

# 抄 録

## サンドドレーン工法による泥土安定化 “Vertical Sand Drains for Stabilization of Muck-Peat Soils”

by J.C. Carpenter and Edward S. Barber  
Proceedings of ASCE Nov. 1953

**1. Puerto Rico 島における実例** サンドドレーン工法は湿地の安定工法として California 州道路局が発達させたものであるが、1941年以前には California 以外ではあまり行われていなかった。このような情勢の中で、Puerto Rico 島で計画中であった軍事道路は Fernandez Juncos Avenue と Martin Penā Channel の間で長さ 691 m にわたる湿地帯にぶつかった。この湿地帯の泥土は 7.5~15.0 m の深さを有し、満潮時には水面下に没し、干潮時には、はだしの子供が歩いてくるぶしまで沈むほどのものであった。

この泥土克服に関して、あらゆる工法を用いた場合の工費を比較検討した。すなわち、最初の比較の結果によれば、木構造物の構築 \$187 000 が第1位、第2位は泥土を掘削した後に良質の土と置き換える方法の \$390 000、第3位はコンクリート構造物の \$600 000 であった。このときに新たに着目計画されたサンドドレーン工法は \$103 200 と見積られ、結局この方法を採用することに定められたのである。

この計画を種々検討の結果、この島の条件に合致するようにサンドドレーンの径は 70 cm のものを 30 cm に改め、長さは 12 m のものとし、この鋼管の先端に径 35 cm のコンクリート円錐のキャップをした。この mandrel を蒸気ハンマーで打ち込んだ。mandrel の間隔は横 3.6 m、縦 3.0 m とし、長さ 690 m にわたって巾員 30 m の間を施工した。ドレーンの数は 1492 本、総延長 17 600 m である。mandrel 打込み後、その中に湿つた砂を入れ、mandrel を引抜くが、コンクリート円錐はそのままにしておく。このようにして垂直のサンドドレーンが泥土中に作られた。California Method はこのドレーンの上に 60 cm の砂の層を作るのであるが、砂を安く入手することができたので、粘土層の上にはすべて砂で盛土した (図-1, 図-2 参照)。

試験室の結果によれば、堆積していたままの泥土の含水比は 140~700%, 平均 400%, 剪断強度はほとんど 0 のものであった。沈下速度は中心線に沿って 15 m おきに測つた。また、空隙圧はそれぞれ異なつた深さに 6 個のシリンダーをおいて測定したが、その中の 1 個だけが高圧を示し、その附近において滑動が起つた。しかし、全体としては非常な成功を収めた。

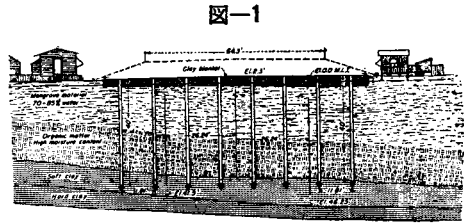


図-1

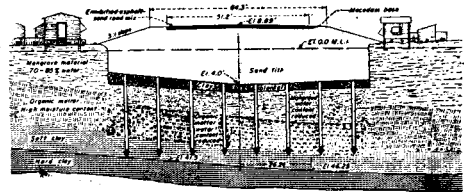


図-2

この成功の理由として考えられるのは、まず 6 年という長年月を費して行つたこと、砂の盛土の下に強い粘土層を作つたこと、及びその上のすべての盛土を砂にしたことであろう。

**2. サンドドレーンの設計** 普通の標準は 30~75 cm の径の垂直な砂の柱の上に 60~90 cm 厚の砂の層を置く形式である。サンドドレーンの理論は軟弱地盤の上に盛土を乗せて、その圧力で締付けて上記の垂直なサンドドレーン及び水平の砂層を通して水が逃げ、泥土が圧密されることである (図-3 参照)。中心間隔は 3 m が普通であるが、圧縮の必要度の少ないときには 4.5 m を用いる。また、橋梁アバウトでは 1.5 m を使用した例もある。孔の配列は四角形よりも六角形の方が有効である。

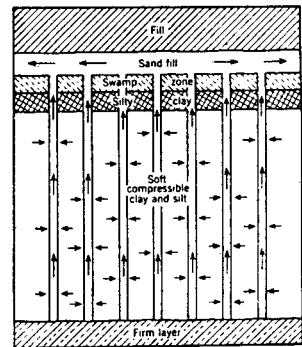
サンドドレーン及び砂層に使用する砂は少なくとも  $5.2 \times 10^{-3}$  cm/sec の透水係数を持ち、しかも周囲からの土が滲透していないだけの細かさを持つものでなければならぬ。New Jersey Turnpike での仕様書には

篩目	通過百分率
50~12 mm	100%
12 mm	60%

4 番篩を通るもののうち、80 番篩を通るものは 20% 以下、200 番篩を通るもの 2% 以下と規定している。盛土の広い場合には排水用パイプまたは砂利層を設置して透水係数を増大させる。

**3. サンドドレーンの施工** 打ち込みは mandrel、端の閉じたパイプの使用、またはジェットで行うが、

図-3



軟い土に対してジェットを用いると、土が乱れて砂を汚すことになるから好ましくない。必要な深さに達した後パイプを上げるときには、砂がもち上るのを防ぎ、パイプを抜くやすくするために上から圧搾空気を供給する。

**4. 施工中の種々の調節** 土中の空隙圧を測定してその値が大きすぎることは、有効に働いている圧力が少ないことを示し、従つて耐圧強度も不十分である。空隙圧の許容値は普通全圧力の 50% 以下とされている。盛土が沈下して規定の標高に達した後には 0.6~2.4 m の余盛を行つて荷重をかけ、少なくとも 3 週間はそのまましてから余分のものを切取るが、そのときに多少の上昇が生ずることがある。そのときは 2~4 週間はそのまま放置して、それまでその上の舗装は待つ必要がある。

(建設技術研究所 梅田昌郎)

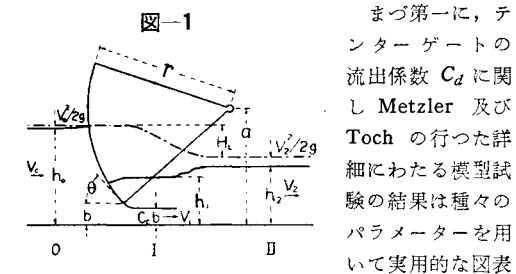
**テンターゲートの水理特性**

**“Discharge Characteristics of Tainter Gates”**

by Arthur Toch

Proc. of A.S.C.E., Vol. 79, Separate No. 295, Oct. 1953.

テンターゲートは流量調節用として広く用いられているが、その水理特性に関してはこれまでは通常個々のゲートについてのみ決定されているにすぎない。この論文においては、水平床面に置かれたテンターゲートについて、自由流出及び水中流出の 2 つの場合に対し、模型試験結果と全般的な解析方法を比較説明している。本文中にてでくる各量の記号は 図-1 に示すとおりである。

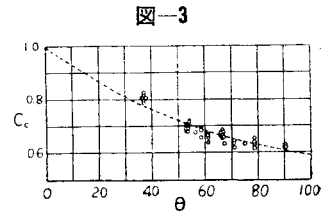
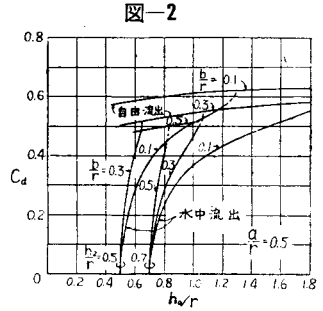


まづ第一に、テンターゲートの流出係数  $C_d$  に関し Metzler 及び Toch の行つた詳細にわたる模型試験の結果は種々のパラメーターを用いて実用的な図表に整理されている。その一例を掲げれば 図-2 のとおりである。この図は  $a/r = 0.5$  に対するものであつて、流出係数は次のように定義した。

$$C_d = \frac{q}{b\sqrt{2gh_0}} \dots\dots\dots(1)$$

図から明らかのように、自由流出の場合には上流側水深の変化にともなう  $C_d$  の値の変化は比較的わづかなものであるが、水中流出の場合にはその変化のいちじるしいことがわかる。自由流出の場合のテンターゲートの流出量を解析するに当つては、流出水の縮脈に及ぼす水門刃先の角度の影響を知る必要がある。テン

ターゲートの縮脈係数  $C_c$  の値を解析的に求めることはできないが、それに近い流れについての解をもつて近似させることができる。その一つとして、 図-3 に示した点線は Von Mises が直線傾斜壁をもつたスロット (これは無限大の半径をもつテンターゲートと考えられる) に対して  $b/h_0 = 0$  の場合につきポテ



ンシャル理論を用いて計算した縮脈係数と水門角度との関係を示すものであつて、 図中のテンターゲートの実験値と比較すれば、スロットの縮脈係数を近似的にテンターゲートに適用できることを立証している。 図-3 に示す実験値のちらばりは  $b/h_0$  にともなつて  $C_c$  がいくぶん変動することによるものであつて、この縮脈係数に及ぼす  $b/h_0$  の影響については、スルースゲートに対して Pajer が求めた解析結果から推論することができる。なお式 (1) で定めた流出係数が縮脈係数から算定されるべきであるとすれば、連続式及びエネルギーの式から次の関係が得られる。

$$C_d = \frac{C_c}{\sqrt{1 + C_c b/h_0}} \dots\dots\dots(2)$$

図-3 中の測定点から代表的な  $C_c$  の値をとり、これを用いて式 (2) から  $C_d$  の値を求めると、これは実測結果について得られた  $C_d$  の値と最大約 10% の相異を示す。  $C_c$  と  $b/h_0$  との間関係をもつとはつきりときめることができるならば両者の一致はさらによくなるものと思われる。

次に、下流側の水位が高くなつてゲートの開きが水中に没するようないわゆる水中流出の状態が惹起すると、式 (1) に用いるために式 (2) で算出される流出係数の値は明らかに適用できなくなる。この場合、簡単化せる仮定を用い、 図-1 に示す 3 つの断面について連続式、エネルギーの式、運動量の式をたてて解けば、このような場合の流出状態を十分な近似度をもつて解析することができる。その結果単位巾当りの流量を与える式は、

$$q = \sqrt{\frac{2g(h_0 - h_2)}{\Psi + 1 - (h_2/h_0)^2}}, \Psi = H_L / (V_2^2 / 2g) \dots\dots\dots(3)$$

(3) と (1) から  $q$  を消去すれば、(1) 式で定着した流出係数は、 (31 ページへ)