

(III-37) 塑性の異なる軟弱粘土の含水比とペーン強度の関係

横浜国立大学工学部 学生会員 ○岸雅文 正会員 田中洋輔
日建設計中瀬土質研究所 正会員 片桐雅明 正会員 斎藤邦夫

1、はじめに

海底からポンプ浚渫された粘土は含水比が高く、非常に軟弱である。このような地盤でトラフィカビリティーを獲得するためには表層処理を行う必要がある。その設計にはその地盤の強度が必要となる。しかし、このような超軟弱地盤では簡単に強度を求めることはできない。そこで比較的容易に測定できる含水比から強度を推定できないかを検討するため、ペーン強度と含水比の関係を調べた。さらに、比較的均質な海底粘土を浚渫して、それを材料に埋め立てた地盤は沈降堆積中に分級が起こり、場所によって塑性が異なることが考えられる。そこで本研究では、塑性の異なる2種類の粘土に対して、液性限界以上の高含水比域を対象とした。さらに放置時間の違いによる影響についても吟味した。

2、試料及び実験方法

○試料 実験に用いた試料は、表-1 に示す塑性の異なる2種類の海成粘土である。以下、図の凡例には高塑性粘土をH、低塑性粘土をLと表現した。なお、間隙水は $\gamma_w=1.025$ (gf/cm³) の人工海水を用いた。そのため含水比の計算には塩分補正を行なった。

○実験方法 供試体の初期含水比は、液性限界(w_L)の2倍、2.5倍、3倍を目標に表-1 に示す値に設定し、それぞれに対し放置時間を攪拌直後(t=0)、2日、1週間、1ヶ月とした。

直径20.5cm、高さ22.0cmのアクリル性円筒容器を用意し、設定した初期含水比に調整した後、気泡が入らないように試料を高さ6cm程度まで投入した。その後、設定時間放置した後、ペーン試験を行った。ペーン試験ではペーンブレード(4×2cm、厚さ1mm)を土被り深さ2cmまで貫入モーターを用いて一定速度で挿入した。貫入後直ちに0.2°/secの回転速度でペーンブレードを回転させ、そのときのトルクを連続的に測定した。トルクは腕長2.5cmの測定板に取り付けたロードセルにより測定した。

供試体の含水比の測定は次のように行った。ペーン試験終了後直ちに含水比分布測定用の真鍮性シンウォールサンプラー(直径5cm、肉厚1mm)を、ペーンブレードの貫入部分から十分に離れた位置に挿入して、試料を採取した。採取した試料をスライスカッターを用いて3mm毎に含水比を測定した。

3、実験結果

初期含水比が w_L の2倍、3倍、放置時間2日(2d)、1ヶ月(1m)の供試体の深度方向に対する含水比分布を図-1 に示す。比較のため、それぞれの初期含水比を点線で示した。各供試体の含水比は時間の経過とともに全体的に低下している。また、含水比の低下割合は深度と共には大きくなっている。高塑性、低塑性両供試体ともに初期含水比が w_L の2倍の供試体よりも3

表-1 試料の設定条件

	初期含水比(w_0)	放置時間
高塑性粘土(H) ($w_L=79$ $I_p=47$)	172(%)	t=0 t=2days t=1week t=1month
	197.8(%)	
	239.2(%)	
低塑性粘土(L) ($w_L=51$ $I_p=23$)	101.1(%)	
	127.1(%)	
	154.9(%)	

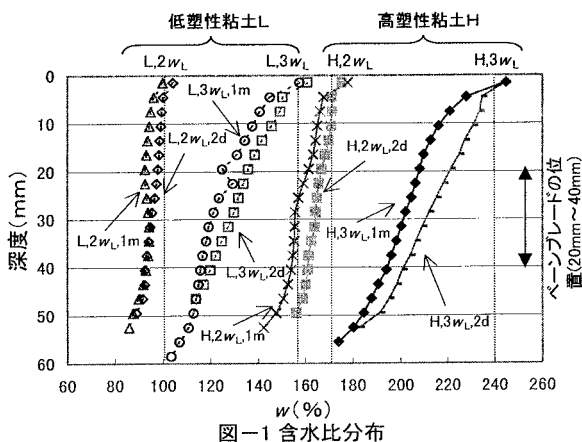


図-1 含水比分布

キーワード：ペーン強度・自重圧密・含水比分布

〒240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台7-9-5 Tel 045-339-4030

倍の方が同じ放置時間の下での変化量は大きい。

高塑性、低塑性両供試体の初期含水比 2 倍、放置時間 $t=0$ 及び 1 ヶ月に対するベーン抵抗と角変位の関係を図-2 に示す。放置時間の増加と共に角変位に対するベーン抵抗の応答が変化している。その特徴は、攪拌直後 ($t=0$) のものは角変位の増加と共にベーン抵抗は徐々に増加していき、ピークが現れずに一定値に収束している。一方、1 ヶ月放置した供試体は抵抗のピークが顕著に現れており、高塑性も低塑性もほぼ同じ角変位の時 (8~9 度) にピークが現れている。このようにベーン抵抗の応答は放置時間に大きく依存することが分かる。

今回は図-2 の矢印で示したように $t=0$ の場合においてもそれぞれの曲線の最大値をベーン強度 τ_v と定義した。

以上のように測定したベーン強度とその時の含水比との関係を図-3 に示す。ただし、ベーン強度の測定位置における含水比はベーンの高さ (2cm) に対応する深度 (20mm~40mm、図-1 参照) の含水比分布の平均値とした。図中のデータは時間をパラメーターにして描いている。このグラフでは、例えば含水比が 200% (図中に点線で示した) の時の強度を見たときに、含水比が同じであっても経過時間が異なれば強度も変わるということを示している。

低塑性粘土に着目してベーン強度と含水比の変化をみる。攪拌直後 ($t=0$) と 1 ヶ月を比較すると、初期含水比の高い供試体 (3 倍) は含水比の変化が 30% 程度と大きく低下し、それに伴ってベーン強度は 8 倍ほど増加している。一方、初期含水比の低い粘土 (2 倍) は含水比の変化が 5% 程度と小さいにもかかわらず、ベーン強度は 4 倍程度増加している。このように含水比低下に対するベーン強度の増加割合は初期含水比に依存するという特徴がある。このことは高塑性においても、程度の違いはあるにしても、同様のことが言える。

両粘土ともに含水比が異なっているが、ベーン強度、時間の相関関係はよく類似している。そこで、含水比を各粘土の液性限界で正規化してみる。その結果を図-4 に示す。正規化した含水比は当然同じような位置にくる。さらに放置時間が同じであるベーン強度曲線もほぼ重なる。このグラフによると放置時間によって強度-正規化含水比曲線が存在するようである。

4、まとめ

液性限界の 2 倍~3 倍程度の高含水比の粘土では、ベーン強度はせいぜい 0.4kPa であるが、含水比が同じであっても時間と共に強度は増加する。塑性の異なる粘土では、液性限界で含水比を正規化することにより強度、含水比、時間の関係が塑性によらず一義的に決まる傾向があることがわかった。

今後は試料を増やすとともに、さらに広い含水比 (液性限界の 2 倍以下、3 倍以上) において強度を調べていく必要があると考えられる。

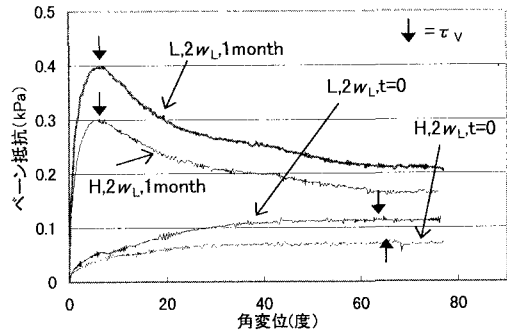


図-2 ベーン抵抗-角変位関係

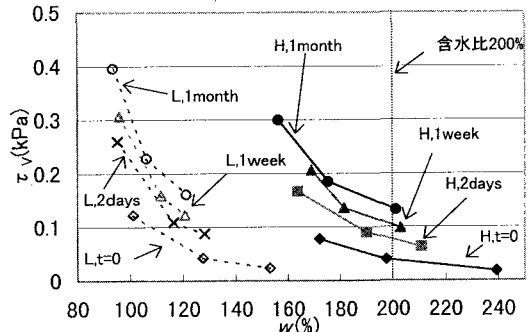


図-3 ベーン強度-含水比関係

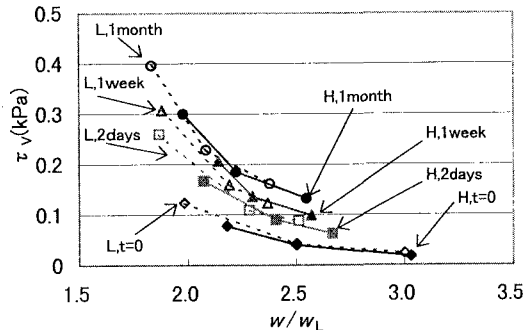


図-4 正規化含水比-ベーン強度関係