

21. アンカレス・マンドレル装置の開発と施工実績

東洋建設(株)：福富 泰・後藤 聖一

1. まえがき

プラスチックボードを用いたドレーン工法を、より経済的かつ施工性の良い確実な工法として確立させるための昭和60年度からプラスチックボードドレーン工法の弱点であった「共上り」の発生を無くすことを目指し、水陸いずれの施工も可能な独自の打設装置の開発を進めてきた。

この装置はドレン材自身の先端部を鉤状に湾曲させることにより生じるアンカー効果（以下「J効果」と呼ぶ）を利用し、鋼製やプラスチック製のアンカーを全く使用せずに打設が可能であることからアンカレス・マンドレル装置（以下「アンカレス」と略す）と名付けられた。

今般、出雲空港整備事業（滑走路延長工事）における約8万6千本の水中打設において本装置の優れた性能が実証されたことを一つの区切りとして、このアンカレス装置についての機構、J効果の確認実験、そして実績をとりまとめて報告する。

2. アンカレス・マンドレル装置の概要と特徴

(1) 概要

本装置はドレン材そのものの先端部をJ型にして打設するものである。これは油圧機構を装備したアンカレス本体を中心とした一連の打設システムの開発によって可能となったものであり、その特徴を次に列記する。

- ① 共上りが発生しない。
- ② アンカープレートを使用しないため、その取付けの手間や費用が不要となる。
- ③ 水中施工にあたり上記②の効果は特に顕著であり、マンドレルを水上（船上）に引揚げる必要がなく打設サイクルの短縮が可能となった。
- ④ ドレン材は開閉可能な蓋で保護されるため買入の際の損傷が無い。
- ⑤ 同時に開発したドレン材の自動切断装置や管理計器を含めアンカレス打設システムの構築が可能となった。
- ⑥ 下部硬土盤迄の打設のみならず軟弱層での浮遊状態でもドレン材の定着が可能となった。
- ⑦ 超軟弱地盤での打設が可能となった。

(2) 打設の原理

アンカレスによる打設の原理を図-1に沿って説明する。打設にあたってはドレン材をマンドレル先端部より10～20cm垂らした状態で蓋を閉めドレン材をJ型に湾曲させる。（順序1,2）この状態で土中に入らし所定深度迄マンドレルが到達した時点で蓋を開く。（順序3,4）次にマンドレルをを引き抜き始めると同時にシリンダーロッドがマンドレルと同じ速度で伸進することにより、ドレン材は所定の深度に保持された状態となる。（順序5）その後ドレン材はJ効果により定着する。（順序6）地中からマンドレルが引き抜かれた時点で切断し、直ちに順序1に戻り次の打設が可能となる。（順序7）

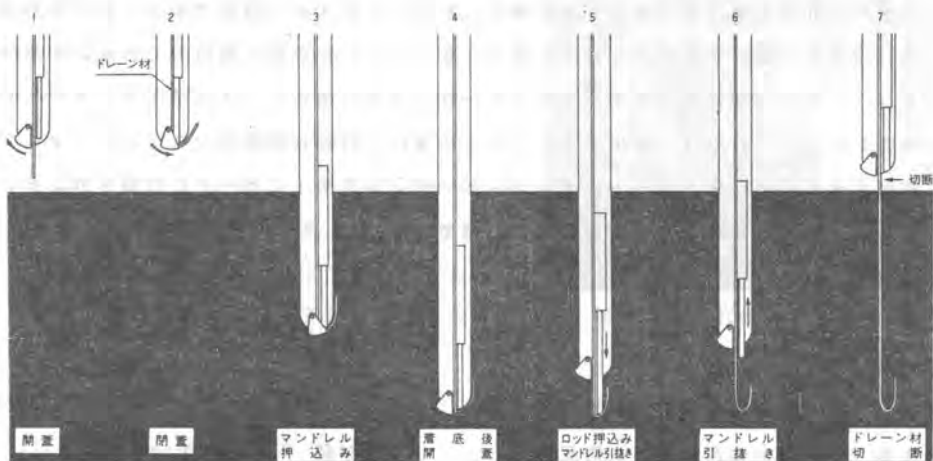


図-1 打設の原理

3. 装置の基本構成

(1) マンドレル本体

アンカレスは本体が一辺 150mmの角型構造であり、蓋開閉及びドレン材定着用の二つ油圧シリンダーを備えている。蓋開閉用のシリンダーはマンドレルが所定の深度に貫入到達後、土圧に打ち勝ち、すみやかに開くパワーが必要であり、蓋はそのシリンダーからリンク機構を介して開閉される。この蓋はドレン材を保護し貫入時の全抵抗を受けるために特に堅牢な構造となっている。

一方のドレン材定着用のシリンダーは1200mm（標準）のストロークを有し、そのロッドは蓋が開いた後、マンドレルの引抜き速度に合わせて伸進する。この伸進速度は、速過ぎればドレン材を突き破り、また遅過ぎれば共上りとなるため安定した動作が要求される。

これら2つのシリンダーを左右に配置し、その中央部をドレン材が貫通するためマンドレル先端は狭隘な空間を最大に利用した構造となっている。このような構造に至る迄に多くの開発実験を必要とした。

(2) ドレン材切断装置

今日、ドレン材の切断はナイフやハサミを使用して手作業に頼っているのが殆どである。切断に際しては車輛の下方に潜り込む姿勢を取らざるを得ないため効率安全の両面から改善がのぞまれていた。

また水中施工においてはドレン材切断装置が必要不可欠のものであることは言うまでもなく、アンカレスと並行して本装置の開発に着手し写真-1に示す切断装置を完成させた。この装置は油圧シリンダーのロッド先端に平刃及びスプリング付のドレン材押え板が取り付けられている。

このスプリング付押え板があらかじめドレン材を固定するため確実な切断が可能である。



写真-1 ドレン材自動切断装置

(3) 計測管理装置

アンカレス用の計測管理は陸上施工、水中施工とも同一のシステム構成である。計測項目は、①マンドレルの打設深度、②ドレン材のくり出し長さ、③マンドレルの貫入抵抗力である。①及び②はロータリーエンコーダー、③はロードセル（ワイヤー押し込み式の場合）、又は油圧センサー（ローラ押し込み式の場合）によりそれぞれを検出する。これらの値は、打設状況監視システムのディスプレイやパネルに表示される。また本システムにてフロッピーディスクやICカードに収録されたデータはそのまま事務所に持ち帰り各種管理表の作成に利用できる。

4. 施工実績

(1) 施工例 1

① 工事概要

工事名 : 錦海塩業跡塩田跡地改良工事
工事場所 : 岡山県邑久郡邑久町尻海 工事期間 : 昭和61年11月
工事内容 : 平均実改良長 20m/本、総打設本数 750本（内 400本は沈下計測対象）

② 実績

750本の打設のうち 350本はアンカレス装置の実験を兼ねた試験打設であり、残り 400本については、20m 正方のマウンド上に 1m ピッチの連続打設を行った。転石等による NG は発生したが共上りによる NG は皆無であった。

また、マウンド形成時にあらかじめ設置した沈下計と間隙水圧計により地盤沈下量等の計測を行った。この結果、盛土開始後約 6 ヶ月後の圧密度は未改良（理論値）が 9% であるのに対し、ドレン材使用（実測値＋双曲線法）では 75% に達した。

一方、未改良の状態で圧密度 75% に達するに要する時間は圧密理論から 36.5 年と予想されることから、アンカレスにて打設したドレン材が確実に効果を發揮していることが明らかになった。

(2) 施工例 2

① 工事概要

工事名 : 出雲空港整備事業滑走路延長第一期、第二期工事
工事場所 : 島根県簸川郡斐川町 工事期間 : 昭和62年 4月～昭和63年 3月
工事内容 : 平均実改良長 20.78 m/本、実打設本数 86,122

② 実績

写真-2は本工事専用当社が新造したペーバードレーン1号船である。

打設の原理及び水中自動切断装置を含めたアンカレス装置そして管理計器等の基本構成は前述のものと同一であるが能率の向上を計り、マンドレルは4連装×2基を採用し同時に8本の打設が可能である。



写真-2 ペーバードレーン1号船

また、打設状況の監視やデータの収録にパソコンのモニタリングシステム（写真-3）を採用したことや夜間作業が可能な船舶の位置出しシステムを採用したこと等、新規技術を結集したものである。本工事における施工実績を表-1に示す。NG率は1%未満と通常のベーパードレーン工法に比べて大巾に少ない。これはアンカレス装置を採用して初めての本格的施工であったことや、従来方式でも事例の少ない夜間の水中施工であったことを考え合わせれば本装置の特徴が十分に実証されたものと考えられる。

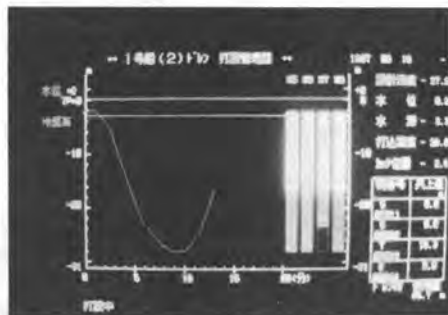


写真-3 打設状況モニタリング

システム

5. 確証実験

一般に打設したドレン材の地中での状態を知ることは非常に困難なことである。当社では矢板締切り内にアンカレスを用いてドレン材を打設した後、矢板内を慎重に掘削し、ドレン材先端部のJ型形状や鉛直性、おじれについての確認を行った。

打設工事は次の通りである。

打設本数 : 16本 打設深度 : 10m (支持地盤への定着) 及び 8m (浮遊状態)
 打設間隔 : 1m 対象土質 : 自然含水比約 100%の軟弱地盤

この結果、ドレン材の打設深度とくり出し長は、①管理計器による表示値、②掘削後のドレン材の実測長、及び③ドレン材にあらかじめ付けたマーキングの読み取り、の3種類の値が完全に一致していることが分った。このことからアンカレスにより共上りのない確実な打設ができること、そして管理計測手法も確実であることが実証できた訳である。また、地中でのドレン材のおじれや変形も無く鉛直性も確実に保たれていることが分った。(写真-5)そして、アンカレスによる打設の大きな特徴であるドレン材先端部のJ効果が、間違いなく実現されていることも目視確認できた。(写真-4)

表-1 ベーパードレーン施工実績 (総括)

	PD1号船	PD2号船	合計
総打設本数	44,885 本	41,237 本	86,122 本
NG本数	235 本	226 本	461 本
実打設本数	44,149 本	40,370 本	84,519 本
施工日数	199 日	177 日	376 日
打設能力	221.85 本/日	228.08 本/日	224.78 本/日



写真-4 J効果の確認 (深度10m)



写真-5 ドレン材の鉛直性確認 (深度3m)