



コンクリート舗装の目地部補修プレキャスト版の適用検討と施工方法の確立

(株)ガイアート 技術部 亀井 健大
(株)高速道路総合技術研究所 道路研究部舗装研究室 濱梶 方希
ケイコン(株) 技術部研究開発グループ 尾中 享光

1 はじめに

高い耐久性を有しているコンクリート舗装は、高速自動車国道や自動車専用道路をはじめとして、舗装補修の難しい箇所を中心に適用されてきた。普通コンクリート舗装では、外気温によるコンクリートの膨張・収縮やコンクリート打設後の硬化収縮を吸収するため、横目地を5～10m間隔に設けている。しかし、この横目地部において、供用年数の経過とともに、ひび割れ、目地部材損傷、目地縁部の角欠けなどの変状が各地で報告¹⁾されている(写真-1、2)。



写真-1、2 コンクリート舗装横目地部変状状況

コンクリート舗装の横目地部の補修方法については、舗装施工便覧では「局部打換え工法」が、東日本高速道路(株)・中日本高速道路(株)・西日本高速道路(株)(以下、NEXCO)の設計要領では「目地部打換え工法」が規定されている。それらの工法は、コンクリート打設が必要であるため、コンクリートの養生時間を要し、作業時間が長くなる。そのため、重交通路線など規制時間に制約がある中での適用は困難な状況となっている。

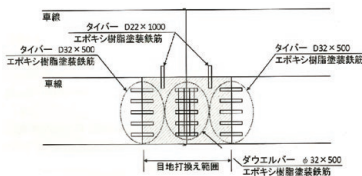
そこで、(株)高速道路総合技術研究所(以下、

NEXCO総研)・ケイコン(株)・(株)ガイアートの3社により、施工時間の短縮と効率化を目的としたプレキャスト(以下、PCa)部材の適用に関する共同研究を行うこととした。室内試験では、新旧コンクリートの一体化について各種強度および耐久性を確認し、工場内試験施工を経て、高速道路本線での試験施工を実施し、その有効性を確認した。本稿では室内試験の概要および試験施工の詳細について報告する。

2 目地部打換え工法とPCa部材の適用

2-1 目地部打換え工法概要

NEXCOでは、コンクリート舗装の目地部補修工法として「目地部打換え工法」が設計要領に規定されている。この工法は、変状が発生した横目地周辺のコンクリート舗装版と横目地部材を撤去し、新たな横目地を設置し、既設コンクリート舗装側面に水平継手であるタイバーを固定した後、新規コンクリートを打設することで横目地周辺を再構築する工法である(図-1、写真-3)。当該工法は、上記作業に加え、コンクリート打設後の養生が必要であり、養生時間の短いコンクリート材料を使用しても最低1日程度の養生が必要であるため、昼夜連続規制での作業となる。そのため、重交通路線など昼夜連続規制の実施が困難な箇所での適用は難しい。



図－１ 目地部打換え工法概要



写真－３
目地部打換え工法

目地部打換え工法の過去実績においては、昼夜連続規制の中で５日間２０箇所程度の施工となる（図－２）。

工 種	月		火		水		木		金	
	昼	夜	昼	夜	昼	夜	昼	夜	昼	夜
位置出し・マーキング										
舗装版切断・コア抜き										
舗装版撤去・搬出										
削孔・タイバー設置										
路盤仕上げ・路盤紙設置										
目地金物設置・（型枠設置）										
コンクリート打設										
切削目地										

図－２ 目地部打換え工法の概略工程²⁾
（１DAY PAVE での施工 コンクリート養生１日）

２－２ PCa部材の適用概要

目地部打換え工法の重交通路線での適用を目指し、PCa部材による補修施工時間の目標は、一般的な夜間規制時間（１０時間）内で完了することと設定し、各種細部の検討を開始した。

目地部打換え工法は、損傷したコンクリート舗装の横目地部を対象とした補修工法であり、補修後も横目地としての機能を維持する必要がある。そのため、PCa部材は目地を内蔵する構造とした。横目地やコンクリート舗装の構造は従来工法と同等とし、目地部打換え工法の基準に適合したダウエルバー、目地板、止水用シールなどを内蔵し、部材厚は既設コンクリート舗装と同等の２５０mmと設定した。現場作業を減らし効率化を図るため、これらすべての構造は工場で一括製作することとした。

既設コンクリート舗装との接続方法については、従来工法のあと施工アンカー固定によるタイバー接続方式では施工時間が長くなることが判明した。そのため、既設コンクリート舗装との接続方法を見直し、各種検討および室内試験を実施した。

３ 接続材料の検討と室内試験³⁾

３－１ 室内検討

PCa部材と既設コンクリートの接続評価については、JIS A 1106「コンクリートの曲げ強度試験方

法」に準じた曲げ強度試験を実施し、目地部打換え工法で適用されているタイバー接続の曲げ強度を基準とした。

接続方法については、施工時間短縮を可能とする充填材料を流し込む方法（以下、充填方式）と、タイバー接続と同様の金属式アンカーによる機械的接続方法（以下、アンカー方式）を比較検討した（表－１）。

表－１ 既設コンクリートとの接続方法概要

	充填方式	アンカー方式
模式図		
接続方法	・プライマー ＋超速硬グラウト ・エポキシ系接着剤	・アンカー ＋超速硬グラウト ・アンカー ＋エポキシ系接着剤
メリット	・工数が少ない ・面接合のため、既設 Co 版の強度負担が少ない	・従来タイバーよりは工数が少ない ・アンカー＋充填で別方式での接合
デメリット	・長期的な接着性能の確認が必要 ・既設カッターの精度により接着性能に違いが出る可能性	・充填方式より施工工数が多い ・アンカー部分に曲げ応力が集中する可能性

接続部の幅は、カッター切断を想定し２０mmに設定した。充填方式に使用する材料については、曲げ強度試験を実施し、その結果を基に選定した（表－２）。

表－２ 充填方式曲げ強度試験結果

材齢	接着剤① （エポキシ樹脂）	接着剤② （エポキシ樹脂）	接着剤③ （エポキシ樹脂）	接着剤④ （シリコン エポキシ樹脂）	曲げ強度 N/mm ²		
					グラウト＋打 継面処理剤① （エポキシ樹脂）	グラウト＋打 継面処理剤② （エポキシ樹脂）	充填剤 （ポリウレタン樹脂）
3h	未硬化	3.93	2.67	0.90	0.33	3.27	0.63
4h	未硬化	3.51	3.30	1.17	0.18	3.33	0.99
5h	未硬化	3.75	3.06	1.20	0.18	3.45	0.84
1d	3.72	4.53	2.49	2.37	0.63	4.23	1.62
7d	4.56	4.38	2.82	3.21	2.79	5.13	2.10

曲げ強度試験の結果から、比較的短時間で強度が発現する接着剤②（エポキシ系接着剤）とグラウト＋打継面処理剤②の２種を充填方式の材料に選定した。

３－２ 実物大曲げ強度試験

選定した充填方式２種、アンカー方式２種および比較対象である従来工法のタイバー方式計５種にて、実際の厚さで十分な曲げ強度を発揮できるか確認するため、実物大試験を実施した。

表－３に実物大曲げ強度試験の結果を示す。充填方式は比較的高い強度が出ているのに対し、アンカー方式は低い強度となる結果であった。タイバーおよびアンカー方式では、曲げ応力が鋼材箇所集中するため、全体の曲げ強度が伸びにくい傾向が見られた。

表－３ 実物大曲げ強度試験結果

		曲げ強度 N/mm ²	
比較対象	タイバー	8d	3.11
充填方式	接着剤②（エポキシ樹脂）	3h	3.20
		3d	4.10
	グラウト+打継面処理剤②（エポキシ樹脂）	3h	3.28
アンカー方式	アンカー+接着剤③（エポキシ樹脂）	3h	2.02
		5h	2.62
	アンカー+グラウト	3h	2.52
		5h	2.58

３－３ 回転式舗装試験と試験後サンプリング⁴⁾

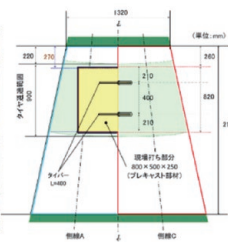
実物大曲げ強度試験で高い曲げ強度を示した２種の充填方式について、NEXCO総研所有の回転式舗装試験機(写真－４)にて長期耐久性の確認を行った。

各充填材料の養生時間は３時間および１日以上と設定し、比較対象であるタイバー方式を含む計５体の供試体で長期耐久性試験を実施した。試験は、49 kN荷重を計279万輪載荷し、常温・低温・散水など条件を変えて実施した。

供試体寸法を図－３に、荷重条件などの試験条件を表－４、５に示す。



写真－４ 回転式舗装試験機



図－３ 供試体概要

表－４ 荷重他条件

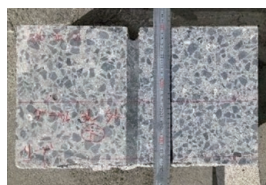
項目	試験条件				
	I	II	III	IV	V
タイヤ種別	トラックバス用ダブルタイヤ				
載荷重 (t)	5.0				
速度 (km/h)	80		50		
目標路面温度	常温			低温	
散水条件	無	常時	間欠	無	無
通過輪数(万輪)	105	16	40	80	38
	(累計) 279				

表－５ 供試体種類

No	版厚 (t = 25.0cm)			下層 (t = 25.0cm)
	コンクリート版	充填材料	養生期間	
1	プレキャスト部材 (800 × 500 × 250mm)	接着剤	6日間	セメント安定処理路盤 (セメント量 1.5%)
2			3日間	
3		グラウト	6日間	
4			3日間	
5	現場打ちコンクリート (タイバー)	－	－	

回転式舗装試験実施後、充填方式供試体では目開きなどは見られず、段差も１～３mm程度と良好な結果であった。一方、従来方式のタイバー供試体では打継目に若干の目開きが確認され、約10mmの段差が発生していた。

供試体をカッターで切り出しサンプリング確認を行った結果、充填方式供試体では接合部に隙間なく充填材料が充填されており、ひび割れなどの変状がないことを確認した(写真－５、６)。一方で従来方式のタイバー供試体では、タイバーが破断していることを確認した(写真－７、８)



写真－５ エポキシ充填



写真－６ グラウト充填



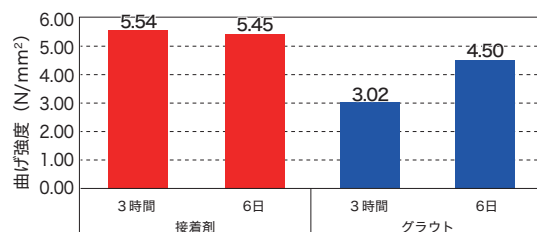
写真－７ タイバー打継面



写真－８ 破断箇所

タイバーの破断については、コンクリート版下面に空洞が生じていたことから、空洞と交通荷重の繰り返し作用により破断したものと推測される。

さらにサンプリングした供試体を充填部が中央となるように成形し、曲げ強度試験を実施して曲げ強度の残存状況を確認した。図－４に試験結果を、写真－９、１０に破断面状況写真を示す。



図－４ サンプリング供試体曲げ強度試験結果



写真－９ エポキシ充填



写真－１０ グラウト充填

エポキシ系充填剤は養生時間によらず高い曲げ強度を有しており、グラウトは養生時間が長いほど曲げ強度が高くなる傾向が見られた。破壊形態では、エポキシ系充填剤は母材コンクリートの破壊、グラウトはグラウトの凝集破壊も伴っていた。

以上の結果より、２種類の充填方式を採用することとし、工場内で試験施工を実施した後に、高速道路本線での試験施工を計画した。

施工内容は以下のとおりである。

・事前作業

既設舗装撤去箇所の路面切断および端部縁切りとしてコア削孔を行う。これらは事前に実施するものとしている。

・当日作業

- ① 既設舗装撤去・既設路盤不陸整正：賽の目切りの既設舗装をクレーン機能付きバックホウにて吊上げ撤去し、既設路盤の不陸整正を行う。
- ② 接統面清掃：新旧コンクリート界面での充填材付着を確保するため、既設舗装側面の清掃を行う。特に路面切断時の汚泥を入念に清掃する。
- ③ PCa 部材設置：ビニールシートを敷設したのち、PCa 部材を設置する。設置後、吊治具・爪ジャッキなどにより所定の高さに調整する。
- ④ 裏込めグラウト充填：高さ調整により隙間ができていた路盤とPCa 部材の間に裏込めグラウトを充填する。
- ⑤ 充填材料の充填：新旧コンクリートの一体化のため、打継面処理剤を塗布し、充填材（グラウト）を充填する。
- ⑥ その他雑工：充填材充填箇所表面に注入目地を施工し、わだち部擦り付けや路面標示などを施工する。

図－6に本線試験施工①の実施工程を踏まえた1箇所あたりの施工工程を示す。概ね計画していた時間どおりに施工でき、目標としていた一般的な夜間規制時間（10時間）および車線規制にて適用可能であることを確認した。写真－14、15に着工前と完成写真を示す。

工場内試験施工での課題を含め、施工機械や人員の配置、各手順の作業性、段差擦り付け処理など、当初課題としていた項目は概ね解決することができた。

項 目	概算数量	単位	工程
カッター作業等	1	式	既設舗装撤去に必要なカッター作業、コア削孔は前日までに実施
規制作業	1	式	昼夜連続 1車線規制
準備・片づけ等	1	式	PCa 製品の受入検査等
既設舗装撤去	7.9	m ²	
路盤不陸整正	7.9	m ²	
接統面清掃	1	式	
ビニールシート敷設	8.4	m ²	
PCa 部材据付	1	枚	
PCa 部材高さ調整	1	式	
裏込めグラウト	0.2	m ³	養生（2時間）
打継用接着剤	4.8	m ²	
目地グラウト	0.1	m ³	養生（3時間）
雑工（路面標示等）	1	式	

図－6 本線試験施工①を踏まえた施工工程
昼夜連続車線規制内で昼間施工（幅3.8m×延長2.0m 1箇所あたり）



写真－14 本線試験施工①着工前



写真－15 本線試験施工①完成

本線試験施工で確認された施工の課題は以下のとおり。

・車線規制内での作業実現性

車線規制内での作業は完了することができたが、既設コンクリート舗装の縦目地が中央線の追越車線側に位置していたため、縦目地を規制範囲内に収めるには、供用車線を狭める必要があった。既設舗装の縦目地位置や確保可能な供用車線幅を事前に確認し、計画を立てる必要がある。

・セメント安定処理路盤の路盤置換え

既設舗装撤去時にセメント安定処理路盤の脆弱化が確認された。路盤の置換えにより、補充材量が想定以上に必要となった。事前調査を実施し、既設路盤状況を確認する必要がある。

・打継面処理剤の打継有効時間超過

打継面処理剤の打継有効時間が約1時間と短く、これを超過したため、再度塗布が必要となった。特に外気温が高い場合、有効時間はさらに短くなるため、夏季でも余裕ある施工を行えるよう、有効時間を延長するための改良が望ましい。

4－3 本線試験施工②

本線試験施工2箇所目は、供用中の高速道路本線において、夜間通行止めによる2車線規制下で実施した。施工箇所は、既設コンクリート舗装の段差や縦横断ひび割れの発生が著しい箇所であり、1箇所にPCa 部材6枚を連続配置し、施工を行った。

試験施工の工程は、既設舗装の切断などの事前作業を除き、PCa 部材1枚／日の設置として計6日間で補修する計画とした。既設コンクリート舗装との接統には、超速硬タイプのセメント系グラウト+打継面処理剤と発泡を抑制する改良を施したエポキシ系充填剤の2種類を選定し使用した。施工にあたって、工場内および本線試験施工①での課題を改善するた

め、各手順の作業性および施工時間、施工機械や人員配置などを考慮し、施工計画を入念に立案した。

作業内容は本線試験施工①と同様であるが、施工上での相違点は以下のとおりとなる。

・夜間通行止め2車線規制下での施工

夜間通行止め2車線規制により、施工範囲を広く確保することが可能となった。既設舗装撤去では、劣化が著しく吊上げ撤去が困難な既設コンクリート舗装を大型ブレーカーにて撤去した。揚重機械には大型フォークリフトを使用し、旋回や内空断面高さを気にすることなく作業することができた。

・充填材料2種類の併用

充填材料には、前回同様グラウト系充填材に加え、エポキシ系充填剤も使用した。エポキシ系充填剤は、工場内試験施工時に発生した発泡現象を抑える改良を行い、試験練りなどで性状を確認したうえで使用した。その結果、発泡現象は発生せず、施工時間および養生時間が短縮でき、グラウト系充填材よりも短時間で施工することが可能となった。

写真-16に完成写真を、図-7に本線試験施工の実施工程を踏まえた1枚あたりの施工工程を示す。



写真-16 本線試験施工②完成

項目	概算数量	単位	既設舗装撤去に必要なカッター作業は前日まで実施	設置	2車線通行止め規制	撤去	PCa製品の受入検査等	エポキシ系充填剤	グラウト系充填剤
カッター作業等	1	式							
規制作業	1	式							
準備・片づけ等	1	式							
既設舗装撤去	7.9	m ²							
路盤不陸整正	7.9	m ²							
接継面清掃	1	式							
ビニルシート敷設	8.5	m ²							
PCa部材据付	1	枚							
PCa部材高さ調整	1	式							
裏込めグラウト	0.2	m ³							
○グラウト+打継面処理剤									
打継面処理剤	4.8	m ²							
目地グラウト	0.1	m ³							
雑工(路面標示等)	1	式							
○エポキシ系充填剤									
エポキシ系充填剤	0.1	m ³							
雑工(路面標示等)	1	式							

図-7 本線試験施工②の実施工程

夜間通行止め2車線規制(幅3.8m×延長2.0m 1枚あたり)

概ね計画していた時間どおりに施工でき、夜間通行止め規制時間(9時間)内に補修できることを確認した。

また、改良を施したエポキシ系充填剤の使用に問題がないことが確認でき、打継面処理剤が不要であること、必要強度の発現が早いことから、施工時間を約1.5時間短縮可能であることが確認できた。

5 まとめ

各種実験および本線試験施工を通じて得られた成果は以下のとおりである。

- ・PCa部材を用いた既設コンクリート舗装の横目地部補修が実施可能であることを確認した。
- ・PCa部材を用いることで打設コンクリートの養生が不要となり、一般的な規制時間10時間内での施工が可能であることを確認した。
- ・複雑な横目地構造を工場で組み立てて内蔵することにより、現場作業時間を短縮・効率化が図れることを確認した。
- ・日々規制開放での施工および1車線規制での施工が可能であることを確認し、その施工方法を確立した。

6 おわりに

コンクリート舗装の横目地部に発生した変状の補修を、PCa部材を用いて「短時間」で再構築する工法の適用性を検討し、高速道路本線での試験施工により適用が可能であることを確認した。

重交通路線でのコンクリート舗装の目地部補修は従来工法では対応できなかったが、PCa部材を用いた施工方法を確立し、一般的な夜間規制時間内および車線規制での適用が可能となった。

今後は追跡調査を実施し、実路での長期耐久性を評価するとともに、様々な現場での普及を進めていく。また、実績を重ねる中で施工の効率化や改良を図り、更なる工法の発展を目指す所存である。

【参考文献】

- 1) 野呂直史ほか：開削調査によるコンクリート舗装目地部の劣化状況、土木学会第74回年次学術講演会公演概要集、V-429(2019)
- 2) 藤井和洋ほか：コンクリート舗装版における目地補修の施工事例、第33回日本道路会議、3123(2018)
- 3) 尾中享光ほか：コンクリート舗装の目地部補修におけるプレキャスト部材の接継材料の検討、土木学会第79回年次学術講演会公演概要集、V-244(2024)
- 4) 竹林宏樹ほか：コンクリート舗装の目地部補修におけるプレキャスト部材の適用検討、土木学会第79回年次学術講演会公演概要集、V-245(2024)