

# 曲線函体推進工法による通行止めを回避した トンネル路面変状対策

## まがる一ふ工法を応用した曲線函体推進工法による施工

仲野谷 渉

供用中の高速道路トンネルにおいて、路面隆起による路面変状対策として通行止めを伴わないインバート新設工事を施工した。

本稿では当社で開発した主に大断面地下空間の構築を目的とした、「まがる一ふ工法」（以下「開発した工法」という）を応用した曲線函体推進工法により道路中央部を非開削で掘削しインバート設置を施工したので報告する。

キーワード：トンネル維持管理、供用中トンネル、インバート新設、非開削工法、曲線推進

### 1. はじめに

既設トンネルにおいて、膨張性地山では地山の経年劣化（風化）により外圧が発生し路面変状が生じ、交通への支障が発生している。

2014年の「国土交通省インフラ長寿命化計画（行動計画）」が決定され道路管理者のインフラの計画的な維持管理・更新が進められており、トンネルの長期安定性を確保するために盤ぶくれによる変状発生区間においてインバートを設置する工事が進められている。

発生箇所が多いため、建設会社各社が研究開発を行っており、様々な工法により安全に早く変状を収束させる対応を進めている。

今回紹介する事例は供用中の高速道路において曲線函体推進工法を用いて、通行止めをせず1車線の通行を確保してインバートを設置した工事である。

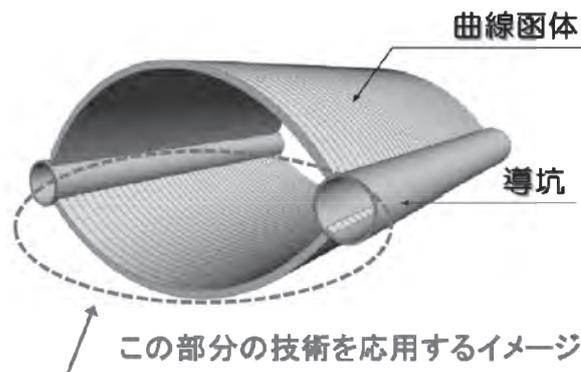
右の図一1が開発した工法による大断面のイメージ図である。先進した導坑から曲線函体推進により先行支保（プレライニング）を設置した後、内部掘削を行う事で安全に大断面を構築するものである。

この工法を応用した曲線函体推進工法により供用線を通行止めすること無くインバート設置工事を行った。

### 2. 曲線函体推進工法による施工

#### (1) 施工経緯

供用中の高速道路におけるインバート設置工事は、通行規制に伴う社会的影響を軽減するために1車線の



図一1 開発した工法による大断面構築

通行を確保することで迂回道路となる一般道への影響を押さえる施工を求められている。

長野自動車道一本松トンネルの盤ぶくれ対策工事において、当社が都市部における大断面トンネルの施工技術として開発を進めていた工法の技術を基礎に、供用線を通行止めせず施工できる曲線函体推進工法を開発し、1車線の通行を確保しながらインバート新設する工事を2013年（平成25年）11月に無事完了した。

曲線函体推進工法による施工では、曲線施工となるので2分割施工と同様に必要以上に地山を掘削せず通常のインバート設置の多芯円形状に近い施工となっている。

#### (2) 施工方法

一本松トンネル施工に当り車線規制時に第1種第4級の道路幅員(0.75+3.25+0.75=4.75m)を確保する必要があった。

次の図一2、写真一1に示すように中央部を非開削

による施工とすることで、1車線の幅員を確保し、規制箇所と施工箇所を分離させることで3分割施工を行った。

施工手順は、まず追越車線を規制しインバート設置面までの掘削を行う。設備設置後、図-5、6に示す推進機を所定の位置に設置し中央部の曲線函体推進を行う（写真-2～5）。推進機は引き出すことができる構造であるので（図-5、写真-6）、引抜後に函体内にコンクリートを充填した（写真-7）。次に追越車線側の開削部にコンクリートを打設し養生後埋め戻し復旧した。

追越車線側完了後、図-3に示すように走行車線を規制し監視員通路等を撤去後掘削し、コンクリートを打設し養生後埋戻し復旧した（写真-8）。その後に図-4に示すように監視員通路等施設の復旧と路面切削オーバーレイを行い完成した（写真-9）。

今回施行した曲線函体推進工法は、様々な地質に対応できる汎用機械のツインヘッドを用いた推進機（図-5、6）による施工である。また供用線への影響を排除するため順次掘削埋戻を繰り返す施工を実施した。このことにより情勢に応じ臨機応変に施工範囲の変更が可能な工法として確立することが出来た。

施工手順の写真を次に示す。

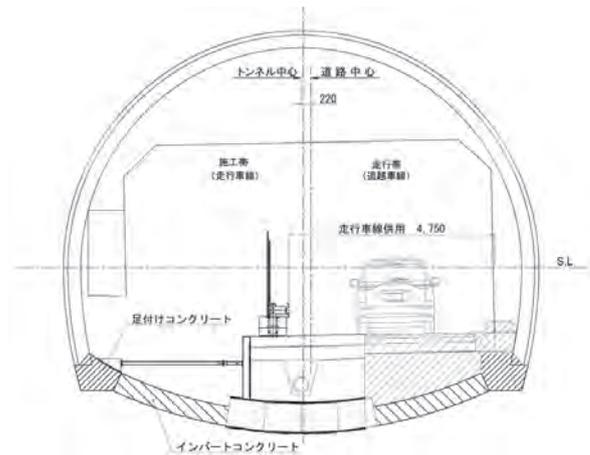


図-3 走行車線規制

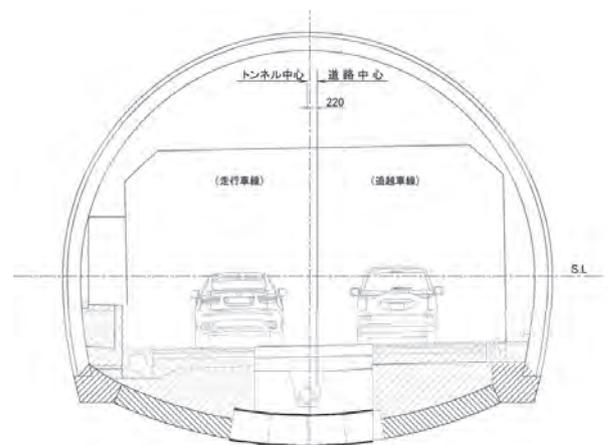


図-4 3分割によるインバート設置断面図

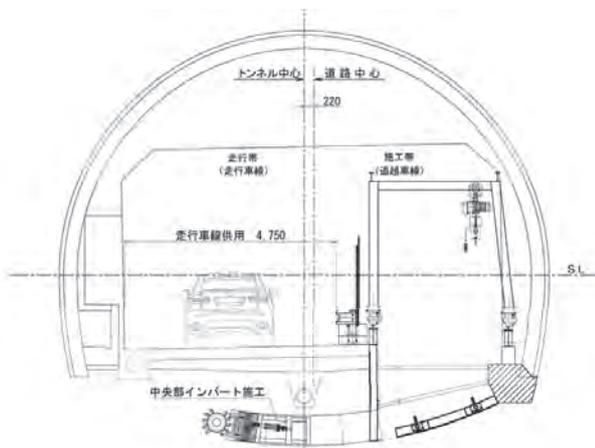


図-2 追越車線規制・中央部施工

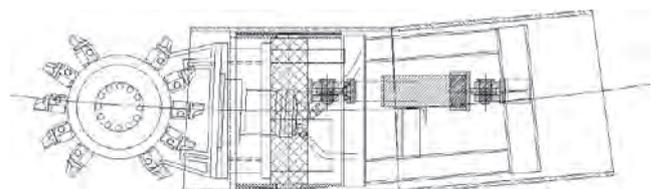


図-5 推進機断面図

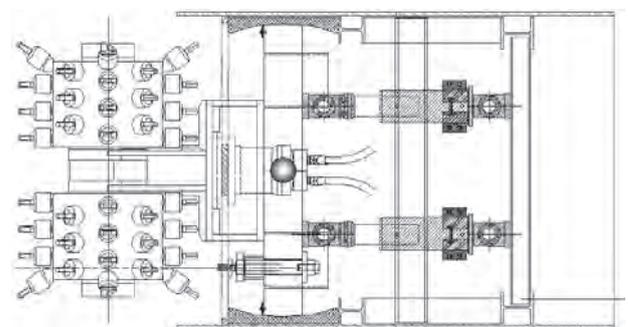


図-6 推進機平面図



写真-1 車線規制状況（仮設ガードレール設置）

### 3. 一本松トンネル施工後の改良

一本松トンネルでのインバート設置施工において



写真一2 推进架台設置状況



写真一6 推进機引き抜き状況



写真一3 推进装置全景  
(先端に汎用機のツインヘッド取付)



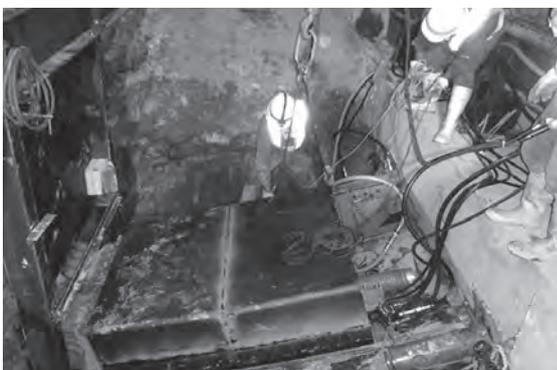
写真一7 コンクリート充填完了  
(ストラット支保工設置)



写真一4 推进機設置状況



写真一8 走行車線規制状況



写真一5 函体推進状況



写真一9 完了

は、初めての施工ということもあり改良する課題が上げられ、その課題に関し改善改良を行った。

### (1) 曲線函体の設置精度の不揃い

先行函体と 100 mm 程の段差が発生する箇所が見られたので、①②のような改良を行い±30 mm の精度を確保した。

①函体ガイドの開発（先行する函体に対するガイドを開発し精度を上げた）

先行函体をなぞって推進することで簡便に方向制御を行った（写真—10）。

②浮き上がり防止装置の開発

推進時に函体後部が浮き上がることで設置精度が悪化したため、函体にチルトタンクをセットし発進架台に沿わせて推進することで浮き上がりを防止した。またチルトタンクを坑口に設置し函体の沈み込みを防止した（写真—11）。

### (2) 函体推進時のトラブルによる推進の遅れ

ツインヘッダーの停止位置がずれることによる引抜不良、排泥管の閉塞等が発生したことから以下の改良を行った。

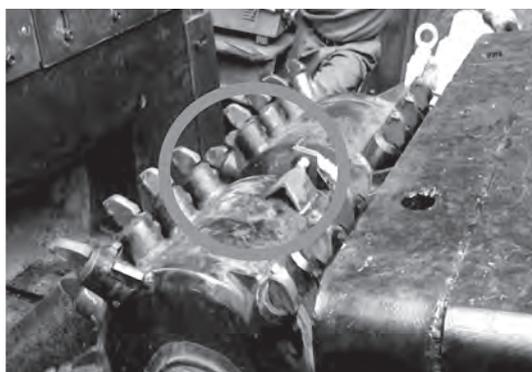
①推進機引抜時のツインヘッダー停止位置の制御不良  
函体より大きな断面を掘削する必要があることから、ツインヘッダーの上下のビットを無くし掘削後にツインヘッダーを函体内から引抜く事として

いた（図—5）。この位置決めがうまくいかなかった。

磁気センサーによるヘッダー位置検知装置の開発をした。この装置によりヘッダーの停止位置を確実に把握することが出来引拔が容易になると共にヘッダーの回転数が数値として確認出来るため安定した推進が可能となった（写真—12）。

②バキューム排泥管の閉塞による推進中断

今回の施工は地下水下でも施工できる閉塞型の製作機を使用した。掘削土は配管によりバキュームで排出するが、配管の閉塞による中断が見られた。今回の施工で掘削面の状態を確認したところ自立していることが見られたので開放型の推進機を製作し掘削の確認を行った（写真—13）。



写真—12 ヘッダー回転検知装置



写真—10 ガイド板による推進（○の位置がガイド板）



写真—11 浮きがり防止用チルトタンク（初期発進時の方向制御）



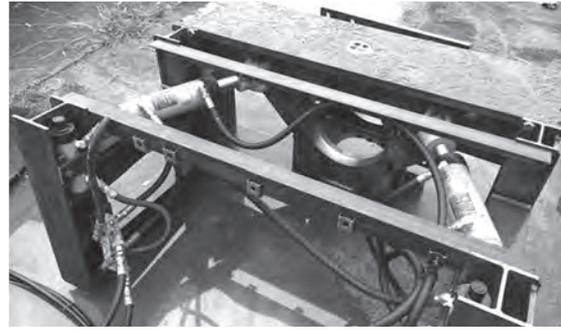
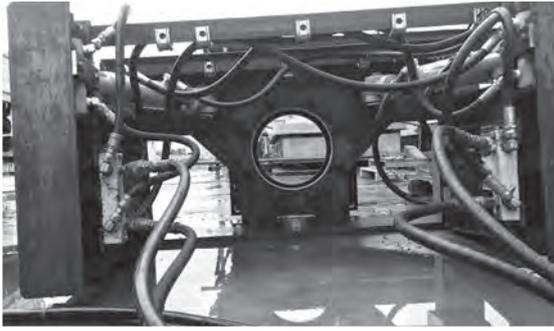


写真-13 開放型隔壁 閉塞防止対策

### (3) 施工効率の向上検討

函体推進工法は汎用機を活用出来る工法として、切削にツインヘッダーを使い、バックホーの油圧配管を使って駆動させる工法である。

ツインヘッダーの安定した回転の確保と設備設置撤去の簡便化として、車載できる油圧ユニットを製作し施工効率の向上を確認した(写真-14)。

## 4. おわりに

今回紹介した「曲線函体推進工法」は、既に変状が発生しているトンネル内において大規模な掘削による新たな変位を発生させない施工方法であり、機械の小型化や設備配置を検討し通行帯の確保を容易にした機械化施工となっている。また通行止めを必要としないことから社会的影響を軽減できる事例となっている。

本工事において改善を図った結果、推進に掛かるサイクルタイムが実績の6割での施工が可能であることが確認された。また、片側先行で変状を抑制した後に反対側の施工を行い完成させるなど分割施工が可能であることから、交通規制関係の短縮及び繁忙期を避けた施工が可能になるものと思慮される。

供用幅の変化に伴い2分割施工が可能なトンネルも増えてきているが、それでもトンネル断面が小さかったり、設備の関係で2分割施工ができないトンネルも多数あることから、供用中トンネルのインバート新設工事では曲線函体推進工法が有用であると考えられる。

今回の施工を基にさらなる改良を行いインフラ長寿命化における変状対策を推進していく所存である。

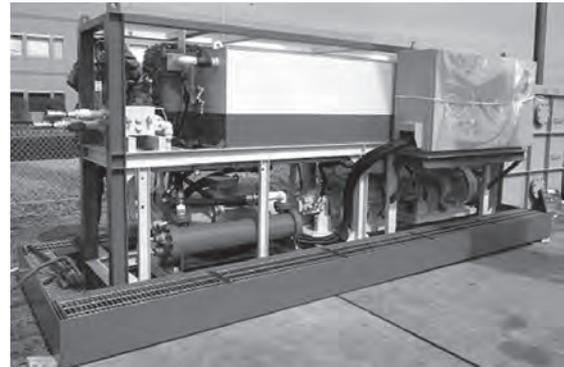


写真-14 車載型油圧ユニット

JCMMA

### 《参考文献》

- 1) トンネルと地下 2014年, 通行止を回避した新たなトンネル変状対策技術の適用, 東日本高速道路(株) 関東支社 改良チーム チームリーダー 鈴木 雄吾, (株)熊谷組 土木事業本部 トンネル技術部 技術部長 岩永 茂治
- 2) 建設機械施工 2013年, 超大断面トンネル構築技術, 曲線函体推進工法「まがる一ふ工法」, (株)熊谷組 土木事業本部 トンネル技術部 岩永 茂治, 小田原 秀明

### 【筆者紹介】

仲野谷 渉 (なかのや わたる)  
 (株)熊谷組 首都圏支店  
 土木事業部 土木部

