

完新統の石灰系地盤改良における溶存シリカの溶出・固定と強度発現の関係

佐賀大学理工学部 学生会員 ○長部 稔子 低平地研究センター 正会員 日野剛徳
九州大学大学院比較社会文化研究院 山中寿朗 佐賀大学大学院 学生会員 原弘行
佐賀大学理工学部 学生会員 田中優子

1. はじめに 有明海北西岸低平地では、有明海沿岸道路の整備が進められており、軟弱地盤対策技術の確立が急務の課題になっている。橋梁部の基礎、ドレーンや固化材による深層混合処理工法においては、しばしば軟弱地盤から生じる多量の建設発生土の取り扱いを余儀なくされる。有明海近接の地域における一大事業のため、周辺環境への一層の配慮が求められることになる。しかし、建設発生土から生じる地盤環境の問題については未解決のものが少なくない¹⁾。本報では、完新統中の溶存シリカに着目し、その溶出・固定に関する一連の実験を行った結果について述べる。

2. 溶存シリカと実験方法 本研究の対象とする軟弱地盤は完新統であり、海成の有明粘土と非海成の蓮池層上・下部によって構成されている。堆積環境に関する既往の研究から、当該粘土中には珪藻遺骸や火山ガラスからなる非晶質シリカが多く含まれているのがわかっている。実験試料には、対象地域における平面的・深さ的性質の分類²⁾に基づいて、久保田地区および福富東地区から得られたボーリング試料を用いた。前者は地盤特性および地盤環境特性が変化しつつある地区、後者は両特性ともに変化してしまっている地区と考えることができる。各地区における深さ 4, 6, 8m の試料に対し、改良前の初期特性に関する把握を行った。次に、同一試料に対して 50kg/m³ の配合量による生石灰処理を行い (JGS 0821-2000 準拠)、一軸圧縮試験 (7 日および 28 日養生かつ各々 2 試料/深さ) およびこれと同一条件・数量のものを非攪拌抽出試験³⁾に供した。抽出試験の際、供試体から溶出する溶存シリカの実験上の飽和状態を避けるために、供試体体積：養生水体積=1:10 の割合になるよう、容器に養生水を満たした。現位置における建設発生土の保管状況を想定して、養生水には河川最上流から採水し天水 (雨水) と位置づけたものを用いた。抽出試験中は 20 ± 3℃ の室温のもとで暗室保管を保ち、所定の期日に養生水を少量ずつ採水し、pH および溶存シリカの分析に供した。この分析には多項目水質分析計を用い、吸光光度法におけるモリブデンブルー比色法³⁾に従った。

3. 実験結果と考察 改良前の初期特性および改良後の一軸圧縮試験 q_{ui} の結果を図-1 に示す。改良前の一軸圧縮強さ q_{u0} については、シンウォール開封直後に測定している。塩濃度、pH、ORP および溶存シリカ濃度は改良直前の攪拌土の値を用いている。これらの結果から、両地点における主な違いは塩濃度、溶存シリカ濃度および q_{ui} に現れている。 q_{ui} に及ぼす塩濃度の影響が知られている⁴⁾が、本結果ではむしろ溶存シリカ濃度と q_{ui} との間で明瞭な相関関係が認められる。また、堆積当初の有明粘土における溶存シリカの値を平均 150 $\mu\text{g/L}$ 程度⁵⁾と見なしてよいならば、本検討における溶存シリカ濃度はその 1~1.7 倍に相当し、高い濃度の状態にある。以上のような試料の非攪拌抽出試験を行った結果が図-2(a)~図-3(c)である。各図には、天水の値を破線で併記している。本検討から、改良しない試料であってもシリカ

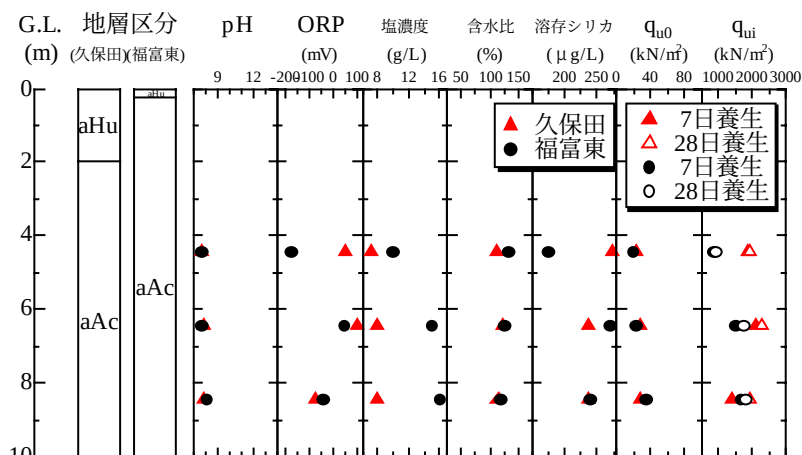


図-1 初期特性と一軸圧縮強さ q_{ui}

の溶出が生じることがわかった。次に、 q_{ui28} の結果についてはまだ経過を見守っている状態であるが、概ね 14 日経過以降から溶存シリカは $200 \mu\text{g/L}$ 付近でそれ以上の溶出を抑制する傾向を示しており、pH は天水の値に向かって低下していることがうかがえる。図-4 は、図-2(a)～図-3(c) の経過日数 21 日におけるシリカ溶出量のピーク値の比 $r_{Si_{28}/r_{Si_7}}$ と q_{ui28}/q_{ui7} の比の関係を求めたものである。この図から、改良前の溶存シリカ濃度の低いものほど、かつ改良土の養生日数 7 日目から 28 日目にかけて強度発現を増すものほど、溶出するシリカ量は抑えられていることがうかがえる。同様の視点で pH_{28}/pH_7 と q_{ui28}/q_{ui7} の関係をまとめたのが図-5 である。強度発現を増すものほど pH の低下を示すことがわかった。

4. まとめ 本報で得られた知見を要約すると、次のとおりである。1) 生石灰で改良した一軸圧縮強さ q_{ui} について、

改良以前における試料中の溶存シリカ濃度と q_{ui} との間で相関性が認められた。2) 改良しない試料においてもシリカの溶出が生じることがわかった。3) 改良土の養生日数 7 日目から 28 日目にかけて強度発現を増すものほど、溶存シリカの溶出や pH による地盤環境への影響は抑えられると考えられる。

謝辞 本研究は、平成 15～17 年度における文部科学省科学研究費補助金（萌芽研究）ならびに佐賀県有明海沿岸道路 17 年度受託研究で実施している研究の一環である。本研究の実施に際し、地盤調査関係機関・各位にお世話になっている。記して感謝の意を表します。

参考文献 1) 熊本日日新聞：平成 14 年 8 月 20 日記事，2002。2) 日野ら：平成 17 年度土木学会西部支部研究発表会，2006。（投稿中）3) (財)河川環境管理財団：河川水質試験法(案)試験方法編，技報堂出版，pp.826～833，1997。4) 中村ら：土と基礎，Vol.35，No.5，pp.9-14，1987。5) 田中・日野ら：平成 17 年度土木学会西部支部研究発表会，2006。（投稿中）

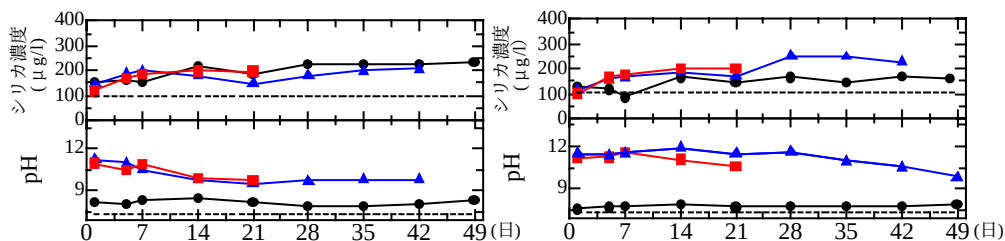


図-2(a) 久保田 4m

図-3(a) 福富東 4m

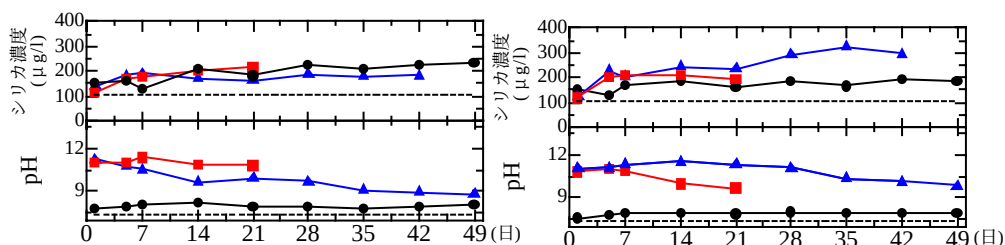


図-2(b) 久保田 6m

図-3(b) 福富東 6m

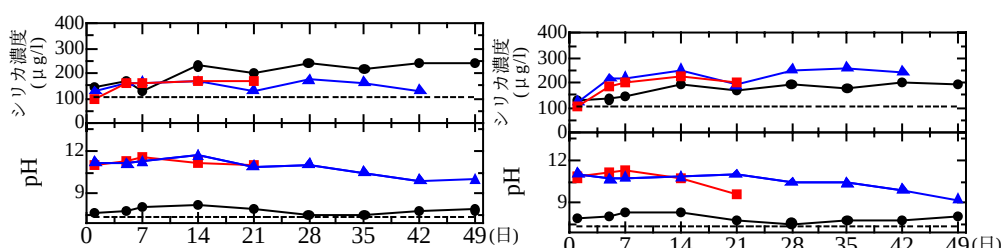
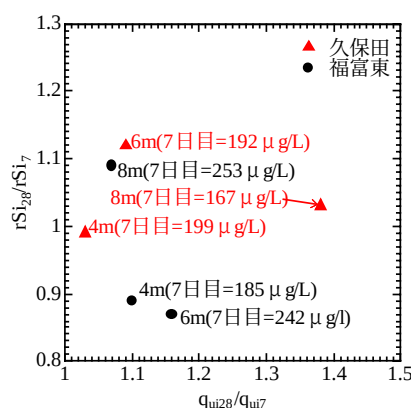
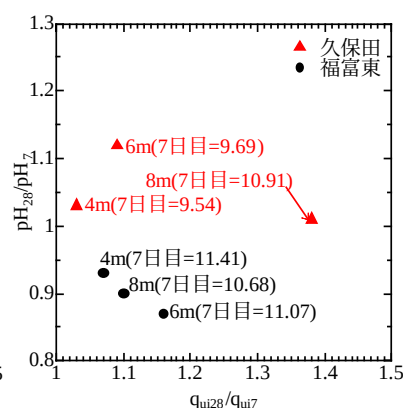


図-2(c) 久保田 8m

図-3(c) 福富東 8m

図-4 $r_{Si_{28}/r_{Si_7}}$ と q_{ui28}/q_{ui7} の関係図-5 pH_{28}/pH_7 と q_{ui28}/q_{ui7} の関係