

VI-10

AGF長尺先受けフォアパイリング工法の開発

鉄建建設(株) 正会員 鈴木 輝彦

1. はじめに

本工法は写真-1に示すように回収可能な先端ビットと開閉自由な羽ビットで構成する削孔装置（PCDビット…パイプケーシングドリルビット）を使用し、未固結地山や崩壊性地山に鋼管パイプを打設する工法である。

本工法の開発にあたっては、当初、自削孔方式の鋼管ロックボルト（鋼管径 $\phi 54\text{mm}$ ）の開発を目標に、平成2年、日本道路公団東北自動車道いわき～新潟線坂下トンネルで試験施工を実施し、施工性および削孔性能について良好な結果が得ることができた。

この結果、削孔方式は比較的地山を乱さないこと、鋼管の大きな曲げ剛性が沈下や変位に有利であること、そして専用機を用いず従来の油圧削岩機により施工でき経済的であること等により、鋼管ロックボルトの開発に引き続き長尺先受けフォアパイリング工法の開発に着手した。ビット径を拡大し、耐久性を図るとともに施工性の改善が主要な技術課題であった。

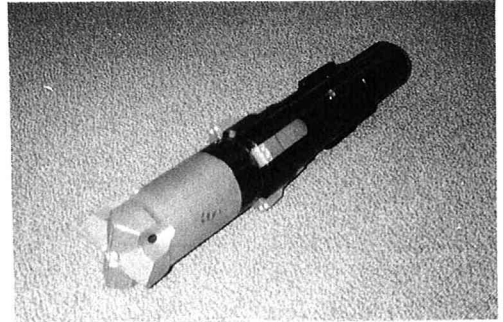


写真-1 PCDビット

2. 本工法の概要

近年、トンネル工事では都市トンネルから山岳トンネルのほとんどのNATMが適用され、トンネル断面は大断面化の傾向を示し、未固結地山や崩壊性地山では切羽の安定、地表沈下の防止等が問題化している。本工法は、このような問題点に対処でき、かつ経済的な施工方法であると言える。工法の概要は、次のとおりである。図-1に示すようにトンネル掘削外周に油圧削岩機を使用し、PCDビットによりケーシング方式で削孔し、同時に鋼管を挿入する。所定長の鋼管を打設後、羽ビットを閉じ、PCDビットの回収を行い、鋼管に開けた孔から周辺地山に注入し、鋼管の定着と地山補強を行う。鋼管径は $\phi 75\sim 150\text{mm}$ が対象である。

3. 本工法の特長

本工法の特長をまとめると以下のとおりである。

- ① 鋼管の曲げ剛性と注入による地山改良を一体とした優れた先受け効果が得られる。
- ② 鋼管を注入パイプとして併用できる。
- ③ 削孔と鋼管挿入を同時に行うため、孔壁崩壊を起こさない。
- ④ 羽ビットを閉じ、鋼管内からビット部を回収できる。
- ⑤ 坑口および坑内からも打設できる。
- ⑥ 地山の状況により鋼管径・長さ、注入材を選定できる。
- ⑦ 専用機を必要とせず、通常の油圧削岩機で施工できる。

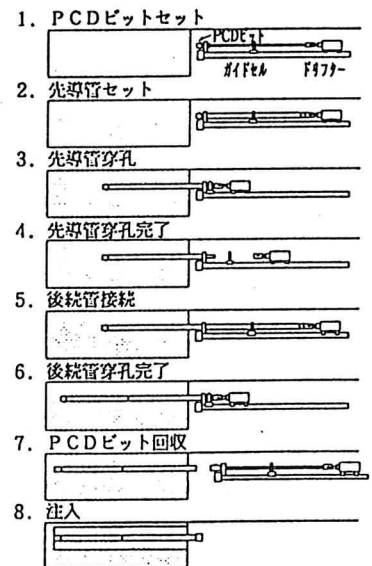


図-1 施工順序

4. 施工例

平成3年6月坂下トンネル坑内で試験施工を実施した。その概要は以下のとおりである。鋼管 $\phi 101.6\times$

t4.2 (ℓ 3,000 $\times$ 4 本、 ℓ 3,500 $\times$ 1 本接続 (全長15.5m)、削岩機 HD-50により上半盤に打設した。地質は砂質凝灰岩で地山強度は500~700t/m²である。定着材はSDモルタルにより注入圧3 kgf/cm²で行い、施工性、定着性の確認を主題とした。この結果、純打設時間は打設長12mまで1本当たり2~4分で施工でき、5本目はビットトラブルを生じ15分を要した。定着性については掘り起こしの結果、地山への浸透性、湧水に対する瞬結性の不足等による不均一な定着状況が確認できた。ビットは、くり粉の目詰まりによる羽ビットの破損を生じたためビット構造の改良と耐久性の向上を図ること、そして15m以上の削孔ではHD-50クラスの機械では能力不足であることが明らかとなった。また、定着材は地山への浸透性、湧水に対処可能な材料を用い地山条件に適した注入圧、注入方法を確立すること、機械セット等の準備時間の短縮が技術課題として浮かび上がった。これらの技術課題を解決し、平成4年、日本道路公団名神高速道路 (改築) 梶原トンネル東坑口部付近の117m間 (坑内から施工) において本格的な施工を実施し、その結果は次とおりである。地質は中世代の風化の進んだ砂岩、粘板岩、崖錐堆積物であり、トンネル土被りは非常に薄く、このような条件のもとに3車線の偏平大断面を掘削することから切羽の安定、地表沈下が大きな問題となった。

そこで、曲げ剛性が高く問題点に対処可能な工法としてAGF長尺先受けフォアパイリング工法を採用し、定着材についても地山に応じた特殊定着材 (デンカAGF用定着剤) を適用することにした。

施工パターンおよび施工方法は図-2および図-3のとおりである。鋼管は ϕ 101.6 $\times$ t4.2 (ℓ 3,000 $\times$ 3 本、 ℓ 3,500 $\times$ 1 本、接続全長12.5m) を使用し、1断面当たり60cmピッチ25本を、13シフト (全長117m) にわたり実施した。特殊定着材はブリージングのない早強性の性状とし、1ショットの取扱いの容易なものとした。施工の結果、以下の項目が検証できた。

- ① 地表沈下は最大40mm程度で予想より小さく、先受け効果が発揮された。
- ② 定着は岩の亀裂に脈状に浸透し、また、土砂部は固結し、地山の安定を図ることができた。
- ③ 掘削時の土砂の崩落は全く無かった。
- ④ 予想より短時間で施工できた。

5. まとめ

鋼管ロックボルトから発展させ、効果的な先受け工法を開発することができた。近年、トンネル断面は大断面化の傾向を示しており、本工法の施工性、経済性に優れた特長は大きな貢献を果たすと考えられる。

このため、さらに準備から施工までの各種作業の簡素化、そして定着材・定着方法の確立を図り、マニュアル化してゆくことが今後の技術課題である。

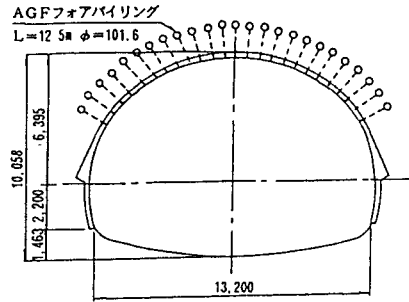
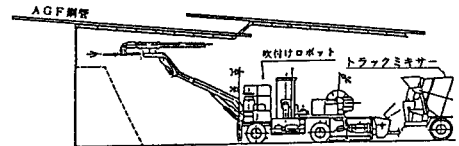
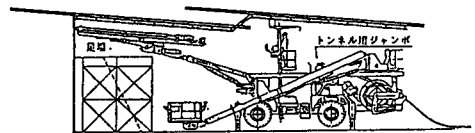


図-2 施工パターン

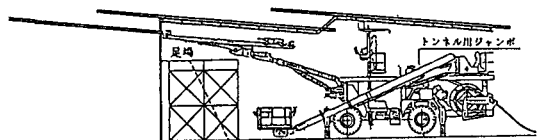
1. 切羽吹付



2. 足場組立・機械据付



3. 鋼管打設



4. 注入

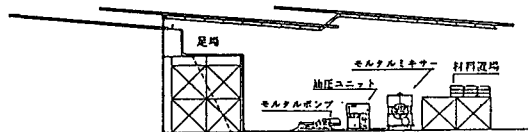


図-3 施工方法