

有明粘土の高位構造に関する一考察

佐賀大学理工学部 学○ 辻川 大助 同大学院 学 辻 大輔
同低平地防災研究センター 正 日野 剛徳 同理工学部 正 三浦 哲彦

1. まえがき 佐賀・白石平野に堆積する有明粘土の中には、塩分溶脱の影響を受けているにも関わらず高位の構造を保っているものがある。このようなユニークな構造特性を明らかにすることが、その高鋭敏性、高圧縮性の原因を明らかにする上での鍵になると考える¹⁾。本研究では、有明粘土の堆積当初における構造特性を調べることが目的として、干潟に堆積している有明粘土を採取し、その土質工学的性質について検討した。次に、その粘土を完全に攪乱することで堆積直後の状態を再現し、有明粘土の構造特性に関する考察を行った。

2. 堆積当初の土質工学的性質 佐賀空港近隣の干潟において、地表面から地表面下1mにかけて粘土を採取し、その土質工学的性質

を調べて図-1の結果を得た。表層から下位にかけて、粒度組成は粘土分・シルト分の優勢な組成から砂分の優勢な組成へと変化している。砂分には、2mmふるいを通過した貝殻細片が多数見られる。自然含水比 w_n は100~200%を呈し、液性限界 w_L は

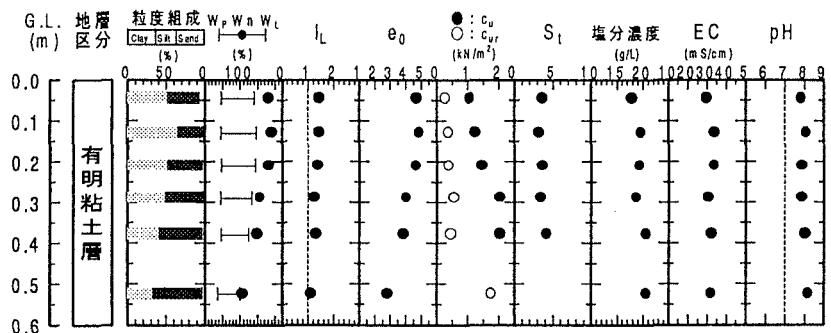


図-1 堆積当初の有明粘土の土質工学的性質

100%~150%，液性指数 I_L は1より大きく、間隙比 e_0 は3~5の値を示している。室内ペーン試験機を用いて求めた鋭敏比 S_t は、3~5の値を示している。塩分濃度は平均して20g/lであり、現在の有明海の塩分濃度とほぼ同様の値を示した。また、電気伝導率は30mS/cm、pHは8であることから、この粘土に塩分溶脱は生じておらず、間隙水中には多くの溶存イオンが存在していると考えられる。 w_L が塩分溶脱の影響を受けた有明粘土²⁾のそれよりも高いのは、高塩分濃度に起因するためである。鋭敏比については一般的な海成粘土の値と大差ないことから、堆積当初の有明粘土は高鋭敏性ではないと言える。

3. 堆積当初における構造特性 上述の土質工学的性質を有する有明粘土と、この粘土に塩分希釈処理を施した2種類の人工溶脱粘土 ($w_i=185\%$, $w_L=137\%$, $w_P=42\%$, 塩分濃度 8g/l および $w_i=190\%$, $w_L=132\%$, $w_P=43\%$, 塩分濃度 2.5g/l) の計3種類を用いて以下に示す検討を行った。供試体の作製、実験方法等については前報³⁾を参照されたい。

図-2にピーク時における練返し強さ C_{vir} と経過時間の関係を示す。各試料とも強度増加はおおよそ7日までは急速に進み、その後は緩やかな増加を示している。これらの内、塩分濃度の高い堆積当初の有明粘土ほど大きな強度増加を示しており、この推定到達強さ C_{vir} を双曲線法により解析すると、0.67kN/m²であった。さらに、堆積当初の有明粘土の非排水せん断強さ C_u と C_{vir} の比 (C_u/C_{vir}) を求めると、3という値が得られた。この粘土の強度増加量は、練返し直後から28日経過したもので比較した場合、堆積当初の有明粘土は人工溶脱粘土 (塩分濃度8g/l) の1.3倍、人工溶脱粘土 (塩分濃度2.5g/l) の1.6倍の値を示す。図-3は佐賀空港造成地

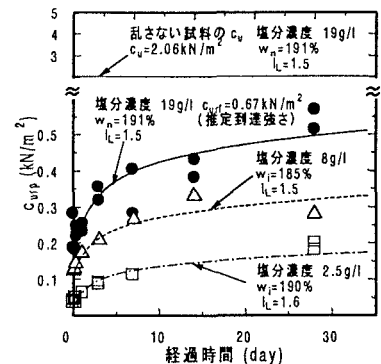


図-2 堆積当初の粘土と人工溶脱粘土の C_{vir} と経過時間の関係 (堆積当初の有明粘土の C_u を併記)

(G.L. 3m)から採取した有明粘土 ($w_n=130\%$, $w_c=100\%$, $w_s=44\%$, $I_L=1.5$, 塩分濃度 10g/l) についての c_{urp} と経過時間の関係および c_u を示している。塩分濃度から、この粘土はすでに塩分溶脱の影響を受けていることがわかる。この試料での c_{urp} は 0.58 kN/m^2 , c_u/c_{urp} は 17 となった。先述した堆積当初の有明粘土の場合の c_u/c_{urp} が 3 であるのと比べると、塩分溶脱の影響を受けた有明粘土は 5 倍以上の値を示している。藤川らは、練返した有明粘土の強度は、主としてシキソトロピーに起因する強度回復によって乱さない粘土の強度に近づくことと推定している⁴⁾。しかし、この解釈が塩分溶脱の影響を受けた有明粘土に対して適用できないことは、図-3 から明らかである。

4. 高位構造に関する考察 $I_L=1$ のときの粘土のせん断強さは、その種類を問わず $1.7 \sim 2.5 \text{ kN/m}^2$ であると言われている^{5) 6)}。これをもとに、堆積当初における有明粘土ならびに塩分溶脱の影響を受けた有明粘土の c_u と I_L の関係を求めたのが図-4 である。ほとんどの粘土の I_L が $1 \sim 2$ を示すにも関わらず、 c_u については粘土の種類を問わず $4 \sim 40 \text{ kN/m}^2$ と大きな値を示している。以上のことから、これらの粘土はともに高位構造を有しているといえる。しかし、両者の間には堆積過程に受けた塩分溶脱による性質の違いがあるため、大きな強度を保つ溶脱粘土にはその構造を保持し得るその他の要因が関与していると考えられる。図-5 に堆積当初における有明粘土と塩分溶脱の影響を受けた有明粘土の c_u と間隙比 e_0 の関係を示す。 e_0 は $3.5 \sim 4.5$ の間で同等の値を示すが、それに対する強度には違いがみられ、溶脱粘土の値がより大きい。

以上のような結果をもたらす要因の一つとして、セメンテーションの影響が考えられる。これにより、堆積時の高い間隙比を保ったまま、続く上載荷重の増加に耐えてきたことが、高い間隙比を保つ結果をもたらした可能性がある。このような過程で高位構造は形成され、その結果として有明粘土は高鋭敏性、高圧縮性の性質を有するに至ったと推定される。有明粘土のセメンテーションの発達機構は明らかではないため、今後、セメンテーション物質についての詳しい検討とその説明を行っていく必要がある。

5. 結論 1) 堆積当初の有明粘土の鋭敏比は $3 \sim 5$ の値を示し、一般的な海成粘土の鋭敏比とはほぼ同じである。2) 堆積当初の有明粘土を完全攪乱し堆積直後の状態を再現させた粘土は、時間の経過にともない強度が増加する。強度はおよそ 7 日までは急速に増加し、その後は緩やかに増加している。また、塩分濃度が高いほど大きな強度増加を示すことから、堆積当初の有明粘土は比較的短い時間で安定した土構造を形成すると考えられる。3) せん断強さと液性指数の関係から、堆積当初の有明粘土はすでに比較的高位な構造を有していると考えられる。4) 堆積当初の有明粘土と溶脱粘土はともに高位構造を有しているが、非排水せん断強さや鋭敏比にはかなりの差がみられる。その差を説明する要因の一つとしてセメンテーションが考えられる。

謝辞 (株)親和テクノ 中村六史氏には、干潟における有明粘土の試料採取に際し種々の便宜を図っていただいた。また、本研究は、平成 8 年度文部省科学研究費 (一般研究 (B) 研究者代表、三浦哲彦) の補助を受けた。記して感謝の意を表します。参考文献 1) 赤峰ら：第 31 回地盤工学発表会講演要集，pp. 595-596, 1996. 2) 三浦ら：土木学会論文集，No. 541/III-35, pp. 119-131, 1996. 3) 辻ら：土木学会西部支部研究発表会講演要集，pp. 392-393, 1997. 4) 藤川・高山：農業土木学会大会講演会講演要旨，pp. 170-171, 1974. 5) 嘉門・浅川共著：技報堂出版，1988. 6) Nagaraj et al.: Wiley Eastern Limited, pp. 181-207, 1994.

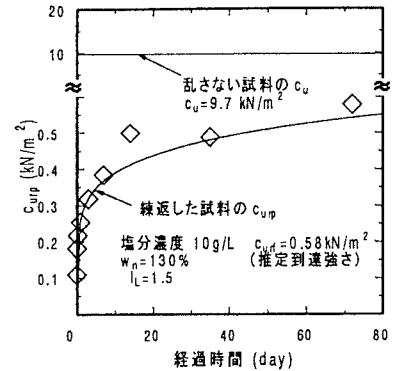


図-3 塩分溶脱の影響を受けた粘土の c_{urp} と経過時間の関係 (c_u を併記)

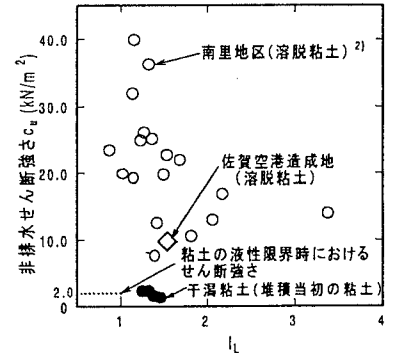


図-4 乱さない有明粘土の非排水せん断強さと液性指数の関係

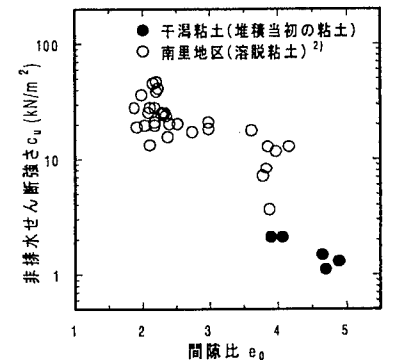


図-5 非排水せん断強さと間隙比の関係