

復建調査設計 (株)

正 井上年行

広島県

正 石井敬一

広島大学工学部

正 吉国 洋

1 まえがき

軟弱な地盤を改良する工法の1つとして、サンドドレーン（以下SDと書く）工法があり、近年、その工事実績は拡大している。それにつれて地盤改良条件は多様となり、長尺なドレーンを打設したり、あるいは、かなり透水係数の小さい砂をドレーン材として採用することを余儀なくされる場合が多くなった。このような場合の圧密は、ドレーン内の過剰間隙水圧のために進行が遅れ、したがって、強度発現が深い層で遅れることが吉国¹⁾によつて指摘された。しかし、著者らが実際に、間隙水圧計（差動トランス型）にて測定した結果では、ドレーン内に過剰間隙水圧を見出すことはできなかった。本論文は、ドレーン内に過剰間隙水圧が発達しなかつた理由についてまとめたものである。

2 工事概要

施工場所は広島市の西部埋立地で、下水処理場予定地である。地盤は図-1に示すように、埋立土、上部砂層、シルト層及び下部砂層から構成されている。設置した間隙水圧計は合計9基で、シルト層に4基、ドレーン内に5基である。地盤改良は、 $d=2.4\text{ m}$ 、 $\phi=0.5\text{ m}$ （正方形配置）のSD工法による。また、圧密促進荷重としては、載荷盛土工と水位低下荷重を併用している。したがって図-1には、水位低下前後の自由水位線が示してある。

3 計測結果

図-2には2つのドレーン内間隙水圧が示されている。1つは、ドレーン内に設置された間隙水圧によって観測されたものであり、1つは観測された水下水位より、ドレーン内の水圧は静水圧分布をするとして計算されたものである。また水位低下を開始して、ほぼ2ヶ月経過した時点での地盤内の水圧分布を示したのが図-3である。図中の静水圧線は、水位低下後のもので上述の計算の根拠となるものである。なお当地区の下部砂層には、負の被圧水が存在しているが、この影響は、SD下端からシルト層下端の非改良層2mで消滅するとした。図-2、3から、ドレーン内の水圧は、静水圧に等しく、シルト層内で

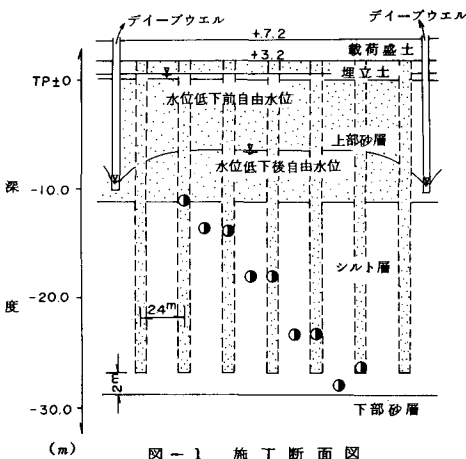


図-1 施工断面図

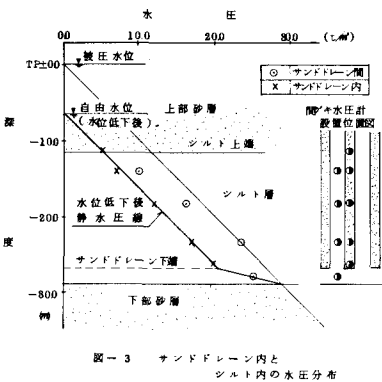


図-3 サンドドレーン内とシルト内の水圧分布

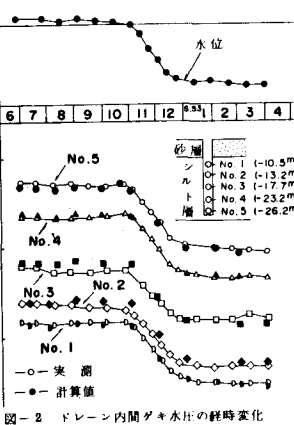


図-2 ドレーン内間隙水圧の経時変化

は過剰間隙水圧が残留していることがわかる。したがって、S Dによる二次元放射流理論の境界条件である、 $r=r_w$ で $u=0$ を満足していることになる。

4 考察

ドレーン内の水圧が静水圧に等しかつた理由を次のように考察した。吉国²⁾によれば、漸増载荷の場合の時間～沈下曲線は、

$$0 \leq t \leq t_1 \quad \rho(t) = mv \cdot H \cdot R \int_0^t U(t-\tau) d\tau \quad (1)$$

$$t_1 \leq t \quad \rho(t) = mv \cdot H \cdot R \left\{ \int_0^{t_1} U(t-\tau) d\tau + \int_{t_1}^t U(t-\tau) d\tau \right\} \quad (2)$$

で与えられる。いま図-4に示すように、 R を荷重速度、 L をウェルレジスタンス係数とし、両者をパラメーターとして時間～沈下曲線を求める。 $L=0$ 及び $L=L$ の場合の、 $t=t_1$ における沈下量を、それぞれ ρ_0 、 ρ_L として両者の比をとり、時間係数 T_{h1} で表わすと、

$$\frac{\rho_L}{\rho_0} = \frac{1 - F(N) + 0.8L \cdot \{1 - \exp(-8T_{h1}/F(N) + 0.8L)\} / 8T_{h1}}{1 - F(N) \cdot (1 - \exp(-8T_{h1}/F(N)) / 8T_{h1})} \quad (3)$$

となる。ここに、 $L = (32/\pi^2) \cdot (K_c/K_w) \cdot (H/d_w)$ で、 K_c と K_w はそれぞれ粘土とドレーンの透水係数、 H はシルト層厚、 d_w はドレーン径である。図-5は、 ρ_L/ρ_0 と载荷完了時の時間係数 T_{h1} の関係を、 L をパラメーターにして示したものである。これを見ると、载荷速度の小さい(T_{h1} が大きい)ものほど、 ρ_L/ρ_0 の値は大きくなり、ウェルレジスタンスによる圧密の遅れは小さくなっていることがわかる。

ウェルレジスタンスに関連してドレーンの目づまりの問題がある。この現場ではケーソンの沈設時に、打設されたドレーンの状態が肉眼で観察された。このドレーン柱から採取したドレーン材について、0.074mm以下の含有率が、ドレーン断面の位置によつてどのように変化するかを示したのが図-6である。図-6から、ドレーン打設時の含有率が圧密完了時にも変化していないことがわかる。このことは、少なくともドレーン材は、圧密による排水によつて汚染されていないことを示している。なお、図-7にケーソン内で撮ったドレーンの断面写真を示した。図からドレーン断面は、圧密完了後も円形を保っていることが把握される。

5 あとがき

長尺なドレーンや透水係数の小さなドレーン材を使つた場合には、ウェルレジスタンスを考慮する必要がある。しかし当現場のように漸増载荷の場合や、ドレーン材が細粒分を含まない場合には、ウェルレジスタンスを考慮する必要がある場合もあることが把握された。

参考文献

- 1) H.Yoshikuni & H.Nakanodo: Consolidation of Soil by Vertical Drain Wells with Finite Permeability, Soils and Found., Vol. 14, No. 2, June 1974.
- 2) 吉国 洋: バーチカルドレーン工法の設計と施工管理, 技報堂, P. 69

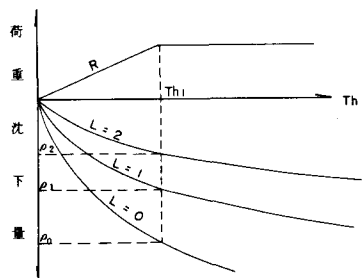


図-4 Lの変化による沈下曲線の変化

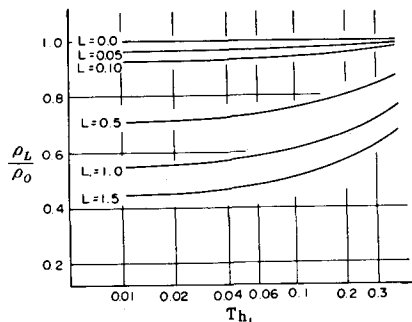


図-5 $\rho_L/\rho_0 \sim T_{h1}$ 関係図

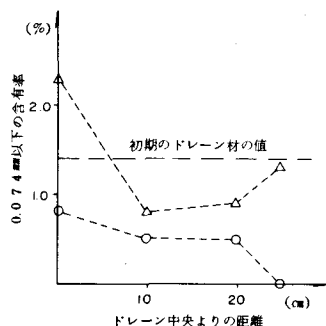


図-6 ドレーン断面における0.074mm以下の含有率



図-7 ドレーン断面