

横浜国立大学 学生会員 ○黒木俊平 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

1. まえがき

海底からポンプ浚渫された粘性土は、一般的にその含水比は高い。そのような材料で埋め立てられた地盤は非常に軟弱である。このような地盤を有効利用するためには、表層にシートを敷設し適当な厚さのサンドマットを盛るなど、重機が走る程度の表層処理を施す必要がある。しかしながら、このような背景を基に超軟弱粘土の強度を系統だてて測定した例はほとんどない。

そこで本研究では、初期含水比と経過時間をパラメーターとして、ベーン強度との関係を求めた。その際、高含水比の粘土は時間経過とともに自重圧密が進行するため、ベーンが回転する位置での含水比が変化する。そこでベーンの回転における位置での含水比分布を調べるため、深さ方向の含水比分布も別途測定し、ベーン強度と放置時間との関係を調べたので報告する。

2. 試料及び実験方法

表-1 設定条件と計測結果

初期含水比 w_0	放置時間				
	T=0	T=6hour	T=2day	T=1week	T=3week
135%	2.20/134	2.61/132.1	3.03/129.2	4.61/129.0	4.66/128.1
160%	0.87/159	1.11/156.6	1.70/151.2	2.20/151.3	3.15/142.5
200%	0.37/198	0.41/194.4	0.63/185.6	1.03/177.7	1.51/169.5
240%	0.11/240	0.20/234.4	0.32/219.4	0.78/195.2	1.15/182.9
330%	—	—	0.31/246.2	0.79/213.3	0.73/219.9
380%	—	—	0.27/264.3	0.68/234.7	0.70/230.1

注)

ベーン強度 (gf/cm²)

／平均含水比 (%)

実験に用いた試料は、 $w_L=87.4\%$ 、 $I_P=53.1$ を有する海成粘土である。表-1に示すように、初期含水比 w_0 を135%から380%までの6種類、放置時間も5つのパターンを設定し、それぞれについてベーン強度と試料内の鉛直方向の含水比分布を測定した。調整に使用した間隙水は海面埋立を考え、 1.025g/cm^3 の人工海水とした。表中の数値は左側がベーン強度 (gf/cm²) で、右側がベーン試験のベーンの位置における平均含水比である。また、測定含水比は塩分補正を行った。

実験手順は、まず直径10cmのガラス製容器と底が取り外せる直径10cmの突き固めモールドを用意し、設定した含水比に調整した試料を気泡が入らないように、それぞれ高さ約10cmになるまで入れた。前者はベーン試験を行い、後者は含水比分布測定を行った。なお、両者とも蒸発しないように密封した状態で設定した時間まで放置した。

ベーン試験では、4×4cm (厚さ1mm) のベーンブレードを用い、トルクは腕長が2.5cmとなるように測定板に取り付けた容量2kgfのロードセルから求めた (図-1参照)。測定手順は、容器中心がベーン回転軸の中心に一致するように試料容器を置き、試料容器の底から2cm上部に位置するようにベーンを挿入モーターによって一定速度で押し込んだ。その後直ちに回転速度0.2°/secでシャフトを回転させて、トルクの測定を行った。

含水比分布を測定する実験では、所定の放置時間後、直径5cm (厚さ1mm) のミニチュアサンプラーを容器中央付近に押し込み、試料を極力乱さないように採取した。これを試料押し出し機に組み込み、ミニチュアサンプラー内の試料を下から押し出す。これを5mm毎にスライスカッターで切断し含水比を測定した。なお、表-1の空欄は初

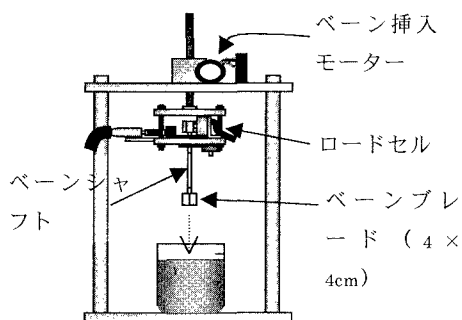


図-1 ベーンせん断試験装置

キーワード：ベーン試験・液状粘土・せん断強度・自重圧密・含水比分布

〒240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-5 Tel. 045-339-4030

期含水比が高く、放置時間が短い実験ケースである。このような条件で行ったペーン試験の結果は測定中のばらつきが相対的に大きく明瞭な最大値が得られなかったために強度として断定しなかった。

3. 実験結果

図-2 に $w_0=135\%$ 、 200% とした供試体の各放置時間で求めた含水比分布を示す。参考のために $w_0=330\%$ 、 380% で3週間放置した供試体の含水比分布も併せて示した。135%、200%とも、時間の経過に従い全体的に含水比が低下しているが、詳細を見ると含水比分布が生じていることが読みとれる。しかも時間経過に従い、同じ位置における含水比の変化量は、 w_0 が大きいものほど大きい。また、 $w_0=330\%$ 以上のものは、深度方向に比例する含水比分布が明瞭である。これは、 w_0 の大きさにより自重圧密した試料の含水比分布の傾向が異なることを示している。このような含水比分布を有する試料に対しては、ペーン強度がペーンの位置における平均含水比に対応するものと考え、各条件下の含水比分布からペーン位置の平均含水比を求めた。その結果を表-1 に示してある。

図-3 に $w_0=135\%$ 、 200% で放置時間が異なる場合の角変位とペーン抵抗の関係を示す。放置時間の短い試料は、角変位が増加するにつれてペーン抵抗が増加し、一定値に近づく。一方、放置時間が長くなるに従い、ペーン抵抗に明瞭なピークが表れるようになる。これは放置時間の違いにより、せん断特性が異なることを示している。ここではペーン強度をペーン抵抗の最大値と定義した。 $w_0=135\%$ では、3週間放置後の平均含水比は128%であり、6%程度の低下にもかかわらず、投入直後の2倍程度の強度を示している。 $w_0=200\%$ では、3週間後の含水比は30%程度低下し、その強度は投入直後の強度の4倍にもなった。

図-4 に各放置時間おいた試料のペーン強度と、そのペーン位置での平均含水比の関係を示す。図-4 から、ペーン強度と平均含水比の関係は放置時間に依存し、時間が短ければペーン強度も低く、時間の経過とともに増加していることを示している。しかし、経過時間3週間の強度は1週間の強度とほぼ同じで、ペーン強度は時間の経過とともに一定値に収束する傾向にあることがわかる。同じ含水比でも経過時間の違いにより強度が大きく異なることは、構造が大きく異なっていることを示唆している。

4. まとめ

本研究では、超軟弱粘土のペーン強度を含水比と経過時間の観点から綿密に調べ、強度、含水比、経過時間との相関関係を示すことができた。また構造の発達による強度増加の影響も高含水比を有する粘土では大きいことがわかった。

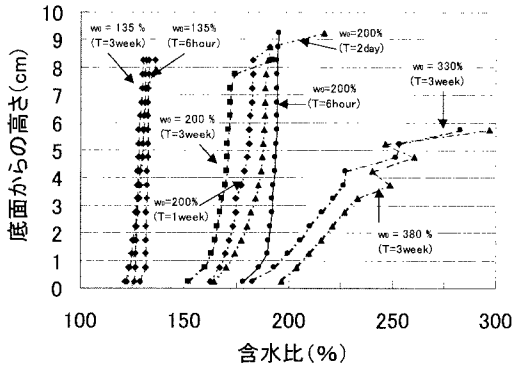


図-2 含水比分布

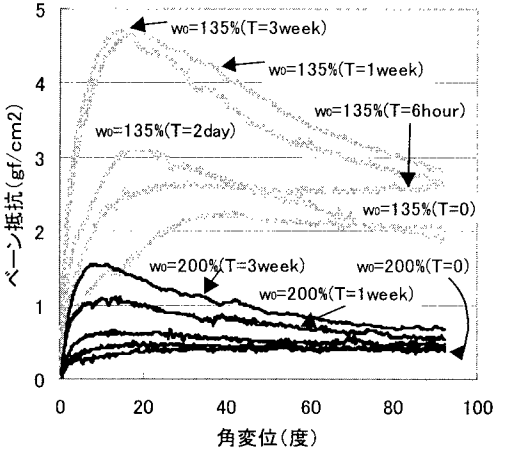


図-3 ペーン抵抗と角変位の関係

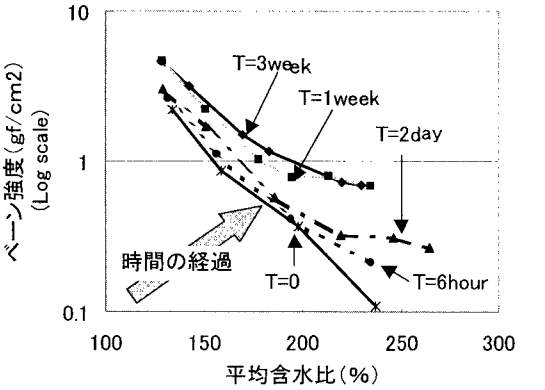


図-4 ペーン強度と平均含水比