

## 在来線におけるトンネルの剥離・剥落に対する新対策工法について

東海旅客鉄道株式会社  
東海旅客鉄道株式会社  
東海旅客鉄道株式会社

○正会員

谷口 孝治  
後藤 信二  
下屋 徹

## 1. はじめに

平成11年6月、山陽新幹線福岡トンネル内で発生したコンクリート塊剥落事故に鑑み、当時の運輸省の指導に基づき当社の在来線においてもトンネル保守管理マニュアルを制定し、コンクリート剥離・剥落対策を実施してきた。

この保守管理マニュアルでは、これらの対策にあたっては、それぞれの条件に応じた対策を選定することとしており、このなかで当社としては主に、はつりおとし・メッシュネット・FRP板・内巻工・ロックボルト・部分改築などの対策を実施してきた。（図-1）

しかしながら、これらの対策の選定にあたっては様々な問題点等もあるため、今回これら従来工法の問題点を解決する新たな対策工として、鋼製薄肉トンネル補強工の施工について検討したので報告する。

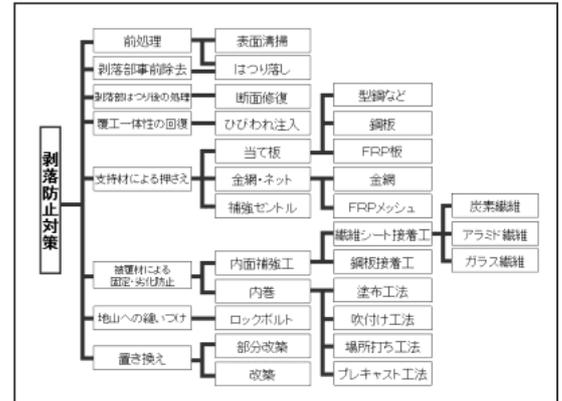


図-1 剥落対策工の種類と分類

## 2. 従来工法の問題点

トンネル覆工の恒久対策としては、従来から内巻工や外巻工などがあるが、これらの対策を行ううえで最も注目すべきことは、トンネル覆工と建築限界との間隔である。トンネルにおけるこの間隔は当社の規程である施設実施基準規程によって定めており、トンネルの覆工改良後も建築限界に対してこの間隔(=200~300mm)を確保することが必要である。このため内巻工法では対処できるトンネルが限られている。これに対し外巻工法は、トンネル覆工と建築限界との間隔の確保が容易である反面、内巻工法の約10倍のコストが掛かるという問題点がある。

これら既存の対策工の問題点を解決するためには、次の4つの条件をクリアすることが必要である。

- ① 構造寸法：建築限界に対して前述の間隔が確保可能であること、
- ② 耐力：覆工の剥落に対し十分耐え得る構造であること・恒久対策工法であること、
- ③ 経済性：内巻工法と比較し安価もしくは同等であること、
- ④ 施工性：在来線における活線施工（線路閉鎖間合いでの施工）が可能であること。

## 3. 鋼製薄肉トンネル補強工の概要

鋼製薄肉トンネル補強工は、基礎コンクリート、脚部材、梁部材鋼製パネルからなり、パネル背面にグラウト材を注入し覆工面との密着を図るものである。（図-2）

この工法の大きな特徴としては、一定寸法の鋼製パネルを採用し、この設置にあたり緻密な現場測量をすることにより、多様な地形・構造のトンネルに適用可能であることがあげられる。

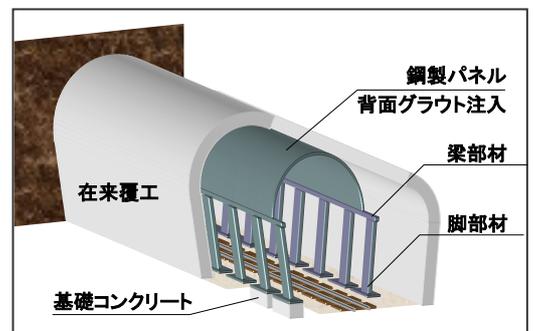


図-2 鋼製薄肉トンネル補強工の特徴

キーワード：トンネル覆工、剥離・剥落、建築限界、鋼製薄肉鋼板、剥落対策工法フロー  
連絡先 〒506-0053 岐阜県高山市昭和町1-22-2 高山工務区 TEL0577-33-7458

### 4. 鋼製薄肉トンネル補強工の各条件に対する検討結果

#### (1) 構造寸法について

薄肉構造のため、建築限界に余裕が少なく内巻工法が施工困難である場合でも、トンネル覆工と建築限界との間隔を確保することが可能である。

#### (2) 耐力について

解析にあたっての諸元は、補強パネルの長さ 1,000mm、幅 400mm、厚さ 8mm、脚部材は 1m 間隔で配置とし、許容応力度は 160N/mm<sup>2</sup>とした。また、鋼製パネルのリング間継手を隣接するパネルにせん断力を伝える構造のため、一对のリング間継手を 1 本のバネに置き換え（図-3）、解析モデルとしては、図 4 のような梁-ばねモデルとして解析した。結果、集中荷重 8.9kN、分布荷重 58.4kN が許容でき、仮にトンネル覆工が落下しても、安全な耐力力を有していることを確認した。

#### (3) 経済性について

既存の鋼製薄肉大パネルでは、多くの施工箇所において大規模な機械編成が必要となるため、作業間合が短い中での施工は困難かつ、非効率であるため、工費も高かった。（約 170 万円/m）しかし、人力施工が可能（24kg/枚）な小パネルに改良し、設計見直しを図ることにより、工費を約 100 万円/m まで削減し内巻工法と同程度となった。（図-5）

また、パネル背面のグラウト材には速乾性でなく、通常のグラウト材を注入することでコストダウンを図った。

#### (4) 施工性について

既存の鋼製薄肉大パネルでは、大規模な機械編成により据付を行うための重機等の運搬が必要となり、準備時間及び実施工時間が長くなり、活線での短い作業間合では施工が困難かつ、非効率であった。しかし、小パネルに改良したことで、人力で扱いやすく、活線の短い作業間合においても施工が可能となった。

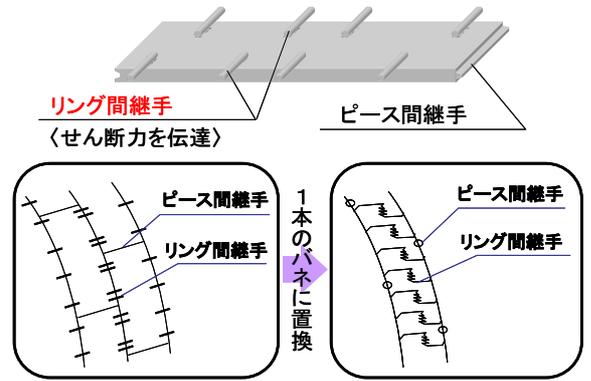


図-3 鋼製パネルのイメージ

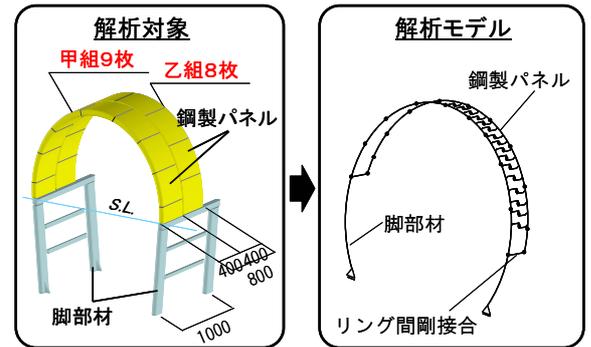


図-4 解析モデル

	既存	改良
施工性	鋼製薄肉(大パネル) 大規模な機械編成が必要	鋼製薄肉(小パネル) 人力施工が可能
経済性	170万/m	100万/m

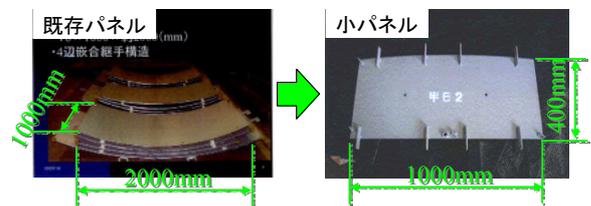


図-5 鋼製パネルの選定・経済性の検討

### 5. 新トンネル剥離・剥落対策工法の標準化

今回の検討結果に基づき、実施工を行った結果、従来工法では施工困難であったトンネルに対して、新対策工法の適用が可能であることを確認した。今後、新対策工法の適用範囲を拡大していくため、トンネル保守管理マニュアルの剥落対策工法選定フローに追加し標準化することとした。（図-6）

### 6. まとめ

今回、トンネル覆工の剥離・剥落対策に対して鋼製薄肉トンネル補強工を検討し、様々な改良を加え、鉄道営業線における適用の可能性を確認できた。今後、対策工法を選定する際の一つの選択肢として加え、変状箇所の状況を勘案した上で有効な工法を施工していきたい。

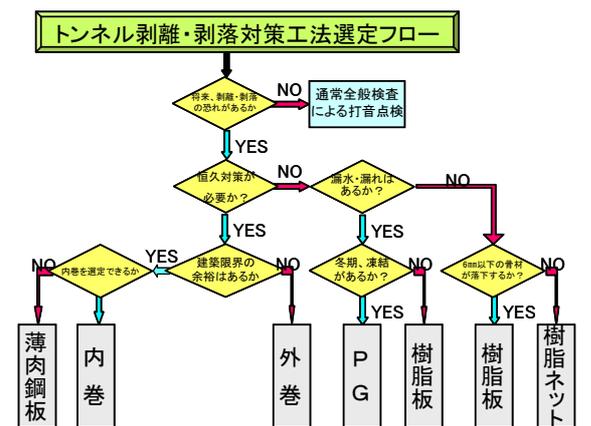


図-6 トンネル剥離対策工法選定フロー

参考文献 東海旅客鉄道（株）東海鉄道事業本部工務部：トンネル保守管理マニュアル 平成12年12月  
西岡 隆，杉本光隆，大竹敏雄，松岡和巳：高速鉄道用薄肉トンネル補強工の基本性能に関する研究，平成12年度運輸施設整備事業団委託研究