

解説

管路設計を自在に

推進・シールド切換型工法の開発経緯と 施工条件に応じた適用事例

きのした しげき
木下 茂樹

(株)奥村組
東日本支社
土木技術部技術2課長



1 はじめに

近年、ライフラインの地下化が急速に進む中で、推進工法、シールド工法のニーズも多様化してきている。特に推進工法は、従来は困難とされていた様々な線形、延長、施工深度および土質条件に対応するべく発展を遂げている。また、1,000mを越える延長や呼び径3500以上の超大口径管推進の施工実績も増えてきており、これまではシールド工法で考えられていた施工条件でも、推進工法が採用されるケースがある。その理由として、推進工法はシールド工法に比べて、経済性と工期が有利となることは言うまでもない。

一方、推進工法では、例えば1スパンの施工延長が伸びるほど、「周面摩擦の増加による掘進不能」や「推進力の増大による推進管の破損」などのリスクがあることを考慮しなければならない。急曲線や大深度（大土被り）施工の場合も同じである。

これらの課題を解決するため、当社では推進工法とシールド工法を掘進途中で切り換える新たな工法として「推進・シールド切換型工法」の開発にいち早く取り組み、平成12年に実工事に

適用した。

本稿では、施工条件毎に推進工法とシールド工法の長所・短所を整理するとともに、両者の特長を生かした「推進・シールド切換型工法」を採用した事例を紹介する。

2 推進工法とシールド工法の 長所・短所

推進工法とシールド工法を比較すると、シールド工法では「シールド機を油圧ジャッキによって切羽部で掘進し、機内でセグメントを組立て、それを反力にして前進する」のに対し、推進工法では「発進立坑に設置した油圧ジャッキにより掘進機と推進管を一体で前進させる」ことに違いがあることは、周知である。ここであらためて推進工法とシールド工法の施工条件による長所・短所を次頁の表-1に整理する。

表のように、推進工法とシールド工法は、その施工条件毎に長所・短所があり、これらを総合的に判断して、各工事においてどちらかが採用される。しかし、その判断は、どちらかの工法に不適合もしくは極めて困難となる項目がある場合、もう一方に決めざるを得なくなる。この時、両者の優位性を融合した「推

進・シールド切換型工法」が両者の不得意分野を穴埋めし、最善となる場合があるため、工法選定の土俵に上げることが望ましい。以降に、施工条件を整理した結果、推進・シールド切換型工法が最善と判断され、採用した事例を3件紹介する。

3 推進・シールド切換型工法を 採用した事例①

3.1 工事概要

本件は、当社が平成12年に初めて推進・シールド切換型工法を適用したもので、新設地中送電線管路約3kmの内、1,776m区間に内径2,400mmの洞道を築造した工事である。

施工条件として、閑静な住宅街の通過、国道や重要幹線の縦横断、繁華街ならびに商業地帯の縦横断箇所が多数あったことから、工事による騒音・振動等の規制が厳しく中間立坑の設置が困難であった。そのため当初計画では、全線をシールド工法で計画されていた。

施工条件およびコストを再検討した結果、洞道部1,776mの内、発進側から1,043mについては長距離推進に対応できる「管被膜推進工法」で推進し、残り733mをシールド工法で掘進する

表－１ 施工条件における推進工法とシールド工法の長所・短所

施工条件	推進工法		シールド工法	
	長所	短所	長所	短所
管きよ断面 (円形比較)	小口径から対応ができる 呼び径 150 ～	大口径は施工できない ～呼び径 5000 (国内最大実績 呼び径 4000)	10mを超える大断面も可能 (国内最大内径 12,500mm)	小断面は施工できない 内径 900mm (ミニシールド) ～
施工延長	掘進機は転用可能で短距離ではコスト面に優れる	長距離施工 (1,000m 以上) に不向き	5kmを超える長距離も可 国内最大 9km (1 スパン)	シールド機は一品生産のため、短距離ではコスト増となる
線形	直線施工に向くが曲線対応も可能で、近年は $R = 15m$ の実績もある	・地盤条件によっては曲線反力が取れない等の問題がある ・急曲線より先は、すべて特殊管となりコスト増を招く	推進工法に比較して、急曲線や複数曲線の線形に有利	特になし
地盤条件	近年はあらゆる土質に対応する様々な工法がある	玉石地盤等では、推進管が割れる場合がある	近年はあらゆる土質に対応する	岩盤など硬質地盤では、ビット交換が必要となる
工程	一般的に同規模のシールド工法に比べて早い	急曲線、長距離施工では、特殊管や中押しが必要となり、その後の進捗が低下する	推進工法と違い急曲線後に直線となる場合、進捗が回復	一般的に推進工法より進捗が遅い
工事費	一般的に同規模のシールド工法に比べて安価となる	特殊な条件下 (長距離、掘進直後の急曲線や高推力が必要な場合) では、コスト増となることがある	特になし	一般的に同規模の推進工法に比べて高価となる

表－２ 工事概要①

工事件名	浜万代線新設工事の内土木工事
施工場所	新潟市西船見町～礎町地内
発注者	東北電力(株)
工期	(推進・シールド切換型工法の施工期間) 平成 12 年 6 月～平成 13 年 8 月
工事規模	推進・シールド切換型工法 (泥土圧) 仕上り内径 $\phi 2,400mm$ 延長 $L = 1,776m$ ・ $L1 = 904.2m$ 管被膜推進区間 NS 推進管 呼び径 2400 ・ $L2 = 871.8m$ 泥土圧シールド区間 一次覆工 : RC セグメント内径 $\phi 2,400mm$ 土被り $6.71 \sim 21.76m$



写真－１ 推進・シールド切換型工法掘進機

VE 提案を行い、採用していただいた。また、長距離推進に加えて、線形は半径 $R = 250m \sim 300m$ の平面曲線が 7 箇所と縦断曲線が 3 箇所あり、特に推進区間には 4 箇所の平面曲線と 2 箇所の縦断曲線を含む複雑なものであった。

3.2 併用工法採用の決定条件

本工事では、以下の点を推進・シールド切換型工法の採用に関する決定要件とした。

- ①延長約 1.8km の路線において、立地条件から中間立坑を構築する場所が無く、全線を推進工法で施工できない
- ②全線でシールド工法を採用した場合、

経済的に不利である

- ③必要内径とコストを検証した結果、当初 1,043m を NS 推進管 (2 種 70N 管) で推進し、残りの 733m を「シールド工法 (RC セグメント二次覆工省略型)」にて掘進することが最善と判断された

3.3 施工上の工夫と施工結果

当時としては極めて延長の長い推進であったことから、長距離推進対策として「管被膜推進工法」を採用した (写真－２)。また、推進からシールドへの移行を行うための工夫として、掘進機の最後胴にはあらかじめ鋼製の調整リ

ングとアダプタ管を配置した (図－１)。

施工結果として、騒音・振動の問題を回避するため推進を昼間施工としたことなどから、推進工の施工期間が長くなり推進力が増大したため、計画より早めにシールド工法へと切換えた (推進区間 : 計画 1,043m、実績 904.2m)。結果的にシールド工法にいつでも切り換えられる工法であったことが有利に働き、推進管に無理な負担をかけることなく施工が完了し、リスク回避ができたといえる。