

飛驒トンネル非常駐車帯部における吹付け多層覆工構造の設計

中日本高速道路株式会社

正会員 森山 守

大成建設㈱

正会員

小林 伸次

フェロー会員

領家 邦泰

正会員

大塚 勇

正会員

〇板垣 賢

1. はじめに

飛驒トンネルは、東海北陸自動車道清見JCT～白川郷IC間に位置する延長約10.7kmの長大トンネルである。本報告では、合理的な覆工構造の構築を主目的として、全33箇所ある非常駐車帯部のうち16箇所では従来の打ち込みコンクリートによる覆工に替えて採用した、吹付け多層覆工構造の設計について述べる。

2. 吹付け多層覆工構造の概要

図1、図2に吹付け多層覆工構造の概要図を示す。トンネル掘削後支保工を施工し湧水処理を施した後、鋼繊維補強吹付けコンクリートによる二次層を構築し、表面被覆として高靱性モルタルによる三次層¹⁾をコテ仕上げにより仕上げる。

各層に要求される主な性能は以下の通りである。

一次層：トンネル掘削後、支保工としてトンネルおよび周辺地山を安定に保つ。

二次層：長期耐久性に優れ、また力学的には荷重は作用しないが構造物全体としての安全率を向上させる（通常の覆工に要求される性能）。

三次層：二次層の剥落等を防止し、二次層鋼繊維の発錆を防止し、遮水層として止水性を高める。また景観の面からは二次層の凹凸を平滑にする。

3. 検討課題と対策

上記の要求性能を満足するため、以下に示す項目について検討を実施し、仕様を決定した。

・耐荷性能の検討：覆工が持つ構造物全体としての安全率向上という役割を考慮し、当初設計と同等以上の耐力を有する構造として仕様を決定した（後述）。

・吹付けコンクリートの耐久性検討：吹付けコンクリートは打ち込みコンクリートと比較して非常に早期に強度を発現するが、初期の収縮量も大きい。また、湧水処理が不十分な場合、その部分の品質低下や付着力の低下が発生する。そこで凍結融解抵抗性や中性化抵抗性、乾燥収縮に関して試験を行い、打ち込みコンクリートとの比較を行った。

・供用性を考慮した景観面の検討：車両の交通環境に与える影響を考慮し、事前施工等の結果から、三次層の平滑性・平坦性に管理基準値を設定し、施工を行った（図3）。

・耐火性の検討：二次層および三次層について、RABT加熱曲線に従う加熱実験データや既往の文献に基づき耐火性の評価を実施した。

・止水性の検討：前述したように二次層の吹付けコンクリートは収縮量が大きく、ひび割れが生じた場合、止水性に問題が生じる。そこで三次層について比較材料とともに透水試験を実施し、その効果を確認した。

キーワード 飛驒トンネル, 吹付け覆工

連絡先 〒163-0606 東京都新宿区西新宿 1-25-1 大成建設土木設計部 TEL 03-5381-5296 FAX 03-3345-0490

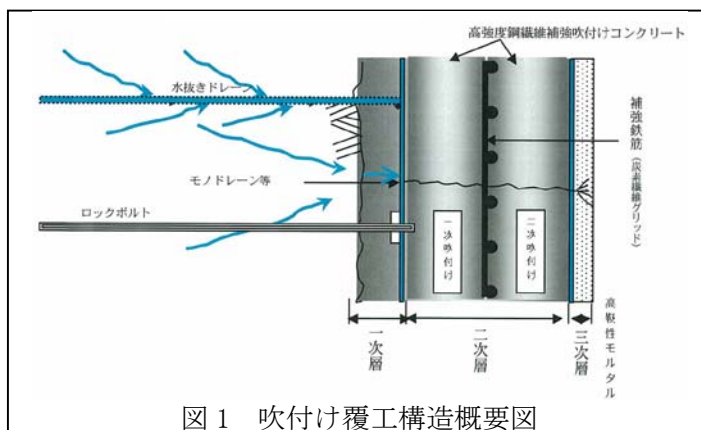


図1 吹付け覆工構造概要図

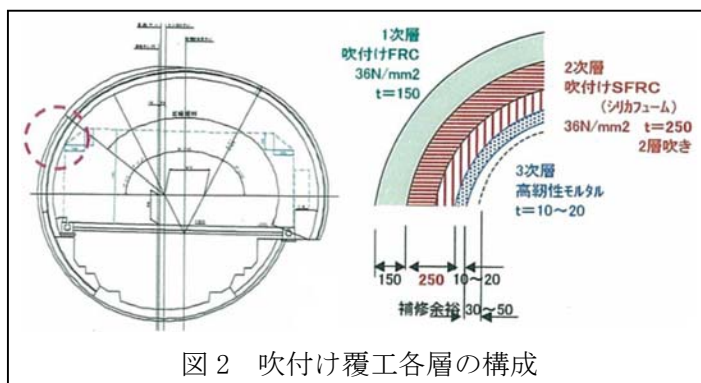


図2 吹付け覆工各層の構成

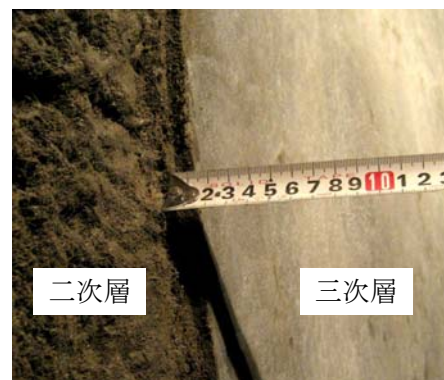


図3 三次層仕上げ状況

4. 耐荷性能の検討

吹付け多層覆工構造は通常の打ち込みコンクリートによる覆工構造と同等の性能を有する必要がある、力学的には、従来の支保工・覆工と同等以上の耐力を有する必要がある。

吹付け多層覆工構造においては表面被覆の三次層を付加し、かつ将来の補修し厚を確保するため、二次層の厚さが減少する(表1)。

そこで減少した二次層厚さを補うために、一次層および二次層の吹付けコンクリートの設計強度を 36N/mm^2 とした。さらに二次層には鋼繊維を混入して SFRC 構造とすることにより、曲げ耐力の向上を図った。図4に当初設計仕様と吹付け多層覆工構造の耐力カーブの比較を示す²⁾³⁾⁴⁾。この図より構造全体としては当初設計仕様の支保工・覆工と同等以上の耐力を有することが分かる。

ここで、吹付け多層覆工構造の一次層と二次層(および当初設計の支保工と覆工)は図5に示すような重ね梁としての挙動を示すものとして、一次層(支保工)と二次層(覆工)それぞれ単独の耐力を求め、それを足し合わせて構造全体の耐力とした。なお、三次層については構造部材として評価していない。

5. まとめ

本報告で述べた吹付け多層覆工構造を非常駐車帯部に採用することによって、工期を短縮することが出来た。また、スライドセントルが不要になり、施工の合理化を図られ、コスト低減にもつながる有効な方法である。本報告が今後の類似設計の参考になれば幸いである。

謝辞

本稿の作成に際してご協力頂きました飛驒トンネル施工技術検討委員会の皆様に感謝致します。

参考文献

- 1) (社)土木学会：複数微細ひび割れ型繊維補強セメント複合材料設計・施工指針(案)，2007
- 2) (社)土木学会：コンクリート標準示方書[構造性能照査編]，2002
- 3) 日本鉄道建設公団：併進工法設計施工指針(案) 山岳トンネル編，1994
- 4) (社)土木学会：鋼繊維補強鉄筋コンクリート柱部材の設計指針(案)，1999

表1 当初設計仕様との比較

	一次層(支保工)				二次層(覆工)		三次層
	吹付け		鋼製支保工		設計強度 (N/mm^2)	厚さ (mm)	厚さ (mm)
	設計強度 (N/mm^2)	厚さ (mm)	仕様	ピッチ (m)			
当初設計仕様	18	150	H150	1.0	30	300	
吹付け覆工	36	150	H150	1.0	36(SFRC)	250	10~20

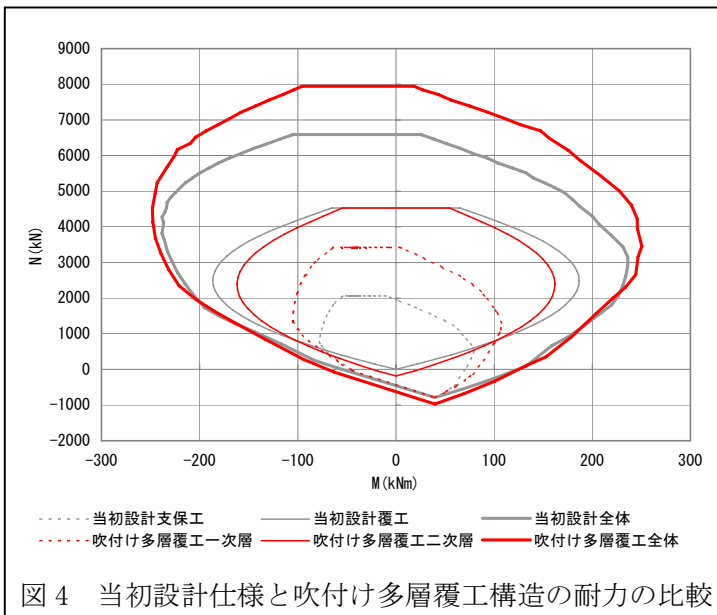


図4 当初設計仕様と吹付け多層覆工構造の耐力の比較

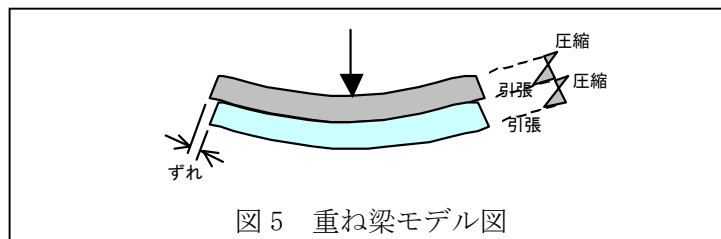


図5 重ね梁モデル図



図6 吹付け覆工完了状況