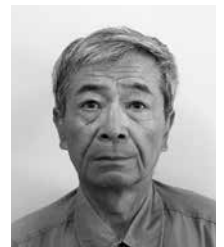


総論 発進と到達

高度化した発進・到達技術の現状と課題



やまざき よしゆき
山崎 芳行

機進幸技建 工事部次長
技術士(上下水道・総合技術管理)

1 はじめに

わが国の推進工は、昭和23年5月旧国鉄尼崎臨港線軌道下をガスの鞘管として内径600mmのガス鑄鉄管(坊主管)を延長6m押し込んだのが最初である。爾来、今日まで六十有余年、推進工法は当初の簡単な手掘り推進(刃口式推進工)から様々な厳しい施工条件に応えるべくたゆまぬ技術開発を行い、わが国のインフラ整備に貢献し今では世界に誇れる日本の土木技術に発展してきた。

大中口径(内径800~3000mm)の推進工法の推移をみると、

- ①切羽自立型刃口式推進工(地下水の無い粘性土、砂層)
- ②補助工法併用刃口式推進工(補助工法:ウエルポイント工法、圧気工法、薬液注入工)
- ③軟弱地盤用ブラインド工法
- ④(泥)土圧式推進工法
- ⑤泥水式推進工法
- ⑥泥濃式推進工法

等、様々な工法が開発されてきた。また、小口径管(内径700mm以下)推進でも

- ①圧入方式

- ②オーガ方式
- ③ボーリング方式(一重ケーシング式、二重ケーシング式)
- ④泥水方式
- ⑤泥土圧方式
と多種・多様である。

推進は通常、推進設備設置→掘進機据付→発進鏡切→発進→推進→掘進機到達→到達坑口取付→到達鏡切→掘進機引上げの順序で1スパンが終了する。

各工程はそれぞれ重要な作業であり、一つでも不具合が生じれば安全・品質(出来形)・工程・予算管理に影響を与える。

このうち、最も危険であり一旦不具合が生じると社会的に大きな影響を与えかねないのが発進・到達時の鏡切である。刃口式推進工の古き良き時代では、地山が自立しているため発進・到達時の鏡切は、発進ではこれからの安全を祈願したセレモニーとして、到達では無事故・無災害で完了し今までの関係者の労苦を慰安するためのセレモニーとして執り行われる色合いが強かった。

しかし、補助工法併用の刃口式推進工が採用され、また近年では大深度・大口径・高地下水圧下という厳しい条

件での施工が多くなるに従って、鏡切に対する重要性がますます高まって来るようになった。厳しい施工条件での鏡切では、一旦切羽が崩壊すると人命を失い、周辺地盤が沈下して大きな社会問題に発展することとなる。

特に最近では、建設業界を取り巻く環境は受注量の減少、低価格競争などでより厳しくなり、さらに企業のコンプライアンス(法令順守)及びCSR(企業の社会的責任)が問われ、企業そのものの存続に係ってくるまでに社会情勢が変化してきた。

以上のことを踏まえ、本稿では発進・到達時の鏡切に焦点をあて、発進・到達防護方法、鏡切方法、発進・到達坑口リング等の現状と課題について概略を記し、読者諸兄の参考に供したい。

2 発進時の鏡切り

2.1 発進防護工

自立性が無く、地下水位以下の推進工では通常の発進・到達防護方法として一般的に地盤改良工(薬液注入工、高圧噴射攪拌杭工)が広く採用されている。

また、特殊な地盤や施工条件下では上記以外の補助工法も採用されている。

(1) 薬液注入工

薬液注入工は、注入方式により①二重管ストレーナー（単相式）②二重管ストレーナー（複相式）③二重管ダブルパッカーに大別される。

①二重管ストレーナー（単相式）

2ショット混合方式で注入材としてゲルタイムが短い懸濁型又は溶液型が用いられる。

この方式は施工が簡便であり、比較的安価であるため、土被りが小さく管径が比較的小さい（内径1000mm位）工事を対象とする。ただし、注入圧力が比較的高くなることもあり、地盤変状の可能性もあり周辺の構造物や地下埋設物への影響について検討しておくことが重要である。

対象地盤及び改良効果は粘性土（△）、砂（○）、砂礫（◎）、互層（○）である。

（ここで◎：良好、○：比較的良好、△：改良効果は小さい）

②二重管ストレーナー（複相式）

1,1.5,2ショット混合方式があり、注入材として i) ゲルタイムが短い懸濁型+比較的短い溶液型、ii) ゲルタイムが短い懸濁型+長い溶液型、iii) ゲルタイムが短い溶液型+比較的短い溶液型、iv) ゲルタイムが短い溶液型+長い溶液型、と数通りの組合せがある。

この方式では施工がやや複雑となるが作業性は良い。比較的高価であるが、地盤変状や周辺構造物・埋設物への影響が比較的少ない。

また、土質によってゲルタイムの短い注入材と長い注入材の組合せの割合を変えることができ、融通性がある。土被りが5～10m、管径は1000～1800mmが一応の目安と考える。

対象地盤及び改良効果は粘性土（△）、砂（◎）、砂礫（◎）、互層（◎）

である。

③二重管ダブルパッカー

1ショット混合方式で注入材としてゲルタイムが長い懸濁型+比較的短い溶液型の組合せと、ゲルタイムが長い懸濁型+同じくゲルタイムが長い溶液型の組合せの二通りがある。

この方式は、確実なミキシングができ、安定した注入材を注入できることに加え、シール材により完全なパッカーができるので、注入精度が高い。また、地盤変状や周辺構造物・埋設物等への影響が少ない長所を有する。一方、注入管の建込み、シール材注入、養生等の施工に日数を要することと他方式に比べ削孔径も大きく最も高価である（3～5倍）。また外管が埋殺しになるので切削チューブが掘削面盤やスクリュコンベアへの絡みつき、または、排泥口や排泥ポンプ等の排泥ラインの目詰まり等が生じるので、注意が必要である。

土被りが10m以上20m位まで、管径は1000～2000mm程度が目安と考える。

対象地盤及び改良効果は粘性土（△）、砂（◎）、砂礫（◎）、互層（◎）である。

(2) 高圧噴射攪拌杭工

高圧噴射攪拌杭工には、①JSG工法、②コラムジェット工法、③RJP工法、等がある。

①JSG工法

（Jumbo Jet Special Grout Method）

JSG工法は、二重管（ ϕ 60.5mm）の先端から超高压（20MPa）でセメント系硬化材を圧縮空気（0.7MPa）と同時に噴射し回転しながらロッドを引上げるにより、直径1～2mのパイル状固結体を造成する工法である。

【使用用途】

1) 立坑底盤のヒービング、ボイリング防止

2) 既設構造物の支持力増強及び防護
3) シールド発進到達坑口部の改良、シールド工の路線防護

【適用土質及び造成径】

深度Z $0m < Z \leq 25m$

砂質土 $N \leq 10$ で
 $\phi 2.0m \sim 40 < N \leq 50$ で1.0m

粘性土 $N < 1$ で $\phi 2.0m \sim$
 $N = 4$ で1.0m

砂礫土、腐植土については、十分な検討が必要である。

【注意点】

JSGには強度別にJG1,2,3号があって、対象土質により選択することができる。

特に小中口径機械推進では、掘進機のトルクが小さいので、JSGの強度が大き過ぎるとジャッキスピードが1～2mm/分と非常に遅くなったり、面盤のビットが磨耗してその後の日進量に大きな影響を与えることになる。専門業者と綿密な検討を行うことが肝要である。

②CJG工法

（コラムジェットグラウト工法）

CJG工法は、三重管ロッド（ ϕ 90mm）の先端に装着したモニターから、超高压水（40MPa）及びセメント系硬化材（2kN/mm²）を圧縮空気（0.7MPa）と同時に横方向に噴射、回転、引上げることにより、地盤に円柱状固結体を造成する工法である。

【使用用途】は、ほぼJSG工法と同じである。

【適用土質及び造成径】

深度Z $0m < Z \leq 40m$

砂質土 $N \leq 30$ で $\phi 1.8 \sim 2.0m$
 $175 \leq N \leq 200$ で
 $\phi 1.0 \sim 1.2m$

粘性土 $N \leq 3$ で $\phi 1.8 \sim 2.0m \sim$
 $7 < N \leq 9$ で1.0～1.2m

砂礫土及び施工深度Z > 40mについては、十分な検討が必要である。