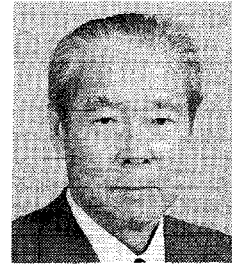


推進関連技術の課題

遠山 啓

日本非開削技術センター
会長
(工学博士)



1. まえがき

わが国の推進工法の技術は、下水道事業の発展・下水道の普及とともに発達してきた。そして近年、下水道事業の重点が大都市から中小都市へ移行するにつれ、推進工事の主力も大口径から小口径へと移行し、工法は50種類以上も開発されるなど細分化を続けている。そして、電力・ガス・通信・水道など、下水道以外の分野にも、応用範囲を拡げつつある。

これが欧州及び米国など、下水道の整備が殆んど終わっている国々では、管路新設のために推進技術を開発する必要性はきわめて低かった。しかし、長い歴史を誇り、老朽化した欧州の下水道にとっては、管路の検査機器や保守技術を必要とし、維持管理に関する非開削技術が進歩した。

このように、日本と欧米諸国とでは、用いられる非開削技術の内容において、かなりの違いが見受けられる。

1985年、ロンドンで初めてNO-DIG国際会議並びに展示会が開催されたが、参加各国はこれに刺激されて非開削技術の開発を進め、回を重ねる度に目を見張る技術が出てきた。いまのところ、日本の管路新設に関する推進技術は、やはり世界一のレベルにあるが、外国では欧州のトンネル機械メーカー、特にドイツの技術の進歩には目覚ましいものがある。一方、わが国の維持管理に用いる推進関連の技術も、NO-DIG会議に刺激され、今日では随分進歩した。

とにかく、推進関連技術の進歩の速さは素晴らしく、将に日進月歩の感があり、遠い将来を展望することは難しいが、現在課題として取り組まれている幾つかの技術について述べてみたい。

2. 小口径岩盤掘進機

トンネル工法や開削工法でも、岩盤の掘削には殆んどの工事で難航する。それだけに、効率的な岩盤掘削工法の出現に対する期待は大きい。

近年わが国の下水道工事が、河口部の大都市から山間部の小都市へと移動しつつあり、岩盤に適用できる推進技術の需要を急速に高めている。

従来岩盤掘削の技術は、欧州及び米国で長い歴史を持つが、何れも小口径トンネルには不向きである。一般的には、発破工法は0.9m以上のあらゆる地下掘削に、TBMは1.5m以上のトンネル掘削に、ブームカッタ及びロードヘッダは1.5m以上のトンネルを含めた大断面掘削に使用されてきた。

小口径岩盤掘削機の開発は、現在のところ、主として日本、米国、オーストラリア及びドイツで進められており、日本ではシールド方式が、海外ではオーガ方式がそれぞれ採用されている。岩盤切削工具としては、ローラビット、ディスクカッタ及びパーカッションピック等が一般に用いられ、掘削外径は、現在のところ0.6m程度が下限のようである。

今後解決すべき課題は、閉鎖型ヘッドが採用されているシールド方式では、カッタの交換が行えないため、施工距離が限られることである。またオーガ方式では、トルク伝達に限界があるので、長距離施工に難があることである。

超小口径分野での岩盤掘進技術は、長い歴史を持つ石油掘削の技術に基づいた弧状錐進が主流である。水圧で回転駆動されるカッタヘッドにダイヤモンドビットを備えたものは、きわめて硬い岩盤でも掘進可能で、実績も多い。

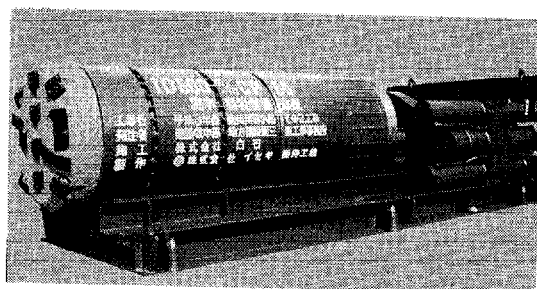


写真-1 シールド方式岩盤掘進機

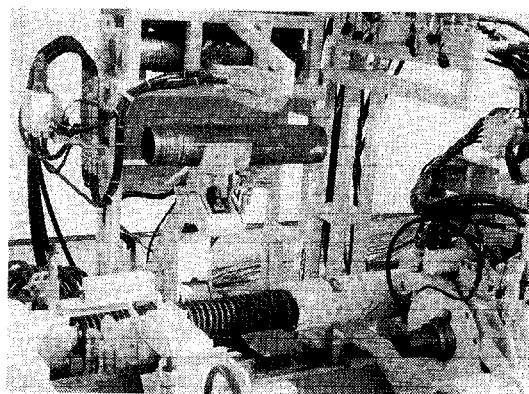


写真-3 自動小口径管推進設備

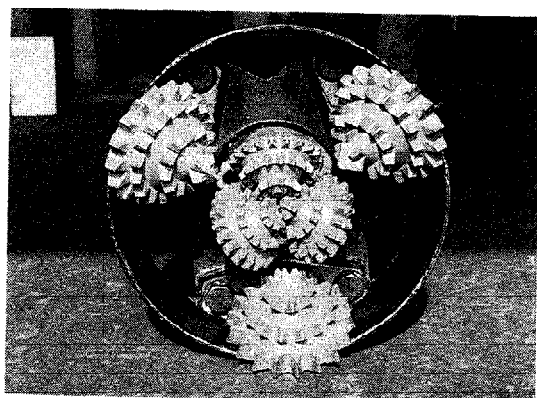


写真-2 オーガ方式岩盤掘進機

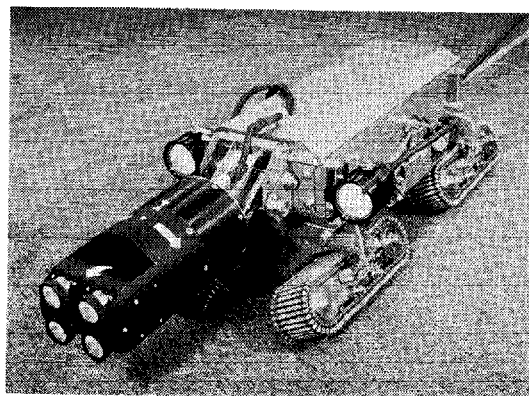


写真-4 自走式管路検査機

弧状錐進は、主として欧州及び米国で発展し日本へ導入されたが、近年では日本でも独自の技術開発が行われている。掘削外径は100mm以下であるが、リーマを併用すれば、600mm以上の管を引き込むことができる。

3. 自動制御

推進工法の普及に伴い、施工の自動化に関する需要が高まっている。これに应运、国内、国外を問わず、大多数の推進システムにおいて、運転に必要な各種の情報が集中管理されるようになったが、施工で要求される複雑な手法を自動化する試みは、まだ始まったばかりであると言えよう。

日本国内でも、施工の自動化に対する需要は高い。この意味で、建設省の主導で始められた「小口径管推進工法の高度化に関する研究」プロジェクト

は、時代を先取りしたものといえよう。自動化の現状は、人間の行う操作及び判断の一部を代行または支援するシステムが漸く出来始めた段階であり、自動制御からはまだ程遠いと言える。

ファジー理論等を用いた掘進方向の制御は、一応実用化の段階に入ったが、管の吊り下ろし、動力線や操作線の接続、掘削土砂の排搬出等々、自動化のハード面においても多くの課題を抱えている。しかし、一方では掘進機の姿勢を無線で知らせる方法や掘削土の出ない掘進装置等が逐次開発されており、自動化への明るい話題を提供している。とにかく、労働力の減少、熟練技術者の不足に対応するためにも、推進工法の自動化は必要であり、これに応えるための研究開発を、いま一層充実しなければならないと感じる。

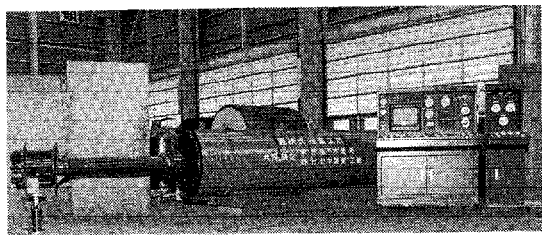


写真-5 管掘削方式置換機

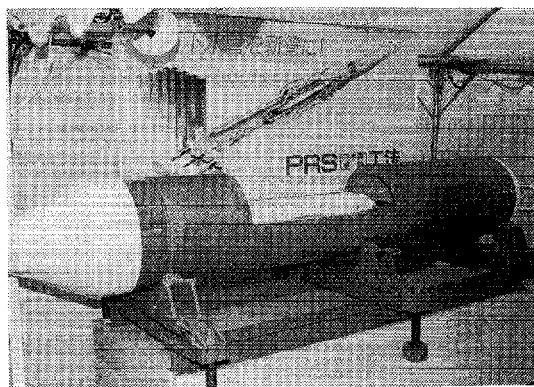


写真-6 管破碎方式置換機

4. 管路検査装置

欧州では、下水道の維持管理の需要が高いため、様々な検査方法及び検査装置が発達した。

大口径管路の検査は、人が管路内に入って目視検査する方法が一般的に行われた。しかし、汚水幹線のように、大量の汚水が常に相当な水深・流速で流れているような管内では、人が入って作業することは甚だ危険である。目下わが協会では、日本下水道事業団から委託を受け、「大口径管路の無人調査・補修機器の開発」を続けているが、下水道の歴史の古い外国でも例がないものであり、その成果に大きな期待が寄せられている。

これに対し、人の入れない小口径管路用では、テレビカメラを使用したシステムが主流であり、多くのシステムが市場に出回っている。この方式では、遠隔操作によって姿勢を制御できるカメラを搭載した検査装置を管路内に設置し、これをウィンチ等によって移動させる方法が採られている。検査結果は映像として記録される。

日本で開発された検査装置は、コンピュータによる情報処理機能を加えたもので、検査結果は、映像及び数値情報として記録される。管路補修装置との情報交換を進めるため、あるいは共通化するためには、ハードウェア及びソフトウェアの開発を更に進める必要がある。

5. 置換工法

老朽管路を新しい管で置き換える場合、既設管と同じ位置に新管を布設することが出来れば、新

ルートを捜す手間が省け、また既設管が位置決め案内役となる等、多くのメリットがある。従って更新工法の多くは、既設管を新管に置き換える置換工法を採用している。

既設管路の更新方法は、既設管の処理方法によって3種類に大別される。即ち、既設管を地中から除去する管掘削方式、既設管の破片を地中に残す管破碎方式、それに既設管を引き抜く既設管引き抜き方式である。

管掘削方式は、管更新の分野では比較的新しい技術であり、小口径管推進技術に応用したシールド型またはオーガ型が主流である。既設管が除去されるというメリットがあるが、推進設備が他の方法に比べてやや高価となる。適用口径は一般的に0.5m以上である。

管破碎方式では、既設管を割るための装置を先導体に備え、新管は先導体に続いて引き込まれる。先導体を前進させる動力源には、空気圧または油圧が用いられる。管破碎方式の短所は、既設管の破片が地中から除去できないことである。この方式は、英国で広く使われていたが、近年、欧州各国、米国、オーストラリア、日本へと広まった。適用口径は、一般的に0.5m以上である。

既設管引き抜き方式は、管が引き抜き及び引き込みに耐える強度を持っている場合、最も経済的に施工できる。欧州では電気、ガス、通信の分野で広く使われてきたが、近年日本でもガス管(鋼管)の更新技術として実用化された。

以上のような更新工法の普及に付随して、既設取付管との再結合、新設取付管の接合に関する確実な技術が強く要望されている。

6. おわりに

以上、わが国で最近話題となっている小口径管推進関連技術の幾つかについて述べた。今後の傾向として、施工の省力化が進められ、岩盤掘削のような特殊条件下での施工が容易に行われるよう改善が進むものと思われる。また、下水道の普及とともに、維持管理の重要性がますます高まるの

で、この方面の非開削技術の開発にも大きな期待が寄せられている。

日本の推進技術は、世界のトップレベルにあるが、最近各国の技術の進歩にも著しいものがあり、予断を許さない状況にある。技術開発関係各位の一層のご健闘をお願いしたい。

最後ながら、本文の作成にあたり、(株)イセキ開発工機海外事業部佐藤真人部長、エンビライナー協会山田滋事務局長のご支援を賜ったことを深く感謝します。

