

総

論

長距離推進

推進工法の長距離化とその課題 長距離推進レコードは 無人化施工でめざせ



かわい あきら
川相 章

㈱日本下水道管渠推進技術協会
技術部長

1 はじめに

わが国の推進工法は、昭和23年に産声をあげたが、それから20年足らずで密閉型の泥水式推進工法を誕生させた。その後、密閉型の泥土圧、泥濃式といった方式が矢継ぎ早に開発され、現在の推進工法へとつながっていく。しかし、昭和60年当時、主体は依然として刃口式推進工法であり、全国の推進工事の60%は刃口式が実績を占めていた。泥水式推進工法の実績は急激な伸びを見せ始めてはいたが、特殊推進工法としての評価を脱することはなかった。設計者側の意識としてはせいぜい150m程度が最大の推進延長であった。このような、密閉型推進工法に対する認識は、その技術的未熟さよりも当時のT型カラーの推進管が大きく影響していると思われる。しかし、現在の1スパン1000mを超える施工状態を分析してみると、必ずしも、推進管の性能向上だけが長距離推進を可能としたのではない。滑材管理手法や掘進機の性能などが飛躍的な向上を見せたことが大きい。しかし、現在では長距離推進にはいくつか解決すべき課題がある。以下では、長距離推進が

抱える課題を中心に、今後のあるべき姿を考えてみた。

2 長距離推進の定義は見直すべき

「長距離推進」の定義については、2003年発行の㈱日本下水道協会「推進工法の指針と解説」111～112頁に記載されている内容から要約すると以下ようになる。

- ①推進工法における長距離施工とは、……標準的な設備・施工方法のみでは対応困難な距離の施工の場合。
- ②推進管呼び径の250倍を超えた場合、および250倍以下でも500mを超えた場合。
- ③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、万一の場合の避難行動の制約を考慮して、当面の間は推進管呼び径の500倍まで。
- ④呼び径2000以下の刃口推進工法の長距離施工は避ける。

この定義については、当協会2010年発行の「推進工法体系」においてもほぼ同じ内容となっている。

①については、長距離推進では推進力が推進管の耐荷力、元押設備能力、

支圧壁の耐荷力、中押設備能力、背面地盤の支持力を大きく超えることがある。すなわちそのような場合では、標準的な設備や施工方法によって施工が可能でも、長距離推進では、曲線施工がつきもので、その曲線内で中押設備の使用が難しいことから、このような場合は長距離施工としている。

しかし、②からは、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る。一方、③で指定している呼び径2000以下では、②で制約があるため、推進管の呼び径500倍までが限度ということになり、長距離施工も400m程度と言うことになってしまう。ここで、切羽作業が主体の刃口式推進工法の場合、呼び径800がどのような狭さとなるか考えていただきたい。坑内で直立歩行できない狭隘な作業空間においては、人車を利用して400m近い坑内の移動は困難を伴うであろう。刃口式の場合には、呼び径2000未満では、現状ではこの工法を使用する目的が限定されていると思えるので、せいぜい100mまでとすべきだろう。密閉型の場合、呼び径2000以下は、切羽作業やさらに複数曲

線を伴う場合は、当面500m程度までの施工に抑制すべきではないかと考える。呼び径800未満の管内作業に制約を設けたように、施工が可能と不可能とかとは関係なく、坑内長さにも呼び径によって制約があっても良い。

3 カッタビットの交換と長距離に欠かせない機器類に対する課題

長距離推進、とりわけ対象地盤が礫、巨石、岩盤となるとカッタビットの摩耗が推進距離への壁として立ちふさがり、カッタヘッドに装着されたビットの働きなくして掘進機の前進はない。特にカッタヘッドの回転距離が最も長くなる掘進機最外周部のビットへの負担の度合いは大きい。このビットが摩耗脱落して、推進抵抗力が増大し、最終的にはカッタヘッドの脱落、場合によっては、推進管の破損へとつながるケースが多い。礫地盤ではカッタビットが礫に食い込むことで礫を削り、そして最終的に破碎し、機内に取り込めることができる。しかし、ビットは摩耗するものであり、最終的にはビットとしての機能を喪失してしまうと掘進機は停止しなければならない。その停止位置が推進施工距離を超えたところにあることが理想だが、そのような距離を事前に決められるのはかなりの経験者ということになる。したがって、現状では、あらかじめビットの転動距離から交換すべき位置を予測し、その場所に交換用立坑を設けることになる。ビットの損耗欠落で停止した場合には、停止した掘進機の位置に立坑を設置することになるが、それは経済的にも工費的に大きな損失である。機内からの交換が理想だが、切羽面の安定を地盤改良に頼らざるを得ない場合、狭い空間の機内からの交換作業は決して望ましいものではない。長距離推進では、普通土は別として、硬岩や岩盤

においては、ビットの交換は必須条件で、現在では呼び径1000以上であれば機内からの交換が可能としている工法もある(写真-1)。

願わくば、ビット交換なしで所定の距離を推進できることが理想的であり、ビットの交換を自動的に遠隔操作で行えるよう関係者は知恵を出したいところである。シールド工法ではすでにそのような機構を有する掘進機がある。推進工法では小断面であることや経済性から本格的な採用には至っていない。掘進機の回収が基本である推進工法においては、ビットを交換するための中間立坑や、切羽を地盤改良しての交換作業から早期に脱却すべきである。

次に、長距離推進を行う上で、掘進機や自動測量機器についての課題について触れたい。推進工法で使用する掘進機は回収・再利用が基本である。長期間、過酷な地盤を経験する掘進機を提供し、あるいは自社で保有している会社にとって、本来はその維持管理には膨大な経費を必要としているはずである。掘進機には現場整備費というのが積算上で認められている。当協会の発行資料である「推進工事損料等参考資料」でも、これについては日常管理で必要となる修理費とはしっかり区別されているものである。当協会の資料だけでなく、掘進機の基礎価格に対する率そのものは示されていないが国の積算基準でも計上するように示されている。ところがこのあたりを理解できない関係者が多いことに驚かされる。保有している他の掘進機の部品を転用しなければ機械が維持できないほどの金額しか掘進機の所有者が得られないとすれば、すでに適正な公共工事は消え失せていると言える。発注者や元請関係者は猛省すべきと考える。

次に、長距離施工に欠かせない測量機器一つとっても、国の歩掛には自動



写真-1 機内ビット交換可能¹⁾

測量に対する配慮がなされていない。このことに関して言えば、施工者にとっては人力測量のほうが日進量が少なくなり、それによって設計費が高くなるので、あまり自動測量について問題視しない傾向がある。しかし、後述するが、推進工法はあくまでも無人化を目指すべきであって、自動測量機器の使用はすでにそれに向かっているし、既成の事実なのだから、より実態に即した歩掛と積算を採用すべきである。

4 推進力算定式と推進抵抗力の低減方法について

4.1 泥水・土圧式算定式による推進力の算定

本年、(社)日本下水道協会の「推進工法の指針と解説」においては、推進力算定式の名称が変わり、その名称からその式が表現している工法がより分りやすくなる。当協会では、本年4月に発刊した「推進工法体系」および設計積算要領「推進工法用応用編(長距離・曲線推進)」においてはすでに変更された名称を示してある。例えば、従来の「修正式(I)」泥水と土圧式の推進力算定に用いられていた式であったが、それが「泥水・土圧算定式」となり、泥濃式の場合には、従来「参考式(I)」としていたが、「泥濃式算定式」という呼称になった。この方がよりその式の本質を表現していると言えよう。算