

本線トンネルとランプトンネルを繋ぐ曲線パイプルーフの施工（１）下向き施工

大成建設（株）東京支店 正会員 山本 亮太 岩下 健
正会員 ○亀岡 廉

1. はじめに

都市部における道路トンネルの分岐合流部では地上への影響を低減するため、非開削切上げ工法を採用する事例が増えている。本工事は、2本の大断面シールドトンネル（直径 15.8 mおよび 11.5m）を非開削切上げ工法により拡幅し、分岐合流部を構築するものである。この切上げ施工時に地山の先行支保として「曲線パイプルーフ工法」を採用している。曲線パイプルーフ工法はトンネル内から支保構造を構築できるため、発進基地を新たに設けることなく施工できる利点がある。本工事の曲線パイプルーフは直径 516mm の曲線鋼管であり、推進工法により上向き 237 本、下向き 125 本施工する。

本工事の施工条件として、①曲線パイプルーフの仕様：小口径（ $\phi 516\text{mm}$ ）、急曲線（曲率半径 $R \leq 10\text{m}$ ）であること、②掘進全長にわたり地盤改良体および玉石混じり地盤であること、③到達側に施工スペースが無く掘進機の引戻し施工となること、が挙げられる。

本報文では上記のような複合した条件において、曲線パイプルーフ（下向き）を施工した実績について報告する。

2. 掘進機械の選定

（１）特殊な地盤への対応

当該地域の対象地盤は江戸川層の砂礫地盤（Edg : N 値 50 以上, Eds : N 値 19）であり、高圧噴射攪拌工法による地盤改良体となっている。土被りは最大で 40m、地下水位は GL-7.5m となっている。また、事前の調査ボーリングおよびシールドトンネル施工時に $\phi 300 \sim 400\text{mm}$ 程度の玉石が出現しており、高強度の地盤改良体と玉石への対策が不可欠であった。

曲線パイプルーフは掘削を行う掘進機と、掘進機を把持して推進させる元押し装置により施工する。掘進機は泥水式を採用し、玉石を確実に破碎可能な機構を選定した。掘進機カッター部を図 3に、二次破碎用のコーンクラッシャーを図 4に示す。カッター部には 4 つのローラカッタを装備し、最外周に拡縮ローラカッタを装備することにより到達後の引戻しと、揺動による余掘り範囲の限定を可能にしている。二次破碎はカッター後続のコーンクラッシャーにより行い、掘削土砂をさらに細かくすることで玉石交じりの地盤改良体を掘削できる構造とした。

キーワード 分岐合流部、切上げ工法、曲線パイプルーフ

連絡先 〒163-6008 東京都新宿区西新宿 6-8-1 大成建設東京支店 TEL03-3348-1111

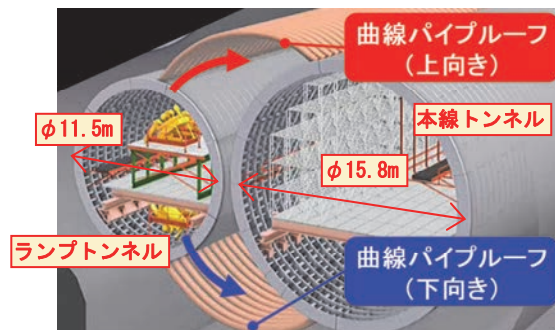


図 1 曲線パイプルーフ工法

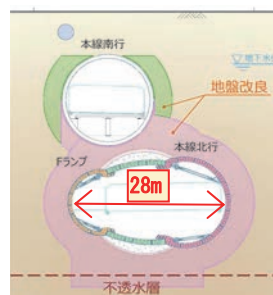


図 2 地盤条件と玉石

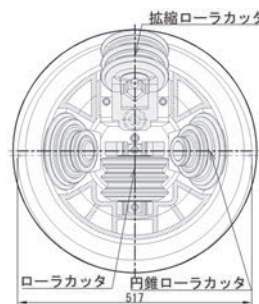


図 3 掘進機カッター部

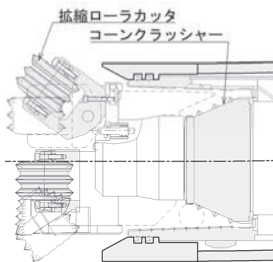


図 4 二次破碎部



(2) 掘進線形への対応

曲線パイプルーフ（下向き）の構造種別について表 1 に示す。大きく分けて 2 種類の線形があり、鉛直型と水平型に分けられる。鉛直型は発進位置から垂直にパイプルーフを発進させ、線形の最後は上向きに推移するもので、掘進延長は 12m～15m である。水平型は横向きに発進させ、終始ほぼ水平な線形となっており、掘進延長は 5m～9m 程度である。構造種別により元押し装置に必要な推力の方向や受ける反力の向きが異なるため、パイプルーフの構造種別に合わせた元押し装置を製作した。

3. 水平型施工実績について

(1) 掘進推力およびカッタートルクについて

推力およびトルクの推移について図 6 に示す。推力は装備推力 70t に対し、概ね 10t～20t で推移しており、ほとんどの掘進を装備推力の 30% 以下程度で掘削できている。地山が高強度で自立していることで想定する推力（約 45t）以下となっていると考えられる。トルクは掘進距離にかかわらず 1kN・m～3kN・m 程度で推移しており（想定トルク 3～5 kN・m）、高強度の地盤に対しても安定的に掘削することができている。

(2) 施工精度について

水平型の施工精度を図 7 に示す。目標の精度は到達側のトンネルとの接続および隣接するパイプルーフとの干渉防止のため、上下 130mm 以内、左右 270mm 以内と設定している。施工精度を確保するために、掘進は初期掘進と本掘進に分けて行うこととした。掘進開始の 3m までは低速で掘削を行い（初期掘進）、元押し装置により軌道修正を行いながら掘削する。また、掘進機内には耐衝撃型ジャイロを搭載しており、リアルタイムに現在位置および到達予測位置を観測しながら施工を行っている。

現在、下向きパイプルーフ全 125 本中、H 型での施工は 10 本/77 本が完了しているが、すべてのパイプルーフにおいて目標の施工精度を満足し、目標精度の倍程度の精度を確保することができている。

4. まとめ

本工事は非開削切掘り工事における地山の先行支保を曲線パイプルーフ工法により施工している。小口径、急曲線の曲線パイプルーフの施工にあたり、適切な機械の選定や計測により、現在まで目標到達精度以内での施工を実施している。今後も掘進計測結果等を蓄積し、適切な施工管理に生かしていきたい。

表 1 曲線パイプルーフの構造種別

鉛直型	水平型

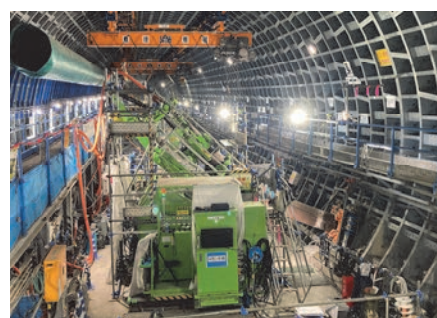


図 5 H 型推進機施工状況

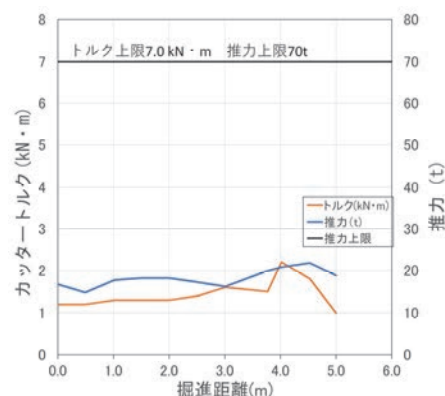


図 6 水平型の推力およびトルクの計測値例

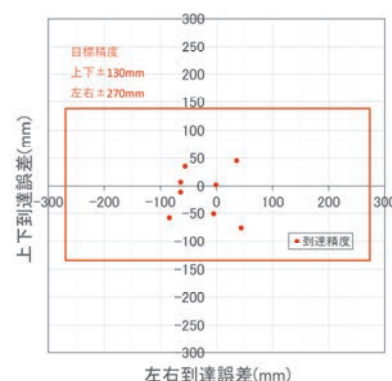


図 7 水平型の施工精度