

総論 推進技術・最前線

日本推進技術の あゆみと最前線をみる

いしかわ かずひで
石川 和秀

全国ヒューマン協会
専務理事
(本誌編集参与)



本月号は、今月末に開催される「下水道展'16名古屋」にあわせ、世界最高位にある我が国推進技術の最前線について、来場者の方々を含め、その実態をご理解いただくとともに、次なる進展への期待を抱いて頂くための特集です。

今年の下水道展にも、推進業界の施工企業や工法団体が数多くブースを設け、自らの最先端技術を開示し、懇切丁寧な解説を試みています。下水道展来場の皆様には、是非、個々のブースに立ち寄られ、彼らが有する技術力を実感し、彼らが次に何を指そうとしているのかを感じ取っていただければ幸いです。

1 日本推進工法の発祥

我が国初の推進工事は、1948年（昭和23年）、兵庫県尼崎市内の阪神国道（現国道2号線）の旧国鉄尼崎港線が横断する箇所に、戦災復興事業の一環として大阪から神戸に向け都市ガスを敷設する場であった。このような場合、従前では、列車の運行時間を外し、軌道を下から鋼材などを組上げて支え、地上から大きく掘り下げて管を敷設するのが常道だった。しかし、これでは工事規模が大きくなり、工期も長くなるこ

とから、道路通行はおろか列車運行にも大きな支障となったはずだ。

そこに戦災復興に熱き情熱を抱く若き土木技術者（木村又左衛門：1902～1982）がひとつの斬新な手法を提案した。軌道をはさむ両サイドに堅穴を掘り、その間をガス管よりひと回り大きな鑄鉄管を使用し、管口前面の土砂を人力で掘削しつつ、手前から手漕ぎのジャッキで管を地中に押し込んで行く手法だった。管が無事反対側の堅穴まで届けば、管内を清掃して所定のガス管の中に挿入すればよい。正に、現在の推進工法の原型だ。

この偉大な業績は、これまで種々の文献の中に見受けたものの、その後の国鉄軌道の廃止や道路拡幅によるガスマ埋設ルートの変更などで、当の現地



写真-1 「日本推進工法発祥の地」記念碑

確認が現に困難になりつつあった。さらに時が経てば、その事実さえ文献上の事象となる危惧が生じた。そこで、今日、世界の最高位を自負する日本推進工法技術の創出原点を後世に伝えることを目的に、多くの推進関係企業や個人並びに団体の協力の下、昨年5月、現地（尼崎市昭和通1-20-1地先）に「日本推進工法発祥の地」記念碑（写真-1）を建立した。

2 日本推進工法技術の実績

我が国の推進工法は、その発祥こそ前述の通り都市ガスの軌道下敷設にあったが、今日までの大いなる普及、顕著な発展は、正しく、全国の下水道整備事業での活用を通じてのことだった。

2.1 下水道事業での推進工法採用

その発祥から早3年後、1951年（昭和26年）には、大阪市内で路面電車が走る道路横断箇所での下水道管路敷設に推進工法が適用されていた。その後、昭和30～40年代では、全国各地での下水道整備で推進工法を採用する事例が徐々に増えて行ったが、その適用箇所は、河川や水路、鉄道軌道、幹線道路の横断など、所詮、上部からの

掘削が困難視された“特殊”な施工条件が課せられた案件に限定された。推進工法は、“特殊”な施工条件下で適用する“特殊”な施工手法との認識が一般化したようだ。今日なお一部で、“特殊工法である推進工法は…”と発言する方もおられるが、当時の認識の名残かもしれない。なお、今日、多くの推進関係者の認識では、推進工法は、地中に敷設したい構造物（管路）をその位置、範囲にある地盤土砂のみを掘削して置き換えて行く手法で、上部や周辺の土砂には一切の地盤変動を及ぼさずに地下構造物を構築する手法だ。実に単純明快、シンプル、道理に適った手法。適用箇所も千差万別で、正に“汎用工法”で、“特殊”の冠はとうに返上している（写真-2）。

昭和30～40年代、推進工法は下水道整備事業のなかで適用される事例が増えたものの、そのほとんどが河川や幹線道路の横断箇所で、掘進方式は推進工法の原型である刃口式だった。この場合、管内では人力掘削が必然で、刃口前面の切羽地盤はむき出しのまま、開放状態となるので、管内作業の確実性と安全性を確保するため、切羽からの湧水が無く、地盤は崩壊せず自立していること求められた。仮に、地下水の滲出がある場合には、切羽部の空気圧を高める圧気工法や地下水位を低めるディープウェル工法などの補助工法も併用された。必要な箇所では、薬液注入工法による止水を目的とした地盤改良も実施された。

2.2 流域下水道事業の進展

昭和40年代の半ば以降、推進工法は全国の下水道整備事業の中で広範に活用されるようになる。その背景には、全国的に展開された流域下水道事業があった（写真-3）。

昭和45年、いわゆる「公害国会」において、公害対策基本法をはじめ水質



写真-2 昭和27年ごろの施工現場

汚濁防止法や大気、土壌、騒音、振動など、当時、社会問題視された公害事象に対する一連の規制法が制定された。これに関連して「下水道法（昭和33年制定）」も、第1条の目的に、従前からの“都市の健全な発達と公衆衛生の向上に寄与すること”に加え、“公共用水域の水質保全に資すること”が明記された。河川など流域単位で下水道整備により水質を保全しようとするれば、個々の市町村単位の公共下水道整備では的確な事業効果が期待できないことから、流域内のいくつかの市町村を一括的にまとめた広域的な下水道整備手法が求められた。これが、都道府県が事業主体となる流域下水道事業として下水道法の中に位置付けられた。

流域下水道では、いくつかの市町村からの下水を一括的に受けることとなる。となれば、その幹線管路は、通常、市町村を結ぶ（交通量の多い）幹線道路の下に計画され、しかも管径は比較的大きくかつ土被りも大きく（敷設位置は低く）なる。その施工手法として、交通量の多い幹線道路を縦断方向に、大きく、深く掘削する開削工法の採用は厳しく社会問題視された。ここで注目されたのが非開削手法である推進工法であった。

この段階では、推進工法の世界は未だ解放型・刃口式が主体であった。前述の通り、推進工法はそれまで河川や



写真-3 当時の我が国初の呼び径2600の大口径推進管を大橋局長が西村大臣に説明

軌道、幹線道路の横断箇所に専ら適用され、その掘進距離も50～60m程度、最長でも100mの中で対応できたであろう。だが、幹線管路の道路縦断方向への敷設となればこの掘進距離では収まらない。当時、管径にもよるが、開放型・刃口式で200～300mをも推したという勇ましい事例も報告されている。しかし、掘進距離が長くなるほど、人力掘削が主体でかつ切羽が開放状態の刃口式では、掘進効率（日進量）も悪く、切羽の崩壊など作業の危険性も増した。

ここに画期的な手法が登場した。昭和39年、推進管列の先頭に泥水式の地中掘進機を備えることを試みた。「泥水式推進工法」の誕生である。これだと切羽は密閉され、かつ掘進機前面のカッタチャンバ内を泥水で満たし、その圧力を調整すれば切羽での土砂崩壊や地下水の滲出も防げる。すなわち“切羽の安定化”を機械的に確保できる。また、掘進機はカッタヘッドの回転により地盤を切削、掘削できるので、人力掘削に比べ格段と掘削効率が上がり、長距離掘進も可能となる。初期の流域下水道事業での幹線管路築造工事ではこの「泥水式推進工法」が大いに活用された。当時、この手法は“セミ・シールド工法”とも呼ばれていた。

掘進地盤の性状から泥水が逸出してしまう土質条件では、「泥水」を「泥土」