

シングルシェル化を目指した高強度・高品質吹付けコンクリートの施工 —アルカリフリー液体急結剤を用いる高品質繊維補強吹付けコンクリートの適用—

鴻池組 ○正会員 富澤 直樹 鴻池組 田中 英男
鴻池組 三木 秀二 鴻池組 正会員 山田 浩幸

道路トンネルの避難連絡坑の施工に際し、覆工コンクリートを省略するシングルシェル化を念頭に置いて高強度・高品質の1次吹付けコンクリート及び耐腐食性高耐力ロックボルトの設計および施工を行った。最終的には通常の防水シートと覆工コンクリートによる二次覆工を施工した。本稿では、その概要を報告する。

1. 工事概要

中日本高速道路(株)発注の東海北陸自動車道・平山トンネルは、延長1,396mの2車線トンネルである。その連絡通路に、図-1に示す約23m(内当工事分15.5m)の避難連絡坑が計画されていた。I・II期線の高低差が約4.5mであるため、覆工コンクリートの仕上がり形状が複雑な形状となる。そこで、本区間をシングルシェル化することを念頭に置いて高強度・高品質の1次吹付けコンクリート及び耐腐食性高耐力ロックボルトの設計および施工を行った。最終的には通常の防水シートと覆工コンクリートによる二次覆工を施工した。

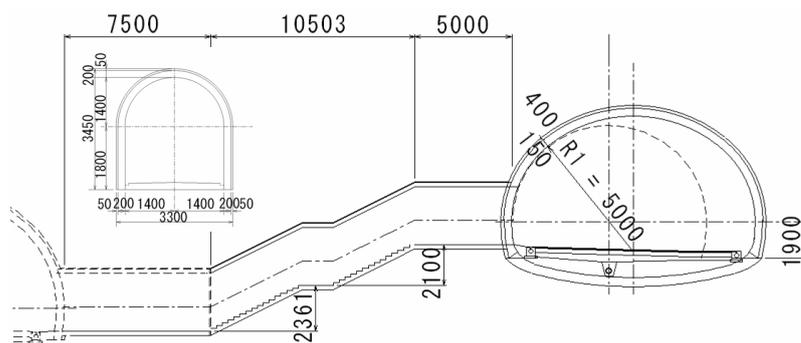


図-1 避難連絡坑概要図

2. シングルシェル構造の設計概要

シングルシェルとは、吹付けコンクリートとロックボルト等の支保部材に耐久性に富む高品質な材料を用いることで、現行の覆工コンクリートを伴うダブルシェル構造と同等以上の品質を有する永久覆工とし、現在標準的に施工されている覆工コンクリートを簡略化あるいは省略することで、トンネルの構造及び施工の合理化を図るものである。本事例では、支保構造及び支保材料を以下のように設定した。

1) 設計支保構造

支保区分はCIIである。小断面トンネルのNATM支保パターンを目安に対して、既往検討¹⁾を参考に、以下のように設定した。

- ①ロックボルト：長さ施工間隔は変えずに、材料を耐腐食性高耐力ロックボルトに変更
- ②吹付けコンクリート・覆工：吹付け5cm+覆工20cm(合計厚25cm)を、吹付けによる支保層5cm+補強層10cm+被覆層10cm(合計厚25cm)とし、材料を高強度・高品質吹付けコンクリートに変更
- ③鋼アーチ支保工：なし(変更無し)

2) 吹付けコンクリート

吹付けコンクリートには繊維補強コンクリートを用いて曲げタフネスの向上を図り、ひび割れ発生後も耐力を保持し、老朽化しても剥落しないことが必要であるため、強度基準を表-1のように定めた。繊維材料には、所要の靱性が得られ、かつ長期耐久性に富むポリプロピレン短繊維を用いた。また、急結剤は吹付けコンクリートの耐久性に大きく影響する材料であるため、長期耐久性に富むアルカリフリー液体急結剤を使用した。

表-1 および2に、それぞれ強度等の基準と配合を示す。

キーワード 避難連絡坑, シングルシェル, 高強度, 高品質, 吹付けコンクリート, 耐腐食性ロックボルト
連絡先 〒530-8517 大阪府大阪市北区梅田3-4-5 (株)鴻池組 土木技術部 TEL 06-6343-3290

3) ロックボルト

亜鉛メッキを施した耐腐食性高耐力（耐力 170KN 以上）ロックボルトを使用した。

表-1 吹付けコンクリートの仕様

スランプ (cm)	圧縮強度 (N/mm ²)			曲げじん性係数 (N/mm ²)
	3時間	1日	28日	28日
18±2	1.0	10.0	36.0	1.4

表-2 吹付けコンクリートの配合

Gmax (mm)	W/C (%)	空気量 (%)	S/a (%)	単位量(kg/m ³)				
				W	C	F	Ad	Ac(C×%)
15	42	4.5	70	190	450	9.1	4.5	6~9

C:普通ポルトランドセメント F:ポリプロピレン短繊維(バルチップ)40mm
Ad:高性能減水剤(X404CV/J) Ac:アルカリフリー液体急結剤 AFK777J

4) 防水工

シングルシェルでは、吹付け層間の一体化を図るため、一般に層間の縁切りとなる防水シートを施工しない。そこで湧水処理対策としては、図-2 に示すように、導水処理を施工し裏面排水工または側溝へ流末処理することを計画した。

3. 施工概要

NATM で一般に使用される機材を用いて施工した。吹付けに関しては、液体急結剤を使用できるシステムに変更した。

吹付けコンクリートの強度は、表-3 に示すように、目標強度を上回った。また、図-3 に曲げタフネス試験結果の一例を示す。高強度・高品質吹付けコンクリートの施工に際しては、

- ・粉じん発生が少ない(写真-1 参照)
- ・はね返り率が小さい(施工時測定結果:9.3%)
- ・施工上のトラブルがない

など、施工の合理化や作業環境の改善に有効であることが確認された。

なお、最終的に発注者の判断により、通常の防水シートと覆工コンクリートを施工することとなった。

4. おわりに

シングルシェルは、トンネルの構造および施工を合理化する手法として有望である。海外では多くの事例が報告されているが、国内ではまだ積極的に採用される気運にはなっていない。これは、主に吹付けコンクリートのはく落に対する懸念が原因となっている。

今回、最終的には通常の覆工コンクリートを伴う構造となったものの、小規模ながらシングルシェルとして設計し、施工を試みた。高強度・高品質吹付けコンクリートを適用した結果、その強度等は、表-1 の仕様を満足し、上述の懸念事項が払拭できたと考えている。

今後、供用上であまり問題とならない箇所への適用を進め、覆工としての機能を確認した後、一般部への採用が進むことを期待している。

謝 辞

本事例を施工する機会を与えていただき、また本報告による公表をご了解いただきました中日本高速道路株式会社に、紙面を借りてお礼申し上げます。

参考文献

- 1) ジェオフロンテ研究会：シングルシェルトンネルの設計・施工計画積算報告書 2002年5月31日

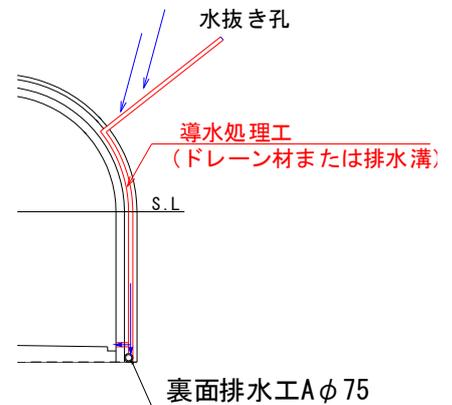


図-2 湧水処理概要図

表-3 圧縮強度試験結果 (単位: N/mm²)

材 齢	3h	1d	28d
試験方法	ピン貫入	ピン貫入	コア
養生方法	現場	現場	現場
強 度	2.2	21.9	38.4

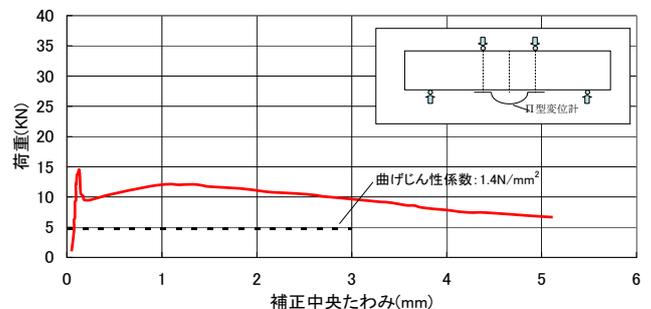


図-3 曲げタフネス試験結果



写真-1 吹付け状況