

全周回転式立坑築造機（アート機）の開発

矢作建設工業（株）	技術企画部	正会員	落合 辰巳
矢作建設工業（株）	技術企画部		犬飼 哲也
（株）森本組	エンジニアリング部	正会員	青木 健一
地建興業（株）			宮地 俊夫
（株）濱口組			濱口 健一

1. はじめに

近年のライフライン整備が大都市から中小都市や町村へと比重を移すにしがたい、小口径を中心とする推進工法が伸びている。しかし、このような推進工法においても発達・到達立坑が必要であり、中間部に管理用の入孔が必要な場合もある。これらは開削で施工されるため交通の阻害や周辺への影響などの環境問題が生じる。さらに、推進工事は2～3日で終了するのに立坑と入孔築造には数週間かかるといった状況も生じている。小口径推進用の立坑として従来からよく採用されてきたライナープレート立坑は、自立性のない地盤では地盤改良が必要となり工期・経済性で問題があり、狭い坑内での人力掘削のため安全面でも問題がある。そこで近年、掘削と並行して鋼製ケーシングをジャッキで揺動圧入する工法がいくつか開発されてきた。これは円形の鋼管を内部掘削しながら揺動圧入するもので、軟弱地盤では水中掘削により地盤改良なしでも施工可能であり、坑内に人間が入らないため安全面で、また工期面でも立坑築造日数で2～3日と従来工法より有利であるため、施工実績を伸ばしている。しかし、揺動式には次のような欠点がある。

- ①揺動によりケーシングを周辺地盤に押しつけるため、ケーシングに偏圧が作用する。このため、ケーシングの材質が限定される。（現状では鋼製）
- ②ケーシングの軸が動くため、周辺地盤が変位し、近接した地下埋設に影響する。また、ケーシング背面に緩みや空隙が生じる。
- ③掘削（切削）能力が小さいため、硬質地盤や支障物により施工不能になることがある。

これらの欠点を克服するために、全周回転方式を開発した。この方式では、ケーシングの回転軸が動くことがないので周辺地盤から偏圧を受けたり周辺地盤を変位させることがない。また、ケーシングが同一円周上を回転するため、先端に刃先をつければ回転圧入のみでも掘削（切削）が可能である。

2. アート機の概要

（1）アート機の構造

今回開発したアート機の構造図を図-1に示す。

①上部フレーム

水準器及びケーシングを把持、回転、圧入するための装置を装備する。

チャック装置——ケーシングを把持する。ケーシングとの接触部分には緩衝材を用いる。

油圧モーター——ケーシングを回転させる。円滑な回転を確保するため、ベアリングを用いる。

②下部フレーム

アウトリガーを装備し、所定位置に水平に設置することによりケーシングの精度を確保する。

ケーシングの回転トルク・圧力の反力を外部から確保する。

③昇降ジャッキ——上部フレームを昇降させる。

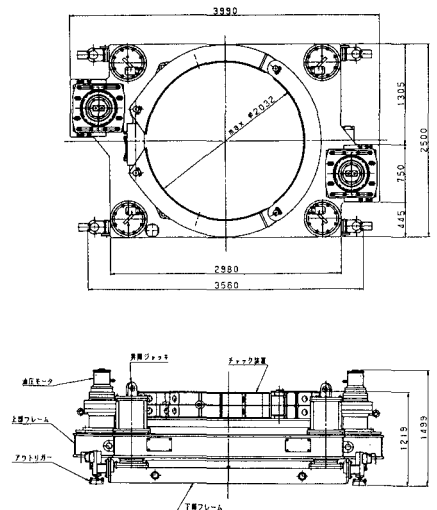


図-1 アート機構造図

(2) アート機による立坑築造方法

アート機による立坑の築造手順を図-2～4に示す。

① ART機据付

- ・ART機を所定の位置に据付ける。
- ・高さ調整ジャッキと水準器により機体を水平にする。
- ・回転による機体の共回り防止用にアンカーを取る。

② ケーシング建込

- ・刃口のついた先端ケーシングを建込む。
- ・チャックを締め付けケーシングを把持する。

③ 回転圧入、掘削排土

- ・油圧モーターによりケーシングを回転させ、同時に圧入ジャッキにより地盤を掘削し貫入させる。
- ・刃先の貫入深さを一定に保ちながら（貫入深さは地盤により異なる）上部の土砂を油圧クラムシェルにより排土する。
- ・圧入ジャッキの1ストローク（400mm）分の圧入が終了したならばチャックを緩め、ケーシングを解放して圧入ジャッキを伸ばし、ケーシング上部を再度チャックする。
- ・ケーシングのつかみかえと回転圧入・掘削排土をケーシング1本が圧入されるまで繰り返す。

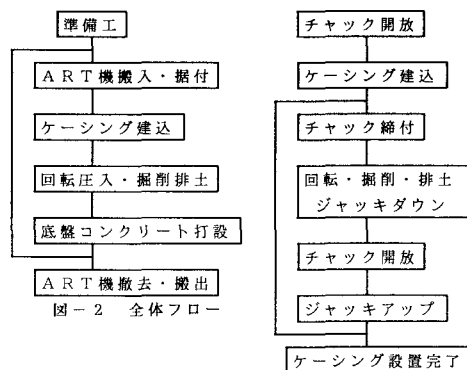


図-2 全体フロー

図-3 ケーシング建込・回転圧入フロー

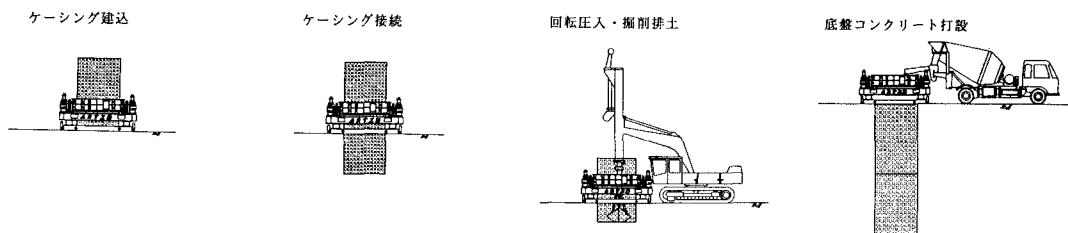


図-4 施工フロー図

(3) アート機による立坑築造の特徴

- ①「工期が短い」——1～2日で立坑の築造が完了する。
- ②「RC（鉄筋コンクリート）ケーシングも使用可能」——回転圧入では地盤の偏圧が作用しないため、ケーシングに引張応力が作用しないため、引張り強度の小さなRCケーシングも使用可能である。RCケーシングを使用すれば、立坑築造＝人孔設置となり工期・工費面で有利である。
- ③「広い適用土質」——地盤改良などの補助工法なしで軟弱地盤から硬質土までの広い土質に対応する。回転圧入ではケーシング自身に掘削能力があるため、軟弱地盤の場合ヒーピングやボイリングの防止に必要な根入れを確保することにより、ドライ掘削が可能である。硬質地盤や支障物にも対応できる。
- ④「経済的」——立坑築造の場合、ライナープレートで地盤改良を行う場合より経済的で、従来の揺動圧入方式と同程度の施工費である。RCケーシングにより立坑と人孔を兼用すれば、鋼製ケーシングで別々に施工するよりも経済的である。
- ⑤「安全」——立坑内は無入であるので、安全である。
- ⑥「近接施工が可能」——周辺地盤の変位が小さく、地下埋設物や家屋への近接施工が可能である。
- ⑦「推進反力が得やすい」——周辺地盤の緩みが小さく、ケーシングと地山が密着しており、推進時の反力が有効に働く。

3. おわりに

今後、アート機をいろいろな条件の現場に投入して実績を積み重ね、本機の特徴（全周回転式）を最大限に発揮できる掘削方法やケーシングなどの開発を考えている。