

# 推進工のケーソン下部での発進

## —旧吉野川浄化センター—

西日本支社 土木部 伊豆豊  
西日本支社 土木部 藤原浩時

**概要：**旧吉野川浄化センターは旧吉野川流域の下水を幹線管渠で集め、一括処理する終末処理場建設を目的としており、施工箇所周辺は徳島空港南側埋立地箇所に位置し、地下水位（潮位に連動している）が高く、比較的軟弱な地盤であることから圧入式ケーソン工法にてポンプ棟躯体を構築し、この構造物を発進立坑として泥水式推進工法（φ1580）にて管接続を行った。

**Key Words：**泥土式、泥濃式、CJG 工法

### 1. 工事概要

本推進区間の地理的条件は海岸区域の埋立地であり（図-1）、推進部分対象土質は砂質土で地下水位がほぼ海面と連動しており干満の影響で水位が約 1.0m 程度変化する。また、地質は地表面より GL-18m 迄が細砂、GL-21m 迄がシルト質細砂、GL-21m より砂質シルトとなっており、地下水位の高さは GL-2.0 である。（図-2）

推進発進部の土質は、GL-20.0～-18.5m のシルト質細砂、到達部は GL-16.5～-15m のシルト質砂となっており N 値≒15 である。当初設計では推進用鉄筋コンクリート管（1種 E-5）を泥水式推進工法での直線区間 L=131.5m を施工するものであったが、隣接工区においてトラブル（掘進部に流木等が



図-1 平面図

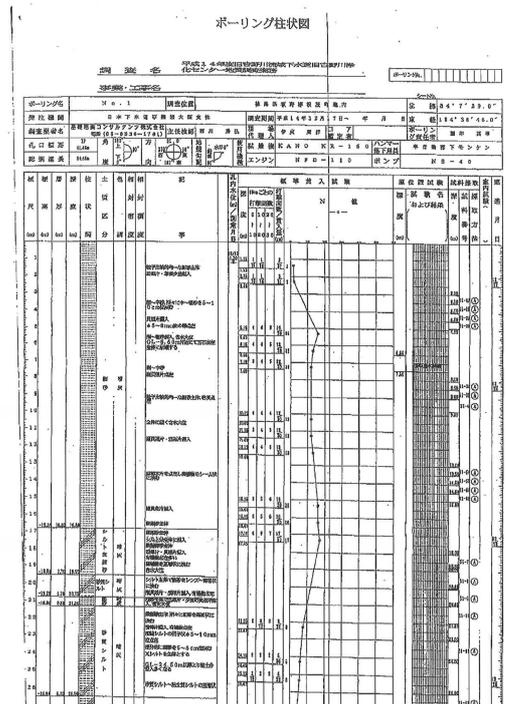


図-2 柱状図



伊豆豊



藤原浩時

出たことによる、泥濃式への変更や発進立坑の水没、周辺道路の陥没)等の事例が多数あったことから、発注者である下水道事業団から推進工法の選定については、当社内にて十分なる検討を行い、施工中におけるトラブルが発生しない工法の選定を行うことへの強い要望があった。また、推進管についても鉄筋コンクリート管 (E5φ1650) から将来に渡る維持管理上の理由により、レジンコンクリート管 (RJC RMφ1580) への変更となった。

## 2. 施工上の問題点と対策

推進工事に先立ちケーソンの躯体構築～圧入工事を施工したが、将来のポンプ棟施設となることから、推進発進部分はあらかじめケーソンによる躯体コンクリートを打設構築し、推進時に推進部分を取り壊す設計であった。(図-3)

また切羽防護として CJG, 薬液注入により周辺地盤補強が設計されていた。

CJG, 薬液注入による効果確認については通常、鏡切り前のさぐりにより止水効果や地盤補強の適否を判断し、鏡切りを行うこととなるが、当現場のような地下水位が高く、干満の影響を受ける砂質地盤では鏡切り後に長時間放置することは水みちがついたり切り羽の強度低下が予期される為特に坑口取り付け～鏡切り～発進迄を切羽の崩壊が無いように迅速に施工することが必要不可欠である。

しかし、当初設計ではケーソン躯体 (W=1800) の取壊しに時間がかかること、万が一、コンクリート取り壊し中における湧水や土砂流出があった場合のリスクを考え、人力によるコンクリート取り壊し分を極力削減し、坑口取付から発進迄の時間を短縮できる様に図-4に示すとおり円筒型枠を設置する形式を用いた。(写真-1)。  
円筒型枠の寸法については推進時に推進機本体と干渉しないよう推進機本体のクリアランス (カッターディスクφ1800) と推進工事における水平変位 (規格値  $d \times 10\% \approx 150\text{mm}$ ) およびケーソンの偏心量 (規格値:  $d=300\text{mm}$ ) を考慮し、ケーソン構築

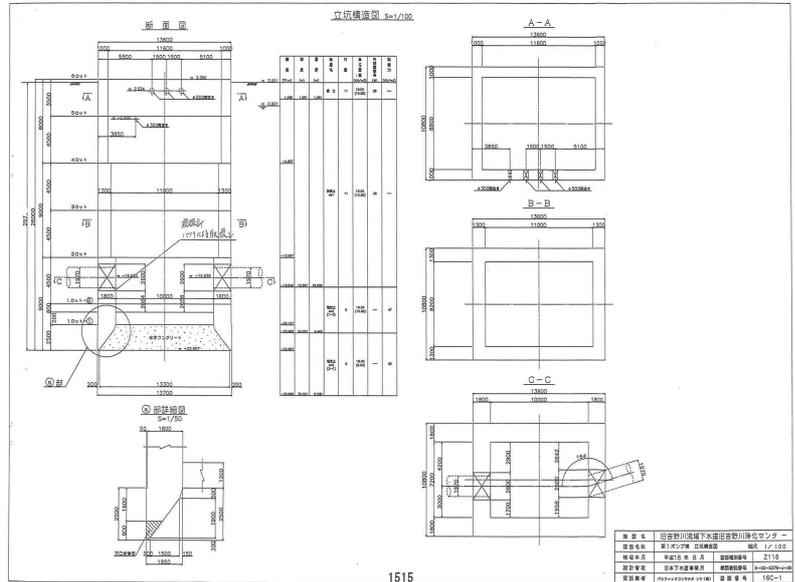


図-3 立坑構造図

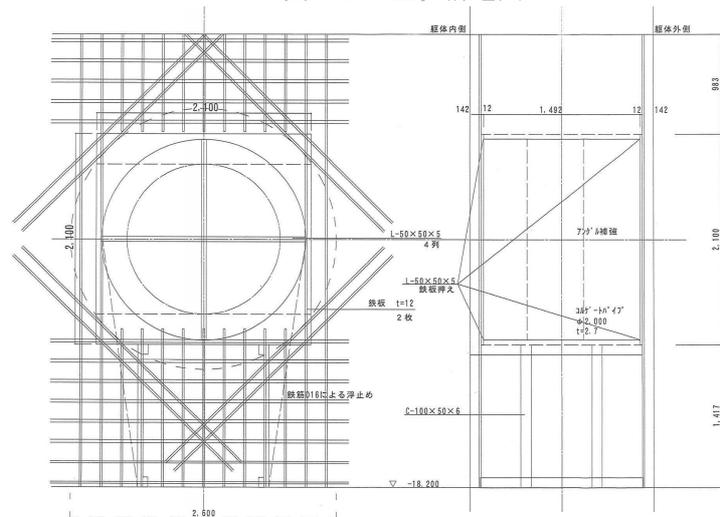


図-4 円筒型枠配置図



写真-1 円筒型枠設置状況

による偏心の管理目標を 100mm 以内として円筒型枠（コルゲートパイプ）の断面を  $\phi 2000$  とした。

### 3. 結果と考察

ケーソン構築後の躯体の偏心量は 47mm、高さ誤差は 10mm であった。またケーソン掘削時に採取した推進部分の土質はボーリングデータ通りシルト質砂であったので CJG については JG-1 号（到達については JG-2 号）、薬液注入については注入率 40.5%（砂質土）にて計画し、CJG 完了後、薬液注入の施工とし、CJG・薬液注入とも外周部分より改良・注入を行い推進中央部は最後に施工を行った。

地盤改良工事完了後推進設備の設置を行い、躯体内側のコンクリートを取り壊し、鉄板に変位・変形がないことを確認後躯体内側鉄板切断及びさぐり用バルブを設置し、（写真-2）地盤改良・止水効果の確認を行った。水については若干の流出（0.1  $\text{L}/\text{hr}$ ）があり増加傾向であった為、バルブより約 500 リットルの追加注入を行った。

水の流出が無いことを確認後、発進坑口・コルゲート部架台を設置し推進機を搬入、不測の事態に対処できるようすぐ推進機を挿入できる位置まで移動させた後、鏡切り及び外側コンクリート取り壊しを行った。コンクリート取り壊し完了後の地山については CJG・薬液注入の効果が確認できた（写真-3）。

コンクリート取り壊し完了後に、推進機挿入及びエントランスパッキンの取り付けを行い、初期推進までの一連の作業を無事に完了できた。坑口設置から推進機挿入までの一連の作業時間は、実質 4 時間程度であった。

上記により今回工事の問題点であったケーソン躯体からの発進についてはケーソン本体の変位が極めて小さかったこと、作業計画を確実に実行できたことにより当初懸念されていた立坑内への浸水・土砂流入等のリスクは回避できた。

推進本工事については立坑が深い（ $H=20\text{m}$ ）ことから、排泥を第一に考え、泥濃式より排泥時の抵抗が少ない泥水式を採用した。推進内部の写真は写真-4 のとおりである。今回コンクリート撤去部分については SEW 工法との比較検討も行ったので次章にて記述する。

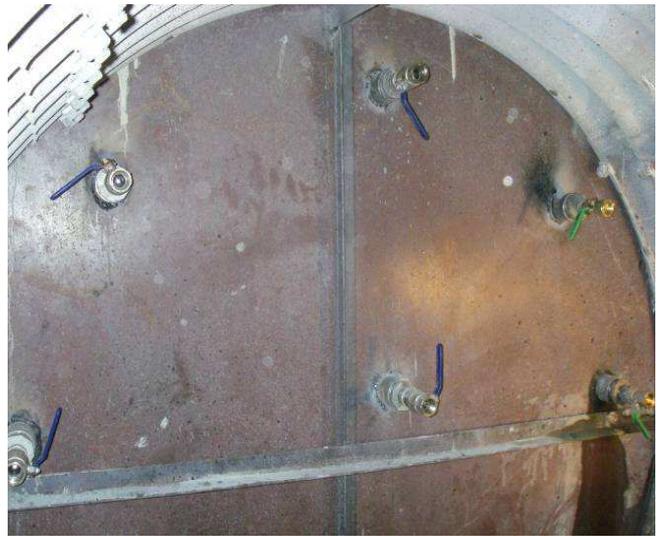


写真-2 バルブ設置状況

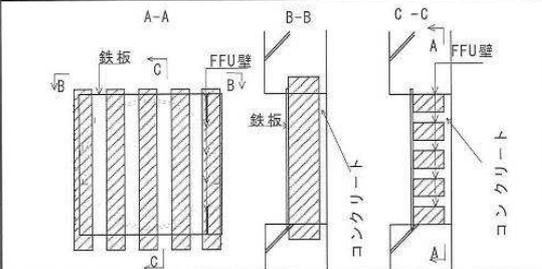
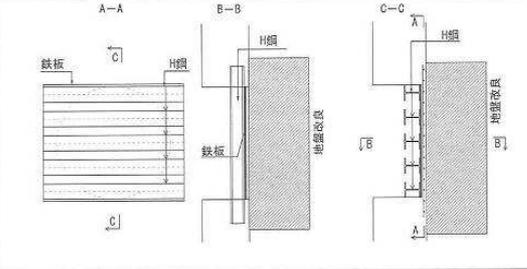


写真-3 地山の状況



写真-4 推進内部状況

表-1 シールド発進工法の比較

工法名	シールド直接発進工法	地盤改良工法
概要図		
工法概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>ケーソン側壁のシールド機通過部分にシールド機で直接切削できる素材を組み込んだ工法である。</li> <li>危険を伴う人力による坑口の取り壊しを必要としないため高圧噴射注入工法などの地盤改良を必要としない。</li> <li>素材はガラス長繊維で強化したプラスチック発砲体であり、高強度で耐久性に優れている。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ケーソン壁を発進・到達時人力により発進部の壁を取り壊しマシンを発進・到達させる工法である。</li> <li>ケーソン背面を地盤改良する必要があり、切羽の自立と止水を確保した後シールド機の発進・到達を行う。</li> <li>地盤改良工法はセグメントでシールドできるまでの範囲が必要であり、高圧噴射注入工法+機長プラスαの薬液注入が一般的である。</li> </ul>
特徴	<ul style="list-style-type: none"> <li>危険を伴う鏡切りが不必要(切羽を開放しない)ため発進時の安全が確保できる。</li> <li>従来工法に比べて地盤改良範囲が縮小できるためコスト縮減につながる。地上での作業範囲が縮小でき工期短縮が見込める。</li> <li>素材は高強度で耐久性に優れかつ加工が容易であるため、斜めに切削しても問題はない。</li> <li>切削時の騒音・振動が少なく環境問題に対応できる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>シールドの掘進位置(浅深)にかかわらず対応できる。</li> <li>シールド断面が小さく、掘進位置が浅い場合は有利である。</li> <li>任意断面のシールドに対応できる。</li> <li>地盤改良範囲を自由に設定することができる。</li> </ul>
条件	<ul style="list-style-type: none"> <li>ケーソン沈設時は、素材は立坑の一部として機能する必要がある。すなわち、土圧・水圧に耐える必要がある。</li> <li>シールド機周辺の完全止水ができるエントランスが必要である。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>坑口取り壊し時に土圧・水圧に十分耐える地盤改良が必要である。大深度、高水圧下では坑口取り壊しに時間がかかる。</li> <li>シールド機周辺の完全止水ができるエントランスが必要である。</li> </ul>
特記事項	<ul style="list-style-type: none"> <li>シールド機のカッタービットによる切削時間は毎分2~3mmと早い。</li> <li>素材切削によるカッタービットの摩耗はない。</li> <li>カッタービットは、地盤条件から決定されたもので問題ない。ただし、カッタービットは全パス通過するように配置する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>大深度、高水圧下では地盤改良効果の不確実性が残る。</li> <li>危険を伴う人力・機械による坑口取り壊しが必要となる。</li> <li>地盤改良範囲(高圧噴射)が長いと切削に時間がかかりビットの磨耗が考えられる。</li> </ul>
経済性	23,000千円	21,000千円
工期	2日 ○	3日(地盤改良時期によって増加方向へ変化)△
総合評価	○	△

#### 4. まとめ

今回のコンクリート撤去部分についてはあらかじめガラス長繊維プラスチック発砲体を設置し、推進機にて切削する SEW 工法も検討(表-1)したが、地盤改良工法による薬液注入効果の信頼性及び柱列 CJG に対し、SEW 工法ではコンクリート部分の取り壊しが発生すること、SEW 壁は壁間にクリアランスがありその部分より水・土砂等が流入した場合は内側から対処出来ない等の理由により、今回は一番リスクが少ない地盤改良及び円筒型枠による工法を選択した。SEW 壁の利点は切羽を解放しないことであるが、砂質地盤ではわずかな隙間部分からでも土砂等の流入が発生するし、立坑水没等の事態が発生する恐れもあるため、切り羽の土質による使い分けが必要であると思われる。

#### 謝辞

本工事の施工に当たり、施工検討会を通じ、ご助言・ご指導を賜った本社垣内部長、高橋(弘) 参事および大阪支店土木部の方々の多大なご支援をいただきました。これら関係各位に心よりお礼申し上げます。