

解説

既設シールドへの様々な到達技術 ミリングモール工法とアパッチ工法

やすだ たけし
安田 威

ヤスダエンジニアリング(株)
本社建設事業本部
常務取締役

1 はじめに

戦後の高度成長期を経て我が国の社会資本は急速に整備され、土地利用の高度化も同時に進展した。高層ビルなど民地の利用だけでなく道路下の埋設物なども上下水道や電力・ガス・通信の幹線とそれらの枝線などがニーズに追いつくため整備され、都市部では相当輻輳化している。

このような現在の状況で浸水対策や下水道の改築更新、通信や水道などのバイパス化・複線化など管路の再構築事業が行われようとしている。

当然、地上交通も発達しているので推進工法などの非開削工法が主体となって事業遂行されるのであるが、その推進工法の立坑用地の確保が困難となってきている。

2 既設構造物到達技術の発展と特徴

この立坑用地の不足に最初に着目したのはヒューム管推進工法協会と記憶している。いわゆる合成鋼管内にギアボックス等の機械パーツを組み込み掘進機として施工し、既設マンホール到達後は機器類を撤去して穴埋め処理仕上げをすれば外殻はそのまま管きょとして供用できる、掘進機回収用の到達立坑を不要にした技術である。

この着目点は各推進協会に大きな影響を与えた。

鋼殻内に薄肉合成鋼管を到達後に挿入して管路とする方法、鋼殻内にRCセグメントを組み立て管路とする方法、鋼殻を分割可能な構造にして、マンホール内に押し出す毎に分解回収する方法（アパッチ工法）、掘進機自体を縮径して発進立坑まで引き戻す方法など、掘進機の回収用立坑を不要とする技術が数多く派生した。

このように既設構造物到達型の推進工法が発展してきたが、最近では第二世代と云える技術が開発されてきている。その大きな違いは鋼製部材を直接切削して到達させる技術の発達である。

コンクリートだけなら従来のローラービット搭載の掘進機で切削は可能であったが、通常の地下構造物はRC構造であり、鉄筋などの鋼製部材がある。また、マンホールの場合はライナープレートやSMW壁等が外型枠代わりに設置されている場合や、シールドの場合は管きょ外周に鋼製セグメントが存在する。

第一世代の技術では通常の人力切断による到達鏡切作業が必須であったが、第二世代ではこれを省略できる。これは高水圧や到達鏡部の地盤改良が地上から施工できないといった厳しい条件がクローズアップされてきたためである。

既設構造物の到達鏡部に炭素繊維やガラス繊維などを主体とする新素材壁を使用して通常の掘進機で切削するという技術も開発されているが、ここでは掘進機の工夫による金属切削に着目して報告する。

この第二世代の既設構造物到達技術であるが、シールドのT-BOSS工法から始まったと記憶している。金属を切削できるビットを装着した切削補強リングをシールド機フード内に格納し、到達時にこのリングをカット前面に押し出し回転させて鋼製セグメントなどを切削して貫通部の外周壁を構築し、止水確認後に内部掘削を行ってT字型に貫通させる技術である。この方法を改良した技術が掘進機にも搭載され、既に多くの実績が記録されている。

この技術とは別に、H鋼等の鋼製支障物対策から始まった技術がある。これは到達鏡部の全断面を切削するもので、掘進途中の支障鋼矢板等を切削貫通させる技術を応用している（ミリングモール工法）。

全断面を切削するため、カット最先端の到達位置を止水・防護する仮壁設置が既設シールド内に必要である（外周切削方式も径差によっては必要）。

全くの私見であるが、これら既設構造物到達型の技

術の概要・特徴を表－1、2にまとめてみた。

既設構造物到達には、地上からの鏡防護用地盤改良ができないという条件が付随する場合もある。地上から不可能なら地中からの機内注入という方法がとれる機種もある。しかし、機内径や駆動部の死角などによる制約でロッド切削角度が大きく取れないため改良範囲は小さくなり、鏡防護に必要な範囲を満足できる場面はほぼ皆無である。はるか後方から機内注入すれば削孔角度は満足するが、削孔精度に課題が残る。現在のレベルでは機内注入は到達部付近の止水補強程度と考えるのが妥当と思われる。

次章からは実際に既設シールドに地中到達させた事例を紹介する。実は現在最新事例を施工中であるが、執筆時点では間に合わないので一昨年に報告した事例の再掲となることをお許し願いたい。

本事例は同じシールド管きょにT字接続したミリングモール工法とアパッチ工法の事例を比較紹介する。

表－1 既設構造物到達型技術概要

方式	掘進機鋼殻が合成鋼管	縮径して掘進機引き戻し	マンホール内に押出す毎に鋼殻等分解
概要図			
考慮点	機内有効径が1サイズ狭くなり、モーター出力や通過径はダウン	縮径分だけ機内有効径が小さく、モーター出力や通過径はダウン	鏡切後～裏込めまでの時間が長い 鋼殻分割に時間が掛かる

表－2 切削型既設構造物到達技術概要

方式	フード内に格納した切削リングをカット前面に押し出し、回転させて鋼材切削。止水後内部を貫通。地山露出が無い	シールド坑内に切削用仮壁を構築し、掘進機で鋼製セグメントと仮壁を掘削。止水確認後に仮壁撤去し貫通。地山露出が無い
概要図		
考慮点	リング押し出しやカット固定など構造が複雑に。内径差が小さく（大口徑）なると切削長が増大し、リング剛性検討が必要	礫層通過は切削ビットの摩耗が激しく交換検討。既設坑内に仮壁設置不可の場合は到達時の止水困難