

III-518 砕石粉を用いた軟弱粘土の安定処理効果

和歌山工業高等専門学校 正員 ○久保井利達
 関西大学 正員 西田 一彦

1. はじめに

近年、資源の有効利用と自然環境の保全との調和が、社会における重要な課題の1つとなっている。つまり、自然破壊を最小限に抑え、産業活動にともない発生する廃棄物を有効利用することが必要である。ところで、砕石工場から産出される砕石粉は一種の産業廃棄物である。このような廃棄物の処分地が減少し、処分をうまくしなければ大気汚染、河川汚染を引起すなどの事情により、その処理が重要な問題となっている。そこで、資源の活用と環境問題を解決する施策としては細粒分の不足する土に対して砕石粉を補助材として混合し、セメント、石灰などの添加によって改良効果を上げ、路盤、盛土および埋立てにおける建設材料として利用することが可能であると考えられる。

本研究はセメントで軟弱粘土を安定処理する混合補助材料として砕石粉を有効に利用できるかどうかの可能性をさぐることを目的としている。そのため、砕石粉の物理的、化学的性質を明らかにし、また、砕石粉とセメントを主とし、その他の材料も含めて、化学反応、硬化機構を明らかにする。特に可溶性成分の化学組成とセメントの反応を調べる。それに基づいて安定処理強度との関係を究明したものである。

表一 I 試料の物理的性質

物理的性質 試料	比重 Gs	比表面積 Ss(m ² /g)	液性限界 WL(%)	塑性限界 Wp(%)
砕石粉 No.1	2.727	7.95	22.51	18.08
砕石粉 No.2	2.737	14.38	24.62	20.02
溜池粘土	2.586	17.58	59.30	27.61

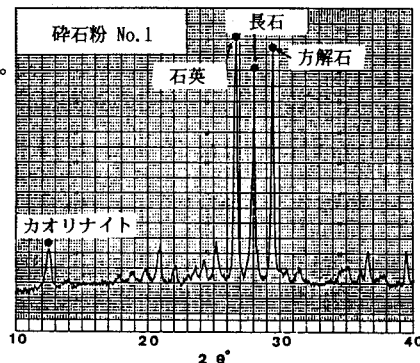
2. 試料と実験方法

実験に使用した試料は硬質砂岩を原石とし、砕石製造過程において産出される砕石粉である。そして、安定処理の対象としたのは溜池粘土である。これに含まれる木片などの粗大な夾雑物を除去する。これを気乾状態で乾燥した後、2mmのフルイを通過したものを用いる。これを所定の含水比(w=50,60,80%)となるようにミキサーを用いて十分に練り返し、含水比が変化しないように密封して湿潤状態で保存する。

表一 II 試料の化学的性質

非晶質物質 試料	Fe ₂ O ₃ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	SiO ₂ (%)	合計 (%)	Al ₂ O ₃ SiO ₂
砕石粉 No.1	5.53	3.48	5.20	14.21	0.669
砕石粉 No.2	5.81	4.38	5.16	15.35	0.849

これらの試料の比表面積の測定はN₂吸着に基づくB.E.T.法で決定している。試料中に含有する非晶質物質の化学成分は原子吸光分析で分析している。砕石粉をセメント安定処理の混合補助材として粘土に混入する。砕石粉を安定処理土の補助材料と考え、粘土の重量に対して30%以下で10, 20, 30%とし、セメント添加量は3, 6, 10, 15%とする。この百分率は粘土の乾燥重量に対する百分率である。粘土、砕石粉とセメントの3つを混合し10分間練り混ぜる。2つ割りモールド(φ50×100mm)で気泡を残さぬように3層に分けて充填し各層ごとにブリージングしない程度に振動を加える。流動性が低く振動の効果のない場合は突棒などによる充填を行なう。へらを用いてモールド上縁を平行に仕上げ、ラップで皮膜をかぶせ輪ゴムなどで緊結して乾燥を防ぐ。このようにして作られた供試体は温度23℃、湿度95%以上で、7日間養生する。各養生後の供試体に対して、歪み速度1%/mmの下で一軸圧縮試験を行ない、その圧縮強度を求める。



図一 砕石粉 No.1 のX線回折図

3. 実験結果と考察

有効利用を目的とした碎石粉と粘土の物理的性質は表-Iに示す。これから、2種類の比表面積の差は碎石粉の産出過程の差によるものである。つまり、碎石粉No.1は碎石製造過程でのフルイ分けされた残留物であり、碎石粉No.2は碎石工場から大気中に飛散する碎石粉の粉塵を集積したものである。試料の非晶質物質の化学組成は表-IIに示す。この表から碎石粉も非晶質物質を含んでいることが明らかである。碎石粉 No.1 のX線回折図を図-1に示す。この結果から碎石粉には鉱物の石英、長石、方解石と粘土鉱物のカオリナイトが含まれている。そして碎石粉の産出過程で色々な粘土鉱物が混入していないことも明らかである。これらのことから碎石粉の産出過程が異なっても碎石粉の化学組成は同じであり、産出過程の相違で比表面積、粒度、非晶質物質質量に差が出ることが明らかである。しかし、この非晶質物質とセメントとの化学反応に関して、非晶質物質の Si, Al, FeとセメントのCaが容易に反応することが原因と報告されているが詳しいメカニズムまでは解明されていない。

碎石粉をセメントの安定処理補助材として用いて安定処理した供試体の一軸圧縮強度について図-2、3と4に示す。これらの図から、碎石粉を安定処理補助材として用いて安定処理した場合、対象軟弱地盤の粘土の含水比の影響を受ける。粘土が液性限界より多くの水分を含んでいる場合、碎石粉の添加量が多くなると強度も比例して大きくなる。このことは碎石粉が水分を含んでいないため、粘土の含水比を低下する役割を果たしていると考えられる。粘土が液性限界と同程度あるいはそれ以下の水分を含んでいる場合、碎石粉の添加量が多くなると強度も大きくなるが、強度にピークがみられるようになる。このことは粘土と碎石粉との混合物としての最適締固め密度および最適含水比の影響によるものと考えられる。また、碎石粉が多すぎると強度が下がるのはセメントの水和反応に必要な水分が不足するためと考えられる。

安定処理した供試体の一軸圧縮強度はセメントの添加量に支配されている。セメント添加量が6%以下になると、碎石粉の添加量が多くなるとその強度も大きくなる傾向がある。しかしセメント添加量が10%以上になると、上述したように対象軟弱地盤の粘土の含水比の影響を受ける。

碎石粉 No.2を用いた安定処理した供試体の一軸圧縮強度との関係もどのような傾向が得られた。

このような碎石粉とセメントとの配合比に伴う一軸圧縮強度の変化に基づくと、安定処理土の補助材料としての碎石粉の最適配合比が推定できる。換言するとセメント添加量の少ない場合でも碎石粉を混合すると供試体の処理効果を高めることができる。

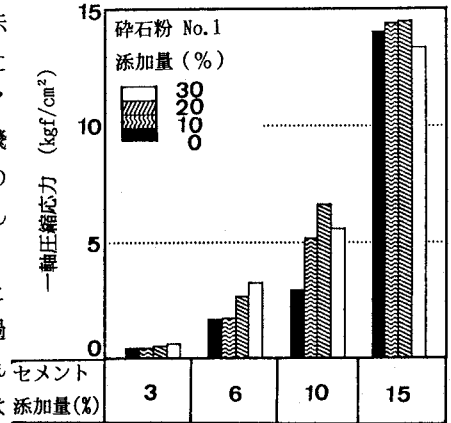


図-2 一軸圧縮応力と配合比 (軟弱粘土の含水比50%)

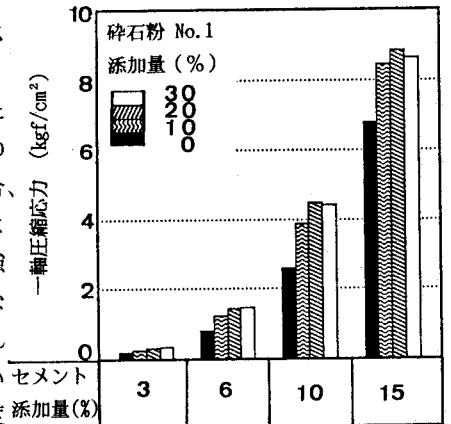


図-3 一軸圧縮応力と配合比 (軟弱粘土の含水比60%)

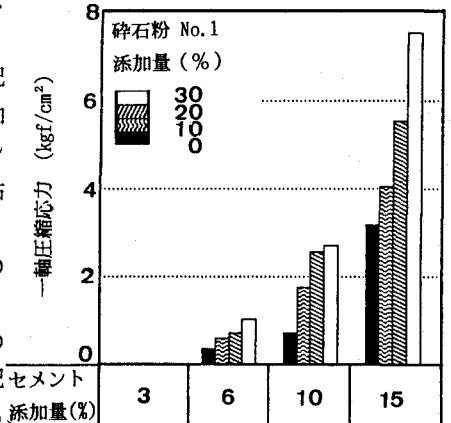


図-4 一軸圧縮応力と配合比 (軟弱粘土の含水比80%)