

—国土交通省 関東地方整備局 関東技術事務所—

DX・i-Construction
建設技術展示館

【シリーズ No.2】

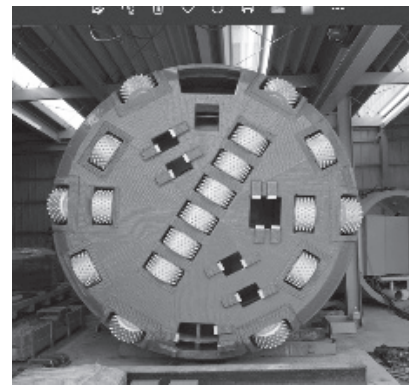
**推進工事の時代を先取りする
「スーパーマルチモール工法」**株式会社エイコーエンジニアリング 代表取締役社長 ふるやま みつひろ
古山 光浩**1. はじめに**

近年、毎年のように日本の広範囲を襲う集中豪雨。河川の氾濫や洪水、土砂災害により甚大な被害をもたらします。

こういった災害による被害を軽減するため、効率よく浸水対策を行うことができる雨水幹線の整備が必要とされています。私共、公共工事に携わる者の役割は、より安全に、より確実に、より迅速に、より安価に工事を行う手段を見出すことと考えます。

推進工事の難しさは、地下の見えないところに存在するたくさんのトラブル要因によります。地盤の変化、推進管や支圧壁の破損、掘進機ビットの破損、障害物への遭遇、異常出水、等々。

当社で開発した「スーパーマルチモール工法」は、長年、推進工事に関わる中で経験したこうしたリスクを、どうすれば解決できるかを考え、どれだけ難しい施工条件であっても、救出立坑を掘ることなく、地上に影響を与えずに、必ず安全に到達できるように開発した、大口径掘進機、「スーパーマルチモール掘進機」による施工技術です（写真－1、2）。



写真－1 マシン正面



写真－2 マシン側面

2. スーパーマルチモール掘進機の特長

スーパーマルチモール掘進機（以下、「掘進機」という）には次の七つの特長があります。

- ① 岩盤層、礫、玉石層、転石があっても厚さ、大きさに関係なく推進

多連モーターと外周駆動装置により（写真－

3), 巨大な破壊力を発揮します。軟岩には切削ビット, 硬岩にはローラービットを装着します。玉石や転石も細かく粉碎する(写真-4)ので, 掘進機が振られることなく精度よく推進することができます。

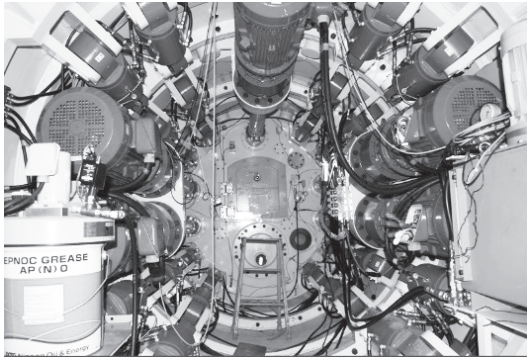


写真-3 カッターモーター駆動軸



写真-4 巨礫の破碎状況

マシン重心位置

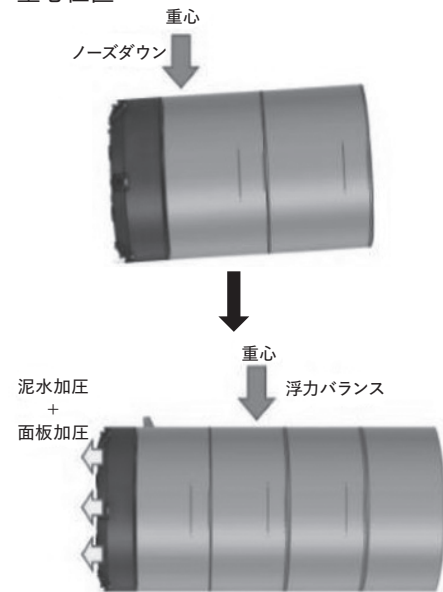


図-1 SMM工法の重心位置

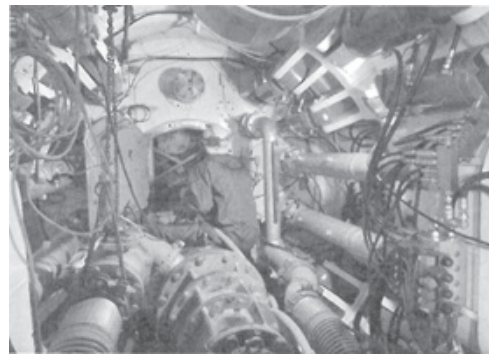


写真-5 ビット交換用点検窓

② 面板加圧と泥水加圧で, 自沈軟弱地盤での安定した施工

掘進機全体の機長を長くし, 重量のある機械部品を後部に配置することで, 軽量化, 重心を掘進機のセンター付近に持ってくることで, 軟弱自沈層でのノーズダウンを防いでいます(図-1)。

③ 掘進機内部からビットを交換することで, 長距離推進が可能

硬い岩盤を長距離推進すれば, ビットが摩耗します。機内からビット交換を行う際には, 切羽からの湧水を防ぐため圧気装置を使用します。ビットは, 岩質の変化により切削ビットとローラービットを交換することができます(写真-5)。

④ 圧気工法を施し, 掘進機内から障害物の除去が可能(写真-6)

推進中突然, 障害物に遭遇することが多々あります。木杭やPC杭, 流木, 基礎構造物, H形鋼, 鉄板, 鋼矢板, 等々。障害物の材質, 管渠と



写真-6 鋼材の撤去状況

の位置関係を目視で確認し、測量や画像で記録しておくことが可能です。そうすることで開口率の低い面板構造の中であっても、より安全に作業ができます。

⑤ 3段の方向修正装置により、急曲線推進が可能
掘進機本体には第1、第2、第3の修正装置があり（図-2）、第3修正装置は掘進機面板に掛かる土圧を感知します。土圧反力を適切に取ることによって方向修正が正確になり、きれいな曲線推進ができます。また、急曲線の推進では後方にカーブ筒を接続し目地の開きを均等に保ちます。

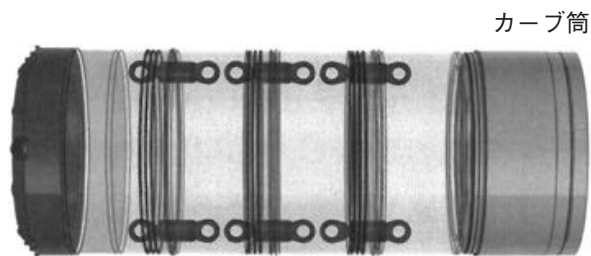


図-2 修正装置の位置

⑥ 掘進機の小さなクリアランスと推進中の一次裏込材で地山の崩落を防ぐ

大口径推進では、時に緩み土圧の発生が起こります。掘進後の沈下を抑えるために、管と地山との隙間（テールボイド）を最小限度にしました。また、推進と同時に、コンニャク状の可塑剤を一次裏込材として注入し、テールボイドを保持することで摩擦抵抗が効果的に抑えられ、推進力が低く長距離の推進が可能です。さらに、逸水する無水層での推進が可能です（図-3）。

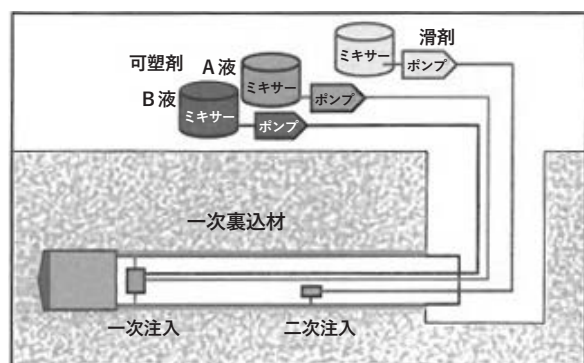


図-3 一次裏込め概念図

⑦ エレクターとシールドジャッキを装着したシールド専用機での施工が可能

推進工事では難しくなる超長距離や、発進間際の急曲線に適した施工ができます（写真-7）。

シールド機には泥水式工法と泥水土圧式工法があり、土質などの条件により選択できます。双方とも点検扉で切羽に入ることが可能なため（写真-8）、ビット交換や障害物に遭遇した時も、推進機同様に対処できます。



写真-7 シールド機として装備状況



写真-8 シールド機内からの障害物の撤去状況

推進工事としては、最初に広島の現場でφ3000 mmのシールド工事を行いました。今回のスーパーマルチモール工法での推進工事は、発進立坑で22 mと深い所での推進で、土質は凝灰岩と砂礫玉石と粘土の互層地盤でした。特に玉石は硬い花崗岩で1 m以上の巨礫が多く、ビットやクラッシャの交換をせざるを得ませんでした。土質の変化には面板開口率を変えるなど、圧気作業（最大0.17 MPa）で対応しました。推進ライン

は、横に2カーブ、急勾配での縦カーブがあり、最後の線路横断を抜け到達するまで息の抜けない工事でした。デビュー戦としては容赦のない過酷な土質でしたが、精度よく、軽い推力で到達できました。

3. 施工事例の紹介

ここでは実際に令和5年1～12月にかけて、本工法を用いた当社による施工事例を紹介します(表-1)。

表-1 工事概要

工事名	東京ライン・松本ライン東御市本海野地内復旧工事の内、導水管工事
施工場所	長野県東御市本海野地内
元請者	株式会社植木組
施工工法	スーパーマルチモール工法 φ 2200 mm
施工概要	施工延長：L = 466 m 横カーブ R = 150 縦カーブ 1.3% 下り→3% 上り 鉄道横断
対象土質	巨礫(最大径2m)・粘土

施工場所は、令和元年10月の台風19号(令和元年東日本台風)時、長野県・千曲川沿いの至る所で河川が氾濫し、広範囲で堤防が決壊するなど甚大な被害を受けました(写真-9)。同県東御



(写真提供：共同通信社)

写真-9 台風19号で氾濫した千曲川の全景

市では千曲川の護岸が400mにわたって崩れ、しなの鉄道に架かっていた海野宿橋とその周辺道路が激流にのみ込まれ、橋は宙吊り、道路は完全に消失する事態となりました(写真-10)。この道路下には、新潟県・上越地方のガス田から出る天然ガスを主要都市に供給するためのパイプラインが埋設されており、これが破壊されたことから、二度と被害を受けないよう、別ルートに移設するために発注された工事です。

現場の発進立坑周辺には、「日本の道10選」にも選ばれている、海野宿や江戸時代の旅籠屋や茅葺屋根など歴史的建造物等がある静かな環境での工事のため、特に騒音や振動の対策には配慮しました。地質的には当初想定していたものより過酷な地盤でしたが、推進力の管理や測定の充実を図り、変化していく地盤の状況を正確に把握することで、トラブルもなく高精度で工期内に到達できました(図-4, 5)。

4. おわりに

本稿では当社で開発した「スーパーマルチモール工法」について紹介させていただきました。このように豪雨災害の復旧工事に携わり、当社の開



(写真提供：毎日新聞社)

写真-10 途中で崩れ落ちた海野宿橋

