

18. 深礎孔を利用したO・Mー水平オーガ工法

（株）大林組 技術研究所

斎藤 二郎 平間 邦興 羽生 田吉也

1. まえがき

現在、一般におこなわれている小口径管および中口径管の埋設方法としては、開削工法や管内に作業者が入って掘削をする推進工法などがある。しかし、その施工にあたっては前者が交通渋滞、騒音さらに地盤沈下などの公害をきたす点で、後者は作業の安全性、掘削断面の限界の点で問題があるため、最近、新たな方式による水平ボーリング工法が注目を浴びるに至っている。

この報文中で紹介するO・Mー水平オーガ工法とは、水平ボーリング工法の一つであるが、深礎などに代表されるきわめて小径の立坑（2000mmφ以上）内に掘削機本体を据付けて、管渠（250～550mmφ）を埋設することが可能なところに、主たる特徴がある。地盤地帯などにおいて、集水井から有孔管を埋設して、これを集水孔とし、地中の浸透水を排出することにより法面を安定化させる方法に用いたり、上下水道などの管理設工事に応用することを目的として開発された工法である。

現場における施工例を含め、O・Mー水平オーガの機構および工法の概要を述べてみたい。

2. O・Mー水平オーガの機構と施工法

この工法の作業手順としては、まず、発進立坑として内径2000mmφ以上の深礎を所定の深さまで掘って、立坑底部に鋼製架台を設置する。架台は、フレームを円状に加工したものに脚を付けたものでこれによって形成される空間にずりを一時的に貯積する一方、掘削機が水に浸るのを防ぐ。次に掘削機本体（図-1）を、掘削軸と埋設管の設計方向とが一致するようにして架台上に吊降す。地表には、本体の動力源である2台の油圧ユニット、ジェネレータ（30KW級）、および揚重設備、材料などを配置する（図-2参照）。ついで、掘削機本体に、埋設管の設計に合せた姿勢を与える。すなわち、管の勾

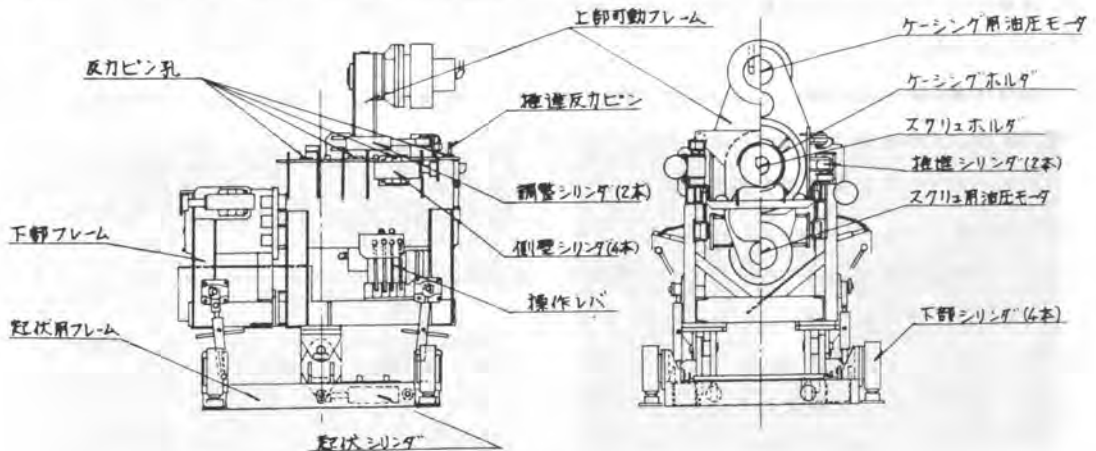


図-1 O・Mー水平オーガ全体図

配に相当する傾斜角を起伏シリンダの伸縮によって設定し、穿孔位置に対する上下方向の調整を下部シリンダの操作によりおこなう。本体の姿勢を出した後、側壁シリンダを伸張させて横方向反力を深礎の土留板にとる。一般に、シリンダ先端部と土留板の間に、鋼製フレームなどをスペーサとして狭む

以上の作業にひきつづいて掘削に入るが、まず、鋼管（以下ケーシングと称する）とスクリュの掘削先端部との一対を立坑内に降ろして、本体の各ホルダにセットした後、地中に回転させながら推進させる。次に、ケーシングとスクリュの中間部の1組（各、長さ600mm）を、一端は先行した掘削部に接続し他端は本体のホルダに据付けて同じく推進させる。あとは同様な作業を繰り返す。ここでスクリュの継足しは、ピンによっておこない、ケーシングのそれは

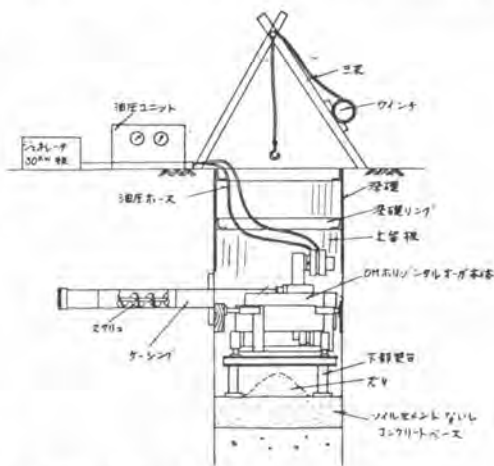


図-2 施工状況の概略断面

①電気溶接によるもの、②特殊ジョイントプレートによるもの、の二通りの方法がある。ケーシングをそのまま埋設管に使用する場合に①を、別途に埋設管として塩ビ管等を用いる場合に②を適用する。

掘進機構は、ケーシングおよびスクリュを相互に反対方向へ回転させる装置を内蔵する上部可動フレームと、このフレームを下部フレームのガイドに沿って前後に摺動させる2本の推進シリンダにより構成される。また本体のコンパクト化を企つたため、推進シリンダのストロークは短かくとり、推進作業は、反力ピンをピン孔に差し替えながら、シリンダの伸縮により、さながら尺取虫様に4段階にわたっておこなわれる。

ケーシング掘削トルク	1000 kg-m
回転数	1~3 rpm
電動機	7.5kw x 6P 三相誘導 全閉外扇型
油圧ポンプ	可変吐出型, RPV-40-320, 140kg/cm ² , Q=7-22 l/min
油圧モータ	RB-300 J, 1.36 l/rev
推進機	i = 1/395, 遊星歯車機構
スクリュ掘削トルク	200~500 kg-m
回転数	10~25 rpm
電動機	11kw x 6P 三相誘導 全閉外扇型
油圧ポンプ	可変吐出型, RPV-100-320, Q=29~73 l/min, 140kg/cm ²
油圧モータ	RB-300 J
推進力	5TON (30 cm ² /min)
引張力	30 TON
電動機	11kw x 6P, 全閉外扇同軸
油圧ポンプ	500kg/cm ² , FG 6-12/12
油圧シリンダ	ストローク = 400 mm
掘削用ケーシング	(250~550mmφ) x 600mm
スクリュ	(210φ) x 600mm
本体重量	3,500 kg
本体形状	(高さ 2,500) x (幅 550) x (長さ 1,700) mm
その他特徴	下部シリンダ(4本), 側型シリンダ(4本), 反力シリンダ(2本), 調整シリンダ(2本)

表-1 O・M-ホリゾンタルオーガ主要諸元

掘削作業が終了した後、ケーシング内部のスクリュを抜き去る。塩ビ管などを埋設管に用いる際には、次に、これを継足しながらケーシング内に挿入し、しかる後にケーシングを引き抜く。

以上、本工法の作業手順を概略的に述べたが、O・M-ホリゾンタルオーガ工法の特徴をまとめると次のようになる。

- (1) 在来の工法に比して、立坑として極めて小径の深礎（2000φ以上）が使えるので、占有する作業面積は非常に小さい。
- (2) 推進反力を深礎壁にとることができるので、特別な反力壁体を必要としない。
- (3) 機械本体が小型軽便であり、しかも穿孔能力は極めて大きい。
- (4) 下部フレームは二つ割にでき、中間フレームを狭在させることにより長尺物のケーシングおよびスクリュで施工することも可能な構造となり、大口径の立坑にも対応できる。

- (5) 本体を旋回させることにより、一つの深礎内から、埋設管をたやすく放射状に施工できる。
- (6) ケーシング、スクリュを相互に逆回転させながら掘進できるので、過大な推進力を要せず、機械本体のバランスも良く、高い施工精度が期待できる。
- (7) ケーシングの継足し作業およびケーシングとスクリュ間の円滑な土砂排出対策として、ケーシングとスクリュとを、相対的に150mm動かせるような調整シリンドを設けた。
- (8) 下部フレームの直下に起伏用フレームを付けることにより、本体は±1.5°以内の範囲で起伏することができるため、狭い深礎内での取扱いが容易となり、任意の埋設勾配に対応できる。
- (9) 掘削機の駆動は、総べて油圧機構によっているため、取扱いは簡便で、電気配線も溶接用ケーブルを除いて皆無であるため、作業性および安全性が高い。
- 00 スクリュは中空状であり、このスイベル装置により薬液注入が可能である。また硬質地盤にはウォータージェットの併用による掘削もおこなうことができる。
- OM-水平掘削機の主要諸元を表-1に示す。

3. 施工例

3.1 そのⅠ

深礎を3.5mの深さまで掘り下げ、この内部に起伏用フレームなしのOM-水平掘削機本体を据付けて、ケーシング(267.4φ×600L)を2.0m埋設した。対象土は、N値2~3の関東ロームで、土被りは2m。(写真-1、2参照)

(1) 施工能率

機械オペレータ、同補助および溶接作業員、ウインチ操作員の計3人で作業をすすめたが、6.0cm掘進させるのに、15~20分を要した。実働8時間/日で、1日当り18~20mの施工が可能であった

(2) 施工精度

切端に向って右下にずれる傾向が認められ、水平方向の精度は1/500、垂直方向のそれは1/100であった。

3.2 そのⅡ

某宅地造成地付近の一部は、地山がシルト混り砂(N値≧10)と粘土(N値≧20)との互層を呈し、砂層の上部に8~10mの盛土をしてある。この砂と粘土層の境界面は、盛土の法面と同方向(流れ盤状)に、11°の勾配を有する。このため、雨水などの浸透水が砂層に流入し、粘土層のせん断強さを低下



写真-1 掘削機本体と油圧ユニット



写真-2 埋設状況の確認

させて、その上位に分布する砂層および盛土が迂り易い不安定な状態にあった。地迂り防止対策の一つとして、斜面の中間に2つの深礎孔による集水井を施工し、おのおの集水井より放射状に、長さ20mの水平ボーリング（有孔塩ビ管による集水孔）を3本づつ施工した。また、24mの深礎間は、粘土層にケーシングを埋設してつなぎ、一方の集水井の底部へ集まった浸透水を近隣の小河川に放出すべく排水管を埋設した。施工長さが、のべ150mに及び、使用した塩ビ管は150~200φmmで周囲にポリプロピレン製の不織布を巻いたものである。一方、掘削機本体は、起伏装置付のものを用い、ケーシング(267.4φX600Lmm)は、取外し自在な特殊ジョイント方式のものである。（写真-3参照）



写真-3 掘進作業

(1) 施工能率

3人の作業員が、実働8時間/日で作業をおこなった。20m（集水管1本）を施工するのに必要な日数を工程別にみると、平均して、段取工-0.5日~1.0日、掘削工-1.5~2.0日、埋設管の挿入および引抜工-0.5~1.0日であった。掘削速度についてみると、60cm進むのに平均23~24分を要した。

(2) 施工精度

深礎間に施工された埋設管についてのみの測定が可能であった。水平方向の精度で1/300、垂直方向の精度で1/90の結果が得られている。

(3) 回転トルクと推進力

砂層を掘進中における測定では、推進距離20m付近で、ケーシング回転トルク720Kg-m、スクリユ回転トルク180Kg-m、推進力6tonであった。しかし、粘土層においては、20m付近でケーシング回転トルク1500Kg-mという過大な値が記録された。推進力は5~6tonであった。

(4) 排水効果

この排水工が完了した時点における総排水量は、約11L/min(15.8ton/day)を示した。その後、徐々に排水効果が表われるとともに、3.3L/min(4.8ton/day)まで低減して定常状態となり、地下水位も約2m低下した。しかし、多雨時期に入ると排水量は8.0L/min(11.5ton/day)まで増大するなど、きわめて降雨に敏感であり、また効果的に作用している状況が理解できる。

4. あとがき

筆者らが開発し、使用しているOM-水平掘削機およびその工法についての概要を示してきた。現在、一応、当初に予定していた機能を有し、作業性も良く、その目的を充分果していると考えている。しかし、この機械、工法が完全なものとは勿論いえない。例えば、筆者らが開発にあたって注力した小型化には満足できる結果が得られたが、施工精度については、より以上の向上を期待している。このためには、数多くの実績をつみ、収集したデータを基に、機能の充実に努めることが今後の課題と考えている。