

PD 材による地下水位低下工法を用いた超軟弱粘土の圧密促進試験

福岡大学大学院 学生員 ○小山 隆之

福岡大学工学部 正員 佐藤 研一 正員 吉田 信夫

錦城護謨株式会社 正員 野村 忠明

1. 研究目的

著者^{1), 2)}らはこれまでに、浚渫粘土投入時における高含水比の超軟弱粘土中に PD 材を打設し、自重圧密促進工法に関する研究を行ってきた。その結果、PD 材の打設による自重圧密促進効果が大きい事が明らかになった。そこで本研究では、この工法の利点を発揮させるために地下水位低下工法との併用を考慮に入れた実験的研究を行った。この工法は、粘土地盤中に打設されていた PD 材を粘土層下部にある既設のサンドコンパクション工法における敷砂層に打設し、この層の地下水位を揚水ポンプにより低下させることにより、PD 材に下向きの水流を生じさせて浚渫粘土層中の水を排出し、圧密促進を行う工法である。図 - 1 は、この工法のメカニズムを図に示したものである。実験では、地下水位低下を室内モデル化するため、PD 材下部に真空圧を作用させ、(c)の状態の有効応力の増加を考慮した実験を行った。

2. 実験概要

実験には、図 - 2 に示すように自重圧密用沈降筒および真空圧载荷装置を用いた。試料には苅田湾沖より採取した、自然含水比 140% ($G_s=2.525$ 、 $W_L=84.2\%$ 、 $W_p=36.9\%$ 、 $I_p=47.3\%$)の粘土に塩分濃度 3%に調整した塩水を混合し、スラリー状態で十分に攪拌し、初期含水比約 1000%に調整した泥水を用いた。この泥水を 1 日当り約 100cm の割合で沈降筒に投入し、5 日間で全 5 層の浚渫粘土による泥水柱の作成を行った。PD 材は、図 - 3 に示すように幅 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合せた一体構造である。また、PD 材の上部に、全体に真空圧を作用させるために、長さ約 10cm の熱融着部分を設けている。PD 材の打設は 5 層目投入後 24 時間経過後に、PD 材の下端部にステンレスワイヤーを取り付け、アクリル円筒の下端からワイヤーを引っ張ることにより泥面中央部に打設を行った。その後、自重圧密の初期沈下速度が落ち着いたのち、真空圧を行うため模型地盤上部にスポンジパッキンおよび载荷板を設置し、

PD 材の下部から 19.6kPa の真空圧を作用させた。今回、この実験の比較試験として表 - 1 に示すように真空圧を作用させずに PD 材を打設した場合と打設しない場合の自重圧密試験を行っている。自重圧密試験終了後には、模型地盤から、上载荷重 $\sigma_v=19.6\text{kPa}$ によって载荷圧密試験を行っている。自重圧密・真空圧密過程の沈下量は目視により行っており、間隙水圧は、いずれの過程においても円筒下部に取り付けられた間隙水圧計により、データロガーにより計測している。真空圧密試験終了後の模型地盤については、地盤上部の任意の測点位置から含水比分布の測定を平面方向と深さ方向(5cm おき)に行った。さらに、模型地盤からブロックサンプリングした試料を用い、粒度試験を実施し、真空圧により圧密された地盤の物理特性の把握を行った。

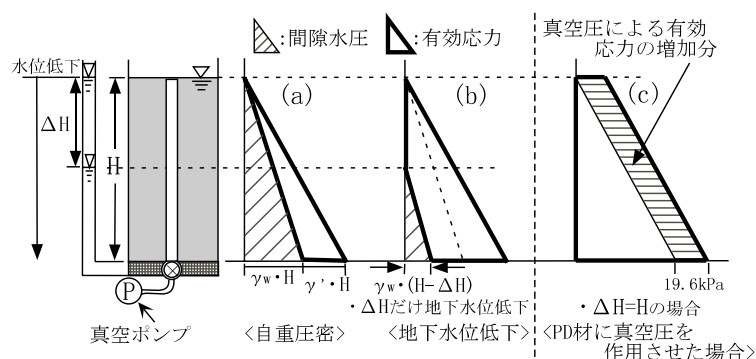


図 - 1 地下水位低下工法の概念図

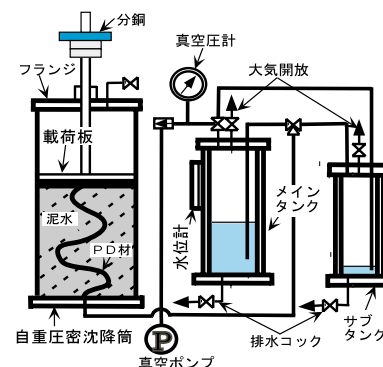


図 - 2 自重・真空圧密装置図

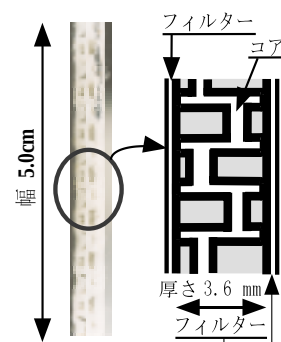


図 - 3 PD 材の断面

表 - 1 実験条件

試験ケース	試験条件	PD材の特徴
	自重 + 真空	PD材打設：熱融着有
	自重 + 载荷	PD材打設：熱融着無
	自重 + 载荷	PD材無

キーワード：自重圧密、真空圧密、超軟弱粘土、PD 材、圧密促進

連絡先：〒814 - 0180 福岡市城南区七隈 8 - 19 - 1 福岡大学工学部

TEL(092)871 - 6631(6481) FAX(092)865 - 6031

3. 実験結果及び考察

3.1 真空圧密試験

図 - 4 に今回行った全てのケースの自重圧密過程における泥面沈下曲線を示す。この図から、真空圧密による圧密がほぼ終了している。46 日経過時点において各ケースの沈下量を比較すると、ケース(1)が約 120cm 沈下しているのに対し、ケース(2)で約 90cm、ケース(3)で約 59cm であり、真空圧を PD 材に作用させることが自重圧密を促進させることがわかる。図 - 5 にケース(1)～(3)の載荷圧密過程を含めた泥面沈下曲線を示す。この図は、真空圧密と自重圧密終了後に行った 19.6kPa の上載荷重による載荷圧密試験との沈下量の比較を行ったものである。その結果、自重圧密開始時からケース(2)、(3)の載荷圧密終了時までには要する時間に着目すると、ケース(2)の場合 143 日、ケース(3)の場合 568 日で終了しているため、真空圧を作用させたケース(1)の約 3.1 倍、約 12.3 倍の時間を費やしていることがわかる。このことから真空圧を PD 材に作用させることが自重圧密を促進させることがわかる。

3.2 実験終了時の PD 材の変形状態

図 - 6 に真空圧密試験終了時における PD 材の変形状態を示す。この図より、PD 材が粘土供試体の変形に追従するように左右に折れ曲がりながら、軸方向に約 54% で変形していることがわかる。しかし、圧密終了時において真空圧が模型地盤に不均一に作用することにより、粘土供試体にクラックが観測された。また、模型地盤下部においては、PD 材によるねじれが生じていた。これらの現象は、直径 30cm のアクリル円筒という拘束条件下であったこと、真空圧を作用させる時間と真空圧の大きさによる影響が考えられる。

3.3 実験終了時の模型地盤の含水比及び粒度分布

真空圧を作用させた自重圧密を促進する実験において、細かい粘土粒子の PD 材への集積に伴う不織布の目詰まりが考えられる。そこで圧密終了後の模型地盤から PD 材近傍とそれ以外の部分における粒度試験を行った結果を図 - 7 に示す。強制的な真空圧の作用により、粒径の小さな土粒子が、PD 材近傍に集積していることが伺える。図 - 8 に模型地盤中の含水比分布を示す。模型地盤中央の同じ断面の含水比分布は PD 材を中心とし、外側にいくほど高い含水比を示した。また、深さ方向の含水比分布は、粘土地盤全体で不均一であり、PD 材の湾曲による影響と真空圧の伝達の違いによる影響が考えられる。

4. まとめ

自重圧密中に PD 材を打設し、地下水位低下工法を考慮に入れて真空圧を作用させることによる圧密促進効果は非常に大きい事が示された。このことは、地下水位低下工法を PD 材を用いた自重圧密促進工法と併用することにより、さらに短い時間で圧密を終了させることができることを示唆している。今回の実験では、PD 材に強制的な水の流れを作る事によって、圧密が促進できることが明らかになった。しかし、そのメカニズムを明らかにするには至らなかった。今後は、PD 材中に作用させる真空圧を変化させた実験を行っていく予定である。

【参考文献】1) 佐藤研一、吉田信夫、野村忠明：「PD 材を用いた自重圧密促進に関する研究」、第 33 回地盤工学研究発表会講演集、2 - 2、pp.2123 ~ 2124、1998 . 2) 佐藤研一、吉田信夫、野村忠明、吉川雅史：「PD 材を用いた自重圧密終了後の載荷圧密試験」、第 34 回地盤工学研究発表会講演概要集、2 - 1、pp.213 ~ 214、1999 .

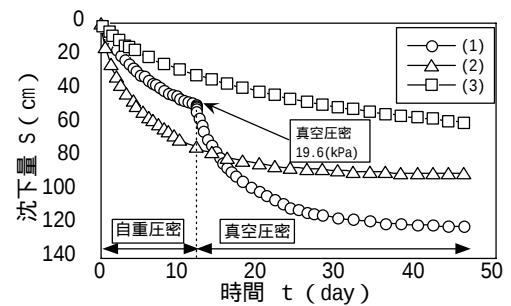


図 - 4 時間～沈下曲線

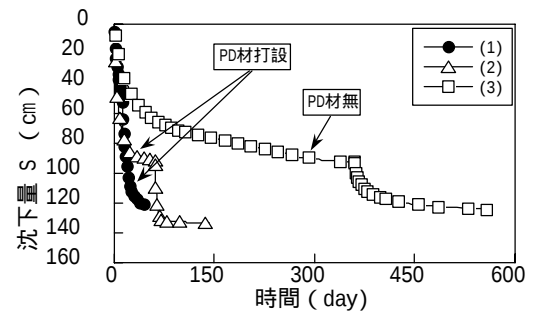


図 - 5 時間～沈下曲線

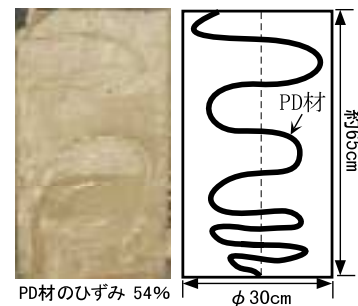


図 - 6 PD 材の変形状態

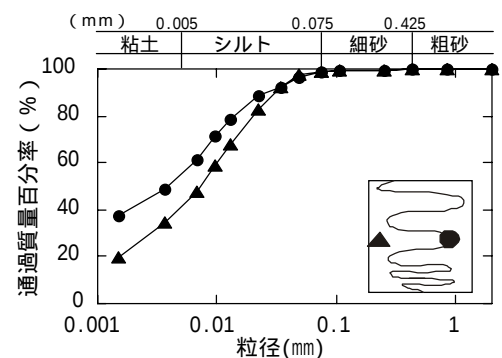


図 - 7 粒度分布

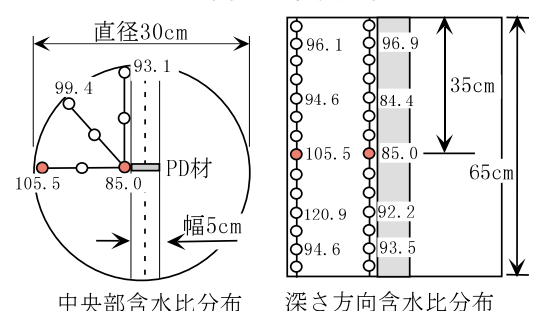


図 - 8 含水比分布