

# ペーパードレーン工法 新施工管理システム

CS ドレーン協会

資料

## はじめに

ペーパードレーン工法は、サンドドレーン工法などと同様、軟弱粘性土層に設置されたドレーン材が地中水の排水経路となり圧密促進・地盤強度増加を計るバーチカルドレーン工法である。ドレーン材として砂・砂利などの天然粒状材料ではなく、工場生産の通水孔を有するボード（厚さ数 mm、幅約 10 cm）を用いることに特徴がある。このボードは、かつては文字通りの厚紙で、湿潤時の強度劣化や地中拘束による通水孔の閉塞問題があったが、その後合成樹脂を用い強度・透水性とも設計に耐え得るドレーン材として改善が計られている。また工法の適用上からは、ドレーン材が軽く取扱いが容易であり、打設機も軽量のため施工性が良く打設速度も早く経済的であるため広く普及してきている工法である。

しかし、このペーパードレーン工法の施工上の問題点として、打設機の引き抜き時に打設管に連行してドレーン材の一部あるいはその全長が上昇してしまう「共上り」が発生する場合があることで、またその場合にドレーン材の地中残置状態の把握に不十分な点があったことである。この点を改良して開発された工法がここで紹介する、地中でのドレーン材の打設残置状況を的確に検知・把握する新施工管理システムである。

## 1. 新システムの概要

ペーパードレーン工法における従来の施工管理方法は、図-1 に例示したように、ドレーン材の繰り出し量を地上で検知する方式、打設管（マンドレル）の打込み

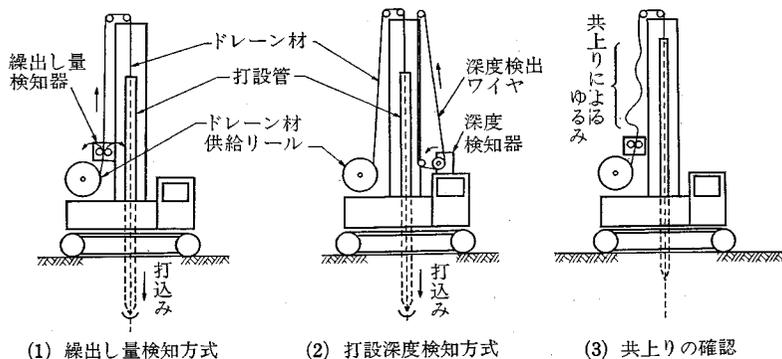


図-1 従来の施工管理例

深度を検知する方式、あるいはそれらの組合せ方式などが用いられているが、いずれの方式もドレーン材の地中残置深度・破断および共上りの状況を正確かつ定量的に把握するには難があった。すなわち、打設機の引き抜き時に生じる地上部のドレーン材のゆるみで破断や共上りの発生状況を知る程度であった。

一方、新たな施工管理システムでは、ドレーン材にあらかじめ被感知材（特殊金属）を取り付け、打設管先端部に内蔵したセンサーで、打設管引き抜き時に打設管先端部からのドレーン材繰り出し量を時々刻々計測

表-1 ペーパードレーン工法施工管理方法の比較

| 項目 \ 方法          |                 | 従来方式   | 新システム  |
|------------------|-----------------|--------|--------|
| 打設管の深度計測         |                 | 可      | 可      |
| ドレーン材の計測         | ドレーン材           | 被感知材なし | 被感知材つき |
|                  | 計測における検知位置      | 地上部    | 地中部    |
|                  | 破断および共上り状況の定量把握 | 不可     | 可      |
|                  | 地中残置深度の計測       | 不可     | 可      |
| 打設数量、打設時間などの自動記録 |                 | 可      | 可      |
| 打設集計表の作成         |                 | 不可     | 可      |

し、その結果をリアルタイムに記録紙に表示させる方式を採用している。また、打ち込み時の打設管貫入抵抗を記録することによりドレーン打設先端部の土性の目安を得て、改良計画層まで確実にドレーンが到達されていることが確認できる機能も持っている。さらに本システムでは、内蔵したデータ記憶装置を事務所などに設置したパソコンと連動させて迅速な施工データの集計も可能である。

表-1 に従来方式と新システムの相違を示す。

## 2. 新システムの構成と機能

新施工管理システムの全体構成は、図-2 のように、

- ① 被感知材つきドレーン材、
- ② 打設管先端部に内蔵した感知器および打設管の深度検出器からなる検知装置、

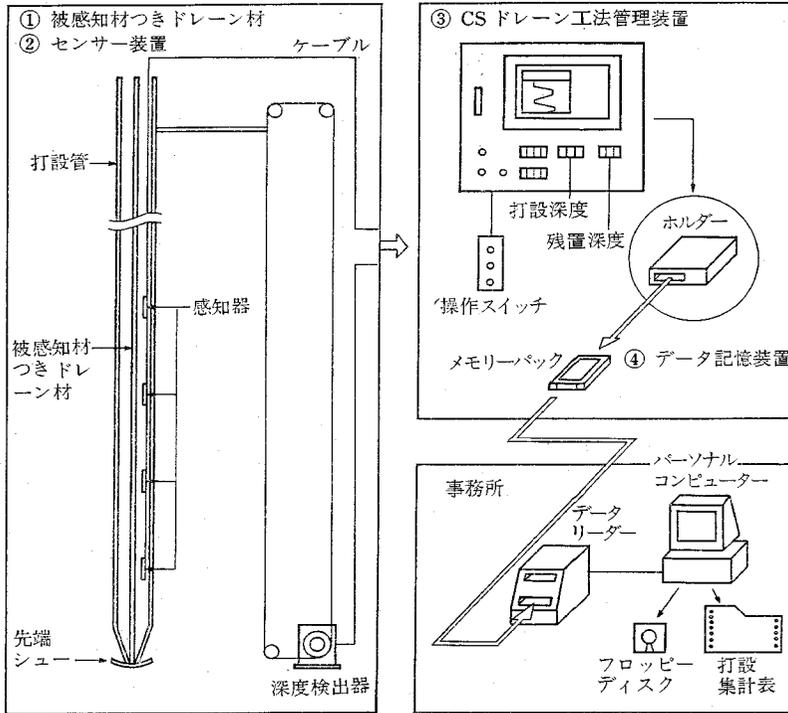


図-2 新施工管理システム構成図

- ③ 施工機の運転室に設置した管理装置  
の3つが基本構成であり、オペレータが施工機械を運転しながらすべての操作および監視が行える。表-2 にこの基本構成の仕様を示す。また、このほかに、
- ④ データ記憶装置、
- ⑤ 事務所などに設置するデータリーダーおよびパソコ

表-2 基本システムの仕様

| 項 目   | 規 格          |                               |
|-------|--------------|-------------------------------|
| 感 知 器 | 感知方式         | 高周波発振型                        |
|       | 被感知材         | 40φ 0.1mm厚<br>40×40mm 0.01mm厚 |
|       | 動作距離         | 15mm                          |
|       | 耐衝撃性         | 6G                            |
|       | 耐水圧          | 5kgf/cm <sup>2</sup>          |
|       | 周囲温度         | -20°C~60°C                    |
|       | 数 量          | 4台                            |
| 深度検出器 | 検知方式         | ロータリーエンコーダ(可逆式)               |
|       | 出 力          | 1パルス/cm                       |
| 演算装置  | プログラマブルシーケンサ |                               |
| 記 録 計 | 記録方式         | 自動平衡型<br>2ペン                  |
|       | 記録紙          | 150mm幅                        |
| そ の 他 | 感知精度         | ±40mm以内                       |
|       | 電 源          | DC 22~28V                     |
|       | 貫入抵抗記録       | 圧力変換器接続可能                     |

ン、もシステム構成要素で、この部分は施工後のデータ集計迅速化のための機能を担う。なお、前述のとおり、必要に応じて打設管打ち込み時の貫入抵抗(油圧力または電力)を検知、表示する付加機能も有している。

(1) 被感知材つきドレーン材

被感知材の性能として、i) 感知器が感知しやすい材質、ii) ドレーン材に取り付ける際の加工性が良いこと、iii) ドレーン材の機能に影響を与えないことなどが要求され、本システムでは40mm丸または角で厚さ0.1~0.01mmの特殊金属板(箔)を採用し、ドレーン材の強度や透水性に変化のないことを確かめてある。また被感知材

の取り付け間隔は1mを標準としている。図-3 にドレーン材の状態を示す。

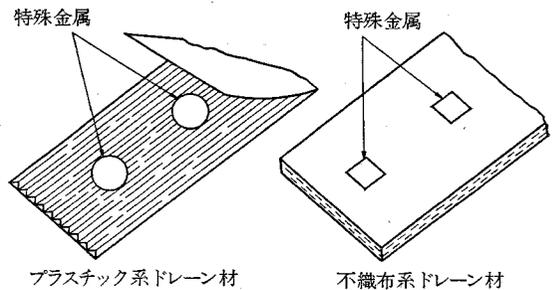


図-3 被感知材つきドレーン材の構造

(2) 検知装置

打設管先端部に内蔵された感知器は、ドレーン材に取り付けた特殊金属を感知する部分であり、i) 検出可能距離が安定しかつ速度応答性が良いこと、ii) 打設管など被感知材以外の周囲金属による影響がないこと、iii) 打設時の衝撃や土圧・水圧に耐え得ること、iv) 周囲の温度変化に影響されないことなどが要求される。このような厳しい使用条件を考慮し、各種実験の結果から“磁気近接式”感知器を採用しており、安定作動の範囲として表-2 に示す仕様を与えられている。なお、この感知器は、ドレーン材繰り出し量の正確な計測と分解能向上のため打設管先端部に4台設置している。

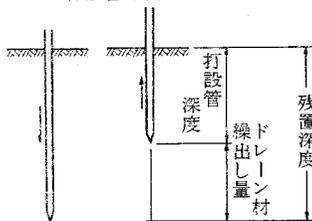
打設管の深度検出器は、打設管の上下動を回転運動として深度検出器に伝え、ロータリーエンコーダで上下動1cmごとに1パルスの電気信号を発生させる方法を用いている。

(3) 管理装置

管理装置は操作・演算・記録の各装置からなり、次の機能を備えている。

- ① 深度検出器からのパルス信号を演算装置で計数し、打設深度に相当するアナログ信号に変換し記録する。
- ② 打設管先端部に内蔵した感知器からのパルス信号を検知・計数し、ドレーン材繰り出し量を演算する。この繰り出し量と①で得られた打設管深度とによって、図-4に示す残置深度を演算、アナログ信号に変換して記録する。
- ③ 貫入抵抗を記録する。
- ④ 共上りの発生や破断などの異常を残置深度から判断し、警報を発する。この判断基準はあらかじめ演算装置に設定入力しておく。
- ⑤ 打設状況を数字表示でオペレータに示す。

$$\text{残置深度} = \text{打設管深度} + \text{ドレーン材繰り出し量}$$



(1) 打込み (2) 引抜き

図-4 残置深度演算図

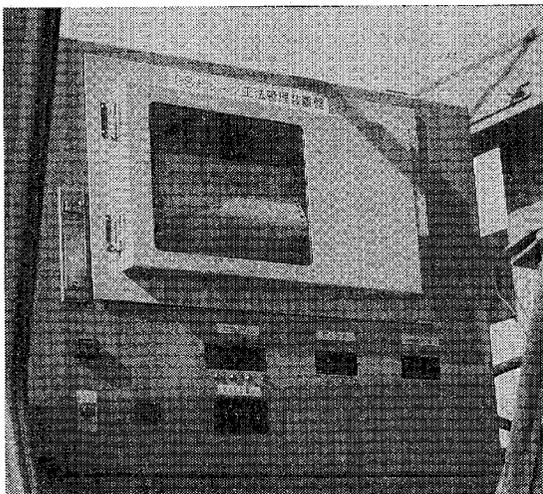
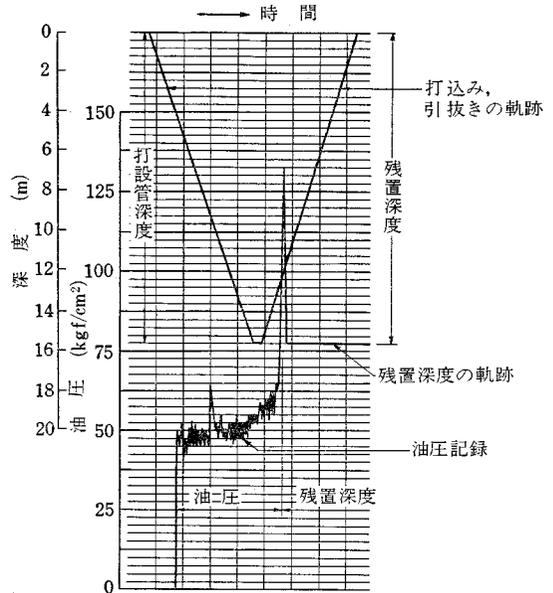


写真-1 打設機内の管理装置



注) 油圧と残置深度の記録は同一ペンを用いており、打込み時と引抜き時とで記録項目を切り換える。

図-5 ドレーン打設記録例

- ⑥ 施工データをメモリーパックに記憶させる。

以上の機能をコンパクトに一体化し、写真-1のように運転室前面に収納している。

図-5は本システムで得られた施工記録データ例で、残置深度記録が打設管最大深度に一致している(なおこの記録では2ペンの錯綜を防ぐため、残置深度は打設管深度より時間軸上1目盛先行した位置に記録される)。

3. 施工実績および結果

この新施工管理システムは昭和58年11月に実用化適用以来、3年余りの間に30例近い適用があり、打設総延長も600万mに及ぼうとしている。この間、開発段階の仕様に若干の改良を加え、感知器や記録装置の小型化、集計機能も付加した管理装置として現状の仕様に至っている。

また一方、各現場において共上りや破断などの異常現象の発生状況が図-6のように定量的に把握でき、いくつかのパターンに分類できるようになった。異常発生のうち極端に頻度が高いのは初期共上り(先端シューが定着されないかさされにくい場合)で、次に全長共上り(貫入時の先端シューのずれまたは破断があった場合)である。これらの発生状態により、先端シュー材の交換や打設管先端構造の改善など施工方法にフィードバックして所期の改良目標を達成させるように施工を行っている。

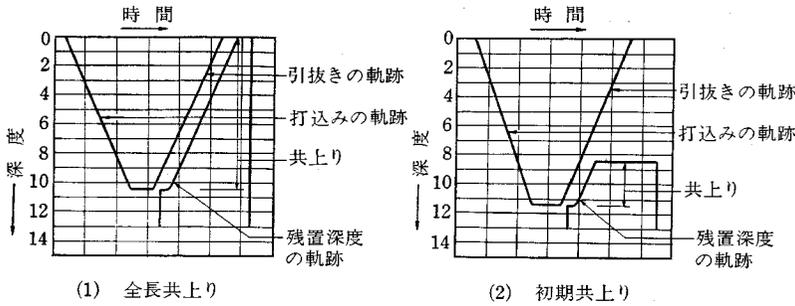


図-6 異常残置状況に対する打設記録例

工データの蓄積と分析を通して、異常発生メカニズムを解明し、それに対応のできる施工方法をめざすことが、本工法の信頼性向上の重要な前提であると考えている。

参考文献

- 1) 三浦・木村・秋元・広島：ペーバードレーン打設時の共上りについて(その1)，第19回土質工学研究発表会，pp. 1577~1580, 1984.
- 2) 三沢・三浦・広島：プラスチックドレーン工法の新しい施工管理システム，基礎工，Vol. 13, No. 8, 1985.

(CSドレーン協会事務局：港区元赤坂 1-2-7 鹿島建設(株)土木技術部内)

あとがき

この新システムは、昭和59年3月に設立した「CSドレーン協会」(現在、総合建設業12社、建設関連会社15社が参加)において普及を行っている。上記の施

● 最新の英文年報 ●

A 4判 190 ページ 4500円 (〒 350)

- The Course and Preview of Toll Roads in Japan (M. Kikuchi),
- On the Steering Committee of the Study Group on Infrastructure Planning and Management, and Its Activities (H. Suda),
- Outline of the Maebashi-Yuzawa Section of the Kan-Etsu Expressway (T. Takafuji and H. Inaba),
- Purification of Nho River by Gravel Contact Method (K. Seki),
- Design and Construction of Curved Slit Type Caisson Breakwater (K. Takayama, F. Iwatani and T. Yamada),
- Design and Construction of Imaichi Hydroelectric Power Plant (T. Fujii),
- Construction of Yokohama Bay Bridge (K. Maeda),
- Urgent Earthquake Detection and Alarm System (Y. Bito and Y. Nakamura),
- Introducing the Kansai International Airport (M. Kashiwamura),
- Sendai City Subway Construction Report (S. Todo and T. Seino),
- The Kansai Science City (A. Okuda),
- Kajima Institute of Construction Technology, Kojima Corporation (S. Monoshima),
- Guide of JSCE.
- News Section: Activities & Major Events of JSCE.
- Technical Standards Series Recommended by JSCE.
- Outstanding Civil Engineering Achievement Award

