

浦安市高洲 8 沖積粘土の物理・化学性質の経時変化とその原因検討

大阪市立大学大学院工学研究科
基礎地盤コンサルタンツ(株)
地域地盤環境研究所
(株)アサノ大成基礎エンジニアリング
大阪市立大学大学院理学研究科

○正 大島昭彦
正 久保田耕司 笹尾憲一
伊藤浩子
熱田真一
益田晴恵

1. はじめに

筆者らは、これまでに図-1 に示す千葉県浦安市の高洲 8 (2011 年), 鉄鋼通り (2012 年), 港 (2013 年), 千鳥 (2014 年), 運動公園・高洲 6 (2015 年) で沖積粘土層を連続サンプリングして土質特性を詳細に調べた。中でも、浦安沖積粘土層は超鋭敏性を示し、かつ試料の保存期間によって物理・化学性質が大きく変化するという特異性があることを報告した¹⁾⁵⁾。しかし、それらは最初に行った高洲 8 で特に顕著であり、地域性があつた。

そこで本稿では、2017 年 7 月に再度高洲 8 (2011 年とほぼ同じ地点) で連続サンプリングした沖積粘土層の物理・化学性質の経時変化とその原因を化学組成から調べた結果を報告する。なお、高洲 8 沖積粘土層の土質特性(物理, 化学, 力学特性)の詳細(2011 年と 2017 年の比較も含めて)は文献 6)を参照されたい。

2. 高洲 8 沖積粘土層の物理・化学性質の経時変化

既報¹⁾⁵⁾と同様に、サンプリング後にパラフィンシールしていた試料を開封し、0.425mm ふるいに通して均一化した粘土(自然含水比 w_n を測定)を 5 分割し、開封直後(0 ヶ月), 1.5 ヶ月後・3 ヶ月後(非乾燥, 採光状態で保存), 3 ヶ月後(非乾燥, 遮光状態で保存), 3 ヶ月後(塑性限界 w_p 程度まで空気乾燥(気乾)状態で保存)に液性限界 w_L , w_p 及び pH と電気伝導率 χ を測定した。

図-2 に高洲 8 沖積粘土層の物理・化学性質の経時変化を示す。図(1)の w_L は、1.5 ヶ月で大きく増加し(最大 30%), 3 ヶ月でもさらに増加している。一方、 w_p の変化はわずかであった。 w_L の増加によって、図(2)の塑性指数 I_p も大きく増加し、図(3)の液性指数 I_L は大きく低下した。 I_L は 0 ヶ月では 1 を大きく超えて(深度 26~30m では 1.6~2.4)超鋭敏性を示していたが、1.5, 3 ヶ月で 1 を下回るようになった。これらの傾向は 2011 年高洲 8 と同じであった¹⁾。しかし、3 ヶ月遮光でも w_L は大きく増加し、2011 年とは異なる結果となった。さらに、3 ヶ月気乾では w_L の増加は小さかった。図(4)の pH は 1.5, 3 ヶ月で低下(最大 1.4), 酸性化し、3 ヶ月遮光, 気乾でも同様に低下した。図(5)の χ は 1.5 ヶ月で大きく増加し(最大 90mS/m), 3 ヶ月でさらに増加した(最大 170mS/m)。やはり 3 ヶ月遮光, 気乾でも大きく増加した。

表-1 にこれまでの全 7 地点の物理・化学性質の経時変化と鋭敏性のまとめを示す。同じ浦安市内でも経時変化と鋭敏性の挙動が異なり、両者は必ずしもリンクしていない。 w_L が経時変化する場合は pH が減少し、 χ が増加しているので、 w_L の増加は酸化によって電気的性質が活性化したことによると推測できる。なお、高洲 8(2017)も塩化物含有量が大きく減少しており⁶⁾, 他地点も含めて塩分の容脱(リーチング)が鋭敏性の高さと関連した⁵⁾。

3. 高洲 8 沖積粘土層の化学組成による経時変化の原因検討

保存期間に粘土内にどのような化学変化が起きているかを調べるために、先と同様に 0 ヶ月と 3 ヶ月後(非乾燥,



図-1 浦安市沖積粘土の調査地点

表-1 浦安市沖積粘土の物理・化学性質の経時変化と鋭敏性のまとめ

地点名	物理・化学性質の経時変化	鋭敏性
高洲 8(2011)	大きく変化	非常に高い
鉄鋼通り	変化は小さい	やや低い
港	変化は小さい	非常に高い
千鳥	やや変化	やや低い
高洲 6	— (未測定)	やや低い
運動公園	大きく変化	やや高い
高洲 8(2017)	大きく変化	非常に高い

Key Words: 沖積粘土, 液性限界, 経時変化, 鋭敏性, 酸化, 硫黄含有量

〒558-8585 大阪市住吉区杉本 3-3-138 大阪市立大学大学院工学研究科都市系専攻 TEL 06-6605-2996 FAX 06-6605-2726

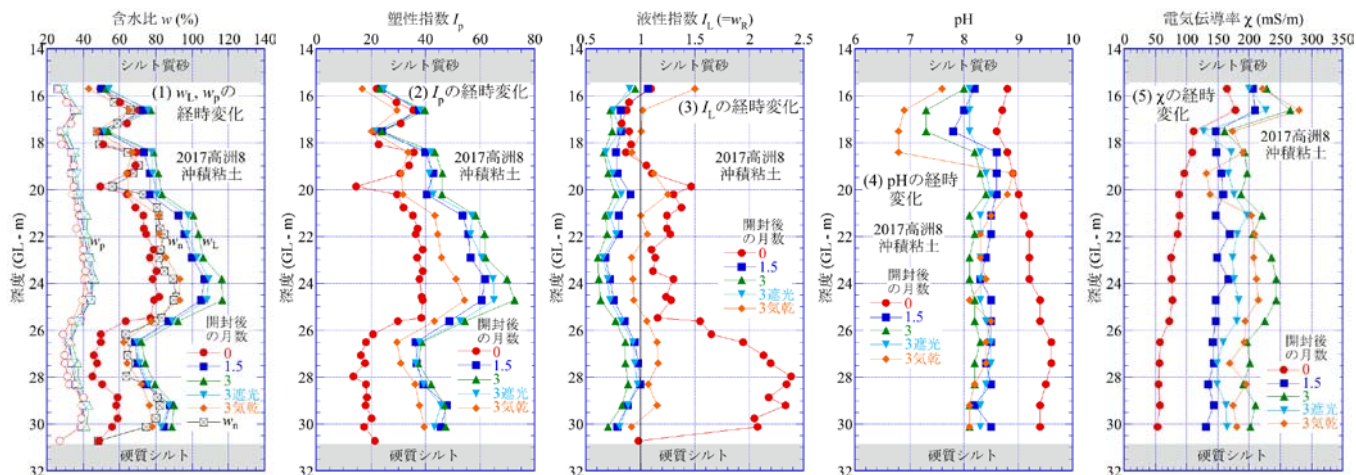


図-2 高洲 8 沖積粘土層の物理・化学性質の経時変化

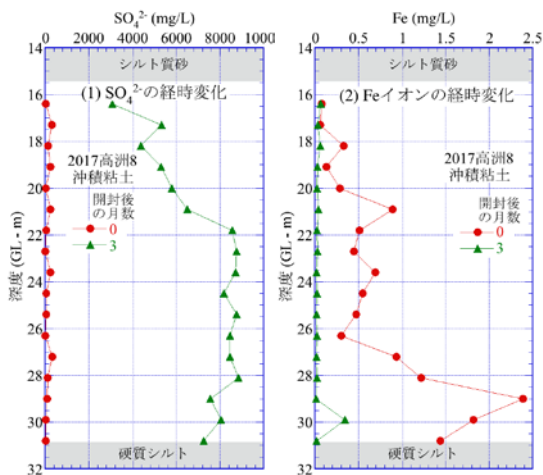


図-3 高洲 8 沖積粘土層の間隙水の主成分の経時変化

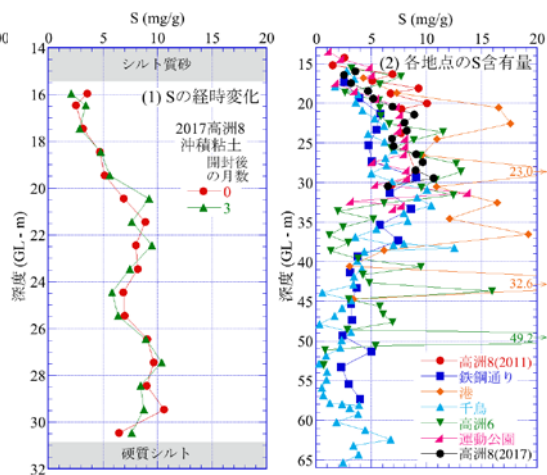


図-4 全含有量分析による硫黄含有量

採光状態で保存)の粘土試料から間隙水を絞り出し(約 5MPa の圧縮抽水法),主要溶存成分の分析を行った(陽イオンは ICP-MS, 陰イオンはイオンクロマトグラフによる)。さらに, 蛍光 X 線による全含有量分析を行った。

図-3 に高洲 8 沖積粘土層の間隙水的主要溶存成分の経時変化を示す。図-3(1)に示すように, 3 ヶ月の保存期間で間隙水中に硫酸イオン SO_4^{2-} が大量に溶出した。ここで, 海成粘土層には黄鉄鉱 (FeS_2 , パイライト) が高濃度に含まれることが知られている⁷⁾(実際の高洲 8 沖積粘土層中の黄鉄鉱は現在分析中)。文献⁸⁾では粘土中の硫黄含有量が 0.4% (=4mg/g) 以上となると, 水分中の溶存酸素との接触で硫酸が生成されて酸性化すると報告されている。図-4(1)に示す全含有量分析による硫黄含有量は最大 1% となっており, 硫黄含有量は経時変化してないことから, 黄鉄鉱の分解量に匹敵する量だけの硫酸が生成したと判断される。また, 図-3(2)に示す Fe イオンも同様に 3 ヶ月で増加しており, 黄鉄鉱の分解によって硫酸が生成されたことを裏付けている。一方, 陽イオンで最も多く溶出したのは図-3(3)に示す Ca^{2+} であったが, Na^+ , Mg^{2+} , K^+ も多く溶出した。これらは, 黄鉄鉱の酸化分解により生成した硫酸の水素イオンが粘土鉱物の交換性陽イオンと交換して溶出したと考えられる。ただし, 図-4(2)に示すように, 全 7 地点の硫黄含有量はいずれも高い値を示し, 中でも港は特に高いが, 物理・化学性質の経時変化の程度は小さかった²⁾ので, これらの因果関係はさらなる検討が必要と考えている。

液性限界 w_L は一次性質(固有の性質)とされてきたが, 海成粘土では試料の保存期間・状態によって土中に含まれる硫黄成分から硫酸が生成されて酸性化し, w_L が増加する場合があるので, 測定に当たっては要注意である。

参考文献

- 1) 大島・他: 千葉県浦安市沖積粘土層の液性限界の経時変化の測定例, 土木学会第 68 回年次学術講演会, III-116, pp.231-232, 2013.
- 2) 新井・他: 千葉県浦安市沖積粘土層の土質特性と液性限界の経時変化の測定例, 土木学会第 69 回年次学術講演会, III-044, pp.87-88, 2014.
- 3) 大島・他: 千葉県浦安市沖積粘土の鋭敏性と塩化物含有量の関係, 土木学会第 69 回年次学術講演会, III-045, pp.89-90, 2014.
- 4) 大島・他: 千葉県浦安市沖積粘土層の物理・化学性質の経時変化と鋭敏性の成因の検討, 土木学会第 70 回年次学術講演会, III-391, 2015.
- 5) 大島・他: 浦安市沖積粘土層の物理・化学性質の経時変化と鋭敏性の原因検討, 土木学会第 71 回年次学術講演会, III-268, pp.535-536, 2016.
- 6) 安田・他: 浦安市高洲 8 での地盤調査結果(その 2: 沖積粘土層の土質特性), 第 53 回地盤工学研究発表会(投稿中), 2018.
- 7) アーバンクボタ No.23: 海成粘土と硫化物, pp.2-31, 1984, <http://www.kubota.co.jp/siryu/pr/urban/pdf/23/index.html> (2018.3.22 参照).
- 8) 桜本: 海成泥質岩が酸性水を発生させる可能性について, 地下水技術, Vol.36, No.4, pp.29-33, 1994.