

総

論

土圧(泥土圧)式編

土圧(泥土圧)式推進工法の 生い立ちと、工法の概要と要点

たけうち ひでゆき
武内 秀行

大豊建設(株)
土木本部エンジニアリング部



1 はじめに

推進工法は、下水道の普及・整備の拡大と共に発展してきたが、その用途は限定されることなく地中のインフラ整備に欠かすことのできない存在であり、既に成熟期にある。

新たな課題の克服やさらなる適用範囲の拡大を目指しており、近年ではシールド工法との明確な棲み分けもなくなりつつあり、推進工法から積極的に適用範囲の拡大が始まっている。超大口径による推進管外径の拡大や、1kmを超える長距離推進に加えて、一つの工区で両者を併用し、推進工法の途中から切羽でセグメントを組み立てシールド工法に切り換えて掘進する工法も登場している。急曲線施工においても、シールド工法と比べてほぼ同等の施工能力を確保できるようになっている。また、大きな社会問題となってきた老朽化した管きょに対しても、多様な更生工法の出現で対応している。用途の拡大に応じて要求されるニーズも多岐に複雑化しており、これ等の難題に怯むことなく克服してきた。

本稿では、推進工法の代表的な工法の一つ、土圧(泥土圧)推進工法につ

いて、工法の生い立ちから工法原理の基本要素や考え方について、これから推進工法等でトンネル建設に携わりこの分野で活躍される方々を対象に、少々砕けた表現を交えて解説する。

詳細には、本誌Vol.27 No.6(2013年6月号)特集/推進工法「きほんのき」の解説「掘進管理の基本『土圧式推進工法泥土圧方式』」に述べられているのでそちらも参考にして頂きたい。

2 推進工法の生い立ち

2.1 密閉型の推進工法が 誕生した背景

昭和40年代当時それ以前、道路下に下水道を敷設する場合、道路を掘削して埋設する開削工法が主流であった。

生活道路は通行止めに、車道に関しても片側交互の通行規制が飛び地のように設けられて社会生活は多くの不便を強いられていた。このような時期に地盤改良や圧気工法を補助工法とした切羽解放型の刃口推進がまず登場するが、切羽の安定性にまだ多くの問題を抱えており、路面の沈下、陥没といった事故がしばしば発生していた。ここに、掘進に関しては補助工法を使用しなく

ても切羽を安定させ、周辺地盤への影響の少ない密閉型の推進工法が登場する。最初に泥水式推進工法が登場する。遅れて昭和49年に掘削しただけの土砂で切羽を抑える土圧式推進工法が登場、少し遅れて昭和52年代初頭に本稿で説明する土圧(泥土圧)式推進工法が登場、これに遅れて泥濃式推進工法も登場した。

2.2 シールド工法との比較

シールド工法と比較して、推進工法の概要を説明する。

見た目の掘進機の外観はほとんど変わらない。

掘進機外径が2mから既に15mを超える掘進機で、1kmから10kmに迫る施工延長を掘進するシールド工法に比べて、規模は一段と小規模になるが小規模であることの特長を活かしているのが推進工法である。

図-1を確認していただき、推進管と方向修正ジャッキをリング状に組立てるセグメントと推進ジャッキに変えればシールド工法である。シールド工法ではセグメントから反力を得て掘進する。これに対して推進工法は、図示されていない発進立坑に設置した元押ジャッキで推進管を押すことで、推進機の後

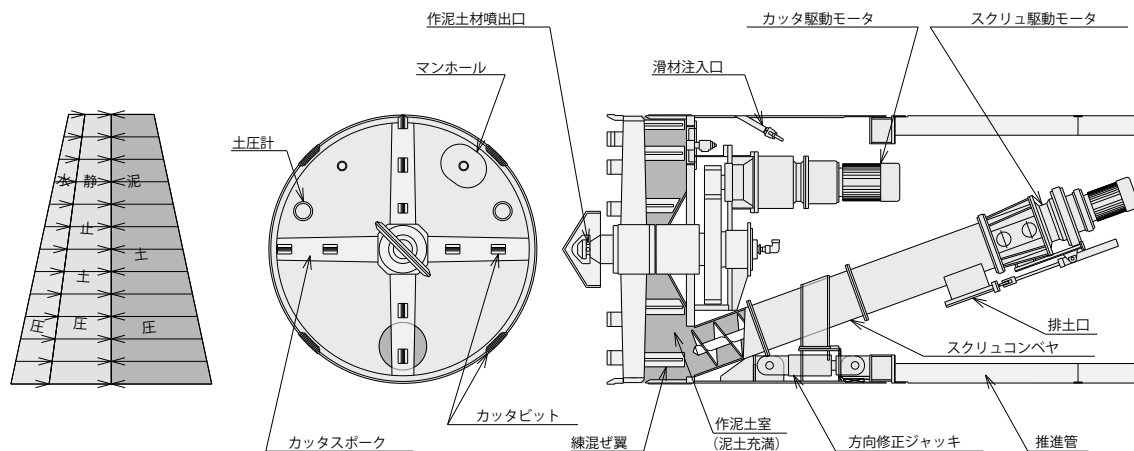


図-1 泥土加压推進工法原理図

方に連結された複数の推進管とともに掘進する。

1 本分の推進管を押し進めた後、元押ジャッキを引いた空間に新たな推進管(標準管:L=2.43m)を連結して、引き続き推進する。

2.3 泥土圧式推進工法の位置づけ

前月4月号の泥水式編において、管きょ構築工法の体系図が示されている。大きく分けて開削工法と非開削工法、非開削工法の中に山岳トンネル工法、シールド工法、推進工法となる。さらに、推進工法を切羽解放型の刃口式推進、密閉型の泥水式推進、土圧式推進、泥濃式推進に分類している。

本稿の表題に、土圧(泥土圧)式と記載されている。なぜ(泥土圧)の表示をしているか、この点が非常に重要なところである。多くの場合、「土」ではだめであり、「泥土」でなければ安定して掘進ができない。

密閉型の土圧式の発展初期において、幾つかの工法が出現した時期があった。

掘削しただけでその土砂が泥土化しやすい土圧方式と、掘削土砂を積極的に泥土に変換して広範囲の土質に適用できる泥土圧方式に収められて、昭和60年代初頭の名称統一化の際に、今日のように分類された経緯がある。そして現在、土圧式として泥土圧方式が

広く採用されている。

2.4 先行する工法に疑問を抱く

泥水式推進工法が登場した当時、同様に泥水を循環しながら地上から縦に掘削して場所打ち杭を築造するリバーサーキュレーションドリル工法(RCD杭)による杭の工事が盛んに行われていた。地盤の地下水に対して掘削孔の泥水面の高さを2m程度上げることで加压し、掘削壁面に泥水膜を形成させて掘削面の崩落防止を図りながら所定の深さまで掘削する。そして、所定の鉄筋籠を投入してトレミー管を用いて孔底からコンクリートを打設して泥水と置き換えることで杭を構築する工法である。

RCD杭の掘削面は底部と主に縦方向であり、泥水式推進工法は横方向の掘削面である。泥水加压の理論は同じであるが、横方向へ進む掘削面は常に掘削されており、泥膜の形成は不十分ではないかと一部では考えられていた。その後、泥水式においては泥水材に改良が加えられたこともあり、泥膜形成の他に地山への泥水浸透域の形成と泥水で加压することで切羽が保持されており、今日に至っている。

RCD杭の施工経験豊富な技術者達は、泥膜形成と切羽安定に関して疑問を抱くとともに、また圧気工法を使用する推進工法についても経験豊富であり、

圧気工法と泥水加压の長所・短所を熟知していた。このような時代背景と新工法の開発機運の盛り上がりという環境の中で、土砂と泥水と泥を日々扱い、自ら多くの失敗と他の失敗事例を見聞きする中から、泥土加压方式が生まれていった。

2.5 泥土で加压する工法

土圧(泥土圧)式推進を1つ前に遡ると、「泥土加压」という名称がある。まさに「泥土」で切羽を「加压」する工法である。泥土加压は公式の名称ではないが、泥土圧の原点である。工法の名称等が技術的な内容を表しており、本稿では泥土加压工法の名称を使用して泥土圧方式を解説する。泥土加压推進工法の原理図を図-1に示す。

土砂を泥土に変換するための材料は、一般に「添加材」と言われているが、泥土を作る材料で「作泥土材」と言い、「チャンバ」は泥土を作り加压する場所で、「作泥土室」である。

泥土加压式推進は、泥土加压シールドと同じ工事場所で少し遅れて推進している。

共に1号機として1976年、東京都葛飾区青戸の下水道工事において登場した。

写真-1に示すように1号機の掘進機はカッタが3翼構造となっている。