

竹中土木	正会員	森嶋 章
竹中土木	正会員	大西常康
竹中土木		桜井 洋
竹中土木	正会員	藤井義文

1. はじめに

超深層曝気法は、深さ40m～150mの深井戸型シャフトを曝気槽とする水処理法であり、ビル内中水道システムや産業排水処理などに適用されている。しかし、従来のシャフトは、鋼管であるため腐食や施工中の座屈が問題になることがあった。そこで、剛性が高く耐久性に優れたRCシャフトの開発ならびに施工法の開発を行った。RCシャフトの施工法としては、ケーソンやPCウェルがあるが、施工規模が小さい場合、不経済となる。そこで、既存の推進管を改造するとともに施工法の開発を行った。ここでは、内径1m、長さ2.43mの推進管を22本つなぎ、深さ52mのシャフトを構築したのでその概要について報告する。

2. 現状の課題

従来のシャフトは、リバース工法であらかじめ掘削されている孔内に、底面を密封した鋼管を浮力を利用して継足しながら沈められていた。すなわち、管を船のように浮かせ、中に注水しながら沈設する方法である。これと同じ方法で推進管を沈設するには、いくつかの課題があった。その課題と解決方法を表-1に示す。

3. 推進管の継手構造

管の継手構造を決めるにあたり、その機能の一つである止水方法について予備実験を行った。実現場では、推進管を継足した直後に沈設することから、数十分後には所定の圧力に対する止水機能が要求される。水膨張ゴムなど、いくつかの種類の実験を行ったが、いずれも満足のいく結果が得られなかった。そこで、図-1に示すように推進管の鋼製カラーに溶接用鋼製バンドを取付け、凸部には製作時に鋼製バンドを埋込み、鋼製バンドとおしを溶接し止水と固定を行うこととした。

4. 施工概要

推進管を沈設する縦孔の掘削径は、管径および管の建込み精度を考慮して直径1.8mとし、掘削深さは沈設中のスライムを考慮して54mとした。掘削はリバース工法で行い、掘削および管の沈設中は、孔壁を安定させ逸水量を減少させるため高分子系の孔壁安定材を投入した。また、掘削孔の水位を一定に保つため、電極棒式の水位計で自動管理した。さらに、沈設中の安定液の濃度を均一に保つため、GL-53m付近までエアホースを設置しエアレーションによる攪拌を行った。推進管は、長さ2.43mを21本と1.2mを1本つなぎ52mとした。

5. 施工手順

掘削後の推進管の施工手順を図-2に、施工状況を写真-1に示す。

- ①上下架台を設置し、PC鋼棒で支持された受け台に底版を溶接した推進管を乗せる。このとき、PC鋼棒に上下2個のナットを取付け、下ナットは下架台の上端に固定し、推進管、受け台、PC鋼棒等の全荷重を受ける。

表-1 課題と解決方法

	鋼 管		推 進 管	
		課 題	解 決 策	
継足し箇所	6ヶ所と少ない	21ヶ所と多い サイクルタイムが短い 、効率的な注設方法 が必要である	4本のPVC鋼棒で受け 台を支し、スト ロック30cmの50 トジョッキ4台により 、荷重を上下架台 に交互に受荷しながら 注設する	
管の接続、止水 方法	溶接する	現状の推進管の止水 方法では不十分である	推進管を互いに溶接 できる構造とする	
荷重管理	浮力とのバランスを計 算するために、クレー ンのフックに荷重計 を取り付ける	管の上端部が吊れない	上架台に荷重計を取 付け、PVC鋼棒に加 える荷重を計算する	
鉛直管理	トランシットで確認 し、時々鉛直性を確認 する	推進管の端面を一 致させ、鉛直性を保 つことが必要である	管端部に遊びが生じ やすい。確認す る時にテープブロッ ク等で締込む	

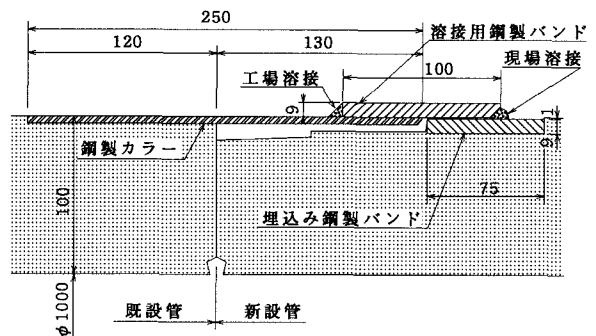


図-1 推進管の継手構造

上ナットは、上桁の上端よりストローク分だけ（例えば290mm）上に設置する。

②下架台で荷重を受けた状態で、上下架台の間に設置した4本の油圧ジャッキ（有効ストローク300mm）を伸ばし、上架台の上ナットを介して、下架台から上架台に荷重を移す。下ナットをゆるめ、290mm上昇させる。

③上架台で荷重を受けた状態で、4本の油圧ジャッキを縮め、荷重を上桁から下桁に移す。

④上ナットを架台の上桁上端より290mm上げる。

⑤②～④の作業を繰り返し、推進管を溶接しながら継足し沈設する。PC鋼棒は必要に応じて専用のカップラーを用いて延長する。PC鋼棒に作用する荷重を、上架台に取付けた荷重計で測定し、必要に応じて管内に注水しながら沈設する。所定の深度まで沈設が終了した段階で、掘削孔の安定液をモルタルと置換する。

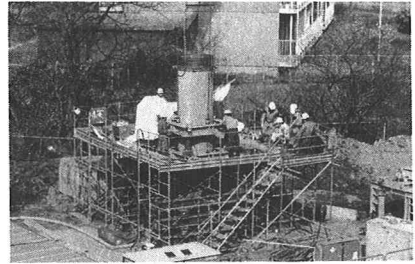


写真-1 施工状況

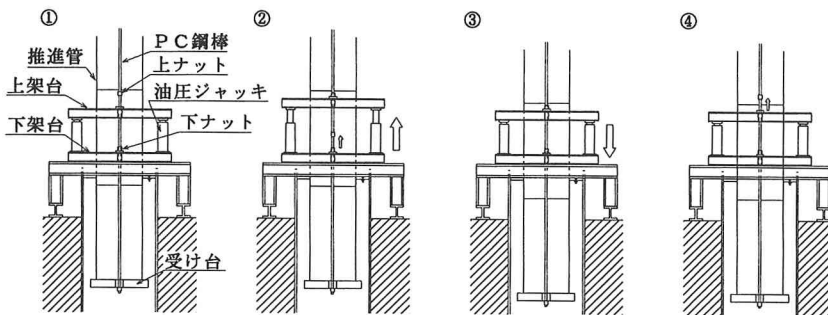


図-2 RCシャフトの施工手順

6. 施工結果

1本の推進管を沈設する時の、4本のPC鋼棒に加わる荷重の分担例を、図-3に示す。また、22本の推進管沈設中に作用した、4本のPC鋼棒の荷重の合計を図-4に示す。図-3より、PC鋼棒に加わる荷重の合計は、沈設が進むにつれて減少すると同時に荷重は、主として2本のPC鋼棒で受持たれていることがわかった。

図-4より、全荷重は注水しながら沈設したため、目標とする管理値10t以下におさまった。また、推進管内の注水量を減らした場合（No. 8～No. 18）、浮力の作用によりPC鋼棒に加わる荷重が減少していることがわかる。また、溶接を含めた施工サイクルは、作業に慣れてくると推進管1本あたり1時間弱となった。

掘削孔からの逸水量は、掘削中から安定液に孔壁安定材を2.5kg/m²投入した結果、130～170 l/hr（水位で4～5cm/hr減少）で安定した。

7. おわりに

今回、既存の推進管を改造した施工法で、超深層曝気法用のRCシャフトをほぼ問題なく施工することができた。今後は、大口径化に対応した開発を引続き行っていきたい。

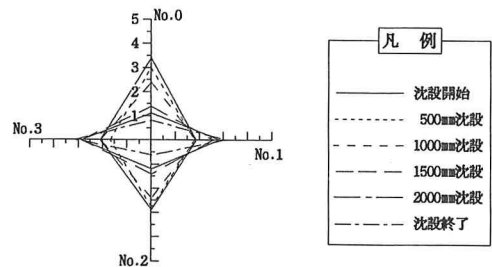


図-3 PC鋼棒に加わる荷重の変化

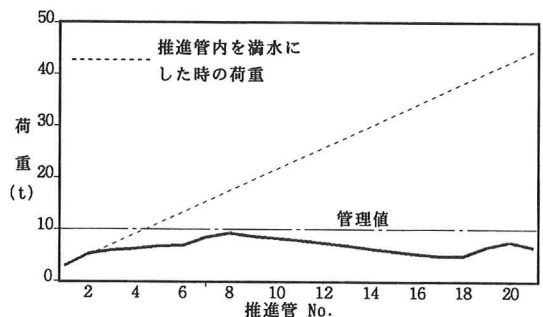


図-4 沈設中の荷重変化