

36. 新液状化対策“グリッドドレーン工法” の施工管理

五洋建設(株)： 飯尾 正史・深川 隆
*高橋 正志・藤原 敏光
阿部 俊暢

1. はじめに

地震時の砂質地盤における液状化は、種々の構造物に被害を与えている。’87年の千葉県東方沖地震では、特に埋立地の一部で液状化現象の発生が見られた。このことは、近年、臨海部水際を総合的かつ広域的に高度利用する計画が立案されるなか、液状化対策が重要な課題であると再認識させた。

液状化対策としての地盤改良工法には、締固め工法・排水工法・固化工法などがある。これらのうち、既設構造物の液状化対策においては排水工法が構造物への影響が少ないために多く用いられている。当社は、従来のプラスチックボードドレーン材の通水断面を大幅に拡大した大断面ドレーン材（幅155mm、厚さ12.6mm）による新たな排水工法を開発し、陸上工事・海上工事に適用している。

本工法は、打設鋼製枠（マンドレルと称する）を静的に圧入し、ドレーン材のみを所定の深度に残置する工法で、地震によって地盤内に発生する過剰間隙水を瞬時に地表部へ排水でき、液状化の原因となる過剰間隙水圧の上昇を抑制することを可能とした工法である。その施工機械の特徴は以下の通りである。

- ① 障害物除去を目的とした水ジェット発生装置、およびマンドレル引き抜き時のドレーン材の共上りを防止する油圧装置を有する。
- ② 打設深度等の状況を把握するための打設管理装置を有する。
- ③ 海上施工に対しては、光波によるマンドレル位置出しシステムを有する。

また、本施工機械は、ドレーン材打設を圧入方式で行うため、低振動・低騒音施工が可能なこと、打設時に掘削残土が発生しない等の利点を有している。本稿では、海上工事に用いる施工機械および打設管理装置の概要と工事中に得られた各種管理データについて述べる。

2. 施工機械

陸上用打設機にスライド式マンドレルガイド（サブリーダーと称する）と、水中切断機を装備しセップ台船に搭載した。図2.1に施工機械の概要図を示す。

セップ台船 (L・B・D): 28.0 × 14.0 × 2.0 m

ベースマシン : DHJ-30

打設最大深度 : 11m (水面下)

対象土質 : N値 0~20

打設能力 : 圧入 18/15.5 t × 6/8.7 m/min

: 引抜 12/10.3 t × 9/13 m/min

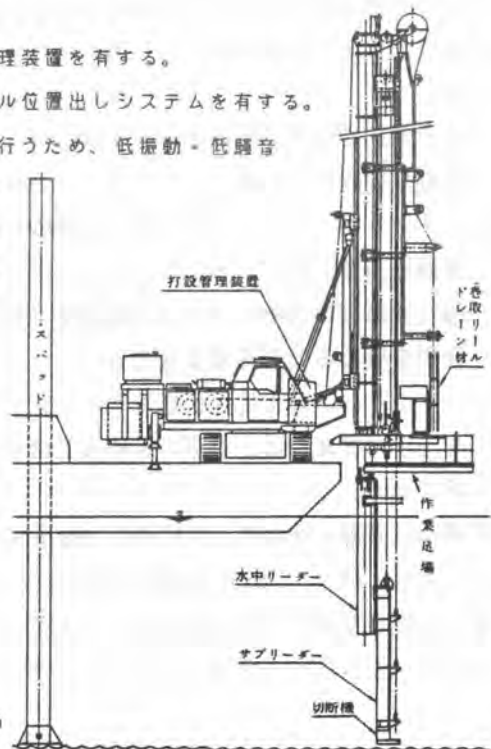


図2.1 施工機械の概要図

2.1 水ジェット発生装置 水ジェット発生装置は、障害物除去あるいは圧入能力（N値20）以上のN値を呈する地盤に到達した場合に作動させ、圧入荷重を軽減し、打設をスムーズにするためのものである。実験を行った結果、明かにその効果が認められ、 60 kg/cm^2 で50%の軽減であった。

図2.2に水ジェット発生装置を示す。

2.2 共上がり防止装置 ドレーン材がマンダレルの引き抜きと共に上がってきて所定の打設深度を確保できないことがある。そのためマンダレル先端の鋼管内部に装備したスプリングバック式単動油圧シリンダーを引き抜き前に使用し、ドレーン材の共上りを防止する。図2.3に装置の作動順序を、写真2.1に作動状況を示す。

- ①全長：1750mm ストローク：300mm
- ②外径：39φ
- ③ロッド径：14φ
- ④最高使用圧： 50 kg/cm^2 押力：350kg/本

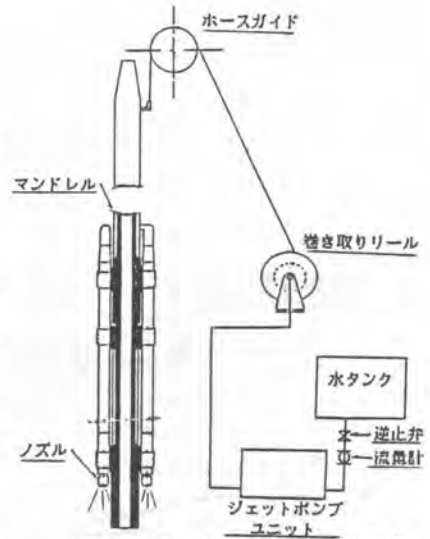


図2.2 水ジェット発生装置

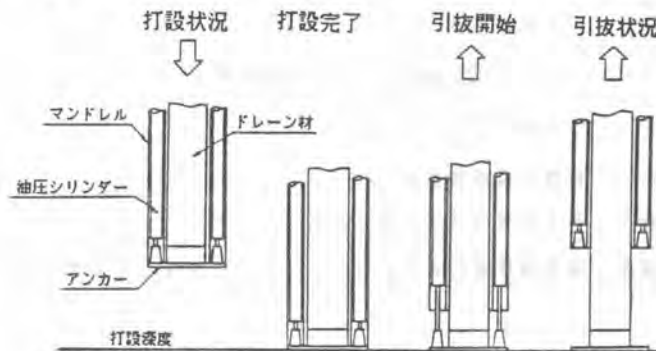


図2.3 作動順序



写真2.1 作動状況

2.3 水中切断機 本ドレーン材は、塩化ビニール樹脂とフィルタでできており、効果的に切断できる円盤カッター式回転切断方式を採用した。ドレーン材の切断は、引き抜き開始後マンダレルがカッター切断位置を通過し、かつ所定の深度であることを近接スイッチにて確認後行う。図2.4に概要図を示す。

- 円盤カッター：180φ
- 油圧モータ：500～800rpm $P=105 \text{ kg/cm}^2$
- 油圧モータ前進シリンダー：50φ×50st $F=100 \text{ kg}$
- 油圧モータ横行シリンダー：40φ×100st $F=100 \text{ kg}$
- ドレーン材押えシリンダー：50φ×150st $F=150 \text{ kg}$

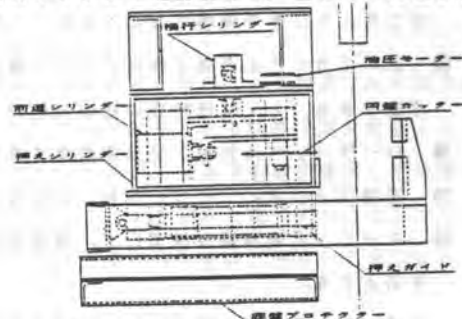


図2.4 水中切断機概要図

3. 打設管理装置

3.1 装置の概要

本装置は、マンドレルとドレーン材の打設深度、圧入荷重および水ジェット使用流量等を測定し、表示、記録するとともに必要なデータを収録するものである。図3.1に装置の構成概念図を示す。

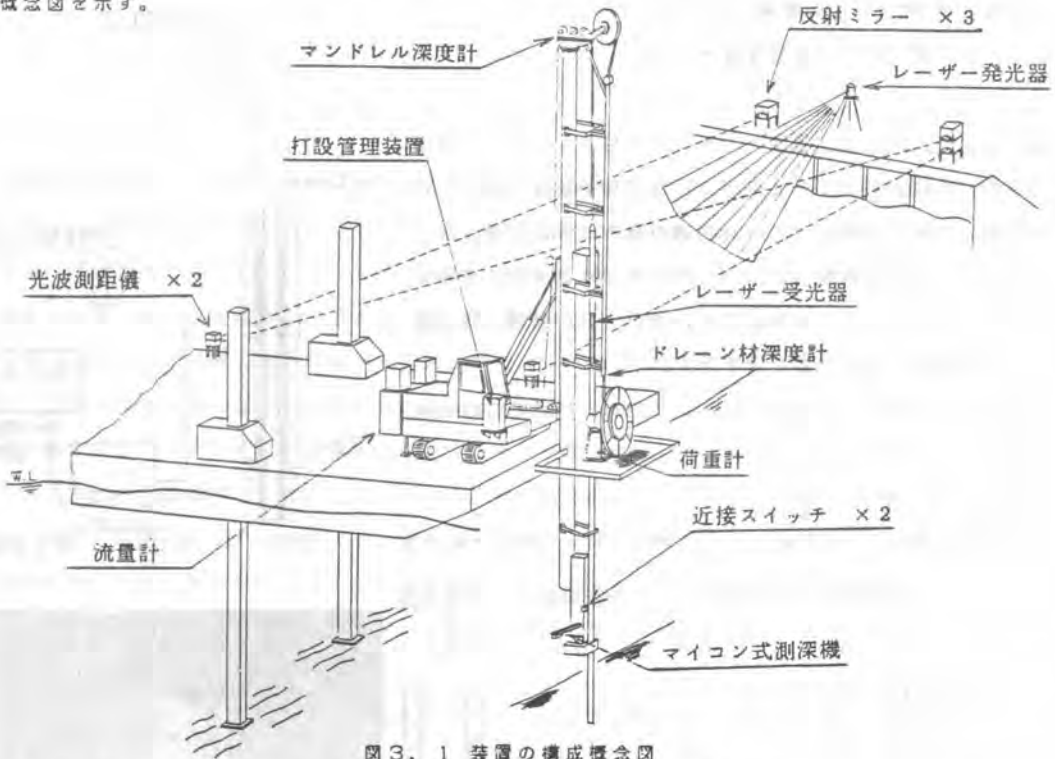


図3.1 装置の構成概念図

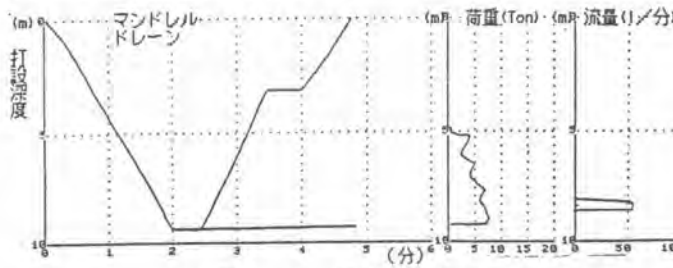
3.2 装置の機能と効果

装置の機能と、その効果は以下の通りである。

- ① マンドレルとドレーン材の打設深度を、運転操作室に表示する。・・共上がり等の異常発生が直ちに判断できる。
- ② 圧入荷重と水ジェット使用流量を、運転操作室に表示する。
- ③ 打設深度・圧入荷重・使用流量等の時系列管理グラフを、ビデオプリンタに記録する。・・打設状況の把握が容易となる。
- ④ 必要なデータをLSIカードに収録する。・・LSIカードは、フロッピーディスクと異なり、ぼこり、キズ等で破損することがなく、取扱が容易となる。
- ⑤ LSIカードに収録されたデータを基に、事務所において打設結果集計表がコンピュータにより作表できる。・・処理時間の短縮と処理内容の正確さが同時に達成できる。
- ⑥ レーザーレベル計と、光波測距儀を使用して、潮位と、打設位置の測定を行う。
- ⑦ 近接スイッチにてドレーン材の切断位置を検出する。
- ⑧ マイコン式測深機を使用して、海底地盤を検出する。・・水中切断機が、海底地盤に接触するのを防止する。

(④、⑦、⑧は陸上工事に用いては不要)

3.3 出力例 打設中、リアルタイムで出力される記録例を図3.2に、事務所等において作表される打設結果集計表を表3.1に示す。

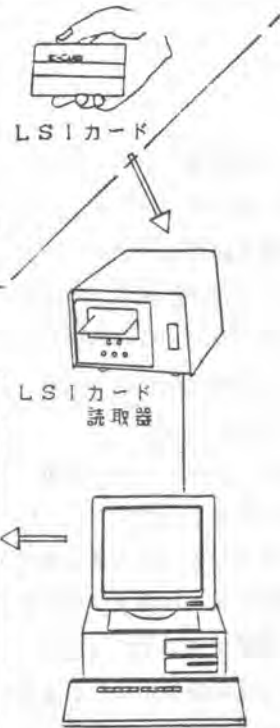


(図3.2 記録例)

【事務所】

(表3.1 打設集計表)

打設番号	設計深度 (m)	打設深度 (m)	天端高 (m)	打設長 (m)	圧入荷重 (ton)	使用流量 (リットル)
1	7.74	8.06	4.81	3.25	8.7	27.6
2	8.27	8.55	4.80	3.75	10.4	16.9
3	8.81	8.96	4.78	4.18	11.4	41.9
4	9.00	9.31	4.79	4.52	12.1	37.9
5	9.00	9.51	4.80	4.71	6.3	32.7
6	9.00	9.49	4.75	4.74	7.1	17.9
7	7.74	8.12	4.80	3.32	18.6	29.9
8	8.27	8.64	4.79	3.85	8.9	33.5
9	8.81	8.86	4.79	4.07	12.0	34.9
10	9.00	9.12	4.81	4.31	13.1	26.0
11	9.00	9.22	4.77	4.45	11.1	25.1
12	9.00	9.25	4.89	4.36	10.4	28.3
*	*	*	*	*	*	*



4. 施工能力

4.1 圧入能力 圧入荷重は実験より、 $P = R_s + T_s = 50 \cdot N \cdot A + \sum H_i \cdot N_i / 5 \cdot L_s$ で推定できる。この式より圧入荷重と、圧入可能なN値の関係を求めると、地表部でN=20、GL-10mでN=17、GL-15mでN=15相当になる。

ここで、 R_s ：先端抵抗 T_s ：周辺抵抗 N ：N値 A ：マンドレルの先端断面積 H_i ：層厚 L_s ：マンドレルの周辺長 である。

4.2 作業時間 設計打設長約4m相当の海上打設の場合、移動、ドレーン材の取替え等を含め1本当りの作業時間(分/本)は、平均8分50秒であり、5.8本/時の打設ができた。

5. おわりに

本グリッドドレーン工法の施工機械および打設管理装置は、当初陸上工事用として開発したものである。その後海上工事に対応するため、新たにサブリーダーと、水中切断機、および最短測定距離10cmが可能なマイコン式測深機の開発を行うとともに、レーザーレベル計、光波測距儀を使用した位置だしシステムを導入した。その結果、開発直後の海上工事にもかかわらず工期内に完工することができた。

今後、液状化対策工事はますます増加すると思われるが、今まで得られた経験が今後の工事に生かされれば幸いである。

最後に、本施工機械の開発に関してご指導、ご協力いただいた関係各位に、深く感謝いたします。