

水平ドレーン工法に関する室内実験

山口大学工学部 正員 三浦哲彦 同 山本修三
尾道市役所 東 勝彦

1. まえがき 水平ドレーン工法は、化学工場などで沈澱池に貯留されるスラリー状廃滓を1m程の堆積厚さ毎に、予め敷いていたフィルターより真空吸引して段階的に圧密して行く工法であり(図1(a)参照)、脱水量だけ沈澱池のスペースは広くなりしかも最終的に沈澱池はそのまま敷地として利用できるという2つの効果をもたらす。

先の基礎実験では、ドラム缶の底にフィルターを置き、その上に76cm厚さのスラリー状白泥を入れて底から真空吸引するという実験を行った。これによる改良効果は、試料の上層部ではコーン支持力は約35 kg/cm^2 、下層部では35~200 kg/cm^2 というものであった。圧密が不十分な試料の上層部については、スラリー表面に漏気防止用シートを設けることで $e = 100 \text{ kg}/\text{cm}^2$ 程度まで改良効果を高め得る。しかし、本工法は段階的に圧密を繰返していくのを特徴とするのであって、ある層の上層部が十分圧密されていなくてもそれは次の層に対する真空吸引の際に圧密促進されるものと考えた。このことを実験で確かめ得たのでここに報告する。

2. 試料および実験方法 試料として、ソーダ工場の沈澱池から採取した白泥(主成分炭酸カルシウム)を用いた。その諸性質は、自然含水比260%、液性限界101%、塑性指数48%、土粒子比重2.98、また標準圧密試験による間隙比~圧密圧力曲線は図2に、圧密特性値は図3に示すとおりである。フィルターとして、厚さ3mmの化学繊維の不織布を用いた。

実験は次の順序で行った。まずドラム缶の底に円形のフィルターを敷きその上に52cm厚さに自然含水比のスラリー状白泥を入れ、フィルターと真空ポンプをビニールチューブで接続して真空吸引を行った。吸引開始後約1800分で漏気が始めたので試料表面に5cmのスラリーを追加しさらに800分間真空吸引を継続した。その後コーン支持力を調べた。こうして第1層のスラリーの圧密が終了した後、試料表面に他の1枚のフィルターを置き、その上に厚さ48cmの第2層のスラリーを入れて再び真空吸引を行った。第2層の圧密終了後に不攪乱試料を採取し軸圧縮強度を調べた。

3. 実験結果 図4に第1層スラリーの沈下曲線を示した。

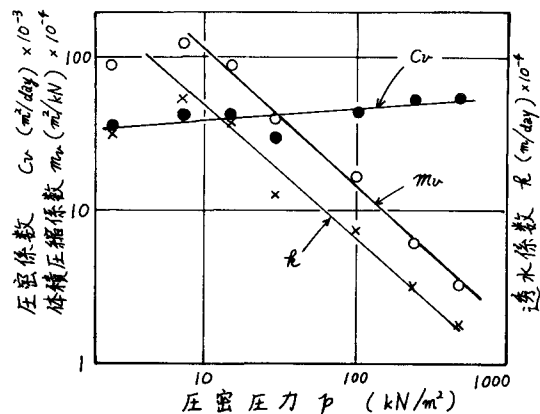


図3 白泥スラリーの圧密特性

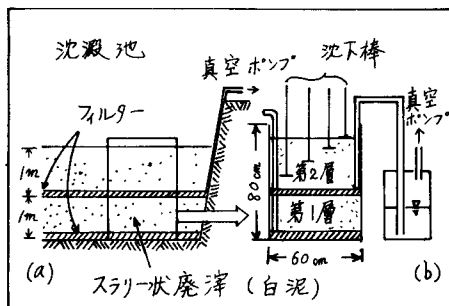


図1 水平ドレーン工法

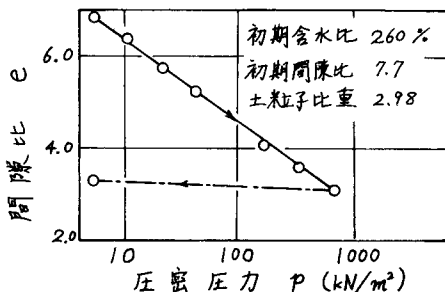


図2 白泥スラリーの $e \sim \lg p$ 特性

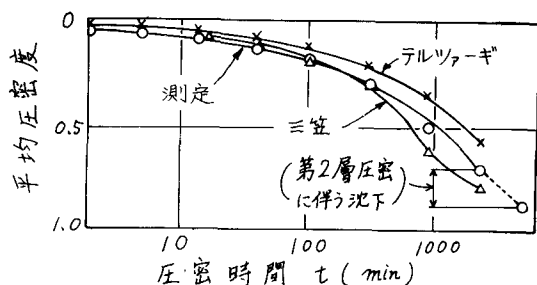


図4 第1層の圧密沈下曲線

本図の平均圧密度は、測定した層別沈下量のうちフィルターに最も近い層は圧密度100%に達したものと考え、これを基準にして算出した。また圧密による層厚変化が著しく(最終圧縮ひずみ $\epsilon_f = 0.5$)、圧密係数の増加率は $\alpha = 1.3$ (ただし $P = 10 \text{ kN/m}^2 \sim 100 \text{ kN/m}^2$)とあることを考慮して三笠の圧密理論による沈下曲線をも示した。第2層スラリーの沈下曲線も図4とほぼ同であった。この第2層の圧密(2200分間)の間に第1層の上層部の圧密も進行し(図4中の破線)、最終的には89%の圧密度に達した。

真空吸引停止後に調べた第1および第2層試料のコーン支持力 含水比および間隙比の分布は図5に示すようであった。まず、コーン支持力 q_c (図5(b))に関しては 第1層の真空吸引後における q_c 分布($\times$ 印)は試料表面近くで 25 kN/m^2 、フィルター直上で 180 kN/m^2 となっている。第2層の q_c 分布($\circ$ 印)もほぼ同である。これに対して、第2層の圧密終了後における第1層の q_c 分布($\triangle$ 印)は層全体にわたって約 180 kN/m^2 となっている。これは一軸圧縮強度 45 kN/m^2 に相当し、これより極限支持力を求めると 115 kN/m^2 となる。

次に 含水比および間隙比の分布は図5(a)に示すようであった。第1層の試料は 最終的に含水比130%、間隙比40程度のはほぼ均等な層となっている。本実験試料の液性限界は101%であるので100%以下の含水比まで圧密されることが望ましい。実際に本工法を適用する場合には 廃滓の自重が圧密荷重として付加的に作用するので本実験の結果より低い含水比まで圧密できると考える。

図6は 含水比の低下に伴う非排水せん断強度 C_u の増加を一般の沖積粘土の場合²⁾と比較して示したものである。沖積粘土に比べて高い含水比で同程度の C_u を示すのが本実験試料の特徴である。

4. まとめ 水平ドレーン工法によって沈澱池のスラリー状廃滓を一定堆積厚さ毎に圧密していく際、1つの層の上層部には十分な圧密効果は及ばない。この部分はむしろ次層に対して真空吸引する場合に圧密促進されることがわかった。すなわち 初めの真空吸引で $q_c = 25 \text{ kN/m}^2$ 程度であった表面付近の試料は次層の圧密によって $q_c = 180 \text{ kN/m}^2$ まで改良され、結果的に深さ方向に強度が一定であるような層となる。

謝辞 実験試料はセントラルガラス(株)宇部ソーダ工場より、また、フィルター(O&Vフィルター)は大林組より提供していただいた。記して感謝の意を表します。

文献 1) 三浦・藤村:スラリー状廃滓の水平ドレーン圧密工法に関する室内実験 第15回土質工学研究発表会 1980.6, P.189 2) Yamazouchi Miura: Soft clay banking using sandwich layers in situ made of wadded cardboard and quicklime, New Horizons in Construction Materials, Vol.2, 1976. Envo Publishing Company, p.211.

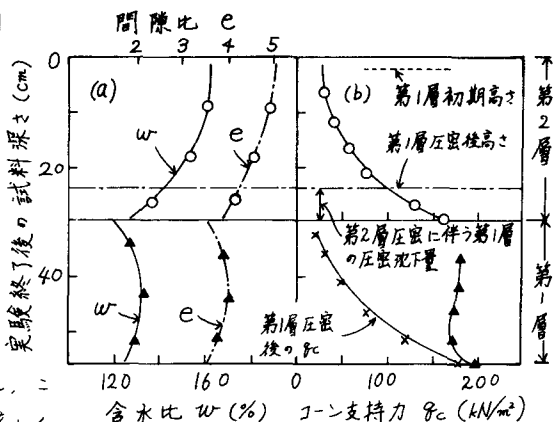


図5 実験終了後における w, e, q_c の分布

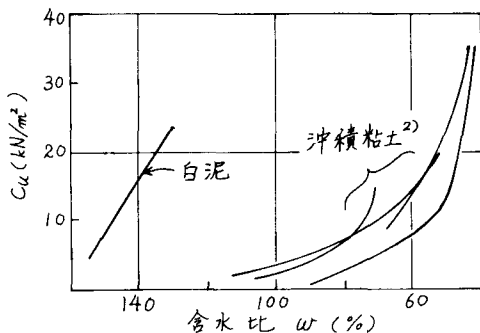


図6 圧密供試体の $C_u \sim w$ 関係