

解説

# アルティミット工法における小(省)面積への対応



すどう ひろし  
須藤 洋  
機動建設工業(株)  
土木本部技術課課長

## 1 はじめに

今回の特集である「小(省)面積」という語句でまず思い浮かぶのは、比較的小さな円形立坑からの発進を可能としている、いわゆる「小面積立坑発進」です。小面積立坑からの発進を可能としている工法としては泥濃式が多い中、当社においても主力としている泥水式のアルティミット工法で、「小面積立坑から発進可能な施工方法を確立しては」との意見が挙がった時期があります。実現に向けての検討を重ね施工方法についてもモデルを作成しましたが、最終的に見送る結果となりました。

本稿では、「小(省)面積への対応」を道路交通や他のインフラなどへの影響を最小にすることと捉え、通常の立坑発進ではなく横坑から発進するステーションシステム、同様にシールド坑内から発進するシールド内分岐推進、その他の小(省)面積対応が必要な特殊条件下において、実施した施工方法について紹介させていただきます。

## 2 ステーションシステム

### 2.1 システムの概要

一般に上下水道、電気、ガス等のライフラインの管路は、公道(道路)下に敷設されるのが原則です。しかし、都市部においては重要埋設物の存在、地下埋設

物の輻輳等の理由で道路上の所定の位置に発進立坑を築造できない場合があり、その対応策として開発されたのが発進立坑を道路上に設けないステーションシステムです。

ステーションシステムは、道路に隣接した用地または歩道に立坑を築造し、この立坑から管路敷設位置まで地中にステーション(作業基地)を刃口式推進工法で築造し、ステーションから管路敷設のための推進工を実施します。立坑からステーションへの掘進機や推進管の移動は、横引き方式により対応します(図-1)。

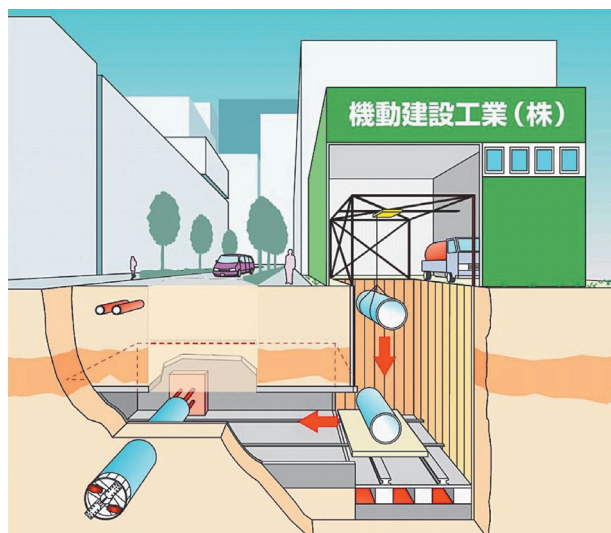


図-1 ステーションシステム概要図

ステーションシステムの特長の一つは、道路上に開口を設ける必要がないことです。近年の都市部の推進工事においては道路開放のため道路部には路面覆工を施し、推進管の据え付けは道路交通に影響しない部分から吊り降ろし、トラバーサ設備等による横引き方式で推進管を据え付けることが多々あります。ステーションシステムはこのような横引き方式とは違い、道路上に開口を設けないため路面覆工も不要となり、道路交通等への影響を大幅に低減できます。

## 2.2 施工事例

工 法：泥水式推進工法（アルティミット工法）

工事場所：東京都

管 種：推進工法用鉄筋コンクリート管

50N 1種および70N 1種

管 長：2.43m

呼 び 径：1100

推進延長：1181.1m（2スパン）

曲 線：R=300、500、240、115m

対象土質：砂質土、N値40

ステーションは幅7.15m×高さ3.50m×延長3.00mの



写真-1 ステーション正面



写真-2 ステーション内部

鋼製ボックスとし、ステーションへの横引きはトラバーサ設備を使用しました（写真-1、2）。

## 2.3 ステーションシステムの課題

本事例を含め過去に施工したステーションシステムの管路用途としては水道、電力、地下河川（シールド）が多く、下水道関連の施工実績がありません。その理由として、管路直上にマンホールを設けることができないからではないかと推察します。本システム適用時の検討事項には、次のようなものがあります。

- ・大断面の刃口式推進工法が必要
- ・ステーションは原則残置となる
- ・ステーションの埋戻し（充填）方法

また、少し前にも、大断面の刃口式推進工法についてFEM解析を実施した結果、地下埋設物に影響するとの理由から見送られたこともあります。近年では道路沿いの公園等の官地に発進立坑を築造し、発進後すぐに曲線区間を設けて道路下に管路を敷設する計画がありますが、本システムとのトレードオフで対応できることを考えています。

## 3 シールド内分岐推進

### 3.1 工法の概要

近年は、シールド工法で築造された幹線管路への流入管路を築造するために、推進工法が適用されることが増えています。一般的にはシールド管路を到達とする施工方法で計画されますが、発進基地が確保できない等の理由から逆の施工方法となるシールド坑内から発進する方法も散見されます。当社では、シールド坑内を拡幅しないことを前提に、分岐推進の施工に取り組んでいます。

### 3.2 施工における課題

シールド坑内からの分岐推進の場合は、発進箇所が狭小空間であり管路が比較的深いことから、次のような課題があげられます。

- ①坑内仮設備（坑口・反力・吊り設備・坑内基地）
- ②分岐推進位置までの資機材の運搬
- ③発進方法（鏡切断または掘進機による直接切削）
- ④掘進機形状
- ⑤バックリング防止設備

### 課題① 坑内仮設備

小面積立坑からの発進とシールド坑内からの発進を比較した場合、発進箇所の上空スペースが活用できないことが計画を立案するうえでのネックとなります。シールド坑内では高さに制限があり、その制限の中で吊り設備の揚程をクリアする必要があります。また、シールド坑内では反力設備と坑口設備についても制約を受けることになり、支圧反力と掘進機および推進管据付のためのスペースを確保するための坑口設備についても検討が必要となります。

泥水処理設備等の大型設備については地上に配置することになりますが、滑材や元押用の油圧ポンプ等はシールド坑内に基地を設けて配置します。基地設備の検討はもちろん、ここでもやはり吊り設備の問題が発生します。

### 課題② 分岐推進位置までの運搬

分岐推進位置がシールド立坑からどの程度の距離なのか、そこに至るまでに急曲線区間はあるのかが計画を立案するうえで重要になります。分岐推進位置までの距離が長ければ当然、運搬に要する時間がかかることになりその結果、日進量も低下することになります。

### 課題③ 発進方法

シールド管路は比較的深い位置に築造されることから、分岐推進の発進においては高水圧下となることが多いと考えます。この場合、従来通り地盤改良後に鏡切りをして発進するのか、または高水圧下のため鏡切りは難しいと判断し掘進機による直接切削で発進するのかについて検討する必要があります。

### 課題④ 掘進機形状

課題①で記述した反力および坑口設備とも大きく関わってきますが、シールド坑内の内空には制限があることから両設備とあわせて検討する必要があります。経済的な観点からも汎用機を使用することが一番ですが、内空的に難しい場合は掘進機の長さ分割構造について検討する必要があります。

### 課題⑤ バッキング防止設備

発進架台の仕様によりバッキング防止設備の配置が異なります。運搬台車上に発進架台を設置して一体型としている場合、バッキング防止反力を発進架台から得るこ

とはできません(写真-3)。そのため、推進管を積んだ運搬台車の支障とならないようにバッキング防止設備を配置する必要があります。運搬台車と発進架台を分離することで発進架台から反力を得ることができますが、シールド坑内の吊り設備を使用して推進管を据え付ける必要があります。推進管重量が大きく影響します。この場合は比較的呼び径が小さい、または短尺管等で重量が軽い場合に可能となります。

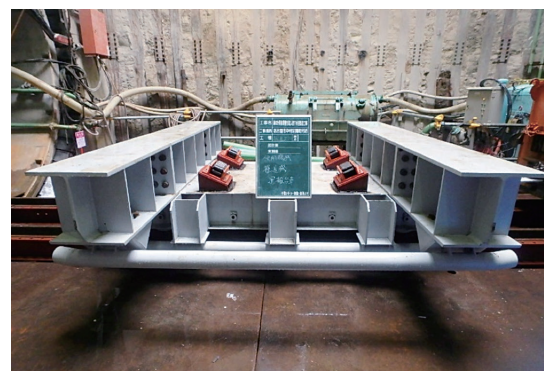


写真-3 発進架台一体型運搬台車

## 3.3 施工事例

工 法：泥水式推進工法（アルティミット工法）

工事場所：愛知県

管 種：推進工法用鉄筋コンクリート管  
50N 2種

管 長：1.20m

呼 び 径：2000

シールド：内径3,993mm（一次覆工内径）

推進延長：33.6m

対象土質：砂質シルト、N値15～25

土 被 り：8.95m

シールド内径3,993mmに対して推進管外径2,350mm、シールド発進立坑から分岐推進箇所まではR=20mと60mを含む約300mの距離でした。

### (1) 坑内仮設備

シールド坑内吊り設備はセグメントボルト孔を利用して配置、泥水処理プラントを除く設備はシールド坑内に基地を設けて配置しました。坑口設備については、掘進機カッタが壁面切削対応で特殊な形状であり、カッタ回転時に坑口止水ゴムの損傷を防止するための離隔を確

保することが難しい状態でした。そのため、坑口を可動構造にして壁面切削時は坑口を拡張させ、切削完了後に収納して対応しました（図-2）。

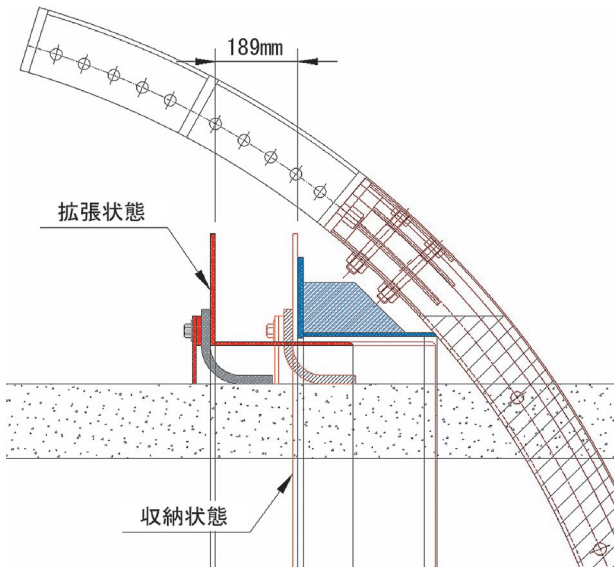


図-2 可動式坑口

## (2) 分岐推進位置までの運搬

シールド急曲線区間では運搬台車のバランスが懸念されたことから、台車の加工、積載機材の重心位置等を入念に検討し対応しました（写真-4）。

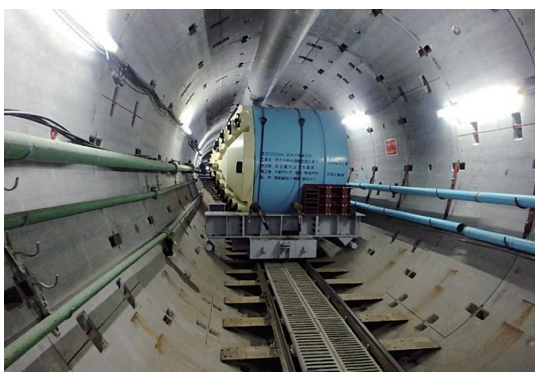


写真-4 シールド坑内掘進機運搬状況

## (3) 発進方法

発進鏡部はFFUセグメントとし、掘進機での直接切削による発進方法としました。

## (4) 掘進機形状

掘進機カッタは、通常の平面形状では壁面外周部を

先行切削してしまうため、壁面の曲線に合わせたドーム型面板としました。

## (5) バッキング防止設備

狭小な空間での防止設備について検討した結果、通常の方法では難しいと判断し、推進管カラーを利用した防止設備にて対応しました（写真-5）。

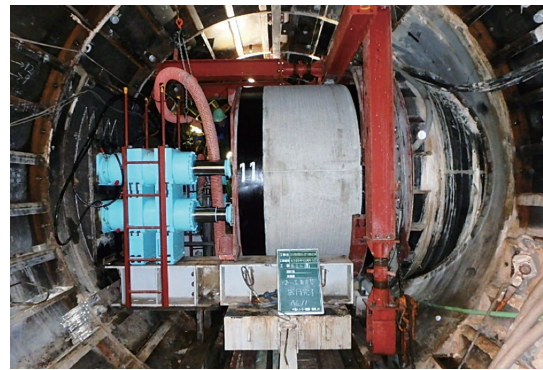


写真-5 シールド坑内分岐推進状況

なお、本稿執筆時にも別のシールド坑内分岐推進を施工中で、無事に到達しました。別の機会に紹介できればと考えています。

## 4 その他の小(省)面積

### 4.1 小立坑発進

アルティミット工法では、民間工事や海外工事において小面積立坑発進の施工実績があります。その中でも印象的な工事について紹介します。

工 法：泥水式推進工法（アルティミット工法）

工事場所：大阪府

呼び径：1500（半管）

発進立坑：内径3,650mmセグメント立坑

推進延長：93.6m

曲 線：縦断曲線 VR=90m

対象土質：砂礫・粘土、N値5～50以上

土 被 り：最大18.06m、最小：3.50m

本工事で特筆すべき事項は発進立坑内の設備です。元押ジャッキは立坑背面を改良のうえコア抜きを実施、ケーシングを挿入しその中に特殊形状の元押ジャッキを配置しました（図-3）。

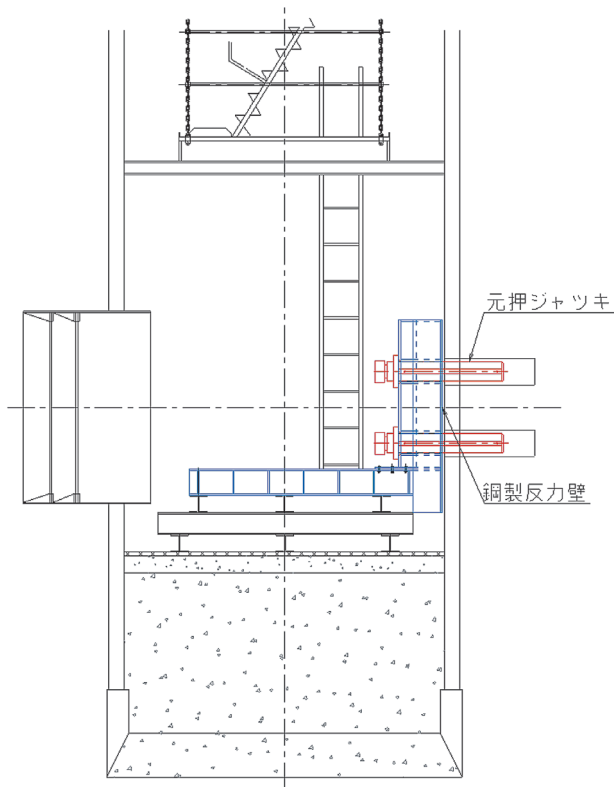


図-3 小面積立坑内仮設備断面図

線形条件や互層の土質、また小立坑のうえ立坑深さが約20mと厳しい条件でしたが、事前に詳細に検討を行ったことから計画日進量を確保し、無事に工事を完了することができました。

#### 4.2 遠隔プラントによる省面積

近年の工事では発進基地にプラントヤードを十分に確保できないことが少なからずあります。このような場合、発進基地から離れた箇所に泥水プラントヤードを確保し、還流配管を歩道等の支障とならない箇所に敷設して対応しています。このような方法は、主に比較的呼び径が大きく、泥水二次処理設備まで必要な場合に多く用いられています。

泥水式では処理設備が他工法と比較して大きくヤードの確保がネックとされていますが、還流方式を採用しているため必要に応じて還流ポンプを増設することで、遠隔プラントに対応可能となります。

## 5 おわりに

小面積立坑発進やシールド坑内分岐推進ではスペース確保のための設備等の検討はもちろんですが、その他にも課題があると考えます。

- ① 支圧反力の確保
- ② 推進管の軸方向のせん断破壊の懸念  
(呼び径 > 推進管有効長の場合)
- ③ 発進側の測量基準点の設置精度  
(特に立坑が深い、分岐位置までが長い場合)

必ずしも課題に起因する問題事象が発生するわけではありませんが、計画時の詳細検討や施工管理においては、課題を認識したうえでより細かい管理が必要になると考えます。

小(省)面積の施工について事例を基に記述しましたが、いずれも通常とは異なる施工方法のため個別案件として対応しています。その際、特に困るのが積算における歩掛です。転用できる歩掛があれば良いのですが、見当たらない場合は独自に設定することになります。そうした場合、その根拠について問い合わせをいただくこともあります。説明して納得していただければ良いのですが、そうでない場合もあります。元々、過去に事例がないようなことをやろうとしているため、どうしても歩掛がない項目も出てきます。この点については、ご理解いただければ幸いです。

小(省)面積については、今後も対応が求められる分野だと考えますが、実際に現場で作業をされている方は本当に大変だと思います。当社としても、施工に従事される方々の安全を確保しつつ、少しでも負担を低減できるよう対応できればと考えます。

#### ○お問い合わせ先

機動建設工業(株)  
 [土木本部]  
 〒553-0003 大阪市福島区福島4-6-31 機動ビル  
 Tel : 06-6458-6183 Fax : 06-6454-0274  
 [関東支店]  
 〒101-0035  
 東京都千代田区神田紺屋町38 エスポワールビル6F  
 Tel : 03-3289-4771 Fax : 03-5294-1281