

セメントと高炉スラグで改良した有明粘土の微視的土構造と強度特性

佐賀大学理工学部 正 鬼塚克忠 学 M.Chirdchanin

正 根上武仁 学 河野雅和 学〇川口喜久雄

1. はじめに

有明粘土を地盤材料として再利用するためには、生石灰やセメントなどの固化材による化学的改良が必要である。また、採取場所や深度が異なると、含水比・固化材添加率・養生日数などを同じ条件にしても、その改良効果は大きく異なることがこれまでに明らかにされている。さらに、本研究で用いた粘土では腐植酸と塩分の含有量の影響によって生石灰による改良強度が期待できなかったため¹⁾、セメントと高炉スラグによる改良を行った。所定の日数で養生後の試料について、改良強度と土構造を調べるため、一軸圧縮試験と電子顕微鏡写真による土構造観察を行った。

2. 試料および試験方法

本研究で用いた試料は、福岡県大川市の深度約 1m より採取した有明粘土（粘土 A）、長崎県諫早湾の締切堤防内側の深度約 3m より採取した有明粘土（粘土 B）である。両試料と高炉スラグの物理的性質を表-1 に示す。含水比の違いによる改良効果の差をなくするため、粘土 A の含水比 185% になるように含水比を調節した。

供試体寸法は直径 5cm×高さ 10cm とし、20±1℃で、それぞれ 7・14・28 日養生後、一軸圧縮試験を行った。なお、セメント・高炉スラグの添加率は、対象とする有明粘土の換算乾燥質量に対するものである。また、所定の試料について 7 日養生を行い、電子顕微鏡観察を行った。

表-1 物理的性質

		粘土 A 大川	粘土 B 諫早	高炉 スラグ
自然含水比	(%)	185.0	170.0	0.8
土粒子の密度	(g/cm ³)	2.48	2.56	2.81
液性限界	(%)	142.7	150.0	—
塑性指数		89.1	88.0	—
粒度組成	砂分	(%)	3.0	0.0
	シルト分	(%)	29.0	19.0
	粘土分	(%)	68.0	81.0
塩分濃度	(g/l)	0.7	23.1	—
pH		6.0	8.3	—
腐植酸含有量	(%)	1.60	0.31	—

3. 試験結果と考察

図-1 はセメントで改良した有明粘土の一軸圧縮試験結果を示したものである。図-1 より粘土 A と粘土 B のセメントのみの改良を比較すると、粘土 B は粘土 A の約 2 倍の強度であることが分かる。生石灰の改良では、塩分濃度が低い場合、腐植酸濃度が改良効果を大きく阻害するが、塩分濃度が高くなると阻害する影響は小さくなる。同じようなことがセメントでも言え、両試料の差をもたらしたと考えられる。

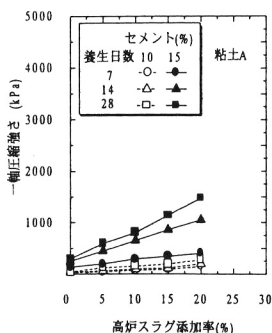
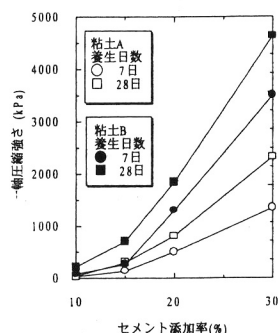
図-2 はセメントと高炉スラグで改良した有明粘土の一軸圧縮試験結果を示したものである。図-2 よりセメントを 10% 添加し、高炉スラグを加えた両試料を比較すると、粘土 A は高炉スラグを添加しても強度の増加があまり現れない。それに対し、粘土 B は高炉スラグによる強度の増加が確認でき、改良効果が期待できることを示している²⁾。

さらに、セメントを 15% 添加したものは、両試料ともに高炉スラグを加えるごとに強度は増加している。しかし、粘土 A の強度増加は粘土 B に比べ小さく、腐植酸と塩分の含有量の影響であると考えられる。

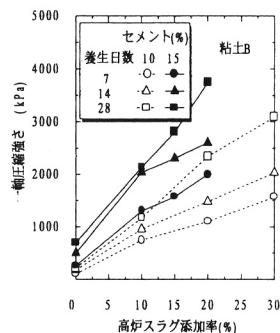
図-3 は粘土 A、図-4 は粘土 B の電子顕微鏡写真を示したものである。図-3(a)(b)より粘土 A は高炉スラグを加えても無添加の粘土と同じような土構造を示している。このことから、高炉スラグによる粘土 A の土構造の変化はないと考えられる。それに対し、図-4(a)(b)より粘土 B は高炉スラグを加えることで粒子が密集化している様相が観察できる。よって、高炉スラグが粘土 B に影響を与えていることが考えられる。

図-3 (b)(c) より 粘土 A はセメントを加えることで針状結晶のようなものが確認でき、土構造もより密に

なっている。図-4(b)(c)から粘土 B はセメントを加えることで粘土 A より針状結晶が多く確認でき、それぞれの粒子を結合させている様相が見て取れる。



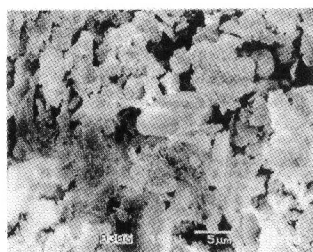
(a) 粘土 A



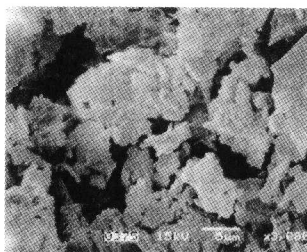
(b) 粘土 B

図-1 セメントで改良した有明粘土の一軸圧縮試験結果

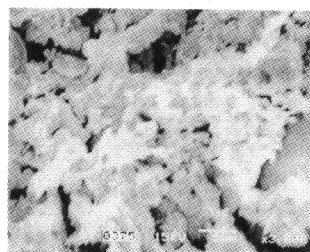
図-2 セメントと高炉スラグで改良した有明粘土の一軸圧縮試験結果



(a) 無添加

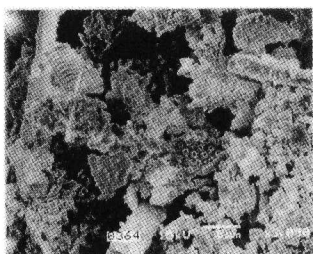


(b) 高炉スラグ 10% 添加

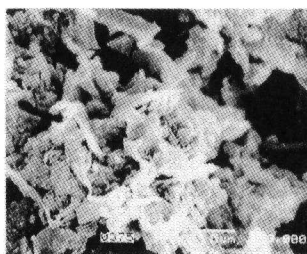


(c) 高炉スラグ 10%、セメント 10% 添加

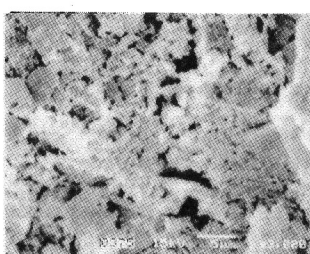
図-3 粘土 A の電子顕微鏡写真 (7 日養生)



(a) 無添加



(b) 高炉スラグ 10% 添加



(c) 高炉スラグ 10%、セメント 10% 添加

図-4 粘土 B の電子顕微鏡写真 (7 日養生)

4. まとめ

粘土 A は腐植酸と塩分の含有量の影響から、セメントによる改良効果を阻害する。また、高炉スラグによる改良効果は土構造において確認できなかった。粘土 B は高炉スラグによる改良効果が確認でき、さらにセメントを加えることでより大きな強度が得られた。

【参考文献】

- 1) 鬼塚克忠, C, Modmoltin, 根上武仁, 河野雅和; 有明粘土の生石灰による改良効果を及ぼす有機物と塩分の影響, 投稿中 (土と基礎・論文)
- 2) Kamon, M. & S. Nontananandh 1990. Contribution of the stainless-steel slag to the development of strength for seabed Hedoro. *Soils and Foundations, JSSMFE*: 30, 4, 63-72. JSSMFE.