

III-107

浚渫粘土の浸透圧密工法

広島大学 工学部 正会員 吉 國 洋
 広島大学 工学部 正会員 ○森脇 武夫
 広島大学 大学院 学生員 三本竹 徹也
 広島大学 大学院 学生員 金 亨 柱
 清水建設㈱ 高 橋 健

1. はじめに

ポンプ式浚渫船によって浚渫された粘性土を用いて埋立工事を行う場合、浚渫粘性土が埋立ポンド内にスラリー輸送された直後の埋立地盤の支持力は皆無であり、その地盤上で何らかの作業をするには、自重による圧密がある程度進行するまで待たなければならない。また、自重による圧密がかなり進行した後でも、表面の乾燥した部分以外は以前として軟弱なままであり、施工機械の搬入はもとより、人間の歩行すら困難な場合が多い。さらに、自重圧密の進行は非常に長い時間を要するとともに、その沈下量は土地利用後の最終沈下量に比べて極めて小さい値となる。したがって、埋立地盤の圧密を自重だけに頼るのでは埋立から土地利用開始までの時間を長くするとともに、土地利用後に生じる残留沈下により構造物や埋設物に悪影響を与えることになる。そこで、本研究では、より効率的に埋立地盤を改良し得る工法として水平に排水層を設ける浸透圧密工法を提案している。この工法を水平ドラドレーン工法と呼ぶことにする。

2. 浸透圧密工法

これまでの地盤改良は、敷網工法、固結工法などを用いて埋立地盤の支持力をある程度高め、その上に敷砂を施工することにより、盛土やバーチカルドレーンを施工するのに必要な機械を搬入し、地盤の改良を行ってきた。しかし、この工法では改良前の地盤の支持力があまり大きくないため、一度に大きな荷重を載せることができない。また、バーチカルドレーンは埋立が完了した後でなくては打設できず、さらにその間隔にも限度があり、排水距離をあまり短くできないため圧密時間を極端には短縮できない。

そこでこれらに代わる新しい工法として、今回提案する水平ドラドレーンを併用した浸透圧密工法とは、まず埋立ポンド内にドラドレーンを水平に配置し、その上に浚渫粘性土を投入する。そして、浚渫粘性土の層厚があまり厚くならない段階でドラドレーンからポンプで水を汲み上げることによって粘性土層内に浸透水压を生じさせ、それを圧密圧力として利用し、浚渫粘性土層を圧密させ、粘性土がある程度堆積した後、その上に再びドラドレーンを水平に配置し、以下同じ作業を繰り返すことによって、希望の層厚まで埋立を行う工法である。図-1は有効応力の最終値を示したものであるが、この工法によれば粘土層下部の水位を下げることににより、自重のみで圧密する場合(AOD区間)に比べ、かなり大きな圧力を浚渫粘土層に作用させることができ(AOB区間)、さらに浚渫粘土層を2層に分けることにより、斜線部分(ABC区間)の分だけ圧力をかけることができるようになる。このように本工法では、支持力の大きな埋立地盤を短期間で作り出すことができると考えられる。そこで、本工法の有効性を検討するために電子計算機による数値解析を行ってみた。

3. 解析結果および考察

本解析では三笠の圧密方程式¹⁾を基に、浚渫粘性土層が自重と浸透圧によって圧密される場合の圧密過程を差分解法を用いて求めた。なお、解の安定と精度の向上を計るために Douglas・Jones の予測子・修正子法^{2), 3)}を用いた。

今回、解析の対象としたケースは、ポンプで下部境界面の水位を1.5m下げ、初期層厚2mの浚渫粘土層を自重と浸透圧で圧密した後($t=400$ day)に、上側境界面にドラドレーンを挟んで下部粘土層と同様の粘土層

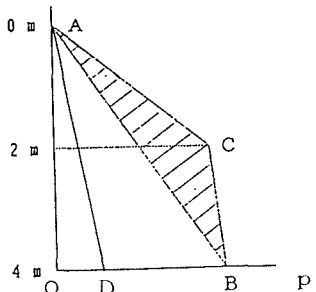


図-1 有効応力の最終値

を載荷し、先と同様な方法で圧密した場合（図-2（a）・（b））である。ただし、本解析に用いた粘土の物理的、力学的特性は山口県柳井市沖で採取された柳井粘土の既往の実験結果を基に決定したものであり、その初期体積比は 10.0 として計算した。また、粘土層は瞬時に堆積したものとし、初期状態は粘土層の深さ方向に対して一様であるとした。

解析結果を図-3～5に示す。これらの図は各ケースにおける有効応力の時間推移を示したものであり、縦軸は原始座標で表示してある。なお図-3は上述したケースと比較するためのもので、初期層厚 4 m の浚渫粘土層を自重のみで圧密させたものである。この結果を見ると、浸透圧密工法の有効性が明

確に表れている。図-4のケースは粘土層を2段に分け、その間にドレーンを配置するため、図-3のケースに比べると、排水距離を短くできるとともに、粘土層の中央部分にも浸透水圧を加えることができるため、圧密が速く進行し、最終状態の有効応力も図-3のケースよりも大きくなっていることが分かる。このことは図-5の沈下曲線からも明らかなことである。以上の結果から、浚渫粘性土による埋立の際に浸透圧密工法を採用すると、支持力の大きな地盤を短期間に作り出すことができ、さらに本報告で提案するように、希望の層厚に達するまでに浚渫粘性土層を何層かに分け、その間にドレーンを配置することによって、より効率的に埋立を完了できるものと考えられる。

4. あとがき

本研究で実施した数値解析および実験結果から、本工法はかなり有効的な工法となるものと考えられる。なお、この研究は平成1年度文部省科学研究費の援助のもとに行われた。

<参考文献>

- 1) 三笠正人(1963): “軟弱粘土の圧密”、鹿島出版会、
- 2) 山上拓男ら: 土木学会第42回年次学術講演会 pp.265～266、
- 3) Douglas, J. and Jones, B. F.; “On Predictor-Corrector Methods for Nonlinear Parabolic Differential Equations”, J. Soc. Indust. Appl. Math., VOL. 11, No. 1, 1963

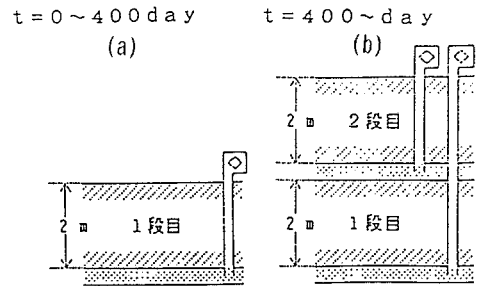


図-2 解析対象としたケース

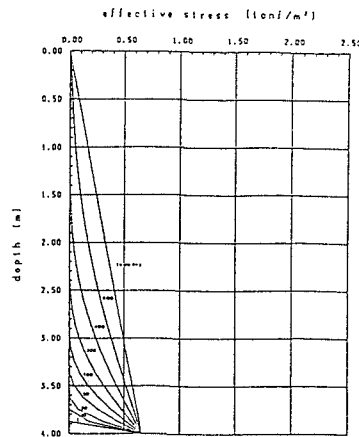


図-3 自重のみによる有効応力

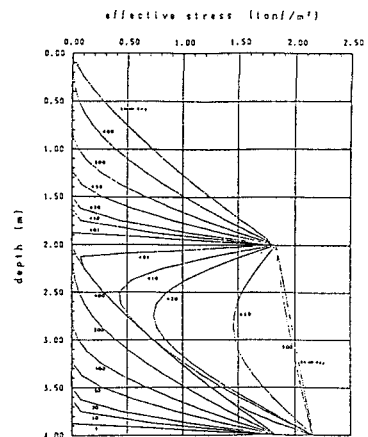


図-4 HD工法による有効応力

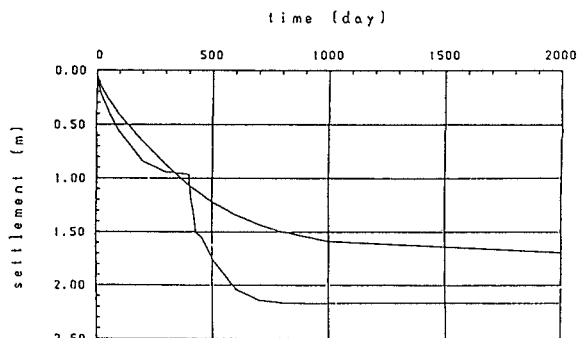


図-5 時間～沈下曲線