

通行止めによる転圧コンクリート舗装の施工について

福田道路(株)技術研究所 ○ 田口 仁
 (株)植木組 柏崎支店 澤田 真一
 エヌシーイー(株)トンネル部 垣内健太郎

1. まえがき

転圧コンクリート舗装（以下、RCCP）は、わが国には1987年に導入され、1990年の「転圧コンクリート舗装技術指針(案)」発刊をはじめとし、2001年に「舗装設計施工指針」、2006年には「舗装設計便覧」に取り込まれ、一般的なコンクリート舗装工法として取り扱われている。

また、導入当初から経験的な現場実例を基に、設計法についても表-1に示すように変遷してきている。その一方で、RCCPの施工数量については、指針が発刊された2001年には、約10万㎡（全コンクリート舗装のうち5.5%）あった施工面積が、2015年には約0.4万㎡（0.2%）と大きく減少しており、2016年には施工が報告されていない状況となっている。また、今回、RCCPの施工を行った新潟県においては、県内のRCCPの施工実績は1989年～2001年頃には毎年あったものの、それ以降は数件の事例が確認されているだけである。

RCCPは、アスファルト舗装用舗設機械で施工ができることが最大のメリットであり、型枠やレールを用いないため、版厚、幅員、勾配の変化に対応し易く施工現場への適用性が高い。また、日当たりの施工面積が大きく、養生日数が3日と短いことで道路規制の期間短縮を図れるなど優れた特徴を有している。現状に挙げたように施工実績が減少していることによって、RCCPにおける技術者の育成および継承を妨げることは重大な問題とすべき事態であり、RCCPのメリットならびに適用性について再確認すると同時に、活用事例についての記録が必要と考える。

本報告は、上記の課題を踏まえ、新潟県内のトンネルにおけるRCCP施工事例を報告するものであり、現場条件ならびに施工方法として今後の利活用拡大の資料を目指すものである。

表-1 RCCPの設計法の変遷¹⁾

項目	導入当初	RCCP技術指針(案)	舗装設計施工指針				
1.年代	1987年頃	1990年	2001				
2.収縮目地	10～20m	版厚 25cm	5m				
		15～20m					
3.養生期間	普通セメント	3日	3日				
	早強セメント	1日					
4.路盤	セメントコンクリート舗装要項に準じて設計	同左	経験に基づく設計方法では、付表-6.2.6に従って設計				
5.版厚	セメントコンクリート舗装要綱に準じて設計	RCCP版厚		RCCP版厚			
		交通量	設計基準曲げ強度	交通量	設計基準曲げ強度		
			45 ^{※1} 50 ^{※1}		4.4 ^{※1} 4.9 ^{※1}		
		L	15	—	N ₁ ～N ₃	15	—
		A	20	18 ^{※2}	N ₄	20	18 ^{※2}
B	25	22 ^{※2}	N ₅	25	22 ^{※2}		
C	—	25	N ₆	—	25		
		※1 単位は kgf/cm ²		※1 単位は MPa			
		※2 施工上の理由より版厚を薄くする場合に適用		※2 施工上の理由より版厚を薄くする場合に適用			

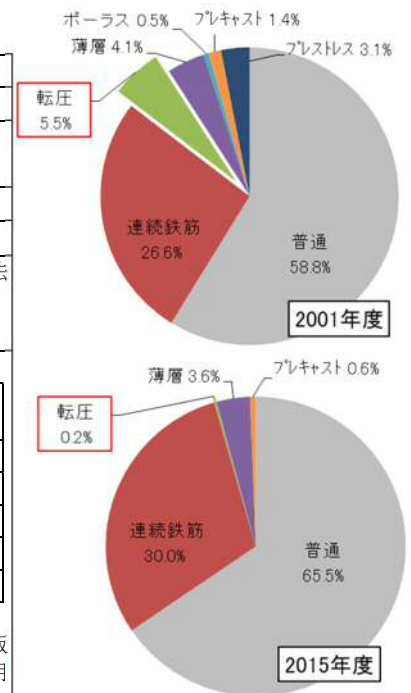


図-1 RCCPの施工数量

2. 畔屋トンネルの概要

2.1 施工現場の状況

今回、RCCP を施工した箇所を概要を表-2 に示す。このトンネルは、昭和 45 年春(1970 年)に完成し、供用 40 年以上が経過している。トンネル延長は 130m と短く、既設の舗装は普通コンクリート舗装版であった。交通量はそれほど多くない路線であり、迂回路が確保できることから全面通行止めによる施工が可能であった。

2.2 事前調査結果

事前調査における版損傷の調査結果を表-3 に示す。既設コンクリート舗装版のひび割れ度は、平均値で 20~23cm/m² であり、維持修繕要否判断目標値とされる「ひび割れ度 30cm/m²」以上のブロック数は、全 14 枚のうち 4 枚であった。

このうち、多くの版では、目地間隔が 15m 程度のスパン長であったことによる乾燥収縮ひび割れが発生しており(写真-1)、版の中央付近に横断にひび割れが目立つ状況であった。

また、目地部の荷重伝達率を FWD にて調査した結果、伝達不良とされる荷重伝達率 65%以下の箇所が、全 28 測定したうち 15 箇所で測定され、版が連結されていない箇所の多いことが確認された。

目地の破損部分には、湧水がおきている箇所もあり、既設コンクリート舗装版よりコア採取を行ったところ、コンクリート舗装版の下面には、路盤とコンクリート舗装版の間に水が確認できた。このため、湧水に起因した路盤の支持力低下も想定された。

修繕工法については、①既設舗装と同じコンクリート舗装(トンネル・耐久性・高反射率) ②利用者影響が最小限(交通止め期間を短縮できる工法) ③コスト④施工性(幅員変化・両勾配路面)などの要求条件を考慮し、RCCP での施工を選択する方針となった。

3. RCCP の施工

3.1 施工断面・機械編成

今回施工した RCCP の舗装構成は、上層路盤(M-40)15cm、中間層(再生密粒)4cm、RCCP 20cm であった。既設舗装のコンクリート版厚は 25cm あり、また、湧水により路盤の洗掘が起こっていることから、

表-2 施工場所の概要

項目	緒元
名称	畔屋トンネル (延長 130m)
路線名	主要地方道柏崎小国線
所在地	柏崎市大字畔屋 ~ 柏崎市大字山潤
構造規格	第 3 種第 4 級
勾配	最急縦断勾配: 1.10% 横断勾配: 2.0%
幅員	2793~3293 (5586~6586) mm
既設 Co 舗装版	t=25cm 鉄網なし 目地間隔 15m

表-3 事前調査結果

項目	調査結果	
ひび割れ度 (cm/m ²)	左車線	20.7 (最大: 37.9 最少 8.9)
	右車線	23.0 (最大: 32.6 最少 7.5)
荷重伝達率 (伝達率 65%以下)	左車線	5 箇所 / 13 箇所
	右車線	10 箇所 / 15 箇所
平坦性 σ (mm)	左車線	5.20mm
	右車線	6.82mm



写真-1 既設 Co の収縮ひび割れ

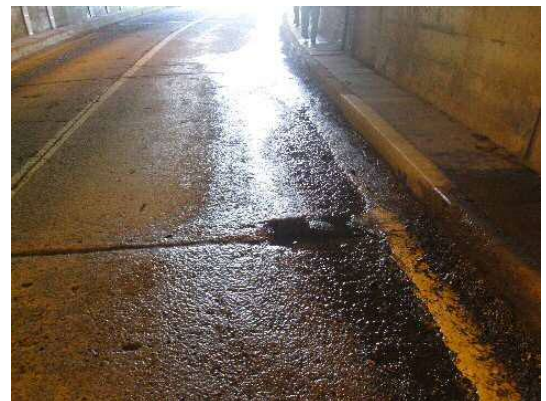


写真-2 湧水状況

既設のコンクリート版および路盤材を撤去後、上層路盤から再構築することとした。また、排水対策としては①薄型円形水路の設置（路面排水）②覆工背面へのサンドドレーン設置（湧水処理）の二つを実施している。施工に用いた機械編成を表-4に示す。敷ならしにはアスファルトフィニッシャを用い、トンネル天井の高さが基層面から5.5mであり、10tダンプでは荷台をダンプアップできないため、トンネル入り口付近にて生コンを4tダンプへ積替えし搬入した。初転圧ならびに二次転圧については、通常、タンデム式の振動ローラ（ゴム巻水平振動ローラなど）で行う場合が多いが、今回の現場においては、調達し易い機械で締固めの確保および平坦性の向上を目的に、初転圧に振動タイヤローラを用いたことも特徴の一つである。

3.2 使用材料

表-5に使用したコンクリートの配合を示す。強度試験は、試験練り及び施工時に曲げ強度試験を実施している。曲げ強度は、標準養生で5.7MPa（設計曲げ強度4.4MPa）以上発現しており、現場養生でも、材齢3日で配合強度の70%である4MPa以上に達した。この期間の気温が概ね25℃前後で、降雨があつて湿度も高く、コンクリートの養生条件としては適した環境であったこともあるが、通常の普通コンクリート舗装に比べ強度発現が早いことが確認された。

その一方で、コンクリート製造プラントの能力は、通常のコンクリートが90m³/h製造可能であるのに対して、RCCPのコンクリートでは40m³/hとなり、製造能力を踏まえた工程管理が必要であることも確認できた。

表-5 コンクリートの仕様

項目	設定値
設計基準曲げ強度	4.4MPa
配合曲げ強度	5.7MPa
設計空隙率	4%.
セメントの種類	普通ポルトランドセメント
混和剤の種類	A E減水剤標準型
粗骨材の種類(砕石 20-05)	5号砕石：6号砕石=35：65
細骨材のFM	2.66
コンシステンシー評価法	マーシャル突固め

表-4 施工機械の編成

	機械名	仕様
敷均し	AF+ダンプトラック	TAITAN製
初転圧	振動タイヤローラ	車重：8t（振動3段階）
二次転圧	タンデムローラ	車重：7t
仕上げ転圧	タイヤローラ	車重：15t

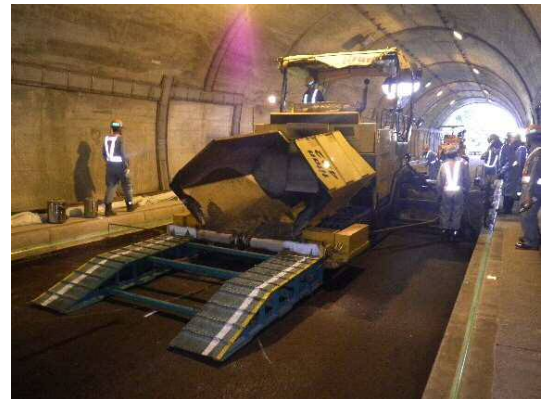


写真-3 敷ならし機械（アスファルトフィニッシャ）



写真-4 振動タイヤローラ



写真-5 出荷プラントでの積み込み状況

3.3 養生・目地切断

気温が25°C程度と比較的高かったため、仕上げ転圧終了箇所から順次、養生マットをかけ、坑口に配置した散水車から給水し、湿潤状態を保つよう散水養生を行った。当初、目地の予備カッタは翌日を計画していたが、強度発現が早く、また、養生時の表面乾燥によるひび割れの発生を懸念し、施工当日の18時(打設6時間経過時)から行うこととした。予備カッタは、通常、ソフカッタにて行うが、ソフカッタの場合より深く切断($t=70\text{mm}$)してひび誘発機能を高めるため、通常ブレードで一枚刃とした。また、施工翌々にW刃により本目地の切断を行うこととした。



写真-6 転圧後の舗装表面の状態

3.4 品質・出来形管理

RCCPの品質管理においては、現場密度試験にて実施した。通常、RCCPの締固め度の評価にはRI密度計により締固め密度を測定することとなっているが、RI密度計の調達や取扱いが困難な場合も多く、小面積の施工では費用面での負担も大きい。このため、舗装工事においては広く実施されており、試験方法も容易な、現場密度試験を締固め度の評価として代用することとした。

出来形管理については、これまで通り平たん性の測定を実施した。今回RCCPを施工した後の平たん性は1.7~1.8mmであり、トンネル延長が130m程度であることを考慮すると、通常のアスファルト舗装の場合と同等の良い平坦さを確保できたと評価できる。



写真-7 完成後のトンネル外観

4. あとがき

RCCPは、普通コンクリートのような手間(型枠設置、鉄筋設置、大型機械の調達)が不要なため、現場条件によっては、養生期間を含めた施工期間が短くなるなど、メリットを享受できる工法である。その一方で、施工実績は、平たん性を確保し難い、表面の緻密さにバラツキがしやすい、コンクリートプラントが制約される、などにより激減し、施工経験者が少なくなっていることも課題の一つである。

今回のRCCPの施工においては、従来技術の範疇ではあるが、今後、コンクリート舗装の普及が叫ばれている状況において、維持修繕工事を対象としたコンクリート舗装の技術としては、有効な面もいくつかあるので、これらのメリットを活かして適用を図ったものである。この施工実績が技術の保護だけでなく、後世の技術者へ記録を残し継承するものとなり、また、今回の事例が参考となり、適材適所のコンクリート舗装の修繕計画として役立つことを願う。

コンクリート舗装、あるいはRCCPを普及させていくためには、アスファルト舗装を用いた場合より優位な事例を、施工、コスト、耐久性、性能の面で蓄積し、コンクリート舗装の選定基準設定へと発展させていかなければならない。コンクリート舗装は、機械化施工という面では進展してきているものの、生コンの製造管理、養生を含めたひび割れ発生の抑制、目地の補修方法などに改善余地があり、施工箇所の経年観察を行いながら、厳しい維持修繕時代に向き合うことが重要と考える。

1) 「転圧コンクリート舗装の耐久性目視調査報告書」 社団法人セメント協会 RCCP耐久性調査合同WG、2007.