

CS-52 既設トンネルの覆工厚不足の補強工

(株) 建設企画コンサルタント 正会員 廣瀬 末雄

1. ま え が き

老朽化したトンネルや特に矢板工法で施工したトンネルでは、覆工背面に空洞が生じている場合や覆工の一部が所定の厚さを確保されていないことがある。

覆工背面の空洞や覆工厚不足は、経年変化とともに地山の緩みが進展し、覆工背面の地山が崩壊、落下し覆工に変状を与え、状況によっては覆工の剥落につながる可能性がある。¹⁾

特に図-1に示す覆工状況のように、天端付近の覆工厚が5cm～10cmと極端に薄い箇所では、覆工背面の地山が崩落すると覆工の破壊、崩落という事態につながり、トンネルの機能を失うことになりかねない。

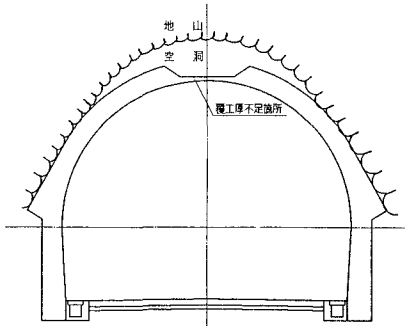


図-1 覆工状況

前述のように、局部的に覆工厚が不足した箇所では既存トンネルの耐久性を低下させるとともに、機能の維持が困難となることなどが考えられ、このような老朽化したトンネルを補修したトンネルとしての機能を維持していくことが急務な課題となっている。

道路トンネルにおいて、局部的に覆工厚が不足した箇所の補修対策方法の一例を以下に紹介する。

2. 最小覆工厚さ

覆工の設計巻厚の合理的な設計法は現在のところ確立されたものはないが、矢板工法の場合は表-1をNATMでは最小の厚さとして30cm程度の厚さをとっている。

一般に矢板工法で施工された二車線道路トンネルの覆工の設計巻厚は、地山等級A、Bで45cm、地山等級C、Dで60cmをとっている。²⁾

表-1 コンクリート覆工の設計巻厚³⁾

内 空 断 面 の 幅 (m)	コンクリート覆工の設計巻厚 (cm)
3	20～40
5	30～50
10	40～70

局部的に不足した覆工厚を補修する場合の最小厚さの基準は明確ではないが、道路トンネル維持管理便覧の覆工コンクリートの材質劣化に対する判定では、劣化度合（有効巻厚／設計巻厚）が1/2未満では早急な対策を必要としている。⁴⁾ 覆工の最小厚は、ゆるみ荷重や裏込め注入圧および既設覆工の強度等から定める必要がある。局部的な覆工厚不足の補修として、20cmとした事例もある。⁵⁾

3. 補修工の選定

覆工厚不足箇所の補修工は、覆工背面の空洞の充填と最小覆工厚の確保との併用で考えることが重要である。

空洞は、エアモルタル、ウレタン等の発泡系で軽量の材料を充填することにより覆工と地山を密着させ、作用荷重を均等化することで、覆工の耐久力を高めることが可能である。⁴⁾

最小厚を確保するには表-2に示す方法などがある。

対策工は、覆工背面の空洞や覆工に堆積しているゆるみ土砂などの状況に応じ選定する必要がある。従来は、④覆工打換え工で施工されることが多かったが、はつり作業時に危険性を考慮するとはつり作業をおこなわない、③下面増厚工や、①樹脂又はセメント注人工の施工など有効な工法と考えられる。

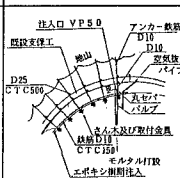
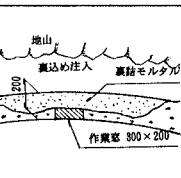
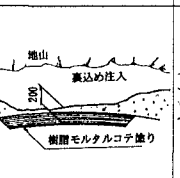
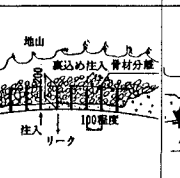
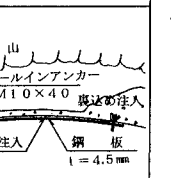
選定方法は、下記の状況を考慮して採用を決める。

- ①既設覆工コンクリートの健全度、品質状態
- ②施工箇所の規模、範囲
- ③背面地山の状態
- ④覆工背面の堆積土の状態
- ⑤空洞の大きさ
- ⑥湧水の有無
- ⑦建築限界の確認
- ⑧交通規制の方法

⑨施工の安全性
 など、現場の状況に応じて補修工を決定する必要がある。

なお、補修面積が多大な場合は、プレキャスト覆工版による全面補修や瞬結性モルタル吹付による補修などを考慮することも考えられる。

表-2 最小厚確保の方法

工 法	⑨ 覆工打換え工	⑩ 裏詰めモルタル工	⑪ 下面増厚工	⑫ 樹脂又はセメント注入工	⑬ 鋼板接着工
概略図					
工法概要	①不良コンクリートをはつり取る。 ②鉄筋で補強し型枠をあてモルタル充填する。 ③強度発現まで養生した後型枠を取り除く。	①作業窓をつくる。 ②硬練りの高強度モルタルを覆工背面に人力で詰め込む。	①不良コンクリートをはつり下地処理を行う。 ②樹脂系モルタルを1層1cm程度で塗り分け成形する。	①骨材分離した覆工表面を急結セメントで目止めを行う。 ②骨材分離(ひび)箇所にてエポキシ樹脂又は微粒子セメントを注入する。	①不良コンクリートをはつり下地処理、不陸修正を行う。 ②鋼板で覆いアンカーボルトで固定。 ③覆工と鋼板の間隔を樹脂で充填し、接着する。
特記事項	・覆工の健全部と打換部の総厚を最小覆工厚とする。 ・早強セメントの使用が望ましい。 ・広範囲の補修になる場合はロックボルトなどで反力をとる。	・覆工の健全部とモルタル部の総厚を最小覆工厚とする。	・覆工の健全部と増厚部の総厚を最小覆工厚とする。 ・建築限界を犯さない厚さとする。 ・湧水箇所には適さない。	・覆工の健全部と注入部の総厚を最小覆工厚とする。 ・硬化後の圧縮強度は覆工コンクリートと同程度まで高まる。	・巻厚不足を鋼板で補う。
通行車への安全性	・はつり作業に注意が必要	・片側交互通行で安全を確保。	・片側交互通行で安全を確保。	・片側交互通行で安全を確保。	・片側交互通行で安全を確保。
覆工背面の状況	・覆工背面にゆるみ土砂等が堆積している場合は、はつり作業に注意が必要	・覆工背面の堆積土がほとんどない場合に有効。	・覆工背面の状況に関係しない。	・覆工の骨材分離箇所や弾状の堆積物の場合に有効	・覆工背面の状況に関係しない。

4. まとめ

局部的に覆工厚が不足している箇所の補修方法は、覆工背面の空洞や堆積土砂の状況を考慮し選定しなければならない。特に片側交互通行で交通を開放しながらの施工となる場合は、利用者の安全確保に配慮する必要がある。

今回紹介した工法は、狭小空間での施工となり人力作業が多いことや施工性、経済性の面で、さらに工夫する点が多い。今後、機械化施工など安全で迅速な施工が可能な工法の開発が望まれる。

参考文献

- 1) 猪熊 明：「道路トンネルの緊急点検と今後の維持性」
 （トンネルと地下，Vol.21 no.10）
- 2) 「トンネル標準示方書（山岳編）」・同解説
 土木学会，昭和52年
- 3) 「道路トンネル便覧」。
 日本道路協会，昭和50年1月
- 4) 「道路トンネル維持管理便覧」。
 日本道路協会，平成5年11月
- 5) 太田一孝：「老朽トンネルの調査・設計・施工について」
 （第21回日本道路会議論文集）