

# 山岳工法(NATM)によるトンネル構造の 高度な防水構造の提案

赤坂 雄司<sup>1</sup>・中村 敏夫<sup>2</sup>・小松 敏彦<sup>3</sup>・黒木 繁盛<sup>4</sup>

<sup>1</sup>正会員 前田建設工業株式会社 技術本部 技術研究所 (〒179-8914 東京都練馬区旭町1-39-16)

<sup>2</sup>正会員 前田建設工業株式会社 土木本部 土木技術部 トンネルグループ (〒102-8151 東京都千代田区富士見2-10-26)

<sup>3</sup> 前田建設工業株式会社 東北支店 盛岡北山トンネル作業所 (〒020-0114 岩手県盛岡市三ツ割4-1-100)

<sup>4</sup> 前田建設工業株式会社 土木本部 土木技術部 (〒179-8903 東京都練馬区高松5-8 J.CITY)

キーワード：山岳工法，防水構造，防水シート，覆工コンクリート

## 1. はじめに

山岳トンネルの防水工は、吹付けコンクリートと覆工コンクリートの間に、防水シートを貼付ける工法が一般的に用いられている。しかし吹付けコンクリートの仕上がり面は凹凸が多く、防水シートの展張には、この凹凸への変形追従性を考慮した適切な余裕が必要となり、この展張に余裕不足や余裕過多があると、シートに引張りやたるみが発生し、その結果、覆工コンクリートの充填が妨げられることとなる。このため、山岳トンネルの覆工において、コンクリートの充填を妨げず、かつ吹付けコンクリートに密着する防水構造の開発が強く望まれていた。

ハイ・イータス工法は、吹付けコンクリートと防水シートとの空隙に接着剤の役割を持った充填材を注入打設することにより、防水シートを滑らかなトンネル形状に設置する工法<sup>1),2)</sup>である。

## 2. 工法の特長

ハイ・イータス工法の特長を次に示す。

### ①防水性が向上

1.5m幅のシートを工場でロングスパンに加工搬入することで、現場での溶着作業が減少し、また、ロックボルト頭部等の吹付けコンクリート面からの突起物による破損、鉄筋組立作業による破損が少なくなる。

### ②覆工コンクリートの品質が向上

巻厚が一定で均一となり、覆工と吹付けコンクリートとのアイソレーション(縁切り効果)が向上する。  
③コストダウンの達成

吹付けコンクリートの凹凸の修正が不要で、切羽サイクルに影響を与えず、要求される防水性能に対して、全断面、上半断面のみ、覆工コンクリートの打継ぎ目等の対応が可能。

### ④作業環境・周辺環境への負荷低減

シート敷設が機械作業になり、苦渋作業が減少。また、施工中にトンネル周辺の水位復元が可能。

図-1に従来の防水構造とハイ・イータス工法の防水構造、および従来工法の空隙発生要因を示す。

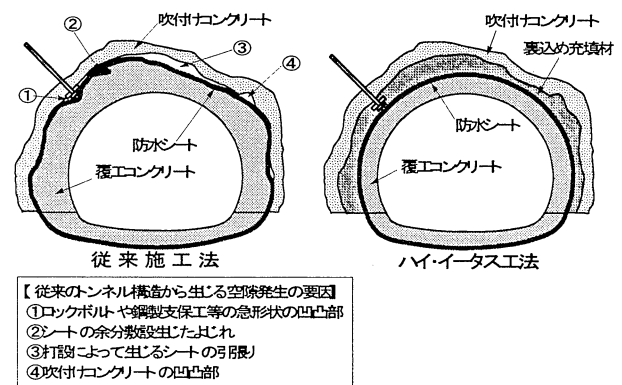


図-1 従来工法とハイ・イータス工法の防水構造

## 3. 裏込め充填材

防水シートと吹付けコンクリートとの間に注入する充填材は、シールドトンネルで用いられる裏込め

充填材を改良したものである。坑外から固化材スラリーA液と珪酸ソーダB液をそれぞれ圧送し、注入打設箇所直前で両液を混合し、左右の側壁上部、肩部と天端の5カ所にあらかじめ挿入しておく塩ビ管で、下部から順に注入する。

裏込め充填材の配合を表-1に、シート展張専用の移動型枠を写真-1に示す。

表-1 裏込め充填材の配合

| A液(1m <sup>3</sup> ) |      |     |      | B液   |
|----------------------|------|-----|------|------|
| 固化材                  | 助剤   | 安定剤 | 水    | 急結剤  |
| 400kg                | 30kg | 5%  | 854% | 144% |

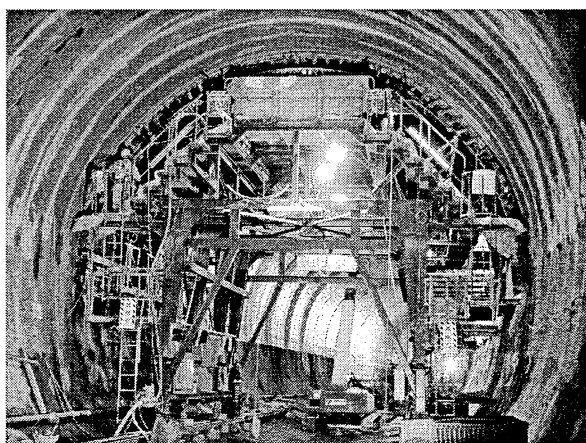


写真-1 シート展張専用の移動型枠

## 4. 施 工

ハイ・イータス工法の施工は、通常のトンネルの施工と大幅に変わることはなく、シート工に関して、より防水機能を向上させたものであり、施工手順も基本的には従来工法と同じものとなる。

南流山トンネルの施工では、1スパン6m(80m<sup>2</sup>)のサイクルで裏込め充填材を注入打設し、防水シートを設置した。なお、ハイ・イータス工法を適用して防水シートを展張したのは、上半断面部であり、下半断面部には適用しなかった。また、施工は上半断面部を先行してシート敷設し、下半断面部は後追いの施工手順とし、これらの箇所は吹付けコンクリート面を平滑に仕上げ、直接防水シートを展張した。

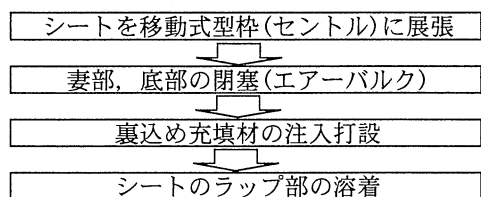


図-2 シート展張工の施工フロー

写真-2にハイ・イータス工法によって施工された防水シートの仕上がり状況を示す。



写真-2 ハイ・イータス工法によって施工された防水シートの状況

## 5. おわりに

今回の施工を通じて、吹付けコンクリートからの湧水処理や、アーチ天頂部への確実な注入打設など、いくつかの課題は残ったものの、防水シートの展張に関しては、ほぼ満足な結果を得ることができた。

当社では、すでに建設されたトンネルの点検や補修などへの対応と同時に、新しく建設されるトンネルの覆工コンクリートを高品質化することを、重要な課題として取り組んでいる。

ハイ・イータス工法は、円滑にシートを展張できるため、覆工コンクリートの背面の拘束を確実に低減できる。このため、これまで覆工コンクリートに発生していた、背面拘束によるひび割れを、大幅に低減できると考えられる。新しい防水工法としてのみならず、覆工コンクリートの高品質化の方策として、今後、工法の改良・普及を図って行く予定である。

最後に、新工法の現場適用に際し、十分なご理解と適切な助言をいただいた鉄道建設・運輸施設整備支援機構 関東支社のみなさんをはじめ、御指導をいただいた多くの方々に御礼を申し上げます。

## 参考文献

- 1) 小松敏彦, 中村敏夫, 赤坂雄司, 黒木繁盛: 山岳トンネル工法における止水技術の提案(トンネル型枠を利用した長尺防水シートの円滑な展張り方法), 第13回 トンネル工学研究発表会論文集, 2003.11
- 2) 中村敏夫, 小松敏彦, 赤坂雄司: ハイ・イータス工法(High Endurance Tunnel-Arch Structure Method)―山岳トンネルの新防水工法―, 建設機械, 2004.6