

小さく掘り進めて、大きく構築

交差する鉄道や道路の交通を止めずに トンネルを掘る URT 工法

エレメント（鋼管）でトンネルの外殻を構築し、構造的に完成させてから一気に内部を掘削して仕上げ、トンネルを完成させる。安全で工期が短く経済的なうえ、交通を妨げない理想的なトンネル施工法を紹介する。

株式会社 IHI 建材工業
事業統括部 土木部

八木 宏泰
若林 正憲



URT 工法で構築した鉄道／道路の立体交差

立体交差

朝晩の通勤・通学時間帯に、開いている時間より閉まっている時間が長い、いわゆる「開かずの踏切」は社会問題となっている。また、踏切は人、自転車、バイク、車などが錯綜^{さくそう}していることから、事故が起こりやすく、交通渋滞の原因にもなる。踏切による渋滞や事故の解消、また、幹線道路の「交差点手前での渋滞」を解消し、都市機能や利便性を上げるための立体交差化が進められている。この立体交差には大き

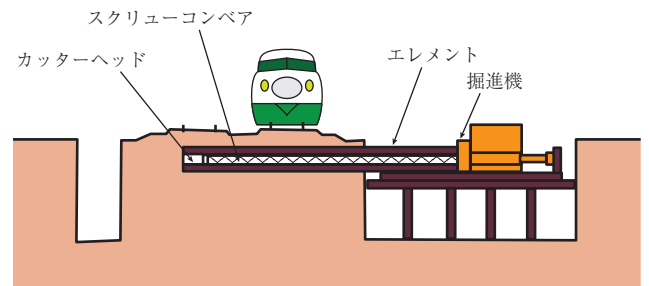
く分けて2種類の方式がある。道路が鉄道やほかの道路の上を越えるオーバーストと、掘り下げて鉄道や道路の下をくぐるアンダーパスである。近年は、都市景観への配慮などからアンダーパスが多く採用されている。アンダーパスは下をくぐることから、短いトンネルを構築することになる。長いトンネルはシールドマシンで掘り進むのが一般的だが、短いトンネルは全く違う方法で掘られる。ここでは、そんな短いトンネルを掘るためのURT (Under Railway Road Tunnelling) 工法について紹介する。

歴史と特長

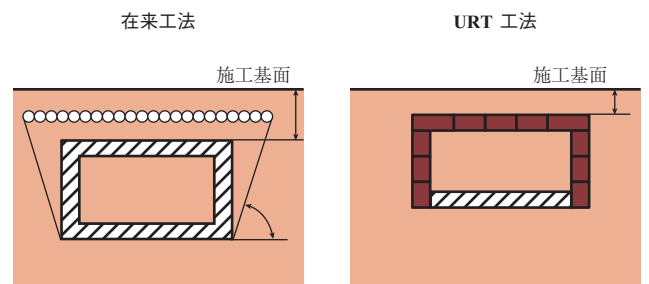
URT 工法は、鉄道または道路を挟んで、発進立坑および到達立坑と呼ばれる縦穴を地面から垂直に掘り下げる。発進立坑の側壁にエレメント（中空の鋼製の角型鋼管）で掘削・押し込みを繰り返し、数十本のエレメントでトンネルの外周を築いていく。エレメントをケーブルでつなぎ、エレメント内にコンクリートを注入して固め、土の部分掘り出しトンネルを完成させる。この工法は、1976年に当時の日本国有鉄道、石川島播磨重工業株式会社および極東貿易株式会社によって開発された。

その後、①エレメントの先端に掘削用の刃を設けたエレメントヘッド、②エレメント同士を横につなぐための継手、③推進機および昇降架台の改良・改善、④障害物への対処法、⑤止水方法、⑥PC（Prestressed Concrete）横締工法、などの技術開発を重ねて今日に至っている。URT 工法の特長は次のとおり。

- (1) 小断面のエレメント（鋼管）を順次推進することにより、掘削鏡面の自立性を高め、周辺への影響を小さくできるため、鉄道や道路の運行を阻害せずに施工できる。
- (2) エレメントをそのまま本体利用するため、仕上がり構造物の土被り（トンネル上の土の厚さ）を薄くできる。
- (3) 活線に影響する工期を短縮することにより、徐行および夜間作業の軽減を図ることができる。



交通閉鎖せず構築可能な URT 工法



浅い土被り

構造形式

URT 工法には、基本三つの構造形式がある。

(1) 下路桁形式

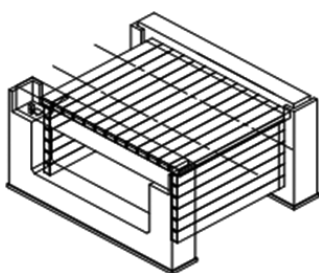
列車（または自動車荷重）を上床エレメントで受け、その両端を線路（または道路）方向の主桁に連結し、また側方土圧を側壁エレメントで受けその両端を橋台で支持する構造である。

①軌道への影響が少ない、②土被りを小さくできる、などの長所があり、JR 北陸本線の橋梁部や JR 常磐線・JR 東北本線の跨道橋などに用いられている。

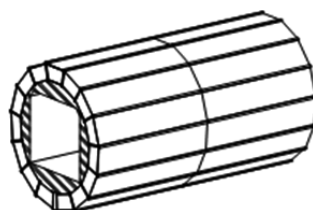
(2) トンネル形式

トンネル形式はエレメントをアーチまたは円形に配置して、列車荷重や土圧を支持するものである。

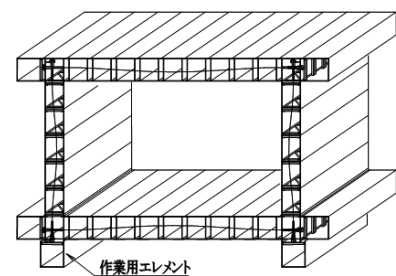
(1) 下路桁形式



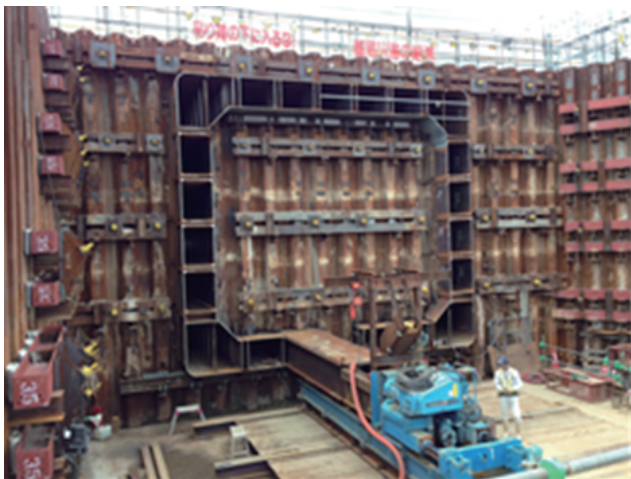
(2) トンネル形式



(3) PC ボックス形式



URT 工法の構造形式



作業用エレメント省略タイプ推進状況



作業用エレメント省略タイプ完成写真

下路桁形式に比べ土被りが大きいものの、① エレメントを推進し、コンクリートを注入することでアーチ構造ができ上がるため、工種が単純で、工期を短くできる、② 現場でエレメントを溶接によりつなぎながら推進できるため、トンネルを長くできる（最長実績 80.5 m）、などのメリットがある。JR 関西本線の架道橋（道路の上を鉄道が越す）、鈴鹿サーキット（三重県鈴鹿市）下を通過する一般道、ビル間の連絡車路での使用実績がある。

(3) PC ボックス形式

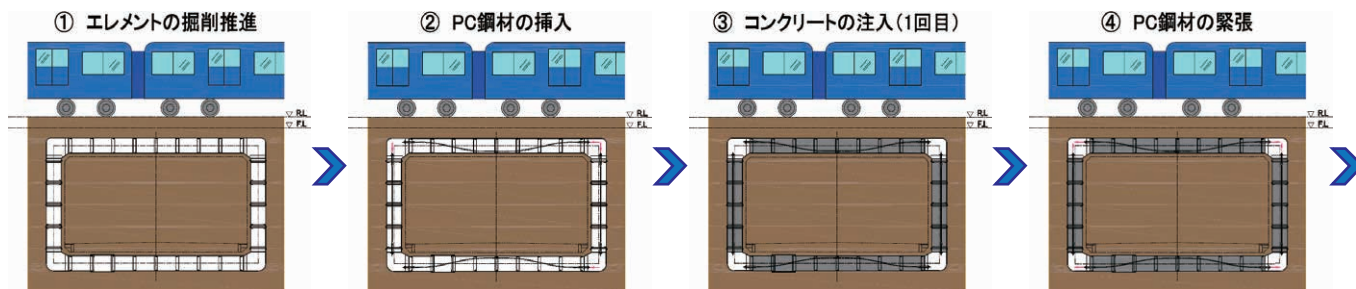
ボックス形式はエレメントを箱形に配置し、エレメント直角方向に PC ケーブルを挿入、コンクリートを注入した後プレストレスを導入してボックスカルバートを構築するものである。注入するコンクリートを一体化するため側壁には、トラスエレメントを用いる。狭所作業となるものの、① 軌道への影響が小さい、② 土被りを小さくできる、③ トンネル延長を長くできる、などのメリットがある。

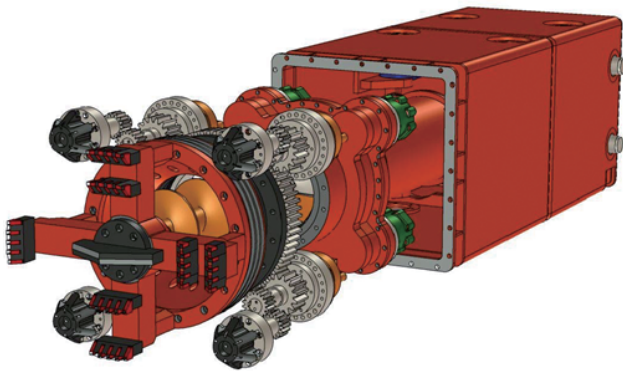
JR 東海道本線の架道橋、JR 総武本線駅構内の跨道橋、高速道路下の人道、ビル間の車道などの実績がある。

作業用エレメント省略タイプ

当初の PC ボックス形式では、隅角部に PC 鋼材を交差させ緊張作業するためのトンネルとしては余分な作業用エレメントが必要であった。しかし、コーナーエレメントを PC 部材緊張のための作業空間として利用すれば作業用エレメントは省略でき、経済性が向上する。そこで 2003 年、実物大モデルによるコーナー部載荷試験を行い、従来の PC 鋼材を交差させた構造形式の実験結果と比較して遜色ないことを確認し、さらに 2011 年に実証試験を完了した。

JR 東海道本線島本～高槻駅間に位置する架道橋は、第二名神アクセス道路施工に伴う工事用道路として JR 東海道本線と立体交差し、延長 22.0 m である。土被りが約 800 mm と浅いため、軌道に影響を与えるエレメント推進本数を少なくする目的で作業用エレメント省略タイプが採用された。非常に柔らかいシルト質砂の地盤条件でありエレメント推進の精度管理をいかにして行うかが課題となったが、精度については目標どおりの施工を完了した。





新型掘削機械



新型掘削機械（エレメント内）

掘削機械の改良

従来、掘削カッターの駆動部は排土用スクリーコンベアと同一の駆動部を用いており、回転が同一方向に限定されローリングへの対応が問題となっていた。

- (1) カッター駆動部と排土機構（スクリーコンベア）を独立させることにより、カッターを正転・

逆転可能な構造とし、ローリングへの対応を可能にした。

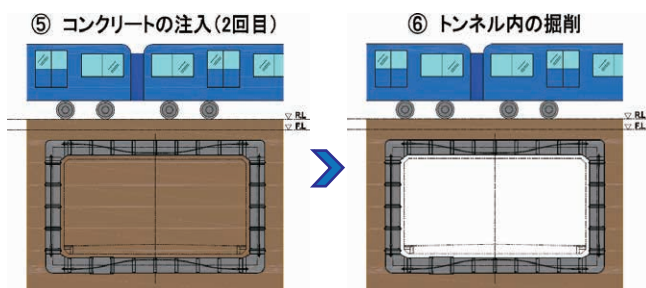
- (2) 四隅にサブカッターを配置することによって掘削効率を上げた。シングルカッターヘッド掘削面積70%に対し、5軸カッターヘッド掘削面積は90%に向上した。

施工性の確認を目的に実施した施工実験では、JR西日本管内における平均的な土被り800mmで試験施工を行った結果、目立った隆起・沈下は確認できなかった。また、推進速度はいままでのURT工法での実績毎分30mm程度に対して、施工試験ではN値10程度の洪積粘土の地盤で毎分50mmの推進速度を確認できた。

URT工法のこれから

1978年から重ねてきた139件（施工中3件を含む）の実績に加え、現在、作業用エレメント省略タイプの実用化（供用中2件、施工中1件）による、立坑の小面積化、推進本数の低減が可能となった。今後の作業用エレメント省略タイプでの幅員の拡大には、多くの緊張力を導入する必要がある。適正なPC配置、PC緊張材の選択が課題として残っているが、機械掘削のスピードアップが確認でき、併せて工期短縮も可能となった。

また、URT工法は供用中の構造物に向かったの推進（到達立坑を必要としない推進）が可能で、地下連絡通路などに適用可能と考えている。今後もお客さまや施工業者にアドバイスをいただきながら、より早く、より安全・確実な推進方法、エレメント間の止水性の向上などに注力して、適宜見直しを図り改良改善を行っていきたい。



URT工法 PCボックス形式の施工順序

問い合わせ先

株式会社 IHI 建材工業
事業統括部 土木部
電話（03）6271-7289

<http://www.ikk.co.jp/>