

トンネル覆工コンクリート端部補強の実績および施工歩掛りに関する考察

佐藤工業（株）正会員 ○片岡 大到^{*1}

佐藤工業（株）正会員 宇野洋志城^{*2}

岩手県津付ダム建設事務所 藤川 拓^{*3}

佐藤工業（株）正会員 小泉 直人^{*1}

1. はじめに

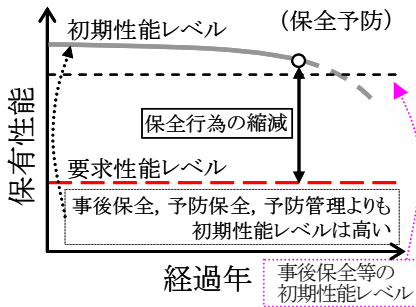
近年、トンネル覆工コンクリートのはく落に対する保全予防技術に関する研究が盛んに行われている。その中で、保全予防とは計画、設計の段階から何らかの劣化現象、たとえばはく落現象をリスクとしてとらえ、これを防止する対策を新設トンネル工事の際に実行する管理手法である（図－1 参照）。この場合、はく落リスクが相当に低減されるため、その後の保全行為そのものも低減できる。この管理手法は建設当初の初期投資を必要とするが、その後の維持管理に要する調査、点検、修繕費用が低減できる可能性があり、長期間にわたる運用費用の経済性が高まるとされている¹⁾。筆者らも、過去の新設トンネル工事において覆工コンクリートの端部を対象に耐アルカリガラス繊維シートを使用したはく落防止技術

（T-FREG：Tunnel-Fiber Reinforced EdGing）を適用、報告した^{2),3)}。

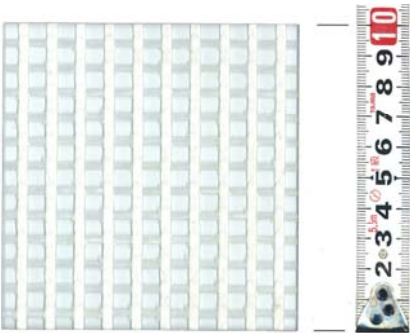
本報告は、新たに T-FREG を道路トンネル新設工事に適用した現場から得られた実績をもとに、施工歩掛りに関する考察を加えるものである。

2. 適用の概要

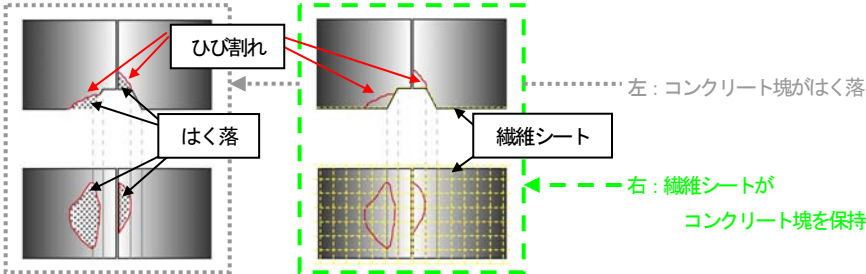
ひび割れが発生した際のはく落防止効果のイメージを図－2 に示す。使用した耐アルカリガラス繊維シート（以降、繊維シートと称す）を写真－1、表－1 に、使用したコンクリートの示方配合を表－2 に示す。



図－1 保全予防の概念



写真－1 耐アルカリガラス繊維シート



図－2 はく落防止効果のイメージ

表－1 物理的性質

密度	引張強度	厚さ
400g/m ²	タテ 60kN/m ヨコ 38kN/m	0.85mm

表－2 示方配合

水セメント比 (%)	細骨材率 (%)	単位量 (kg/m ³)						
		水	セメント	細骨材1	細骨材2	粗骨材1	粗骨材2	混和剤
47.5	45.5	142	300	689	169	735	316	3.00

セメント：高炉セメント B 種、密度 3.04g/cm³
細骨材 1：大船渡市日頃市町字中宿産砕砂、表乾密度 2.65 g/cm³
細骨材 2：遠野市上郷町早瀬川流域産川砂、表乾密度 2.59 g/cm³
粗骨材 1：大船渡市日頃市町字中宿産碎石、表乾密度 2.70 g/cm³
粗骨材 2：遠野市上郷町早瀬川流域産川砂利、表乾密度 2.70 g/cm³
混和剤：高性能 AE 減水剤、主成分はポリカルボン酸系化合物

キーワード 歩掛り、はく落防止、保全予防、二次覆工、耐アルカリガラス繊維

連絡先 ^{*1} 〒103-8639 東京都中央区日本橋本町 4-12-19 TEL：03-3661-4794 FAX：03-3661-6877

^{*2} 〒243-0123 神奈川県厚木市森の里青山 14-10 TEL：046-270-3091 FAX：046-270-3093

^{*3} 〒029-2311 岩手県気仙郡住田町世田米字川向 102-1 TEL：0192-22-8182 FAX：0192-46-3715

3. 適用範囲

今回繊維シートを適用したトンネル区間の標準断面図を図-3に示す。全長423mのトンネルのうち無筋コンクリート区間(32BL:10.5m/スパン)を対象とし、横断方向にはセントルのジャッキダウンできる範囲(約8.6m)、縦断方向には施工目地を含み約1m(各スパン端部から約500mm)の範囲(図-4参照)とした。

なお、今回適用したトンネル断面は前回²⁾と比べて半径がほぼ等しく、適用範囲も同等である。

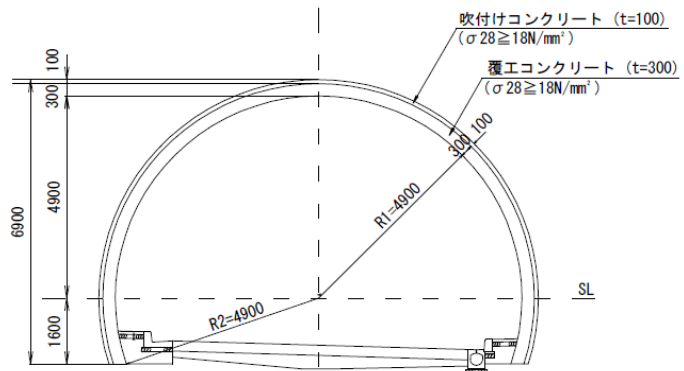


図-3 標準断面図(単位:mm)

4. 施工歩掛りの検証

前回²⁾の全28BLに対する歩掛り実績では、繊維シートの裁断から固定までの設置作業に要する時間が12.4分/m²であった(表-3参照)。1回あたりの繊維シート適用範囲面積は12.6m²であることから、全工程で156分/回の作業時間となったが、準備作業に含まれる裁断等は事前の段取りが可能であり、敷設から固定までの設置作業はセントルの移動〜ケレン〜はく離剤塗布〜セットとの並行作業が可能であった。その結果、T-FREGの適用は新たな作業員の増員あるいは時間外作業を必要とせず、通常の作業サイクルの中ですべての作業を吸収することができた。

一方、今回の歩掛り実績(現在施工中のため17BLで集計)は、施工に要する時間が7.1分/m²、1回あたりの繊維シート適用範囲面積が9.2m²、全工程で65分/回の作業時間が必要であった(表-4参照)。ただし、今回の繊維シート適用範囲は前回よりも狭く(8.6m<11.8m)、打設窓も作業し易い位置にあったこと、加えて前回の試行錯誤の結果からノウハウを得ていたことが作業効率を上げたものと考えられる。

したがって、これらの実績は次回以降にT-FREGを適用する際の歩掛りの算定目安となると考えられる。

5. おわりに

これまでの施工により、通常の施工サイクル、通常の人員配置の中での施工が可能であること、歩掛り実績も目安となる数値が得られたことなどから、より一般的な施工方法として受け入れられ易い環境が整ったものと考えられる。今後は、はく落防止対策に有効な方法の一つとして水平展開させていく予定である。

参考文献

- 1) 宇野洋志城, 木村定雄: 繊維シートを埋設した覆工コンクリート片のはく落防止に関する研究, 土木学会論文集 F1 (トンネル工学) 特集号 Vol.66 No.1/pp.79-88, 2010.11
- 2) 上野清, 田中康一郎, 歌川紀之, 宇野洋志城: はく落防止を目的とした埋設型繊維シートのトンネル二次覆工への適用, 土木学会第64回年次学術講演会, VI-284, pp.567-568, 2009.9
- 3) 宇野洋志城, 歌川紀之, 川崎真史, 小泉直人, 上野清, 田中康一郎: T-FREG 工法による二次覆工コンクリートのはく落防止対策, 土木建設技術発表会 2009 概要集, pp.1-6, 2009.11

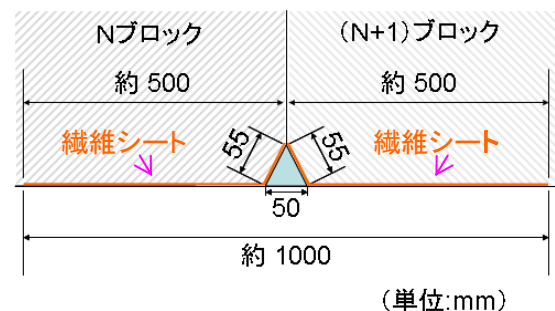


図-4 施工目地付近の詳細(単位:mm)

表-3 前回の施工手間集計結果

項目	部位	時間(分)	施工面積(m ²)	歩掛り(分/m ²)	合計(分/m ²)
繊維シート設置	つま側	1 385	187.6	7.4	12.4
	ラップ側	1 730	165.2	10.5	
準備 他		1 260	—	3.6	

表-4 今回の施工手間集計結果(17BL 分)

項目	部位	時間(分)	施工面積(m ²)	歩掛り(分/m ²)	合計(分/m ²)
繊維シート設置	つま側	334	78.2	4.3	7.1
	ラップ側	321	78.2	4.1	
準備 他		455	—	2.9	