

# 二重管推進工法による1スパン1265.03mの 超長距離推進の施工事例について



中野 正明

NAKANO Masaaki

機動建設工業(株)  
東京支社長

## 1. はじめに

下水道をはじめとする管路の非開削埋設工法である推進工法は、適応範囲の拡大・コストダウン・路面交通への影響軽減などの社会ニーズに応え、今や管路の埋設工法になくはならない存在になっています。また、近年では長距離・急曲線施工技術の開発によってその適応範囲を飛躍的に拡大し、長距離化の面では1スパン1,000m以上の施工が要望されています。

特に、水道・ガスなどの幹線の埋設においては、分岐管の必要がなく本管挿入技術の開発とあいまって長距離化のメリットを活かすことが可能です。

推進工法は、先導体の掘進機で前面地山を掘削し後続の推進管にて推進力を伝達して前進する工法であり、到達するまで管列全体が移動する工法です。

そのため、推進中は推進管外周面を潤滑層として保持しなければならず、長距離化に伴う時間経過に対しては特に留意して、掘削外径を大きくしたり継続的な滑材注入を行ったりすることによって対処している現状です。

しかし、土質の変化や地下水の変動などの原因で推進管外周の状態を均一な潤滑層として長期間保持することは困難であり、推進工法の長距離化は理論（推力計算）上は半無限に可能であっても実施工的には1,000m程度が限界と考えられます。

ここでは、従来の推進工法では困難と考えられる1スパン1,000mをはるかに超える長距離施工技術として「二重管推進工法」の開発とその応用について紹介します。

## 2. 本工法開発の意図

推進工法に対する要望は長距離化の面では1スパン1,000m以上、大口径では $\phi$  3000mm以上、大深度施工では土被り40m以上、急曲線では $R \leq 15m$ で交角 $90^\circ$ 以上などとどまることなく拡大しています。

これらの要望に対して、我々推進施工業者は従来技術を改良したり新しく開発したシステムを付加したりすることによって対処して、着実に成果を上げています。

しかし、このような従来技術の延長での取り組みで適応範囲を拡大することは自ずと限界があるとともに、限界に近づくとつれてリスクが大きくなります。

そのため、適応範囲の拡大に努めようとする推進施工業者ほど大きなリスクを背負って取り組み、トラブルが発生すれば大きな痛手を被っているのが現状です。

今回、長距離推進技術としての「二重管推進工法」を開発するに当たっては、そのようなリスクを負担する手段として、物理的に推進距離の半分の外周抵抗は外管が受け持ち、残り半分の推進抵抗は内管が受け持つ二重管という構造で提案することとしました。

つまり、1スパン1,000mをはるかに超える長距離施工においても余裕を持って施工できる物理的根拠を持つとともに、積算にも数量で反映できる内容にしました。

施工技術の開発は適応範囲の拡大とコストダウンに貢献しなければなりません、その事によって我々施工業者の安全・利益にもつながらなければならないと考えます。

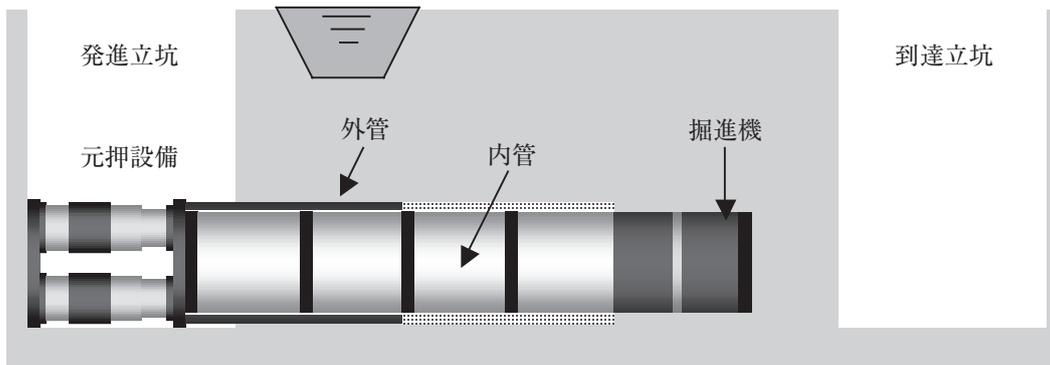


図-1 二重管推進工法概要図

そのような意図のもとに、一見二度手間のようにも見える方策でも安全確実な施工が保証され、施工中および施工後の周辺環境への影響が軽減できるならば、発注者をはじめとする関係各位の理解が得られるものと考えて開発に取り組みました。

### 3. 本工法の構成

本工法の基本的な構成は、推進管の外径に合わせて掘削径を変更できる掘進機と管径の異なる2種類の推進管および管外周の潤滑層を確実に保持するための滑材注入システムよりなっています。

推進線形は使用する推進管の継手構造により異なりますが、外管に溶接継手の鋼管を使用する場合は少なくとも発進立坑側の二重管部分は直線として、それ以降の内管推進部分は曲線を設けることが可能です。

### 4. 掘進機



写真-1 掘進機

本工法に使用する掘進機に要求される性能としては下記のものがあります。

#### 4-1 長距離推進施工

1スパンの推進距離が1,000m以上になることも考慮して、掘進中は作業員が管内に立ち入る必要のない機械式密閉型の掘進機構を備えた遠隔操作型の掘進機を基本とします。

また、排土および管内残土搬送についても同様に機械的に連続排土可能な機構とします。

#### 4-2 掘削外径の変更

路線前半の外管推進部と後半の内管推進部では推進管外径が異なるため、不必要な余掘りを行ったり必要な掘削径を確保できなかったりしないため、適宜掘削外径を変更する必要があります。

そのため、推進途中で掘進機のカッタの切削外径を遠隔操作で変更できる機構を備えます。

#### 4-3 内管および掘進機のスムーズな抜け出し

掘進機は外管推進時には外管と緊結された状態で推力を受け、内管推進開始時には内管によって推力が伝達されてスムーズに押し出される機構が必要です。

そのため、機内から着脱可能な特殊アダプターを掘進機後端部に装備します。

### 5. 推進管

本工法で使用する推進管のうち内管は推進管として一般的なヒューム管を使用し、外管は基本的に鋼管を使用します。

その理由としては、内管推進時と外管推進時の切削外径の差を出来るだけ小さくして不必要な掘削をせず、なお且つ土圧・水圧などに対して十分な安全を確

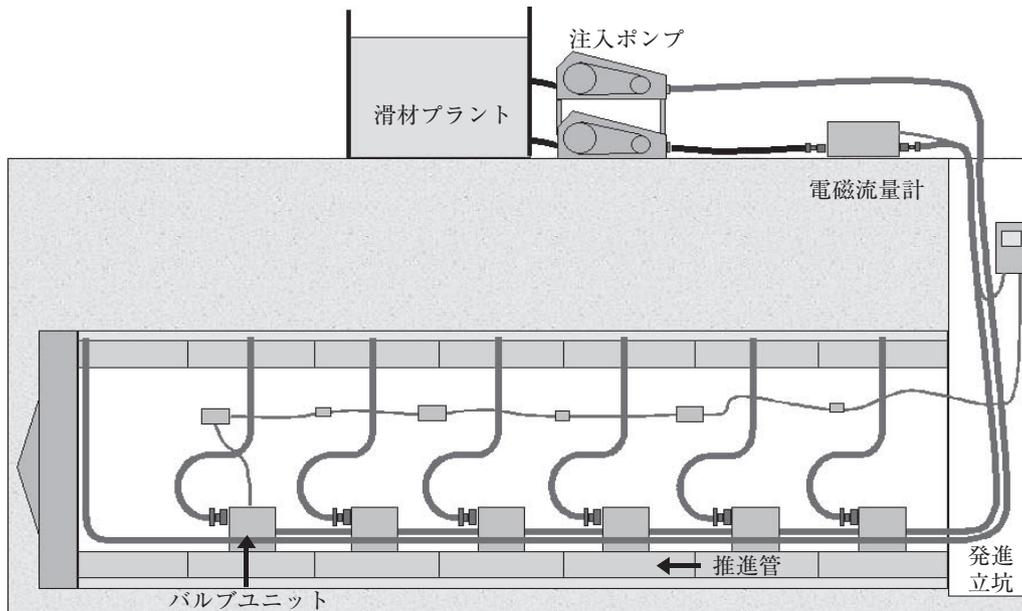


図-2 自動滑材注入装置

保するためです。

外管内面は内管のスムーズな通過のためできるだけ平滑でなければならないため、継手は突合せの溶接継手にします。

二重管の隙間（内管外径と外管内径の差）は出来るだけ小さく設定しますが、土荷重などによる外管の歪・外管および内管の製作誤差などに余裕を加えて決定します。

また、先頭管には内管との隙間から土砂などの流入を防ぐためのパッキン（ワイヤーブラシ）を取り付けます。

## 6. 滑材注入

本工法の二重管部では土荷重は外管によって保持され内管には影響を及ぼさないため摩擦抵抗は各段に小さくなり、滑材の損耗・希釈もほとんど発生しないと考えられます。

二重管部の隙間には高粘性の滑材（アルティクレイ）を事前に封入し、内管推進時には若干の補足程度で十分です。

また、外管推進時の推進抵抗については留意する必要があるため、自動的に滑材注入を継続しなければなりません。

そのため、先頭管からの1次注入と後続の管列からの二次注入を併用して管外周部の潤滑層を確実に保持するとともに、外管推進が完了すれば直ちに裏込め注入を行ない周辺地盤の安定を図ります。

路線後半の内管推進部も同様に自動滑材注入システムを使用して管外周潤滑層を確実に保持します。

## 7. 施工事例

### 7-1 工事概要

工 事 名：帝石入間ライン延伸建設工事  
（荒川横断工区）

発 注 者：帝国石油株式会社

工期（推進工）：平成16年7月～平成16年12月

施工概要：管 径  $\phi$ 1000mm

延 長 L=1265.03m

土被り H=17m～24m

土 質 砂および砂礫

工 法：泥水推進工法

### 7-2 当工事の特異性と事前検討

本工事は帝国石油株式会社の入間ライン延伸建設工事の中で、1級河川の荒川を横断する部分について推進工法にてさや管を埋設する工事です。

1スパンの推進距離は1265.03mになり、地上部はゴルフ場・河川（荒川および和田吉野川）・多目的グラウンドなどになっているため、万一の場合でも地上部を掘削することは到底不可能な条件です。

推進部の土質は砂および砂礫土と想定されますが、過去の荒川の氾濫の歴史などを考えると巨礫や粘性土・流木などの存在も考慮しなければなりません。

また、推進完了後にパイプライン本管（鋼管）を水



写真-2 施工位置

平に押し込むため、推進精度は全路線にわたってセンターおよびレベル保持が要求されます。

以上のような特異性を考慮して当工事においては二重管推進工法を採用するとともに下記の項目について事前検討を行ない、従来工法より各段の低推力で安全・確実な施工を目指しました。

### 7-2-1 推進管

当工事に使用する推進管のうち、内管はさや管としての機能と経済性を考慮してφ1000mmヒューム管(外径1200mm)として、外管は掘削外径の差を極力少なくするため鋼管を採用します。

鋼管径および管厚は外圧荷重(土圧・水圧)による歪・推進抵抗を受けるための必要断面積・内管挿入のクリアランスなどを考慮した必要最小値とします。

### 7-2-2 掘進機

推進部の土質は砂および砂礫層であり地下水圧は2.0Mpa以上になることも予想されるため、推進工法としては泥水推進工法を採用し掘進機前面での礫破碎機構を装備する。

外管推進時と内管推進時の掘削外径の差については外周部に3個のコピーカッタを装備し、内管押し出し時

鋼管外径	φ 1300mm
内径	φ 1262mm (厚さ t = 19mm)
内管との隙間	31mm

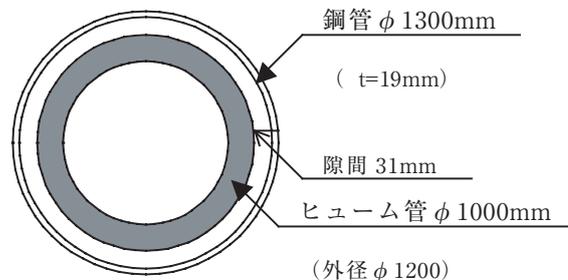


図-3 推進管断面図

にはコピーカッタを縮めるとともに機内より鋼管アダプターの固定ボルトを取り外して離脱します。

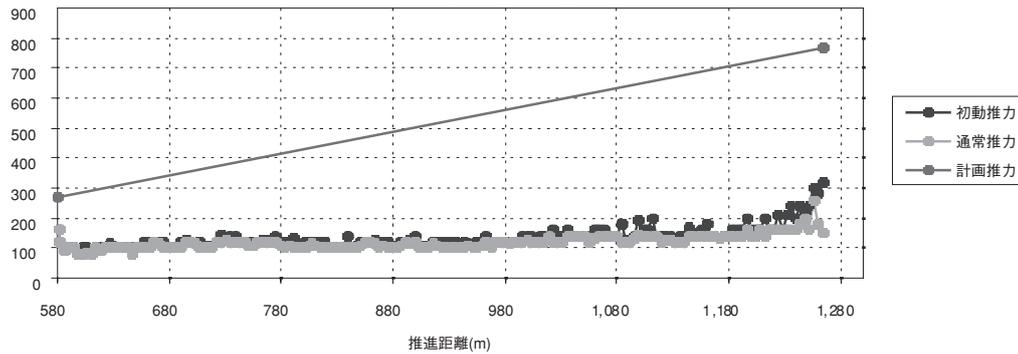
カッタビットの長距離施工に伴う摩耗については、想定摩耗量に対して余裕のある刃先チップを備え、礫との衝突による欠損を生じない形状を選択します。

### 7-2-3 精度確保

推進管の精度を確保するため、掘進中の姿勢制御と推進管1本毎の精度測量結果による方向制御を併用します。



表-1 推進力 (HP 推進時)



## 8. 本工法の応用展開

本工事例は長距離推進工を対象としてヒューム管・鋼管の組み合わせで施工しましたが、今後の応用として種々の多様化が考えられます。

### 8-1 工法目的の多様化

本工法の推進前半の二重管部は外管推進が完了すれば裏込め注入を行なって周辺地盤を安定な状態にできるため、発進立坑から比較的近いところに列車軌道などの重要構造物がある場合、重要構造物直下まで二重管で施工しそれ以後は内管のみを押し出せば長距離施工であっても比較的早い時期に裏込め注入の施工が行なえます。

推進工法は、従来到達・貫通するまで管列全体が移動する工法のため、時間経過に伴う周辺地盤への影響が懸念され、特に発進直後の地盤についてはその直下を数多くの推進管が通過して行くため影響が顕著になることがあります。

本工法を適用することによって、二重管部の推進が完了し裏込め注入などの防護措置を行なえば、以後の

施工が長距離であっても近接地盤への影響を懸念する必要はありません。(図-5)

### 8-2 推進管の多様化

本工法の基本はヒューム管と鋼管の組み合わせですが、管路の使用目的・埋設管径・施工方法の多様化に合わせてその他の推進管を使用することも可能です。

その例としては、内管は推進用ダクティル管・塩ビ管・FRPMなどを使用することも可能ですし、外管にもヒューム管を使用することも可能です。

### 8-3 施工方法の多様化

本工事例では推進工は外管推進→内管挿入→内管推進の手順で行ないましたが、今後施工方法の改良を行なって下記のような施工方法も可能です。

#### 8-3-1 外管・内管を同時に推進

前半の外管推進部を二重管の状態で行って、途中の内管挿入を省略する。

この場合、推進力の伝達を内管のみで行ない、外管と内管は固定治具(グリッパ-)にて連結して内管の

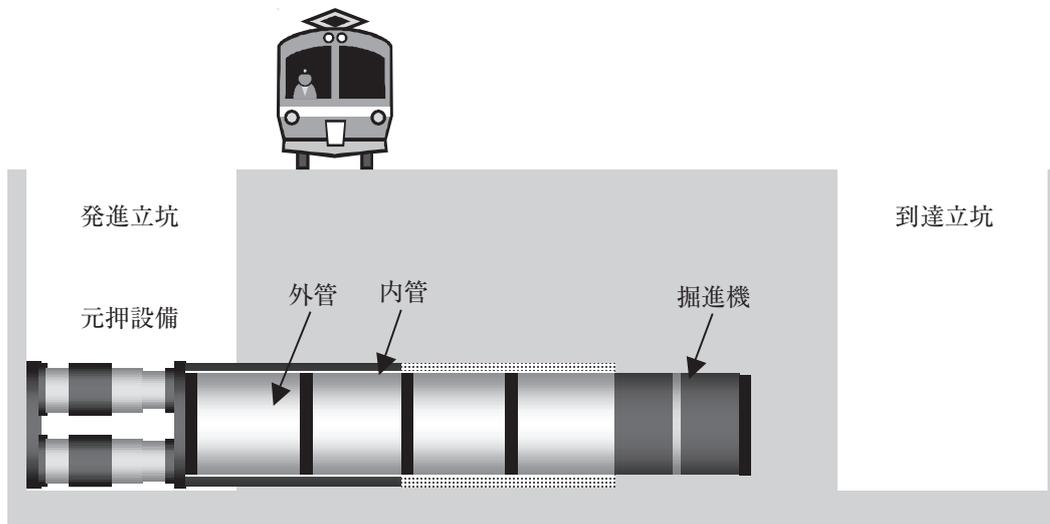


図-5 重要構造物直下二重管推進

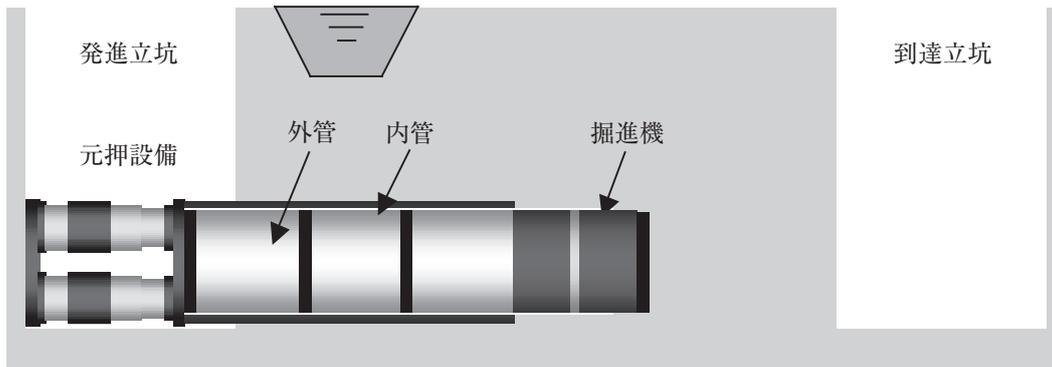


図-6-1 外管・内管同時推進

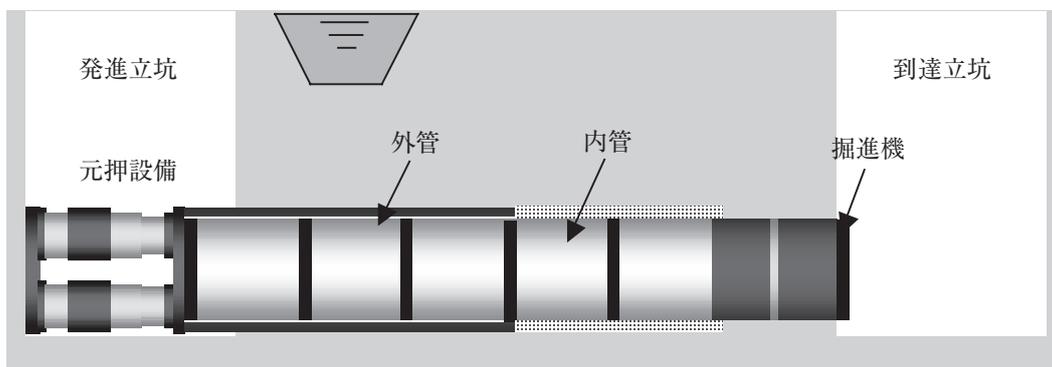


図-6-2 内管推進・到達状況

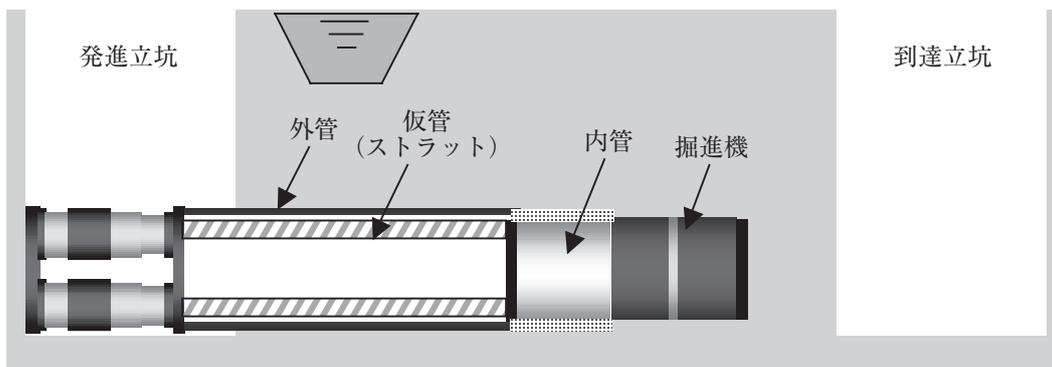


図-7 二重管部仮管使用

推進に連行して外管が移動する構造として、内管押し出し地点で固定（グリッパー）を切り離して内管のみを押し出すことも可能です。

このような方法を取れば、外管は推力を伝達する必要がなく土圧に対してのみ安全であれば良いため、いわゆる低耐荷力管（薄肉鋼管など）で施工可能であり、より経済的になります。（図-6-1、6-2）

### 8-3-2 二重管部の内管に仮管を使用

ガス・水道などのさや管として二重管推進工法を行なう場合、二重管部の内管は推進完了後引き抜き撤去も可能なため、仮管（ストラット）を使用して転用する。（図-7）

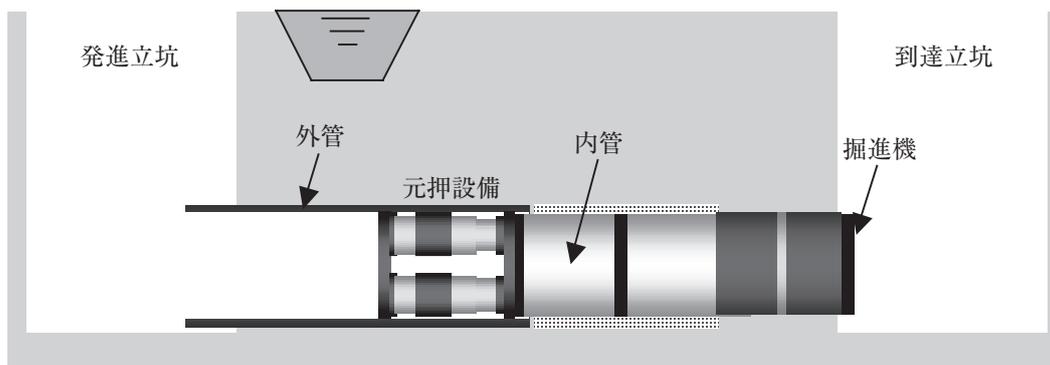


図-8 自走式内管推進

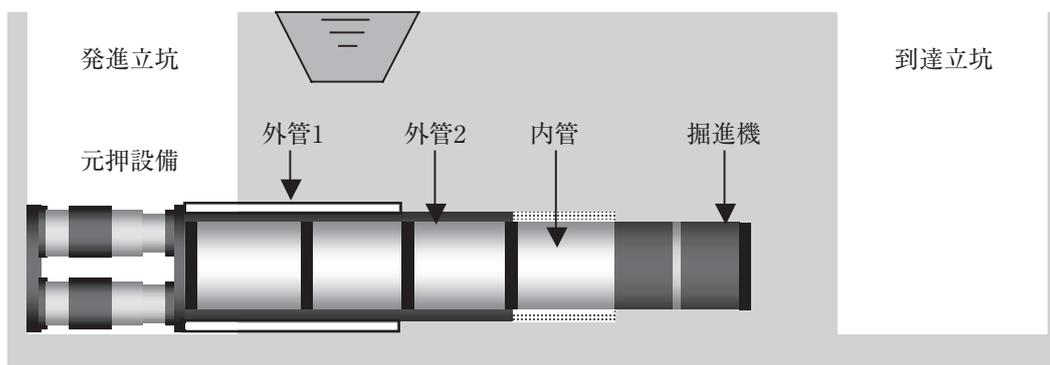


図-9 三重管推進工法概要図

### 8-3-3 後半の内管推進を自走式推進で行なう

内管の押出し時点以後は元押し装置を外管内に移動させ、外管に推進反力を得て順次内管とともに前進する。

このような方法を取れば二重管部の内管材料が必要なく、工期の短縮とコストダウンが可能です。(図-8)

### 8-3-4 多重管(三重管)推進

更なる長距離施工や発進直上防護と長距離施工を同時に満足するため、三重管などの多重管で順次内管を押し出して確実な施工を行なう。

今後のさらなる長距離化および直上の重要構造物(重要埋設管・鉄道・道路など)が複数存在する場合には、外管を3重・4重にして対応することも可能です。(図-9)

## 9. おわりに

従来の推進工法では種々の問題点が懸念される1スパン1000mをはるかに超える長距離施工も本工法の開発で十分可能であることが実証されました。

さらに、その副次効果として推進路線直上に存在する重要構造物への影響を懸念することなく長距離施工が行なえることも確認できました。

今後はこの結果をもとに本工法をさらに改良して完成させるとともに、安全・確実・快適な推進工法の施工技術への理解を深めて行きたいと考えます。

また、多様な応用化についても引き続き開発を進めて行く所存です。

最後に、本工法の採用・実施に対してご協力を頂いた帝国石油株式会社および鹿島建設株式会社をはじめとする関係各位に心から感謝申し上げます。

#### ◆お問い合わせ先◆

機動建設工業(株) 東京支社  
〒114-0004 東京都北区堀船2-19-19パレ・ドール王子ビル5F  
Tel.03-5959-2281 Fax.03-5959-2287