

総

論

長距離推進

長距離推進を可能にした 各分野における技術革新と着眼点

いとう けい
伊藤 啓(公社)日本推進技術協会
技術委員会応用部長

1 はじめに

わが国の推進工法は、1948年（昭和23年）に鉄道軌道下を鑄鉄管（φ600mm）で延長6mを横断したことに始まり、その初期段階は鉄道・水路・道路などの伏越し部分のみを短距離で推進するものであった。

その後徐々に道路縦断方向の管の埋設にも使用されるようになるが、当時はまだ刃口式推進工法であり、推進ジャッキ、推進管耐力の問題より推進延長は30m程度であり、長距離化の手段としては中押装置が1953年に開発された。

1960年代半ばに密閉型の泥水式推進工法が登場し、その後土圧式、泥濃式といった推進工法が矢継ぎ早に開発され、現在の密閉型推進工法が確立された。刃口式推進工法から密閉型推進工法へと進化し、掘進機械で掘削した土砂は流体輸送、ポンプ圧送あるいは吸引排土によって連続的に排土されることになり、必然的にさらなる長距離推進への可能性を抱かせた。

推進可能延長は、推進管の許容耐力と推進力と支圧壁反力の関係により決定されるが、基本的には推進抵抗力の低減を図ることにより推進延長の延

伸が可能となり、現在では滑材の性能向上もさることながら推進力低減工法を併用することにより、長距離推進を可能としている。

以下では、長距離推進を可能とした各分野における技術を中心に、今後のあるべき姿を考えてみた。

2 長距離推進とは

大中口径管の長距離推進工については、2010年発刊の(株)日本下水道協会「推進工法の指針と解説」114～115頁に記載されており、内容は以下の通りである。

長距離推進工は推進力の算定結果と推進管の耐力・元押設備の推進力および中押設備の推進力・設置個数などが標準装備を上回る場合がある。また、推進力の算定結果からは標準的な設備・施工方法で可能となる場合でも、路線内にある複数の曲線部では中押設備の使用が難しくなるため、実際は長距離施工となる場合もある。

長距離推進の定義としては、推進管呼び径の250倍を超えた場合、または250倍以下でも500mを超えた場合としている。

「この距離を超える施工については、推進力の低減方法・推進精度確保のための測量方法・推進管内作業の制限を考慮しなければならない」とあり、以下が付記されている。

- ①推進管呼び径2000以下では、施工効率の低下、坑内作業環境の悪化、緊急時などの避難行動の制約などを考慮して推進管呼び径の500倍までとすることが望ましい。
- ②適用範囲を超える施工については、土質・地下水圧などを考慮した上で、特殊装備による推進力の低減および推進管作業の自動化による安全確保を図る。
- ③呼び径2000以下の刃口式推進工法の長距離施工は避ける。

しかし、例えば呼び径800について考えると、 $0.8 \times 250 = 200$ であり、200mを超えると長距離ということになり、推進管の呼び径500倍までが限度とすると400m程度と言うことになってしまう。長距離推進工事ということで基本的に遠隔操作で運転し、作業員がほとんど入坑する必要がないシステムを採用しても、機器の点検保守や測量などで入坑は余儀なくされる。坑内で直立歩行できない狭隘な作業空間におい

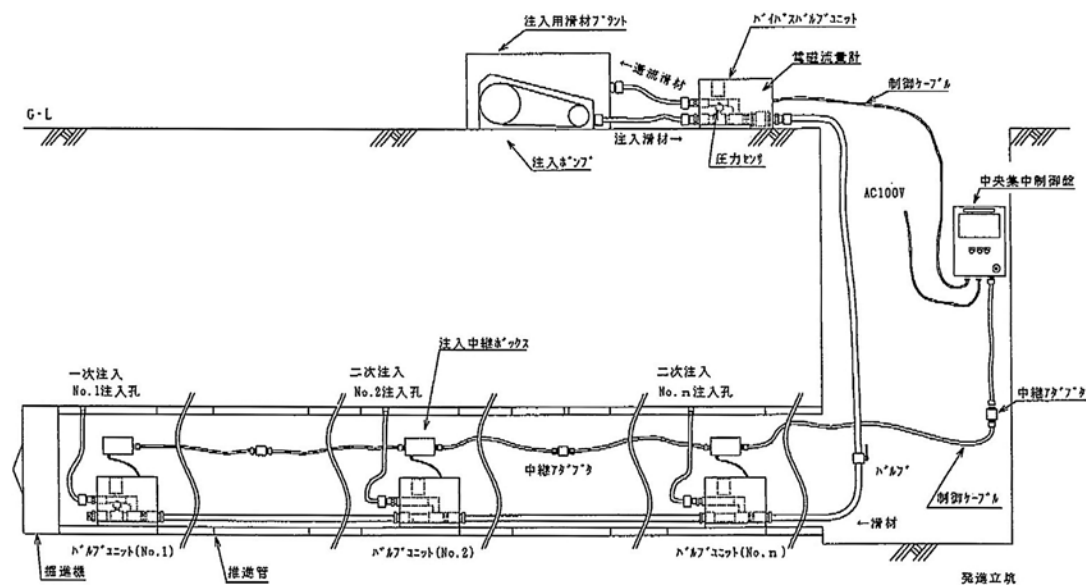


図-1 滑材の自動注入

ては、作業に伴う機材の搬入などには随分と苦勞する。

作業性を考慮した口径の設定については、「昭和50年労働省基発第204号：推進工法による……坑内労働……内径80cm以上の管を使用する……」の国の指導のように、施工が可能とか不可能とかとは関係なく「内径○cm以下の推進工事においては、作業性を考慮して延長○百m以下とする」といった指導の制定を期待したい。

3 推進力の低減

推進力は、先端抵抗力と周面抵抗力の和として求められるが、通常の施工

方法では推進力が大きくなるため、長距離推進では主として滑材効果を確実にし、周面抵抗力を低減する必要がある。この周面抵抗力の低減方法を分類すると次のようになり、施工条件等を考慮して選定する必要がある。

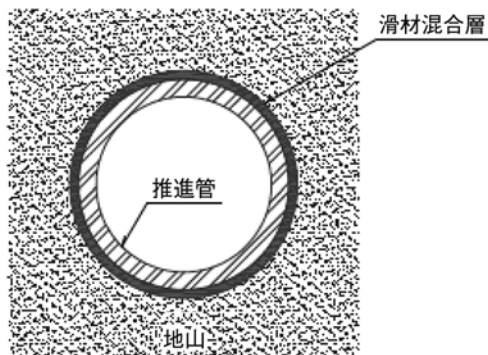
(1) 滑材の自動注入制御方式

滑材の注入位置は通常の推進では先頭推進管に設けた1箇所だけであるが、長距離推進においては滑材注入後の時間経過、後続推進管の通過、地下水位による希釈・変質等によって、滑材効果が減少する。そのため、掘進機の切削による孔壁を保持して滑材効果を持続させるために、後方の推進管からの注入することが効果的であり、適切な

間隔に注入孔を設けて追加注入をおこなう。推進延長が長くなるに伴い注入孔が多くなるため、1箇所当りの注入量・注入時間・注入圧を選択して、切り替えを自動的に行う方式である（図-11）。

(2) 滑材・地山混合層形成方式

推進管先端部分から推進速度に合わせ、同一円周上に一定量の滑材を順次注入すると同時に、注入孔後方の攪拌装置により地山と滑材を混合して滑材・地山混合層を形成させる方式である。滑材・地山混合層が長時間滑材効果を保持できるテールボイドを形成し、この層で推進管を覆うことにより周面抵抗力の低減ができる（図-2）。



圖一-2 滑材・地山混合層形成方式

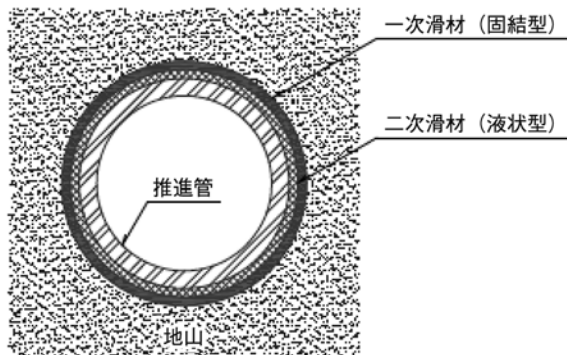


圖-3 二層滑材層形成方式