

トンネル覆工のコンクリート片はく落に対する簡易仮補修工法の開発

西日本高速道路エンジニアリング九州株式会社 正会員 ○谷口徹也
熊本高等専門学校建築社会デザイン工学科 正会員 中村裕一

1. はじめに

トンネル覆工コンクリートには、図 1-1 に示すようなコンクリート片のはく落に繋がる危険箇所（以下、「はく落危険箇所」という）が発生する。この事象は、コンクリート片のはく落・衝突による通行車両の損害や事故発生に直結するため、はく落防止対策として叩き落としやはく落防止工が施される。はく落防止工は、はく落の緊急性により早急を実施される場合と後日計画的に実施される場合に分類される。

「トンネル覆工のコンクリート片はく落に対する簡易仮補修工法」（以下、「簡易仮補修工法」という）は、後日計画的にはく落防止工が実施されるまでの応急処置のための工法として開発したもので、即時かつ簡易に仮補修を行う工法である。本稿では、簡易仮補修工法の開発内容について記述する。



図 1-1 はく落危険箇所の例

2. トンネル覆工のはく落対策の現状・問題点及び対応策

トンネル覆工のはく落防止対策の現状を図 2-1 に示す。はく落危険箇所の対策は、はく落の緊急性により叩き落とし、緊急補修、計画的補修に区分される。これらの問題点は、計画的補修に区分された場合「はく落防止工施工までの未対策期間に想定外のはく落が生じる可能性がある」というリスク事象が潜在する点である。そこで、通行車へ危険を及ぼさない健全なトンネル保全を実現するためには、はく落危険箇所を即時に応急処置しておくことで、未対策期間におけるはく落リスクを低減することが有効であると考えた。

はく落の緊急性	点検判定		期 間	
			当年度	翌年度以降
直ちに落下する ⇕ 直ちに落下しない ⇕ 落下しない	AA	小片	(即時) 叩き落とし	
		小片を超える	(当日～数日) 緊急報告・補修	
	A1	未対策期間が生じ、想定外のはく落の危険性がある		計画的補修 ①点検結果報告 ②補修対象箇所・工法決定 ③はく落防止工施工
	A2			
	B			

点検判定種別
AA : 打音時に落下し、浮きが残る可能性あり A2 : 打音時に落下しない
A1 : 打音時に落下し、浮きが残るが直ちには落下しない

図 2-1 トンネルのはく落防止対策の現状

3. 簡易仮補修工法の開発内容

3-1 簡易仮補修工法の必要性能

簡易仮補修を行う機会としては、トンネル詳細点検時を想定した。但しトンネル詳細点検は、各トンネルを5年サイクルで実施するため時間的余裕がない。そのため、簡易仮補修を行うにあたっては、点検のペースを極力乱さないことが必要である。従って、簡易仮補修の施工方法は、極力簡易かつ短時間でなければならない。これをふまえて、必要性能を表 3-1 のとおりに設定した。

表 3-1 簡易仮補修工法の必要性能

施工面	幅 1 mm 程度以下のひび割れに注入し、覆工本体とコンクリート片を接着する。
	ひび割れ内部への補修材充填は部分的でよい。
	1 箇所あたりの施工時間は、1 分以内とする。
材料・品質面	通行するお客様へ補修材が掛るなどの影響がないこと。
	材料の練り混ぜなど、前処理がない材料であること。
	1 日以内に接着力を発現し、はく落危険箇所の想定コンクリート片の重量を十分に支え得ること。(想定重量 1 3 8 0 N、縦 20 cm、横 25 cm、長さ 80 cm の三角柱を想定)
	接着力が最低 2 年間低下しないこと。
	ひび割れ幅の変化に追従すること。

キーワード はく落危険箇所、はく落防止対策、はく落リスク低減、応急処置、簡易仮補修工法

連絡先 〒810-0073 福岡県福岡市中央区舞鶴 1-2-22 西日本高速道路エンジニアリング九州(株) TEL092-771-1436

3-2 簡易仮補修工法開発試作品

簡易仮補修工法の試作品を図 3-1 に示す。

3-3 施工方法及び性能の試行・検証

(1) 施工方法

施工方法は以下のとおりである。

注入ガンにカートリッジ式補修材をセットし、その先端にスタティックミキサ及び注入アタッチメントを装着する(図 3-1 参照)。

注入アタッチメントをひび割れに押し当てて注入ガンのトリガーを引き、補修材を注入する(図 3-2 参照)。

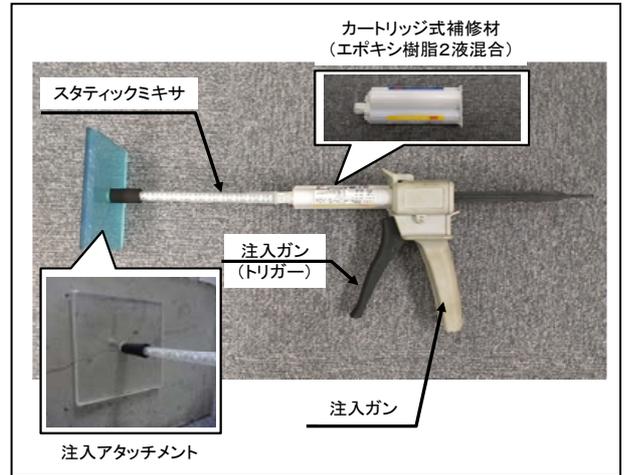


図 3-1 簡易仮補修工法開発製品

(2) 補修材の必要注入箇所数検討

筆者らは、実際の施工方法に基づいて補修材を注入した状態での接着力モデル試験を考案し、補修材の必要注入箇所数の検討を行った。得られた接着力試験結果から、補修材の標準注入間隔を以下のとおり設定した(図 3-3 参照)。

- ・ 注入 1 箇所あたり拡散面積=2,780 mm² (拡散直径約 6 cm)
- ・ 注入 1 箇所あたり接着力=639N/箇所
- ・ 想定コンクリート片重量を保持するために必要な注入箇所数=3 箇所 (1380N ÷ 639N/箇所=2.1 箇所)

(3) 注入補修材の拡散確認

ひび割れ内での補修材の拡散状況は、ひび割れモデルに補修材を注入することで確認できる。ひび割れモデルは、図 3-4 のとおりコンクリート製角柱供試体を曲げ試験の要領で 2 分割し、再び分割面を合わせて作成する。ひび割れモデルの幅は 1 mm 以下に調整した。図 3-5 に補修材拡散確認結果を示す。補修材注入を 3 回行った結果、「(2) 補修材の必要注入箇所数検討」で記述した直径約 6 cm の拡散を確認できた。

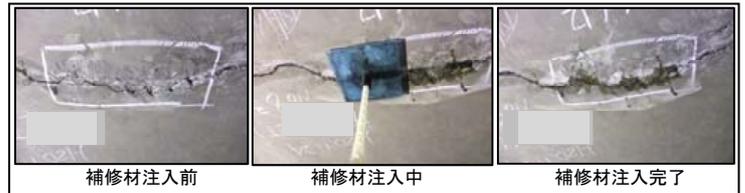


図 3-2 補修材注入状況

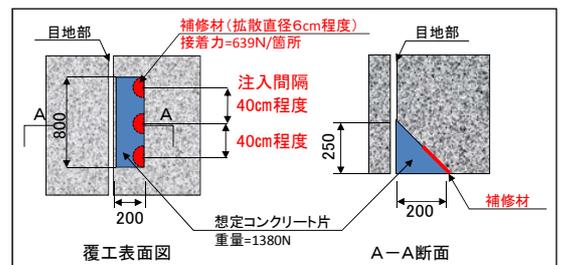


図 3-3 補修材注入間隔標準

4. おわりに

「トンネル覆工のコンクリート片はく落に対する簡易仮補修工法」は、現場点検員が補修材注入ガンを携帯して点検を行いながら施工することを想定した。但し実際は、詳細点検業務の時間的制約や点検品質への影響、責任の所在など、解決すべき課題は多い。しかしながら、未対策期間のはく落リスクが存在することは明らかであり、リスク低減策として有効な対策を講じる必要があることは間違いない。

今後は試作品の現場試行を経て、より使いやすく確実な施工が出来る工法として製品化し、安全・安心なトンネル保全に貢献していく所存である。

最後に、補修材開発にあたり御協力いただいた日本アドックス株式会社加藤茂樹氏に心より感謝申し上げます。

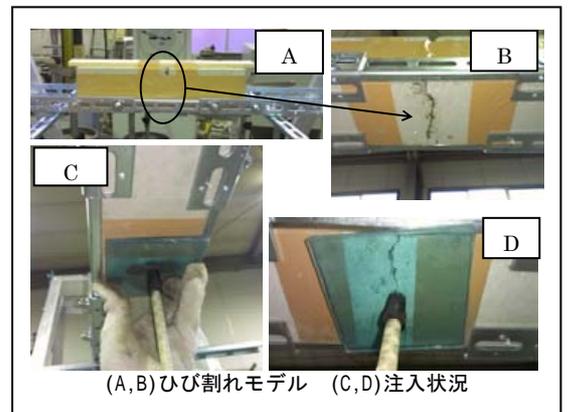


図 3-4 ひび割れモデル及び補修材注入状況

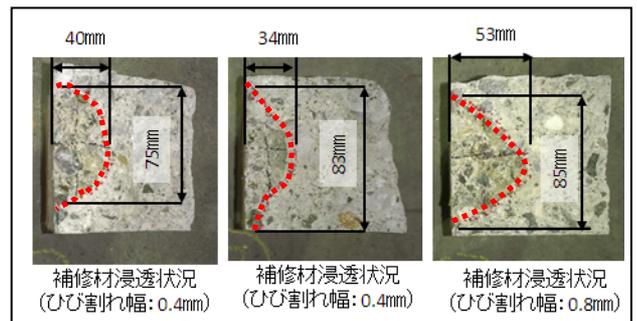


図 3-5 補修材拡散確認状況