

鉛直ドレーン材と地下水位低下工法の併用による自重圧密促進効果に関する研究

福岡大学工学部 学生会員 原田浩平
 福岡大学工学部 正会員 佐藤研一 山田正太郎 藤川拓朗
 錦城護謨(株) 正会員 野村忠明

1.はじめに 超軟弱な浚渫粘土による埋立工事の増加に伴い、PBD材(プラスチックボードドレーン材)が広く用いられるようになってきている。近年、埋立地下部粘土層の改良に伴うサンドマッド層にこのドレーン上部を圧着したPBD材を打設しサンドマッド内から水を揚水することによって、PBD材内部の水位を低下させ圧密促進を行う。この工法はすでに著しい圧密の促進効果があることが、大阪の埋立地盤で報告されている。そこで、本研究ではまず超高含水比粘土の沈降自重圧密現象に及ぼすPBD材使用の効果と粘土の自重圧密挙動を調べた上で、大型円筒土槽実験により、PBD材と地下水位低下工法を併用することによる自重圧密促進効果について調べた結果について報告する。

2.沈降試験

2-1 沈降形式 沈降試験結果について示す前に、沈降形式の分類について示す。図-1は、沈降堆積・圧密沈降過程の状態を界面沈降曲線によって示したものである。沈降の形式は、初期含水比、塩分濃度によって、単粒子自由沈下、凝集性単粒子沈降、

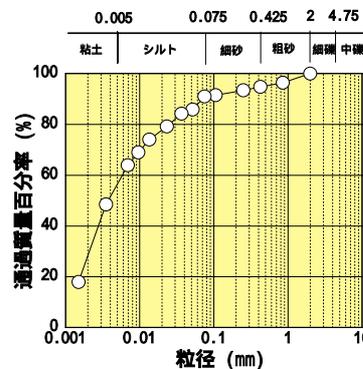


図-2 粒径加積曲線

界面沈降、圧密沈降の4種類に分けることができる。上記の4つの沈降形式のなかで、実際の埋立地の自重圧密においては、の界面沈降もしくはの圧密沈降が主となる。また、実際の問題では、超軟弱地盤に関するこれらの沈降形式の境界となる条件を見つけることが沈下速度を推定する上で重要である。図-1に界面沈降時の模式図を示すが、界面沈降時には沈降体積過程と圧密沈降過程の境目で折れ曲がる特徴的な沈下曲線を描く。

2-2 実験試料の物理特性 博多湾より採取した博多粘土を使用した。この博多粘土の物理特性は、液性限界 $w_L = 108.9\%$ 、塑性限界 $w_p = 35.1\%$ 、塑性指数 $I_p = 73.8$ 、土粒子の密度 $\rho_s = 2.519\text{g/cm}^3$ である。この粘土の粒度分布を図-2に示す。

2-3 初期含水比の違いが及ぼす影響 初期含水比 200%、400%、800%、1600%の博多粘土を用いて高さ40cmのメスシリンダーに初期層厚30cmとなるように投入して、沈降自重圧密試験を行った。図-3は、そのときの界面高さとの関係を示す。図から分かるように含水比が高いほど沈降が進み、含水比が高くなると界面沈降を示すようになることがわかる。

2-4 PBD材の使用による自重圧密促進効果 次に、初期含水比 200%、400%、800%、1600%の粘土を用いて高さ40cmのメスシリンダーに初期層厚30cmとしPBD材を用いたときの自重圧密試験を行った。図-4に界面高さとの関係を示す。図-3と比較すると、明らかに図-4の方が沈下速度が大きくなっていることがわかる。さらに、図-4の初期含水比800%の場合では、経過時間180分の所をみると、傾きが途中で変化しており、界面沈降していることがわかる。また、塩分濃度を低下させた場合と異なり、初期含水比400%や200%の場合でも沈下速度が速くなっていることがわかる。排水距離の短縮

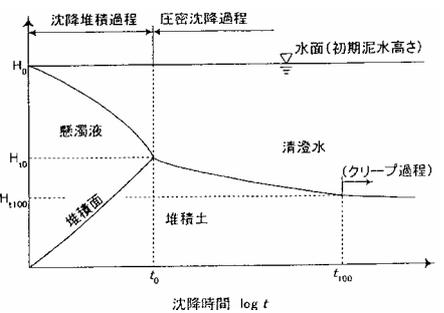


図-1 界面沈降曲線の模式図

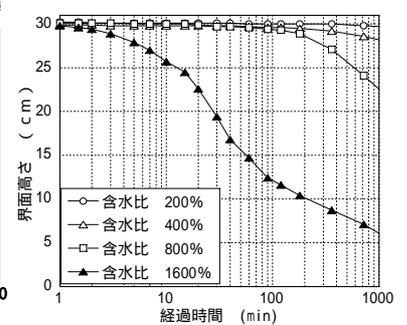


図-3 界面高さとの関係

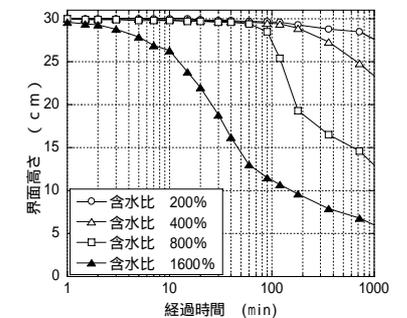


図-4 界面高さとの関係 (ドレーン材を使用した場合)

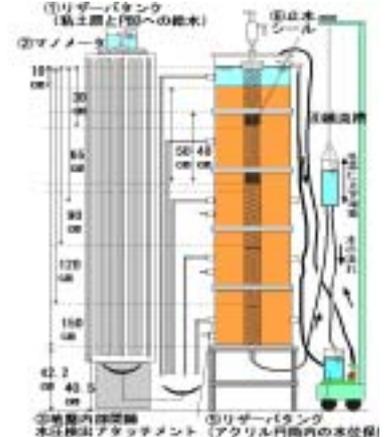


図-5 本試験に使用した実験装置

による圧密促進効果は、含水比が低い場合にも有効である事が分かる。

3. 地下水位低下試験

3-1 実験試料及び PD 材料 実験試料には、博多湾より採取した博多粘土に海水を混入し、200%の含水比になるように試料を作成した。実験に使用する PD 材の寸法は、幅 9.5cm、厚さ 3.6mm であり、ポリエチレン製の溝型コアの両面に不織布を張り合わせた一体構造である。

3-2 実験装置および実験条件 使用する実験装置を図-5 に示す。実験装置は、アクリル円筒の側面にチューブを繋ぎ、地盤内部をマンメータで計測可能である。PBD 材上部を圧着し、PBD 材の下端部に取付けた越流槽の位置を下げることで PBD 材内部の地下水位を低下させることもできる。地盤内部間隙水圧の計測位置は、水面から 5cm、35cm、65cm、95cm、125cm の 5 箇所である。初期には有効応力がほぼゼロであると仮定し、各計測位置での水圧が全土被り圧に一致するように初期のマンメータの水頭を与えた。表-1 に実験条件を示す。

3-3 沈下量の時間変化 図-6 に時間-沈下関係を示す。単なる自重圧密では 10 日間で 10cm 程度しか沈下しないが、PBD 材を挿すことで同じ期間で沈下量は倍となっている。ドレーン材内の水位を 100cm 下げた場合には沈下速度はさらに速く、何もなかった場合に比べ 10 日間で 40cm もの差が出る事が確認できた。また、メスシリンダーを用いた実験に比べて、同じ含水比 200%の粘土に対しても PBD 材使用の効果が比較的はっきり現れたのは、実験装置が大きいため自重の影響が生じやすいためであると考えられる。

3-4 地盤内の間隙水圧の時間変化 図-7 に地盤内の間隙水圧の時間変化を示す。自重圧密の場合では、ほとんど変化は見られなかった。ドレーン材を使用した場合は、1 日経過後から低下しはじめる。低下量については、水位を 100cm 低下させた場合のほうが大きく、地盤内までドレーン材内の水位を下げたことの影響が生じている事が確認できる。図中の実線は各計測位置での静水圧を表しているが、水位 100cm の場合、最も深い位置ではほぼ近いことを示している。このことから、地盤深部ほど圧密の進行速度が速いこともわかる。

3-5 実験後の地盤内の含水比 図-8 に実験後の地盤内の含水比分布を示す。ドレーン材を用いない場合は、上部のほうが含水比が高く、底部から圧密が進んでいることがわかる。一方、ドレーン材を用いる場合は、ドレーン材に近い部分ほど含水比の低下する割合が大きく、ドレーン材に近い部分から圧密が進行していく様子が見える。進行速度については、水位を 100cm 低下させたほうが圧倒的に速いこともわかる。

4. まとめ 本研究では、PBD 材と地下水位低下工法の併用は超高含水比粘土の自重圧密にとって非常に効果的であることを室内実験により示した。超高含水比粘土を対象としたこの手の問題では自重の影響は特に大きいため、層圧がはるかに大きい実際の地盤では効果はさらに顕著に現れるものと考えられる。

表-1 実験条件

case	初期含水比	初期層圧	地下水位	PBD 材
case1	200%	上水 10cm	0cm	-
case2		+		
case3		粘土 130cm	100cm	

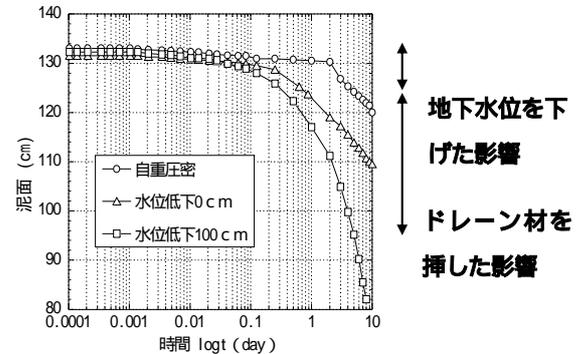


図-6 沈下量の時間変化

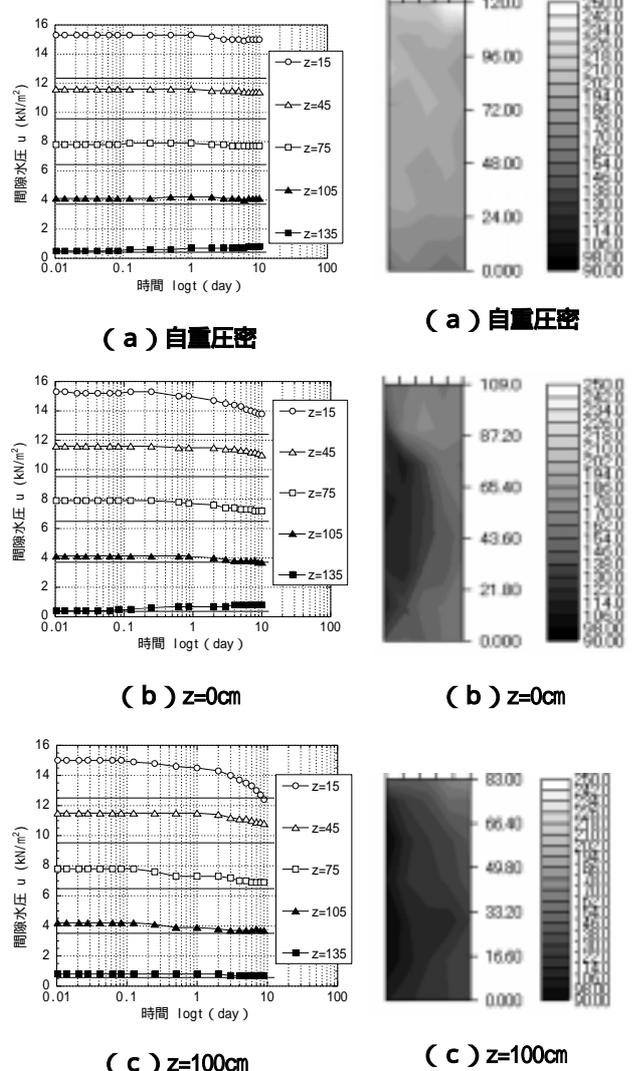


図-7 地盤内の間隙水圧の時間変化

図-8 実験後の地盤内の含水比

参考文献 1) 木山ら ; 「真空圧密工法と PDF 工法を併用した新しい圧密促進工法」, 第 5 回地盤改良シンポジウム論文集, pp227 ~ 232, 2002 年, 11 月.