

生石灰と火山灰による軟弱な建設発生土の改良効果

佐賀県 土木部 正 南里 勝
佐賀大学 理工学部 正 鬼塚克忠
佐賀大学 理工学部 ○学 田中 聡

1. まえがき

種々の建設工事に際して発生する建設発生土の中でも佐賀県有明海沿岸に堆積する有明粘土は含水比が高く軟弱なため、その有効利用が困難な状況にある。その改良方法として有明粘土は粘土分を多く含むため、生石灰による改良効果が高いと考えられる。生石灰改良における化学反応には生石灰混合直後に起こる消化吸水反応と、その後、長期に起こるポゾラン反応の2つの領域に分けられることは既に示されている¹⁾。そこで、筆者らはそれらの反応に寄与すると考えられる CaO , SiO_2 , Al_2O_3 を多く含む火山灰、下水汚泥焼却灰の2種類のポゾラン物質を生石灰に加えて添加した。その結果、火山灰についてはポゾラン反応促進による強度増加が確認された²⁾。今回、生石灰の一部を火山灰と置換することによる改良特性への影響を含水比、乾燥密度、強度から検討する。

2. 供試体作成方法と試験方法

今回の試験に使用した有明粘土は佐賀県小城郡芦刈町から、また火山灰は雲仙普賢岳から採取したものである。これらの性質を表-1に示す。また火山灰は自然乾燥させ、2mmふるい通過分のものを用いた。まず有明粘土に所定の量の火山灰を添加し、1日後、同様に生石灰を添加した。この時、添加する生石灰と火山灰の合計質量は有明粘土の乾燥質量に対して10, 20, 30, 40, 50%とした。なお火山灰の質量(a)と生石灰と火山灰の合計質量(b)の比率を置換率(R)とすると置換率は下の式のように定義される。

$$R = (a / b) \times 100 (\%)$$

置換率は、添加する生石灰と火山灰の合計質量に対して、それぞれ0, 10, 30, 50%とした。供試体の作成方法として直径5cm, 高さ10cmのモールドを使用し、ランマーで突き固める「動的締固め」を用いた³⁾。各試験をケース別に分類したものを表-2に示す。作成した供試体は所定の養生日数まで密封した状態で $20 \pm 3^\circ\text{C}$ の恒温室にて保存した。昨年の研究²⁾より養生7日目の強度でポゾラン反応による長期の強度増加傾向が推測できると考えたため、今回養生7日目で一軸圧縮試験を行った。

3. 試験結果と考察

置換率と供試体の含水比の関係を図-1に、また置換率と供試体の乾燥密度の関係を図-2に示す。生石灰と火山灰を合わせた添加率(以下、添加率)が高くなるにつれて、等段階的に含水比は低下し、乾燥密度は増大している。各ケースともに置換率に関係なく含水比、乾燥密度はほぼ同等の値を示しているのが分かる。これは生石灰改良における含水比低下は物理的な密度増大と消化吸水反応に依存していることを考えると、置換した生石灰中のCaOを火山灰中のCaOが補っていることが考えられる。

表-1 試料の物理的, 化学的性質

		有明粘土	火山灰
物理的性質	試料含水比 (%)	170	0.3
	土粒子の密度 (g/cm^3)	2.55	2.66
	粒 粗砂分 (%)	0	34.1
	度 細砂分 (%)	0.4	45.5
	組 シルト分 (%)	28.2	20.2
	成 粘土分 (%)	71.4	0.2
	液性限界 (%)	144.2	NP
	塑性限界 (%)	63.3	NP
	塑性指数	80.9	-
化学的性質	SiO_2 (%)	59.24	62.90
	Al_2O_3 (%)	17.51	17.18
	CaO (%)	1.21	5.58
	Fe_2O_3 (%)	6.39	6.55
	MgO (%)	2.26	7.26
	その他 (%)	13.39	29.33
	強熱減量 (%)	7.97	0.62
pH		6.1	7.0

表-2 各試験ケースの分類

ケース	生石灰+火山灰(%)	置換率(%)
A	10	0, 10, 30, 50
B	20	
C	30	
D	40	
E	50	

次に置換率と一軸圧縮強度 q_u の関係を図-3に、また置換率と強度比の関係を図-4に示す。強度比(r)とは、各添加率のケースにおいて置換率X%の強度(q_x) と置換率0%の強度(q_0)との比としたものであり、次式で定義される。

$$r = q_x / q_0$$

Aのケースを除いて置換率

0%から10%にかけては強度、強度比の減少が著しいものの、置換率10%から50%にかけては強度、強度比はともに、ほぼ一定しているものと見なせる。これは置換率が高くなるにつれて火山灰の含有量に伴って SiO_2 、 Al_2O_3 の含有量が増加し、 CaO から溶融した Ca^{2+} との反応が大きくなり、ポゾラン反応がより進行したものと考えられる。そのために CaO の含有量の低下に関わらず、強度、強度比の減少が抑制されたと考えられる。なお、Aのケースにおいては添加量が少なく、 SiO_2 、 Al_2O_3 に対する Ca^{2+} が少なくなるため、ポゾラン反応の進行が小さかったものと考えられる。

4. まとめ

本研究では生石灰の一部を火山灰と置換して改良した供試体について試験を行い、以下の結論を得た。

- 1) 火山灰を生石灰と置き換えても含水比、乾燥密度への影響は少ないと考えられる。
- 2) 添加率10%のものを除いて、置換率が10%のものは生石灰のみ添加のものと比較すると強度の低減は著しいものの、置換率10~50%のものは強度の低減がほぼ一定している。

本試験により CaO と SiO_2 、 Al_2O_3 の含有量の比率がポゾラン反応の進行に大きく関係することが推測される。今後は養生日数や火山灰の粒径、養生温度などの改良効果に与える影響について検討する予定である。

参考文献)

- 1) 南里勝, 鬼塚克忠: 軟弱な建設発生土の生石灰による改良とそのメカニズム, 土と基礎, Vol. 43, No. 8, pp. 27-30, 1995.
- 2) 鬼塚克忠, 南里勝, 田中聡: 軟弱な建設発生土の有効利用におけるポゾラン物質の効果と問題点, 土木学会第50回年次学術講演会概要集, pp. 1420-1421, 1995.
- 3) 土質工学会編: 土質試験の方法と解説, 第五編 安定化試験, p. 205, 1990.
- 4) 谷岡昭寛, 草深守人: 砂質土のセメント・フライアッシュ混合改良効果に関する考察, 土木学会第50回年次学術講演会概要集, pp. 1416-1417, 1995.

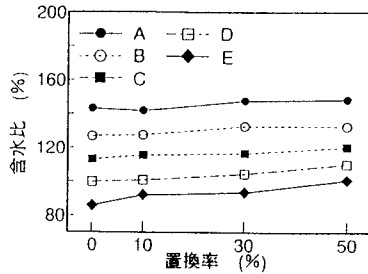


図-1 置換率と含水比の関係

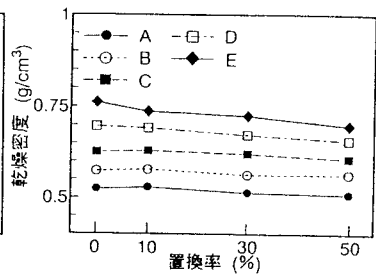


図-2 置換率と乾燥密度の関係

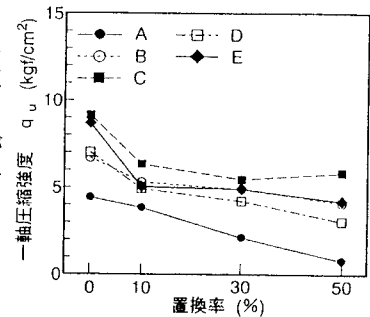


図-3 置換率と一軸圧縮強度の関係

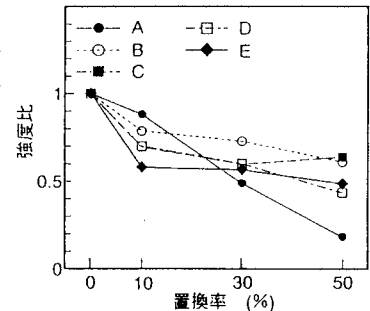


図-4 置換率と強度比の関係