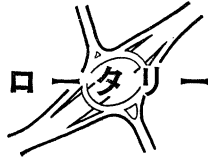


ペーパー ドレイン工法



ペーパー ドレイン工法は、スウェーデン 国土土質研究所の W. Kjellman の考案による軟弱地盤改良の特許工法である。原理はサンド ドレイン工法と全く同一であるが、ドレイン材料に砂のかわりに特殊な形と性質を有するカード ボードを使用するところが異なっている。

この工法はサンド ドレインが米国で発達したのにくらべて、ヨーロッパで発達したものであるが、特許権その他の事情でわが国への導入が遅れていた。KK 水野組はその工法の有望性を察して、1, 2年前からスウェーデンおよびベルギーにおける諸関係者と技術提携をなし、1年有余の努力の結果、国情に合った国産の特殊なペーパー ドレイン打込機とカード ボードの製作ならびに施工法の開発に成功した。これを実地に施工したところ、きわめて有効に効果を現わすことを確認したので、ここにその概要を紹介する。

1. 工法の概要

サンド ドレインやペーパー ドレインを使用して、軟弱地盤を圧密する場合、軟弱層からの排水効果は、ドレイン間隔の距離の2乗に比例し、ドレインと土との接触面積に大いに関係するが、ドレインの断面積にはそれほど関係しない。すなわち表面積が同一のドレインは、ほぼ同一の排水効果があることが確かめられている。したがってドレインの断面積は小さくても土との接触面積の大きい形状のものを小間隔に打込むことが、排水効果をあげるには有利である。サンド ドレインは円形であるがカード ボードは帯状である。サンド ドレインは施工上直径 30 cm 以下にすることはほとんど不可能であるがカード ボードは連続した材料の工場製品で 施工中に切断される心配はない。カード ボードは帯状であるために、土との接触面積にくらべて断面積が小さい。ゆえに土中に挿入することが容易であり、ドレイン間隔を密にすることにより、円形サンド パイルの排水効果よりよくすることができる。ペーパー ドレイン工法の長所としてつぎのような点が考えられる。

- 1) 施工速度が速い 小断面積のカード ボードを容易に土中に挿入することができ、サンド ドレインの打込みにくらべて数倍の速度で施工できる。
- 2) 排水効果がよい カード ボードを小間隔に打つことにより圧密期間を短縮できるために、排水効果がよい。
- 3) 工費が安い 砂杭に比して安いカード ボードを短い期間に施工できるので、工費が安くなる。
- 4) 施工管理が容易かつ確実である 砂杭にくらべて

施工が容易かつ確実であり、信頼度が高い。

- 5) ドレイン材の地域性がない 工場生産の軽い材料をドラム巻きにして用いるため、砂の入手困難な地域でも容易に施工できる。

- 6) 打込時の原地盤の乱れが少ない ペーパー挿入桿の断面積がサンド ドレイン用外管の数分の一であり、静かに土中に挿入するため、土が乱れることがない。

2. カード ボード

本工法で使用されるカード ボードは製品の積み出し、移動、打込みを容易にするために厚さ 3 mm、幅 100 mm に製作 1400 m をドラムに巻いて用いる。品質は各種木材パルプを適度に配合し耐バクテリア性、耐水強度などをもたすために適当な化学処理をほどこしてある。

水を含んだカード ボードの透水係数は $10^{-5} \sim 10^{-4}$ cm/sec で粘土の透水性よりはるかに大である。カード ボードの縦方向には、連続した断面積約 3 mm^2 の小穴があり、透水性をよくしている。実験結果によれば、カード ボード面にかかなり高い粘土圧が作用した場合でも、アーチ アクションが小穴に働いたためか穴がつぶれることなく、透水性が極端に減少することはない。日本では長期にわたる観察結果はないが、スウェーデンでは、化学的加工をほどこしていないカード ボードを2年間土中に放置したが、粘土の沈下による変形が少々あったのみで、完全な状態であったことが報告されている。

3. ペーパー ドレイン マシン

ペーパー ドレイン マシンは、T. Kallstenius のプロットタイプをもとに、ベルギーのピオ・フランキー社との技術提携により製作されたもので、日本の国情に合わせて独特の設計技術を加味し、ロング クローラーに搭載された全油圧駆動方式のものである。

1号機は昭和 38年 10月に完成し、約1カ月の試運転と調整の後、昭和 38年 12月から日本鋼管KK福山製鉄所建設用地の地盤改良工事現場で本格的に稼働を開始した。現在施工中の所は、表層の 2 m の砂層を打抜き、軟弱な粘土層中に、カード ボードを 15 m 程度挿入しているが、1本当りの施工所要時間は平均約 2分である。

移動時間	打込時間	引抜時間
20°~35°	35°~45°	35°~45°

本機の圧入機構は、マンドレル（ペーパー挿入桿）上部の左右に固定した圧入用ワイヤ ロープが、本体にある2個の圧入用巻下げウインチ ドラムにより圧入され、所定の深度に達すると、マンドレル上部の圧入用ワイヤ ロープと対向の位置にある引抜き用ワイヤ ロープがマ

スト上部の左右にある滑車を介して、本体の圧入用ウインチドラムの下部にある2個の巻上げウインチドラムによりマンドレルは引抜かれる。これと同時にマンドレル上部の前後面に取付けてあるカードボード送り装置が働くが、これらの操作はペーパー・オート・カッターとともに全自動制御となっているが、手動操作も可能である。さらに以上の作業が終了すれば、移動走行の自動制御装置が働き設計ドレーン間隔だけ打込機は自動走行し、つぎの打込地点に停止し、再び打込みを開始する。

全重量	30~35 t	駆動方式	全油圧自動
接地圧	5~6t/m ²	打込方式	ワイヤロープ式 チェーン式
挿入深度	12×20 m	全長×幅	約 8×3.5 m
原動機	200HP	最大打込能力	240本/8h

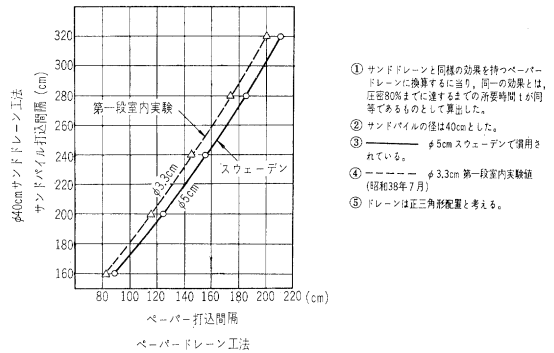
4. ペーパー ドレーンの間隔

ペーパー ドレーン工法はサンド ドレーン工法とまったく同一の原理にもとづいている。その設計方法はバロンの定理により、サンド ドレーンの直径および打込間隔を決定し、これをペーパー ドレーンに換算することにより経済性を比較することができる。スウェーデンでの実験結果では、このカードボード（厚さ 3mm、幅 100mm）は直径 5cm のサンド ドレーンと同一効果が得られると報告されている。広島大学における室内実験結果では、円形サンド ドレーンの周長 W_s と帯状ペーパーの周長 W_p （幅の約 2 倍）の比率は $W_p/W_s=2.0 \sim 1.62$ となっている。この比率を厚さ 3mm、幅 100mm のカードボードに適用すれば、カードボードは直径 3.3~4.05cm のサンド パイルに匹敵することができる。現在ペーパー ドレーンとサンド ドレーンのフルスケールの比較実験を施工中であるが、約 3 カ月経過の状態では、厚さ 3mm、幅 100mm の特殊加工をほどこしたカードボードは直径 5cm のサンド ドレーンと同一効果を期待してよいものと思われる。サンド ドレーンとカードボードの使用比率は、今、かりに直径 40cm のサンド パイルを 220cm 間隔に設計した場合、カードボードは 140cm 間隔にすることができる。ゆえに、使用比率は、 $(220:140)^2=2.5$ 倍、直径 40

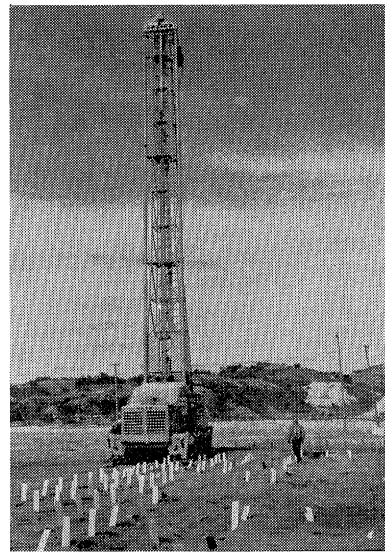
cm のサンド ドレーン 1 本に対し 2.5 本のカードボードを打てばよいことになる。

図は直径 40cm のサンド パイルを直径 3.3~5cm のサンド パイルに換算したものである。

サンド ドレーン、ペーパー ドレーン換算図



日本鋼管福山製鉄所熱延地区地盤改良工事現場
(ペーパー ドレーン長 12m、間隔 1.16m)



連絡先：広島市 八丁堀 122
KK・水野組 調査設計課 (Tel 21-5131)

フレーリッヒ教授の死去

ウィーン工科大学名誉正教授 Otto Karl Frölich 博士がさる昭和 39 年 1 月 20 日世を去った。昨年死去したテルツァギー教授との共著などで知られており、近代土質力学の開拓者建設者として重要な役割をした一人である。アメリカの影響が大きくなった今日のわが国では、テルツァギーの名ほど大衆的ではないが、彼が米国に去った後もウィーンに留まり、ヨーロッパの学風をつ

たえる土質力学基礎工学の大家として重きをなしていた。4つの学位をもち、オーストリア学士院会員であり、オーストリア土木建築協会金賞名誉牌の保持者であるフレーリッヒ教授の葬儀は 1 月 24 日ウィーン市立葬礼場においてとり行なわれ、29 日グリンチンガー墓地に埋葬された。ウィーン工科大学の長い歴史にすりへった大理石の床を歩いた日を思い出しながら、教授の死に謹んで哀悼の意を表する。

(金沢大学工学部 西田義親・記)