

海成粘土の石灰改良効果に及ぼす微生物の影響

佐賀大学 学 赤峰剛徳 正 三浦哲彦 正 B.R. FOLSTEN Jr

(株)カルシード 松田健一郎

1. まえがき 超軟弱な有明粘土に対して種々の改良材を用いた地盤改良が行われている。当研究室におけるこれまでの実験結果から、改良効果に及ぼす要因として、土中の塩分濃度、有機物量、改良材の特性、等の他に、微生物の影響も無視できないことがわかってきた。本報告は、粘土の改良における微生物の影響を実験的に調べたものである。

2. 微生物の作用 先の実験において、種類の異なる粘土に同一改良材を混合した場合に、大きな改良効果が生じ、粘土によっては養生日数が経過するにつれて逆に改良体の強度が低下するものがあった¹⁾。この原因調査のために、改良粘土中の反応生成物を調べたところ、ボゾラン反応生成物の他に、多量の炭酸カルシウムが見いだされた²⁾。この原因として考えられたのが、粘土中の微生物から出される炭酸ガスである。炭酸カルシウムが生成される場合には、ボゾラン反応は抑制され、改良体強度は十分発現しないことが考えられる。

3. 実験試料及び実験方法 (a)微生物 今回の実験では、人体に無害で、かつ粘土中から容易に分離、培養できる好気性の短杆菌を用いた(図-1参照)。これは従属栄養体であり、栄養素のないところでは生息不可能な微生物である。培養方法はブイヨン培地上で行い、遠心分離器にかけて白金耳で採取した。

(b)石灰及び微生物混合量 佐賀市兵庫町の地表面下2~3mの地点において採取した有明粘土を用いた。その自然含水比は137.9~147.5%で、非排水せん断強度は $q_u=0.317\text{kgf/cm}^2$ であった。改良材として一級試薬の消石灰(Ca(OH)_2)を使用、その混合量は粘土乾燥重量に対して5%、10%、15%とした。微生物は粘土乾燥重量に対して、0.06%、0.24%、0.42%の各量を添加した。

(c)供試体作成及び養生方法 含水比を150%、160%に調整した有明粘土に所定量の消石灰及び微生物を添加し5分間混合した。その後直ちに円筒形のモールド(内径5cm、高さ10cm)に空隙ができないように詰め込み、乾燥防止を施して約20℃の恒温槽で養生した。

4. 実験結果及び考察 図-2は、佐賀市内における3地域の有明粘土に改良材を加えた場合の一軸圧縮強度と養生日数の関係を示したものである。これらのうち、蓮池粘土と江北粘土については過去に行った実験データであるが、後者では養生日数が14日を越えると顕著な強度低下をきたし、長期的にはピーク後の60%程度まで減少する。両粘土の塩分濃度と有機物量はそれほど大きな違いはないので、これら以外の影響要因が関与したものと考えられた。その要因については、まだ明かでない。

兵庫粘土においては、含水比が10%増すにつれて強度が数10%低下している。図-3は一軸圧縮強度と微生物混合量の関係を示したものである。養生日数7日目では、 $w=150\%$ 及び $w=160\%$ のどちらも若干ではあるが強度発現が抑えられている。しかし養生日数30日目では、微生物を添加したものとしていないものの両方とも強度発現にほとんど差はみられない。供試体の反応生成物

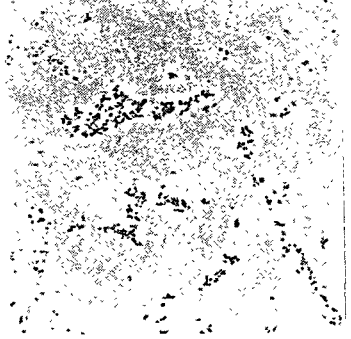
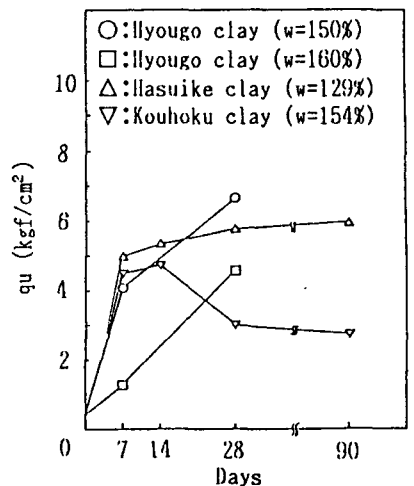


図-1 微生物の顕微鏡写真

図-2 一軸圧縮強度と養生日数の関係
 Ca(OH)_2 10%

についてはまだ調べていないので、上記の実験結果において微生物の影響について明確なことはいえない。しかし、供試体の応力ひずみ関係に注目すると、図-4、図-5に見られるように、微生物の影響が顕著に認められる。石灰のみの供試体はぜい性的であるのに対して、微生物を加えたものはピークの値は少し低い、その値を一定量の変形の間維持するという特性を示している。0.06%という微量の微生物添加がどのような機構で改良土の力学的性質に影響を与えたのか、反応生成物を調べて明らかにしていきたい。

5.まとめ これまでに得られた実験結果から、次のようなことがいえる。粘土の乾燥重量に対して、0.06%程度の微生物を加えると、養生日数7日間においては強度発現が若干抑制されるようである。しかし、養生日数が30日になると、強度の大きさに与える微生物添加の効果は小さくなる。しかしながら、応力ひずみ特性に関しては、微生物の添加の影響が明瞭に認められた。すなわち、石灰のみの改良土がぜい性的であるのに対して、微生物供試体では、ピーク強度の値が一定変形の間維持されるのが認められた。このような現象のメカニズムについては未だ詳らかでない。

今回の実験では、実験の都合で好気性の微生物を実験に用いたが、引続き嫌気性微生物についても同様な実験を行ってみる必要がある。また、養生時間に関しても、長期間養生を行って微生物添加の影響を調べる必要がある。

最後に、微生物の培養、実験方法等についてご指導、意見を与えてくださった本学農学部に加藤富民雄助教授に感謝の意を表します。

文献 1) 中村・三浦・坂井：土と基礎、Vol.35, No.5, 1987.

2) 阿部・三浦：土木学会西部支部、平成元年度研究発表会講演集、1990.3.

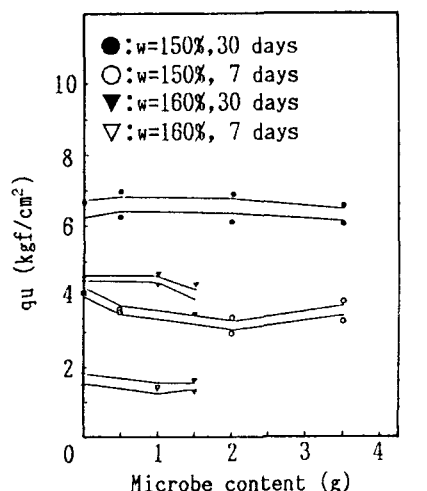


図-3 一軸圧縮強度と微生物混合量の関係
 $\text{Ca}(\text{OH})_2$, 10%

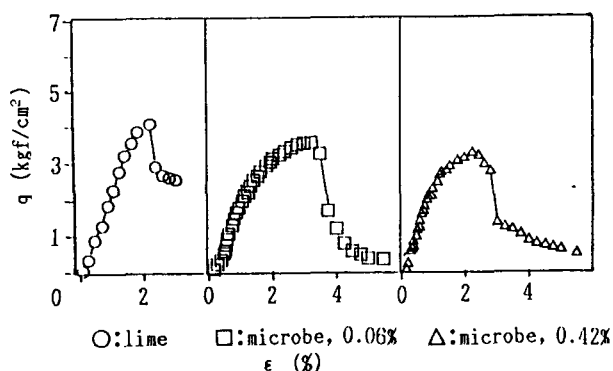


図-4 養生日数7日目の応力-ひずみ曲線

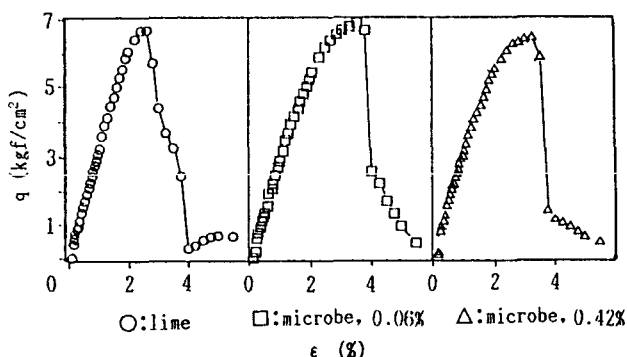


図-5 養生日数30日目の応力-ひずみ曲線