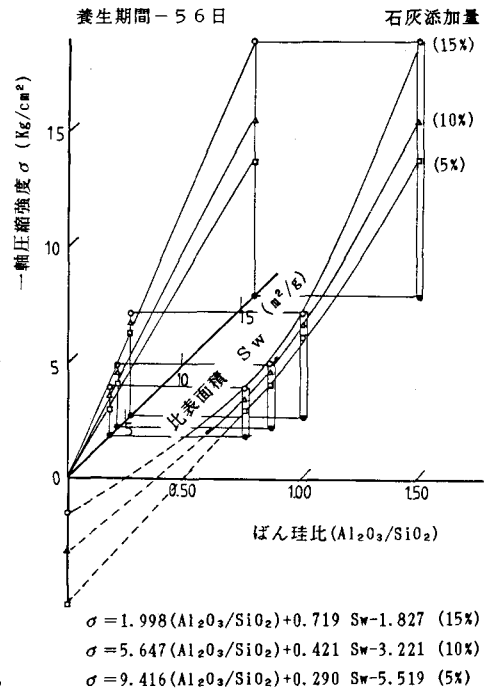


図-3 一軸強度と比表面積および非晶質物質との関係