

# 解説 進化発展した技術

## 推進工法の非開削メリットを 発揮させるための立坑

—最先端の立坑技術と将来展望—



かわい あさら  
川相 章

財団法人下水道管渠推進技術協会  
技術部長  
(本誌編集委員)

### 1 はじめに

月刊推進技術 1988年(昭和63年)8月号(Vol.2 No.9)の巻頭言に、「立坑築造に創意工夫を」というタイトルで当時の建設省都市局下水道部安藤茂公共下水道課長の推進工法への気持ちが示されている。「—推進工事は住民、道路交通に支障を与えない工事といいつながりながら、立坑部分は別で、ある意味ではここから発散して工事全体で発生する支障を集中しているといってもよい。—立坑については必要空間を確保するだけで、それをいかに簡易にし、経済的かつ安全に工事を行うかの研究がなされていない様に思える。—反力壁が不必要な発進方法や取り壊しが容易な反力壁、支保工の省略、立坑の構造をPCボックスに代え、掘削空間の縮小を図るなど、まだ改良の余地がありそうである」

日本推進工法協会時代、「推進工法用立坑の問題が、非開削工法の推進工法全体の問題となっている」としてこの一文が掲載された。巻頭言にその号の特集への気持ちが掲載されたことに当時の立坑に対する想いが見て取れる。21世紀に突入して10年以上、月

刊推進技術で初めて立坑が取り上げられて20数年経過した現在、立坑構築技術はどのような変化を遂げたか、現在の立坑への想いは変わっていないのか、その現状と今後の期待を示したい。

### 2 当協会が推進工法立坑へ期待したもの

当協会に初めて立坑部会が誕生したのは、1998年(昭和63年)6月である。当時、推進工法で使用される立坑は、ほとんどがライナープレートや鋼矢板立坑であり、その他には、簡易矢板立坑や親杭横矢板立坑などが用いられていた。これらの土留め工法は、推進工法が初めて採用された昭和23年以前から広く採用されているもので、推進

工法の立坑の土留め工法としても、特に難しい技術と言えるものではなかった。写真-1は、地下水の懸念がない安定した場所でのライナープレート立坑の採用例である。写真-2は呼び径1000と呼び径350の2本の道路横断の推進工事で採用された親杭横矢板工法による立坑である。関東地方のローム層地盤の台地ではこのような方式の立坑が経済性からも優先的に採用されてきた。

ところが、推進工法で用いる立坑については、設計時点から着目すべき課題があった。それは、非常に狭い範囲での施工だったにもかかわらず、工事の安全性や施工性を配慮した設計・積算とはほど遠かったことにある。小規



写真-1 ライナープレート立坑



写真-2 親杭横矢板立坑

模の立坑工事に必要となる適正な掘削機械、人員配置、第三者に対する安全確保、掘削残土の取り扱い、施工能率、坑口防護や支圧壁背面補強のための地盤改良、土留め材の存置などに関するものである。例えば、小さなライナープレート立坑で、掘削機械として使用できないほど大きなバックホウが計上され、実際には細かな人力作業に頼らざるを得なくなって、施工日数が大幅に超過した例が見受けられた。路面覆工や支保工取り付けが100m<sup>2</sup>当りや10t当りの歩掛とされているなど、大規模開削工事の実態を踏襲したままの歩係が推進工事にも適用されていたのである。また、立坑が完成するまでの工種はシールド工事と変わらないにもかかわらず、工事数量が小さい故に一括省かれているなど、推進工事の立坑ほど実態と乖離した積算がなされた工種はなかったと言えよう。推進工事用の立坑の設計積算の基準となるものが存在しないことが最大の原因であった。当協会における立坑部会は、このような背景の下に設立されたこともあって、当初は、立坑における安全施設の重要性を上げている以外、これといった周辺環境負荷低減を前面に押し出してはいなかった。しかし、すでに一部の関係者は、冒頭の巻頭言のように、非開削工法である推進工法の立坑が抱える課題を真摯に受け止め、その課題の解決には、技術的な発展が欠かせないと感じ、日々、地道な努力を払っていた。

### 3 推進工法は非開削なのに

立坑は非開削工法とは言い難いが、少なくとも立坑工事を含む推進工事全体は大枠では非開削工法としての位置づけにある。前項で示したように、積算上の課題がネックという理由で、立坑

が取り上げられたが、立坑の構築のための技術についても、周辺環境や作業の安全性の観点からも注目されていた。

日本では、1950年代に開発製造されたディーゼルハンマやバイプロハンマを用いた杭打ち込み工法が、それまでの三又を利用した「もんけん打ち」に取って代わり、杭打ちに関して大幅な進歩を遂げることになる。これらの工法は地中深く、また大量に鋼材を打設して行くことが可能で、日本のインフラ整備を飛躍的に推し進める原動力となった。しかし、推進工法ではそれらの振動や騒音を発生させる工法は限られた場所でしか適用できず、低振動のバイプロハンマや油圧式による杭圧入引き抜き工法の開発を待つこととなった。むしろ、小規模機械で振動騒音が少ないライナープレート方式の立坑が積極的に採用された。発進立坑として小判形、また小口径や到達立坑として円形のライナープレート立坑が推進工法では多く採用された。ライナープレート立坑の構築は、小規模の機械設備や人力で、地盤の状態を確認しながら施工できる利点がある。また、民家に近接したり、比較的施工深度が小さい場合は、それまでの鋼矢板立坑と比べると極めて優位であった。また、道路下に複雑に埋設された障害物を確認し、埋設物の防護を施しながら構築できるという大きな特長も有していた。しかし、推進工事は、主に都市部の沖積層地盤を対象としており、そこは地下水が豊富で軟弱なことから、土留め方式が開水性のライナープレート立坑の採用は制約を受けた。それにも拘わらず、計画時にライナープレートの優位性から抜け出せず、土留め材の周囲に地盤改良を施した採用例も多かった。

### 4 推進工法用立坑に求められる機能

推進工法の非開削としての利点が帳消しとならないよう、推進工法の立坑には以下のような機能が求められる。

- ① 短期間に立坑構築作業が終了できること。
- ② 軟弱地盤でも土留め材としての機能を発揮できること。
- ③ 施工時に坑内作業、資機材の吊り下ろし作業による安全確保が可能なこと。
- ④ 施工時、振動、騒音などで周辺環境に影響を及ぼさないこと。
- ⑤ 資機材が転用可能で経済的であること。
- ⑥ 狭い道路でも施工可能なこと。
- ⑦ マンホールとしての転用が可能なこと。
- ⑧ 立坑を仮設材として利用する場合、できるだけ地中に存置しないこと。

### 5 小型立坑の登場

推進工事では、立坑に求められる機能としては、前頁に示したようなものがあるが、中でも短期間に構築できることに最も期待したいところである。しかし、現実には道路上での作業であり、これらすべての要求機能を満足できる立坑工法は存在しそうにないと思えた。当協会では、1989年（平成元年）2月に「推進工法用設計積算要領 推進工法用立坑編」初版を発刊したが、その時にはさほど話題にも上がらなかった小型立坑が、すでに少しずつ実績を伸ばしつつあった。小型立坑が誕生したのは1982年（昭和57年）で、この年、呼び径1200の鋼製ケーシングを建て込む自走式小型立坑機が開発された。推進工法用立坑用設計積算要領の初版準備に追われていた昭和63年より6年も前に、この立坑工法は開発されて実績を有していたことになる。当協会では、10年後の1998年（平