

# 生石灰改良による有明粘土・蓮池粘土の地盤内環境を考慮した強度変化

佐賀大学理工学部 学○松田朋浩 同大学院工学系研究科 正 根上武仁 学 末吉聖次  
佐賀大学低平地沿岸海域研究センター 正 日野剛徳

## 1. はじめに

有明海沿岸部では、生石灰やセメント等の固化材を用いた化学的地盤改良が多く施工されてきている。近年、化学的地盤改良を施した地域の強度低下に関する報告がなされてきている<sup>1)</sup>。このことから、固化材混合による改良土の一軸圧縮強さの変化に関する基準の提案もなされている<sup>2)</sup>。図-1は、軟弱地盤上に盛土を構築する際の断面模式図を示したものであるが、盛土部、浅層改良部や深層改良部では改良手法が異なり、また、改良体が周辺地盤環境から受ける影響も異なる。しかし、これらの方を考慮して供試体作製を行い、強度変化について論じた既往の研究は必ずしも多くない。本研究では、同図に示す研究対象領域を考慮し、その強度変化について検討を行った。

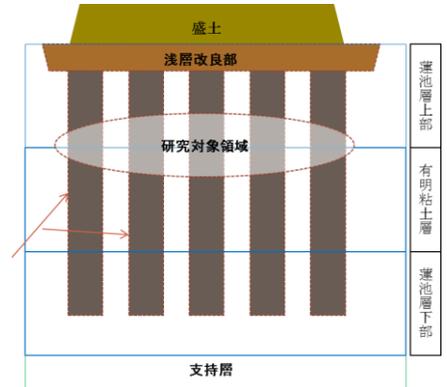


図-1 化学的地盤改良を施した軟弱地盤盛土断面図

## 2. 試料と試験方法

本研究では、有明海沿岸道路（佐賀福富道路・芦刈工区）の6m級試験盛土施工現場付近の地表面から2mの部分<sup>3)</sup>の海成粘土（有明粘土）および非海成粘土（蓮池粘土）を用いた。表-1に物理化学的性質を示す。これらの試料に対し、含水比を1.5w<sub>L</sub>（180%）に調整したものに生石灰（以後、CaOと呼ぶ）を加えて強度改良を施した。以後、有明粘土および蓮池粘土試料双方において、自然含水比のものをw<sub>n</sub>試料、1.5w<sub>L</sub>に調整した試料を1.5w<sub>L</sub>試料と呼ぶ。配合条件は、有明粘土はにおいて配合設計を行いCaOで37kg/m<sup>3</sup>（学術的配合条件、試料の乾燥重さに対する6%の配合量に相当）、蓮池粘土においてはCaOで30kg/m<sup>3</sup>および60kg/m<sup>3</sup>（現場的配合条件）<sup>3,4)</sup>とした。一軸圧縮試験用の供試体作製は、研究対象領域を図-1のように設定していることから、深層混合固化を想定し、JGS 0821-2000による供試体作製方法を採用した。養生条件については、恒温室での気中養生に加え、蒸留水、塩水20g/l溶液（人工海水、以後塩水と呼ぶ）の水溶液および酸（希硫酸0.01N溶液、以後希硫酸と呼ぶ）に気中養生7日後の供試体を水浸した。これは、地盤内環境が変化することを想定したことによる<sup>3,4)</sup>。これらの供試体における所定の期間養生後に一軸圧縮試験を実施した。

表-1 試料の物理化学的性質

	蓮池	有明	
自然含水比w <sub>n</sub> (%)	134.6	149.8	
土粒子の密度ρ <sub>s</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	2.647	2.57	
粒度組成	砂分S(%)	4	2
	シルトM(%)	25	32
	粘土分C(%)	71	66
液性限界w <sub>L</sub> (%)	120	135	
塑性限界w <sub>P</sub> (%)	49.5	53.2	
塑性指数I <sub>P</sub> (%)	70.5	81.8	
pH	7.8	8.6	

## 3. 試験結果と考察

### (1) 一軸圧縮強さの経時変化

図-2(a), (b)に、生石灰で改良した有明粘土の養生日数と一軸圧縮強さの関係を示す。図-2(a)は、養生日数と改良強度の関係、図-2(b)は、それぞれの結果を気中養生かつ28日後の供試体強度（設計強度q<sub>u28</sub>）で正規化したものを示している。w<sub>n</sub>試料および1.5w<sub>L</sub>試料いずれの場合も、非浸水が最も高い強度を示し、塩水に浸水させた場合が

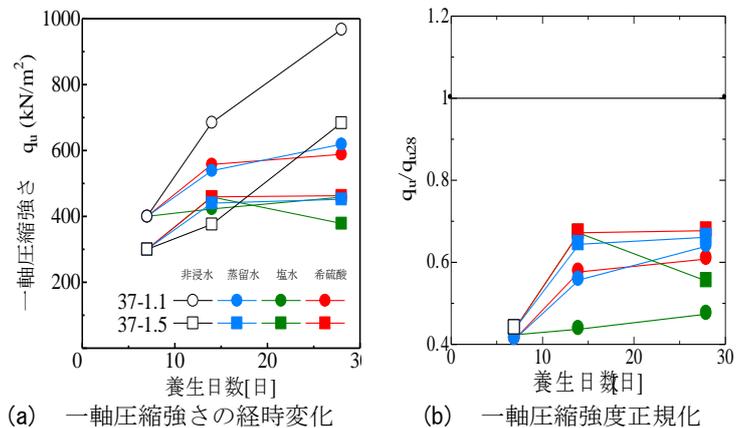


図-2 有明粘土の一軸圧縮強度

最も低くなった。また、 $w_n$  試料と  $1.5w_L$  試料のいずれも非浸水以外の供試体では養生日数 28 日まで大きな強度増加は見られない。強度の低減率は蒸留水と希硫酸では差はなかった。塩水の場合は  $w_n$  試料において強度発現があまり見られず、 $1.5w_L$  試料においては浸水 7 日目で蒸留水および希硫酸と同程度の強度が発現し、その後低減した。

次に、蓮池粘土の改良一軸圧縮強さと養生日数の関係を図-3(a), (b)に示す。図-3(a)より、有明粘土と同様に、非浸水の供試体が最も高い強度を示し、塩水に浸水した際の強度増加率が最も低くなった。CaO 30kg/m<sup>3</sup> の条件では養生日数 28 日までにおいて強度に大きな差は見られなかった。CaO 60kg/m<sup>3</sup> では非浸水の供試体も含め、養生日数 28 日で改良強度は  $w_n$  試料および  $1.5w_L$  試料のいずれも増加した。有明粘土の場合と同様に、塩水に浸水した際の強度増加率が最も低くなった。また、図-3(b)では強度発現の傾向に違いが認められた。浸潤液が塩水の場合、強度増加は比較的なだらかかつ直線的に生じる。これに対し、非水浸、蒸留水、希硫酸の場合は、比較的早期に強度が発現し、それ以降の強度増加率が低い結果となった。

## (2) 養生日数と乾燥密度の関係

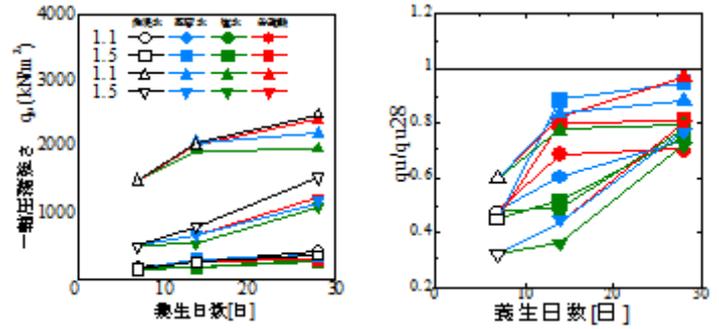
図-4(a), (b)に養生日数と乾燥密度の関係を示す。(a)は有明粘土、(b)は蓮池粘土の場合である。図中の凡例は図-2および図-3と同様である。図-4(a)より、有明粘土の場合は、 $1.5w_L$  試料の乾燥密度は  $w_n$  試料よりも低くなった。また、 $1.5w_L$  試料の乾燥密度は養生日数とともにやや増加したのに対し、 $w_n$  試料はほぼ一定値を示した。一軸圧縮試験結果と併せて考察すると、含水比が高い試料は一軸圧縮強さが低く、乾燥密度も低い傾向を示した。図-4(b)から、蓮池粘土の  $w_n$  試料は養生日数の増加に伴い乾燥密度が低下した。 $1.5w_L$  試料は養生日数に関わらず乾燥密度はほぼ一定の値となった。一軸圧縮強さを考慮すると、有明粘土とは逆の傾向を示した。

## 4. まとめ 本研究で得られた知見を要約すると次のとおりである。

- (1) 塩水に浸潤させた場合、海成粘土と非海性粘土では、海成粘土の方が大きく強度の低下が起こる。
- (2) 貧配合改良条件のもとでは含水比を要因とした一軸圧縮強さの値に大きな違いは認められない。
- (3) 高配合改良条件のもとでは、含水比が高い場合に一軸圧縮強さが低下し、低い場合に強度が増加する。

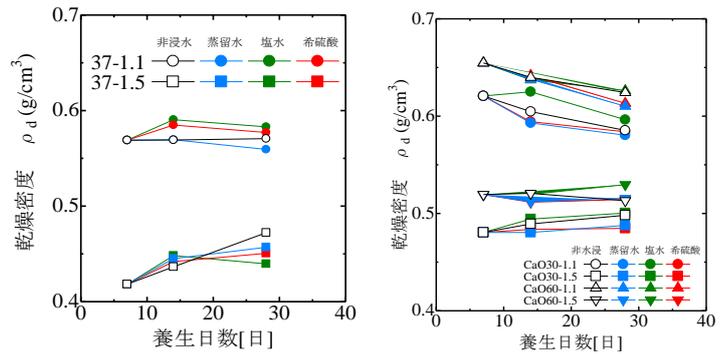
謝辞：本研究は、平成 23 年度（独）日本学術振興会・科学研究費補助金・基盤研究（C）（一般）・課題番号 23560592（研究代表者：根上武仁）による助成を受けて実施した。また、同研究の一部には同科学研究費補助金・基盤研究（B）（一般）・課題番号 23360204（研究代表者：日野剛徳）による助成も充てた。記して感謝の意を表します。

参考文献：1)林ら：北海道開発土木研究所月報，No.612，pp.28-36，2004。2)（独）土木研究所：建設汚泥再生利用マニュアル，p.298，2008。3)根上ら：土木学会第 65 回年次学術講演会講演概要集，CD-ROM，pp.145-146，2010。4)根上ら：第 45 回地盤工学研究発表会平成 22 年度発表講演集，CD-ROM，pp.609-610，2010。



(a) 一軸圧縮強さの経時変化 (b) 一軸圧縮強度正規化

図-2 蓮池粘土の一軸圧縮強度



(a) 一軸圧縮強さの経時変化 (b) 一軸圧縮強度正規化

図-2 有明粘土の一軸圧縮強度