

有明粘土の土質特性におよぼす珪藻遺骸の影響

佐賀大学 ○学 水崎 満江 工学系研究科

学 辻 大輔

低平地防災研究センター 正 日野 剛徳

1. はじめに 佐賀, 白石平野に堆積する有明粘土には高鋭敏性, 高圧縮性に加え, 高摩擦性を示すものがある。有明粘土中には数十 μm ~数百 μm の大きさの珪藻遺骸が観察されており, 多孔質で表面形状は粗く, 空隙の大きな構造が, 上述の粘土の特性に関与している可能性がある。本研究では, 珪藻遺骸を混合させた有明粘土のコンシステンシー特性や摩擦特性の変化について検討を行い, 有明粘土の特性に及ぼす珪藻遺骸の影響について考察した。

2. 珪藻土混合に伴うコンシステンシーの変化 写真-1に示すように有明粘土中には珪藻遺骸が観察される。これらの大きさは5~50 μm であり, ほぼ完全に形状が保持されているものと欠けて破片状態と化したものがある。これらの種類として, キクロテラ(Cyclotella), メロシラ(Melosira)等が観察される。実験試料として, 干潟より採取した有明粘土(塩分濃度20g/l)と江北地区より採取した有明粘土(塩分濃度2g/l)の2種類の粘土に, 大分県玖珠郡九重町で採取した湖成層の珪藻土を混合させたものを準備した。この珪藻土は有明粘土中に含まれる珪藻遺骸と同種のもので占められており, 湿潤状態で250 μm ふるいを通過させ, 分散させたものを粘土の乾燥重量に対して0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%混合した。

干潟・珪藻混合粘土(以下, 干潟粘土という)は初期含水比 $w_i=210\%$, 土中塩分濃度15g/l, 江北・珪藻混合粘土(以下, 江北粘土という)は初期含水比 $w_i=180\%$, 土中塩分濃度1.7g/lに調整し, 液・塑性限界試験を行った。図-1に珪藻土混合量の増加に伴う液・塑性限界(w_L, w_P)の変化を示す。有明粘土中や分散, 混合した珪藻土中の珪藻遺骸の多くは, シルト粒径に相当する。一般に砂分やシルト分の増加は w_L, w_P の減少をきたし, 塑性指数 I_P は減少すると考えられている¹⁾²⁾。図-2に示すように, 珪藻土混合試料中の珪藻遺骸含有量(valves/g³⁾: 乾土1gに含まれる, ほぼ完全に形状が保持されていると考えられる珪藻遺骸の個数を示す単位)は, 珪藻土混合量が増加するに従って増加している。しかし, 両粘土の混合量の増加に対する w_L はほぼ一定, あるいは若干の増加を示し, w_P も増加する。すなわち I_P は減少するという結果を得た。

3. 摩擦特性の変化 粘土のコンシステンシー試験は, ある非排水せん断強さを有するときの含水比を求めていると解釈できる⁴⁾。そこで, Fall Cone法を用いて, 貫入量と含水比の関係を求め, 図-3の結果を得た。干潟粘土は, 珪藻土無混合試料と珪藻土混合試料との間に明確な貫入量の差は認められない。一方, 江北粘土については無混合試料に比べ, 混合試料のほうが各含水比におけるコーン貫入量は減少し, 抵抗は大きくなることわかる。

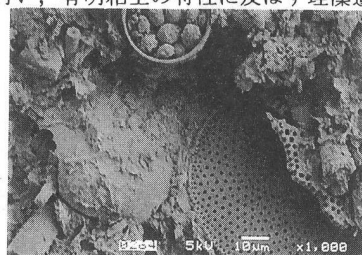


写真-1 有明粘土中の珪藻遺骸

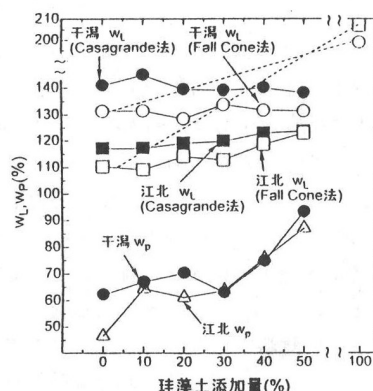


図-1 珪藻土混合量の増加に伴う液・塑性限界の変化

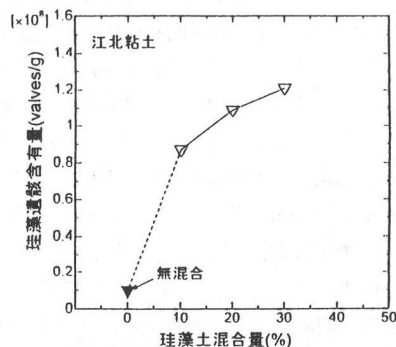


図-2 珪藻土混合量の増加に伴う粘土中の珪藻遺骸含有量の変化

次に、珪藻土混合による摩擦特性の変化を調べるために、干潟粘土に対して、圧密非排水三軸圧縮試験を行った。三軸試験は背圧98.1kPa、拘束圧49.1, 98.1, 147kPa、ひずみ速度0.05%/minの条件で行い、内部摩擦角 $\phi'_{es,0}$ (軸ひずみ $\varepsilon=5.0\%$ において求めた値)を求め、図-4の結果を得た。データ数が少ないため、珪藻土混合量の変化に伴う傾向は明確でないが、無混合に比べ混合した粘土の $\phi'_{es,0}$ は大きいことがわかる。

4. 考察 Shiwakoti⁹⁾らは、カオリンと珪藻土の混合土の w_L , w_p は珪藻土混合量の増加に伴って明瞭な増加を示すことを報告している。有明粘土の場合、 w_p はその結果によく従うが、 w_L については、干潟粘土ではほぼ一定、江北粘土で若干の増加を示すにとどまる。一方、Fall Coneで得られた結果に関する検討から、江北粘土の各含水比におけるコーン貫入に対する抵抗は、珪藻土無混合試料に比べて珪藻土混合試料の方が大きくなることを示している。干潟粘土と江北粘土の明らかな違いとして土中塩分濃度の差が挙げられる。

上述のことから、次のようなことが考えられる。一般的な粒度と w_L の関係から、粘土の珪藻土含有量の増加は液性限界の低下をきたすが、珪藻土の有する多孔質で空隙の大きな構造に起因する水分保持や粗い表面形状がコーン貫入の抵抗を高める。この結果、液性限界を増加させる。このことは、カオリンのような低い液性限界を有する粘土で顕著であり、江北粘土に僅かではあるがその傾向が現れている。高塩分濃度の干潟粘土についてはそもそも液性限界が高く、粘土は高含水状態を保っている。このため珪藻土の力学的効果が失われ、水分保持能のみが影響を及ぼしていると考えることができる。さらに有明粘土の特性である高鋭敏性に関しては、液性限界や練返し強さの低下に伴って高まると考えられているが、本実験では珪藻土の影響は逆の効果をもたらしており、珪藻土が高鋭敏性に影響を及ぼしているとはいえない。

5. 結論 1) 珪藻土を混合した有明粘土は、混合量の増加に伴って I_p が減少する点で砂分やシルト分を混合した場合と一致するが、 w_L についてはほぼ一定、あるいは若干の増加を示し、 w_p は増加を示すことがわかった。

2) 珪藻土を混合した江北粘土の各含水比におけるコーン貫入の抵抗は、無混合に比べて大きい。また、珪藻土を混合した有明粘土の内部摩擦角 $\phi'_{es,0}$ は、無混合に比べて大きい。

3) 1)および2)の結果より、珪藻土の多孔質で空隙の大きな構造が、粘土の水分保持能を高めるとともに、その粗い表面形状がコンシステンシー限界試験において力学的に影響した結果、液性限界を高め、塑性限界を増加させていると考えられる。

4) 珪藻土を混合した粘土のコーン貫入の抵抗と内部摩擦角 $\phi'_{es,0}$ は、無混合に比べて大きい。このことから、珪藻土が有明粘土の高摩擦性に関与していることが示唆された。

謝辞 本研究の遂行に際し、本学都市工学科教授・低平地防災センター長三浦哲彦には懇切丁寧な指導をいただいた。九州大学理学部下山正一博士ならびに大分県立日田林高等学校立石義孝博士には貴重な指導をいただいた。試料採取に際しては、(株)親和テクノ中村六史博士ならびに白山工業(株)高山明紀氏に便宜を図っていただいた。記して感謝の意を表します。

参考文献 1) 原田ら：土と基礎，Vol. 38, No. 6, pp21-26, 1990. 2) 落合ら：土と基礎，Vol. 41, No. 7, pp11-16, 1993. 3) 小杉：第四紀試料分析法2，東京大学出版会，pp245-252, 1993. 4) 池上：土のコンシステンシーに関するシンポジウム，pp6-10, 1995. 5) Dinesh R. Shiwakoti et al：第33回地盤工学会研究発表会，pp421-422, 1998.

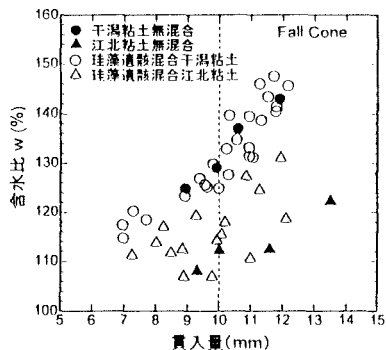


図-3 各粘土の貫入量と含水比の関係

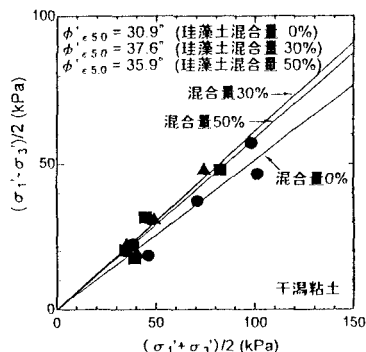


図-4 珪藻土混合量の増加に伴う内部摩擦角 $\phi'_{es,0}$ の変化