GHD 材の配置と排水性

京都大学 嘉門雅史 大阪府立産業技術総合研究所 松本哲, 赤井智幸
地域地盤環境研究所 諏訪靖二, 福田光治, 下野段朋恵
浅沼組 村上譲二 東亜建設工業 深沢健 不動建設 井戸口清孝

粘性土盛土を対象にした水平排水補強材(GHD 材)の配置方法は、斜面安定と排水性の両面から決定される。このうち排水性に関しては、全面敷設に対して一次元鉛直流を仮定した Giroud の式が、千鳥配置に対して水平放射流を仮定した Barron の式が適用されている。しかし、水平排水材周辺では排水材に向かう重力場での鉛直流と水平流が混在している。また GHD 材の幅に比べて、敷設間隔が狭いので、GHD 材周辺では円形状の放射流ではなく、偏在した楕円状になることが予想されるので千鳥配置に対する理論的背景を確認する研究が必要と考えられる。本論文では全面敷設と千鳥配置の通水量を検討する。全面敷設に関しては理論的に整合性があるので Giroud の式の統合を図り、設計に必要な圧密度～通水量の関係を容易に計算できるようにする。またこの結果と宮田の提案式との関係を求める。千鳥配置に関しては FEM 解析により GHD 材周辺の水理条件を検討し、Barron 式の適用精度を分析する。これらの結果を踏まえてドレーンズボックスを考慮した通水量と敷設間隔の関係、及び圧密初期段階の最大通水量を求める式を提案する。

キーワード：GHD, 通水量, 敷設間隔, 鉛直流, 水平流, 千鳥配置, 全面敷設

Relationship between spacing of GHD and its discharge capacity

M.Kamon :Disaster institute, University of Kyoto

M.Matsumoto and T.Akai :Technology Research Institute of Osaka Prefecture

S.Suwa,M.Fukuda and T.Shimonodan:Geo-ResearchInstitute

J.Murakami:Asanuma Co. T.Fukazawa:Toa Co. K.Idoguchi:Fudo Co.

Spacing of GHD is designed on the basis of slope stability and discharge capacity. This paper concerns especially with the discharge capacity under a generally laid horizontal GHD and a staggered laid one. In the former installation, Giroud's equations is modified to positively include the correlation of degree of consolidation and to compare to Miyata's equation. Under the later installation, the assumption leaded to Barron's equation is analyzed by FEM. After then, the set of equations is proposed to obtain a required discharge.

Keywords: GHD, Discharge capacity, Vertical flow, Horizontal flow, Staggered layer, Generally laid horizontal installation

GHD 材の配置と排水性

京都大学 嘉門雅史 大阪府立産業技術総合研究所 松本哲，赤井智幸
地域地盤環境研究所 諏訪靖二，福田光治，下野段朋恵
浅沼組 村上譲二 東亜建設工業 深沢健 不動建設 井戸口清孝

1. まえがき

GHD(水平排水補強材)の敷設設計では，斜面安定解析により求められる引張力と，排水に必要な通水量の二つの因子によって配置が決定される。このうち斜面安定解析手法については種々の条件下における摩擦力特性やクリップ等の基礎的材料特性が研究されて解析に反映されている¹⁾。これに対し，通水量に関しては，プラスチックボードドレーンの分野では精力的に進められているが^{2),3)}，GHD 材分野における通水量研究は限られている⁴⁾。本研究は全面配置と千鳥配置の GHD 材に求められる通水量を求めることである。このうち全面敷設に関しては Giroud の通水量に関する提案式⁵⁾を再検討し，同様な条件に対し提案されている宮田の式⁶⁾と比較した。千鳥配置については，マニュアルで示されている Barron 式⁷⁾及びドレーンジスツスを含めた吉国の式⁸⁾の仮定が GHD 材周辺において合理性を有しているか否かを確認し，これらの式から必要通水量と土質条件の関係を提案した。

2. GHD 材の排水能に関する研究

水平排水材の通水量と敷設条件の関係については一次元両面排水条件を仮定した全面敷設に関する Giroud の提案式と，千鳥配置に対して，Barron 式に依拠した式がマニュアル化されて一般に用いられている。また Giroud の式に対して宮田は Rendulic の圧密方程式を基礎に，ドレーンジスツスを考慮した通水量予測式を提案している。全面敷設に関する通水量は千鳥配置の通水量を評価する上での基準になるので，本論文では Giroud の圧密度近似式に対し，Hansen の圧密度～時間係数関係⁹⁾を取り入れて見直しを図り，宮田の式と比較した。全面敷設に関しては鉛直流を仮定しているが実際条件において一次元条件は維持され理論的矛盾はない。これに対し，Barron 式あるいは吉国式は水平放射流を前提にした流れが基礎になっているため，鉛直流と水平流が混在する千鳥配置においては両者の役割と影響を評価しておく必要がある。また Barron 式，吉国式は同心円状流れを前提にしているが，平板状 GHD 材周辺では水の流れの偏在化が予想される。平板状ドレーン材の周辺の流れが実験的にも，また現場観察でも近似的に同心状流れ分布が確認されているプラスチックボードドレーンの形状は幅 10cm，厚さ 0.3cm に対し，GHD 材の材料形状は一般に幅 30cm，厚さ 0.5cm である。しかし打設間隔はプラスチックボードドレーンが広く，GHD 材は狭い。これをプラスチックボードドレーンの分野の定義式である有効径と換算径の比($n=d_e/d_w$)で比較すると，前者は換算径 $d_w=5\text{cm}$ に対し，敷設間隔は 1m ～1.5m が多いので， $n=20\sim45$ になる。これに対し GHD 材の換算径は 19cm で，敷設間隔

は 0.3～1 m 程度が考えられるので、 $n=2\sim6$ 程度になりサンドドレーン条件に近い敷設密度になる。このため GHD 材周辺に生じる水理場で Barron 式や吉国式で前提にしている放射流が維持されるか否かが疑問であり、本研究では FEM 解析によって GHD 材周辺の水理条件を確認した。

3.排水能に関する Giroud の考え方と圧密理論による点検

全面敷設に関する Giroud の通水量に関する式は式(1)，(2)である。

$$\theta_h = k_g \cdot H_g > \frac{B^2 \cdot k_s}{\sqrt{c_{vs} \cdot t}} (10^{-6} \leq T_v \leq 1) \quad (1), \quad \theta_h = k_g \cdot H_g > \frac{B^2 \cdot k_s \cdot H_i}{c_{vs} \cdot t} (T_v > 1) \quad (2)$$

ここに k_s ：盛土の透水係数， θ_h ：通水能， k_g ：ジレキスタイルの面内透水係数， H_g ：ジレキスタイルの厚さ， B ：盛土幅， H_i ：排水長， $2H_i$ はジレキスタイルに挟まれた敷設間隔 H ， c_{vs} ：盛土材料の圧密係数， T_v ：時間係数で $T_v = c_{vs} \cdot t / H_i^2$ ， t ：圧密時間である。設計では一般に圧密度～時間～通水量の関係が必要になる。しかしこの設計条件から考えると式(1),(2)のように分離していると取り扱いが煩雑であり，かつ圧密度が明記されていないので，圧密度と時間係数の関係を別に用意しなければならない。こうした煩雑性を解消するため Hansen の圧密度～時間係数を用いて二つの式の統合を図った。なお Giroud の式の誘導に当たっては粘土からジレキスタイルへの排水速さが必要になるが，これは圧密度を U ，時間係数を T とすれば， dU/dT に比例するため，式(1),(2)は式(3),(4)で示される関係を仮定している。ここに時間係数は鉛直方向に関するものであるので T_v と記述した。従って式の構造から考えると，右辺の $(c_v \cdot t)$ を時間係数 T_v と H_i で表わすことによって両式は式(5)で統一的に示すことができる。

$$\frac{dU}{dT_v} = \frac{1}{\sqrt{T_v}} (10^{-6} \leq T_v \leq 1) \quad (3), \quad \frac{dU}{dT_v} = \frac{1}{T_v} (T_v > 1) \quad (4), \quad \theta_h > \frac{B^2 \cdot k_s}{H_i} \frac{dU}{dT_v} \quad (5)$$

式(5)は圧密度と時間係数の関係式から誘導することができる。Giroud の式は 1 次元鉛直方向圧密を前提にしているので，この条件では全領域で近似度が高い Hansen の提案式(6)によって統一的に表現することが可能である。なお領域を分けた近似式として一般的には式(7),(8)があり，式(7)は $T_v < 0.3$ で，式(8)は $T_v < 0.7$ の範囲で適用される。これらを時間係数 T_v で微分すると式(9)～(11)が求められる。これらの式を用いて Giroud の近似式を点検した。

$$U = \left(\frac{T_v^3}{T_v^3 + 0.5} \right)^{1/6} \quad (6) \quad U = 2\sqrt{\frac{T_v}{\pi}} \quad (7) \quad U = 1 - \frac{8}{\pi^2} \exp\left(-\frac{\pi^2}{4} T_v\right) \quad (8)$$

$$\frac{dU}{dT_v} = \frac{1}{2} \frac{1}{T_v} \left(\frac{T_v^3}{T_v^3 + 0.5} \right)^{1/6} \left(1 - \frac{T_v^3}{T_v^3 + 0.5} \right) \quad (9),$$

$$\frac{dU}{dT_v} = \frac{1}{\sqrt{\pi T_v}} \quad (10), \quad \frac{dU}{dT_v} = 2 \exp\left(-\frac{\pi^2}{4} T_v\right) \quad (11)$$

図-1 は式(3), (4), (9)~(11)を図化したものである。図より Hansen 式は一般的な式(10), (11)に対して適合度が高いことを示しており, 全領域を含めた近似式と考えることができる。一方 Giroud の式は全体に一般的な式に対し大きな値を与えており, 特に $T_v > 1$ の領域では一般式からの乖離が顕著である。こうした違いの存在と, 設計では圧密度 80% 程度までが対象になることが多いことを考慮して, $T_v < 1$ の領域で

Hansen 式を補正して Giroud の関係式に近似化させた。図には Hansen 式の値を 2 倍にした結果も示してあり, $T_v < 1$ の範囲では近似度が高い。そこで式(5), (9)および補正係数 2 を用いて Giroud の通水量を求めたのが式(12), (13)である。なお宮田は式(14)を提案し, その際式(1), (2)ではなくこれらの結果を 8 倍した値と比較している。そこで本研究では宮田の式との関係を分析するため式(12), (13)には, 宮田に従い係数 8 をかけたものとなっており, これを Giroud 補正式と呼ぶことにする。

$$\theta_h = 0.561 \frac{B^2 \cdot k_s}{\sqrt{c_{vs} \cdot t}} (1 - U^6)^{1/6} \cdot 8 \quad (12),$$

$$\theta_h = 2.52 \frac{B^2 \cdot k_s}{H} \frac{(1 - U^6)^{1/3}}{U} \quad (13)$$

$$\theta_h = \frac{160}{\pi^2} \cdot \left(\frac{B}{H} \right)^2 \cdot k_s \cdot H \quad (14)$$

Giroud 補正式のうち式(13)を用いて, 式(14)と比較した。図-2 は式(13)と式(14)の関係を示したものである。粘性土の GHD 材による補強は現時点ではまだ小規模段階に留まっていることを考慮して, $B=4\text{m}$, $k_s=1 \times 10^{-6}\text{cm/sec}$ を用いた。式(13)と式(14)は係数の違いのほかに圧密度を因子に含んでいるか否かが異なっており, 図中に記した圧密度は Giroud の補正式に対応するものである。宮田が指摘しているように時間係数 T_v が大きくなれば, すなわち圧密度が増加すると, Giroud の式による

図-1 圧密速さと Giroud の近似式

図-2 宮田の通水量と提案式の比較

通水量は宮田の提案式に比べ小さくなること
 わかる。しかし圧密度 60%の Giroud 補正式の通
 水量と敷設間隔の関係は宮田の式に対して近似
 性が高く、宮田の提案式は Giroud 補正式の圧密
 度 60%曲線に対応していると考えることができ
 る。プラスチックボードドレーンの研究では圧密速さを考
 慮して圧密初期の通水量を必要通水量にするこ
 とが提案されている²⁾。この手法によると全面敷設で要求される必要通水量は式(14)で推定
 される値よりも大きい、Giroud 補正式で圧密度 10%程度の圧密初期段階の値も基準の対象
 になると考えられる。

表-1 解析条件

解析 ケース	GHD材		敷設間隔(cm)		平均敷設間隔 (cm)	粘土透水係数 kks(cm/sec)
	幅(cm)	厚(cm)	直径(cm)	水平方向 鉛直方向		
ケース1	30	0.5		60 30	44.5	8.64×10^{-5}
ケース2	30	0.5		60 60	63.0	8.64×10^{-5}
ケース3			10	80 30	51.4	8.64×10^{-5}
ケース4			10	120 120	126.0	8.64×10^{-5}
ケース5	30	0.5		60 30	44.5	8.64×10^{-5}
ケース6	30	0.5		60 60	63.0	8.64×10^{-5}
ケース7			10	80 30	51.4	8.64×10^{-5}

4. FEM 解析による GHD 材周辺の水理条件の検討

バーチカルドレーンの設計に使用されている Barron 式や吉国式は水平同心円状流れを前提にした
 ものである。このため鉛直浸透流が卓越する GHD 材の排水解析に両式を利用するためには
 基礎的な研究の蓄積が必要と考えられる。本研究
 ではこの一環として FEM 弾塑性圧密解析を行い、
 浸透場の対象性、同心円状流れの状態、圧密度～
 時間関係を調べた。用いた GHD 材は幅 30cm,厚
 さ 0.5cm とし、千鳥配置で敷設した。またプラスチ
 ックボードドレーンの取り扱いと同様に GHD 材外周延

図-3 解析メッシュ及び境界条件（平板状 GHD）

図-4 解析メッシュ及び境界条件（円形状）

長と等価な円周の直径を $d_w = 2(w + t) / \pi$ で求めた換算径の円を配した解析も行った。ここに w
 は幅で 30cm, t は厚さで 0.5cm とした。従って式の上では、円形材料の直径は 19.4cm にな
 るが解析では 20cm とした。表-1 は解析条件を示している。一般に GHD 材の敷設間隔は水

平方向と鉛直方向が異なる。このため GHD 材 1 枚当たりの分担面積と等価な正方形の辺長を敷設間隔 d とし、バーカルドレーンの設計で正三角形配置に適用されている有効径算出方法 ($d_e=1.05d$) に準じて有効径を求めた。図-3,4 には平板状 GHD と円形排水材のメッシュと境界条件を示した。四方の境界は非排水、GHD 材の縁辺は過剰間隙水圧をゼロとし、粘土から排水される水は GHD 材からだけ流出するようにした。ただし奥行方向は単位長さとしているので、GHD 材のドレーンシステムは考慮していない。この条件下で上部表面より載荷重 100kPa を即時的に作用させた。図-5 はこのうち GHD と円形排水材の表面沈下の経時変化を示している。解析対象面積が異なるので最終沈下量は同じではないが、この図からケース 1 の鉛直方向 30cm の GHD 敷設間隔がもっとも早く沈下し、80cm 敷設の円形排水材がもっとも遅く沈下する傾向にあることがわかる。これを Barron 式と比較したのが図-6 である。本比較研究の目的のひとつは鉛直流が卓越する水理場において、Barron 式、吉国式で推定される圧密度～時間関係が適用できるか否かを確認することである。換算径及び有効径などのパラメータは表-1 に示す値を用いた。敷設密度は $n=2.2\sim6.5$ で、サントドレ

図-5 沈下の経時変化

図-6 圧密度の比較

図-7 GHD 周辺の過剰間隙水圧分布($\times 98\text{kPa}$)

図-8 円形材料の過剰間隙水圧分布($\times 98\text{kPa}$)

に近い密度を示している。図より最終沈下量を基準にした圧密度は、Barron 式による圧密度に近いことから、Barron 式は水平に敷設された GHD 材の圧密度推定式としても適用可能であることことを示している。図-8, 9 は载荷直後の過剰間隙水圧分布の分布形態を示したものである。一般的なバーチカルドレーンとしての GHD の敷設密度は $n=20\sim 40$ 程度であるが、GHD の場合は小さく、このため平板状の形状効果が生じて間隙水圧分布は扁平になることが予想された。厳密に見ると図はそのことを裏付けているが、GHD 材の上下左右の対称性及び同心円状流れは概略的には保持されている。円形の場合も円状であり、かつ上下の形状は対称的である。以上の解析結果から懸念された上下の極端な偏在性は見られず、また平板効果によって圧力水頭は楕円状分布をしているが、圧密度～経過日数の関係が Barron による予測範囲にあるので、この形状効果の影響は少ないと判断される。

5. Barron 式，吉国式を準用した通水能の検討

FEM 解析結果から GHD 材の配置条件下では圧密度～時間関係は水平同心円状流を仮定した Barron の式によっても適用可能であることを確認した。従って Barron 式及び吉国のウエルジスタンスの式を GHD 材に適用することは可能と考えられる。式(15)～(19)を吉国の式で千鳥配置に対する通水量を求める基礎式とした⁸⁾。 $L=0$ とすれば Barron 式になる。

$$U = 1 - \exp\left\{-\frac{8}{F(n)+0.8L}T_v\right\} \quad (15), \quad T_v = \frac{c_{vs} \cdot t}{d_e^2} \quad (16), \quad n = \frac{d_e}{d_w} \quad (17)$$

$$F(n) = \frac{n^2}{n^2-1} \ln(n) - \frac{3n^2-1}{4n^2} \quad (18), \quad L = \frac{32}{\pi^2} \cdot \frac{k_s}{k_w} \left(\frac{B}{d_w}\right)^2 \quad (19)$$

ここに L : ウェルジスタンス係数, k_w : ドレーンの透水係数, k_s : 粘土の透水係数, d_e : ドレーンの有効径である。動水勾配を 1 としたときのジオテキスタイルの通水量が式(20)で示されるとすれば、式(19)は式(20)を用いて式(21)のように表すことができる。式(21)を式(15)に代入し整理すると、通水量, 圧密度, 時間を含めた式(22)が求められる。

$$\theta = k_w \cdot \frac{\pi d_w^2}{4} \quad (20), \quad L = \frac{8 \cdot k_s \cdot B^2}{\pi \theta} \quad (21)$$

$$\theta = -\frac{6.4 k_s \cdot B^2 \cdot d_e^2}{\pi} \times \frac{\ln(1-U)}{d_e^2 \cdot F(n) \cdot \ln(1-U) + 8 c_{vs} \cdot t} \quad (22)$$

式(22)からは地盤の k_s , c_{vs} が与えられ、またジオテキスタイルの配置 d_e , 長さ B , 及び目安とする圧密度と時間が示されると、必要なジオテキスタイルの排水能が得られる。つまり、要求されるジオテキスタイルの排水能は圧密条件によって異なってもよいことを示している。しかし、式(22)までの展開過程では圧密ひずみが考慮されていない。そこで吉国式でも可能であるが、 $L=0$ とする Barron 式に依拠して、ドレーンジスタンスを考慮しない最大の通水量を求める。GHD 材に流入する排水量は最終ひずみ $\varepsilon_A (=m_v \Delta p)$ とすれば式(23)で表される。これはある時間、ある圧密

度までに GHD 材を介して流出する全流量であるから、この量から求められる時間当たり流量が GHD 材に課せられた最大通水量と定義すると、式(24)～式(26)が得られる。なお式(26)では $L=0$, $U=0$ としているため、ドレーンレジスタンスを無視し、かつ圧密初期の通水量になる。

$$Q = \frac{\pi d_e^2}{4} B \cdot \varepsilon_f = \frac{\pi d_e^2}{4} B \cdot m_v \cdot \Delta p \quad (23), \quad \theta = \frac{\pi d_e^2}{4} B \cdot m_v \cdot \Delta p \cdot \frac{dU}{dt} \quad (24)$$

$$\frac{dU}{dt} = \frac{8}{F(n) + 0.8L} \frac{c_{vs}}{d_e^2} (1-U) \quad (25), \quad \theta = \frac{2\pi B \cdot k_s}{\gamma_w \cdot F(n)} \Delta p \quad (26)$$

6. 千鳥配置の通水量に関する提案式の比較

設計では圧密度とそれに要する所要日数などから GHD 材の配置と通水量を決める方法と、PBD の研究で提案されているように初期圧密度 ($U=10\%$ あるいは載荷直後) から最大値を決める二つの方法が考えられる。この考えは全面敷設条件で示したように必要通水量に大きな違いをもたらす。まず前者の考えで要求される必要通水量と配置条件について検討した。対象とした粘性土は盛土を念頭に置いて、 $k_s = 1 \times 10^{-6} \text{cm/sec}$, $c_{vs} = 50 \text{cm}^2/\text{day}$, $B=4\text{m}$ を仮定し、圧密度 50% に要する時間を変数にした検討を行った。この計算結果を示したのが図-9 である。盛土の施工スピードを考えて 50% 圧密度を 5 日間で達成するように GHD を設計するとする。図-9 よりウェルレジスタンスを考慮した式で $d_e=40\text{cm}$ とすれば必要通水量は約 $0.2 \text{cm}^3/\text{sec}$ 程度、 $d_e=60\text{cm}$ とすれば $1 \text{cm}^3/\text{sec}$ 程度となるが、 $d_e=80\text{cm}$ とすれば GHD 材の排水能を大きく改善しても圧密度 50% を 5 日までに達成することは不可能であることを示している。つまり盛土材の圧密係数や透水係数に支配されて、GHD 材の通水量を大きくしても敷設間隔を大きくすることができなくなる上限が存在することを示唆している。図では上限値として通水量 $(1 \sim 10) \text{cm}^3/\text{sec}$ が考えられる。次に圧密初期の通水量を式 (26) で求めたのが表-2 である。

図-9 通水量と敷設間隔

表-2 圧密初期の必要通水量

w(cm)	30	30	30	30
t(cm)	0.5	0.5	0.5	0.5
dw(cm)	19.427	19.427	19.427	19.427
水平方向間隔(cm)	60	60	80	120
鉛直方向間隔(cm)	30	60	30	120
面積(cm²)	1800	3600	2400	14400
換算ピッチ(cm)	42.426	60.000	48.990	120.000
有効径de(cm)	44.548	63.000	51.439	126.000
n	2.293	3.243	2.648	6.486
F(n)	0.322	0.574	0.421	1.171
$\gamma_w(\text{MN/m}^3)$	10	10	10	10
B(cm)	400	400	400	400
k(cm/sec)	0.000001	0.000001	0.000001	0.000001
$\Delta p(\text{kPa})$	100	100	100	100
$\theta(\text{cm}^3/\text{sec})$	7.793	4.377	5.961	2.145

なおり粘性土の盛土を対象とする計算例であるから、ここでは $\Delta p=100\text{kPa}$ とした。表から最大通水量は $(4 \sim 8) \text{cm}^3/\text{sec}$ で、式(22)で求めた上限値になる。図-2 に示した全面敷設条件での最大値は圧密度にもよるが、圧密度 10% 付近で評価すると $(0.1 \sim 1) \text{cm}^3/\text{sec}$ の範囲になることを示した。この通水量は単位奥行幅に対する値であり、今回検討した幅 30cm の GHD に対し

て単純に幅を掛けると(3～30) cm^3/sec が得られる。図-10は図-5に示した圧密沈下量の解析結果から求めた排水速度を示したものである。解析は飽和粘土を対象にしているので、圧密沈下量が排水量に対応しており、その排水量をGHDの敷設枚数で割った値で定義している。図から通水量の最大値は圧密初期に生じ、時間の経過とともに減少していくことを示している。従って排水材

図-10 FEM解析から求めたGHDからの通水量

としてのGHD材に求められる通水量は最大値になる圧密初期の値であり、図からは(2～4) cm^3/sec が得られる。なお図は幅30cm、厚さ0.5cmのGHD材及び $c_{vs}=50\text{cm}^2/\text{day}$ 、 $k_s=1 \times 10^{-8}\text{cm}/\text{sec}$ の盛土材について解析した結果であるから、この通水量はGHDの形状や粘土に依存した値である。いずれにしても吉国式の上限值、Barron式から求められる最大通水量は、全面敷設条件あるいはFEM解析結果から得られる最大通水量と類似した値と同程度であることがわかった。

なおマニュアルではドレーン性能としてサントドレーンの透水係数に匹敵する透水能($k=1 \times 10^{-2}\text{cm}/\text{sec}$)によりドレーン通水量が要求されている。この場合換算径を表-1に示す値とすると $\theta=2.95\text{cm}^3/\text{sec}$ が得られ、上記に示した通推量と同程度の値が得られる。

7. あとがき

GHD材の通水性能を全面敷設と千鳥配置に対して検討した。この結果全面敷設条件に対してGiroudの補正式を提案し、同様な条件に対して提案されている宮田の式に対して圧密度60%の関係が類似していることを示した。また設計では圧密初期段階の通水量が重要な決定因子になることを考えると、全面敷設に対しては単位幅当たり(0.1～1) cm^3/sec が要求される必要通水量になることを示した。千鳥配置については鉛直流の水理条件、あるいはGHDの幅効果による過剰間隙水圧の偏在的な分布が懸念されたが、FEM解析結果とBarron式の比較では既存のGHDの敷設範囲内であればBarron式により排水量が評価できることを明らかにした。さらに吉国式により必要通水量と敷設間隔の関係を検討し、必要通水量は盛土材の透水性に依存する割合も大きいことを明らかにした。そして幅30cm、厚さ0.5cmのGHD材の必要通水量は(1～10) cm^3/sec になり、吉国式、Barron式、FEM結果も同程度になることを示した。

なお本研究はジヤクタイル技術研究会の活動の一環として実施されたものであり、ご協力いただいた皆様に記して感謝いたします。

(参考文献)

- 1)土木研究センター「ジオテキスタイル補強土工法普及委員会」(1993):ジオテキスタイルを用いた補強材の設計・施工マニュアル, 土木研究センター, pp.82~91
- 2)M.Kamon, T. B. S. Pradhan,S.Suwa(1992):Laboratory Evaluation of the Discharge Capacity of Prefabricated Band-shaped Drains, The Society of Materials Science, Japan, Current Japanese Materials Research Vol.9, Soil Improvement, pp.25-38
- 3)嘉門雅史, 福田光治, 諏訪靖二 (1999):ウェルジスタスと PBD の排水能, 土木学会第 54 回 年次学術講演会概要集(III-B), pp.510-511
- 4)三木博史(1993):ジオテキスタイルを用いた補強土工法 6.高含水比粘性土を用いた盛土の補強工法, 土と基礎, 41-9(428), pp.69-76
- 5)Giroud, J.P.(1983): Geotextile Drainage Layers for Soil Consolidation, Civil Engineering for Practicing and Design Engineers, Vol.12, pp.275-295
- 6)宮田喜壽, 木暮敬二, 落合英俊(1998):高含水比粘性土盛土における水平排水層の排水効果の評価法, 土木学会論文集 No.589/III-42, pp.121-129
- 7)Barron,R.A.(1948):Consolidation of Fine Grained Soils by Drain Wells, Trans. of A.S.C.E. Vol.113,pp.718-754
- 8)吉国洋(1979):ハーチカルドレン工法の設計と施工管理, 技報堂出版, pp.37~48
- 9)山口柏樹(1998):土質力学(全改訂), 技報堂出版, p.137