

ECI方式を活用した舗装修繕における 詳細調査から修繕設計・施工の取組

辻野 清史¹・青山 築¹・北村 侑晟¹・山田 佳祐¹

¹北陸地方整備局 金沢河川国道事務所 道路管理第二課 (〒920-8648 金沢市西念4丁目23番5号)

舗装の長寿命化を図り、ライフサイクルコストを低減していくためには、舗装の詳細調査により損傷した層を特定、劣化要因を究明し、調査結果を踏まえた修繕設計を行うことで、効率的な舗装修繕を実施していく必要がある。

本稿では、アスファルト舗装の詳細調査・修繕設計便覧の発刊後初の試みとして、国道8号白山地区にて、ECI方式を活用し詳細調査、修繕設計・施工を実施した事例を紹介する。

キーワード 舗装、長寿命化、ライフサイクルコスト、ECI方式、点検支援技術、詳細調査、修繕設計、アスファルト舗装、コンポジット舗装、中温化、シックリフト工法

1. はじめに

金沢河川国道事務所では、平成28年に舗装点検要領¹⁾が策定されて以降、5年に1回の頻度で舗装点検を実施し健全性の診断を行っている。今後の舗装維持管理において、舗装の長寿命化を図り、ライフサイクルコストを低減していくためには、舗装の詳細調査により損傷した層を特定、劣化要因を究明し、調査結果を踏まえた修繕設計を行うことで、効率的な舗装修繕を実施していく必要がある。

本稿では、アスファルト舗装の詳細調査・修繕設計便覧²⁾の発刊後初の試みとして、国道8号白山地区にて詳細調査結果を踏まえた舗装の修繕設計・施工を実施した事例を紹介する。舗装の修繕設計業務ではECI方式を活用することで、施工者の知見を活かした修繕設計を実施している。なお、国道8号白山地区の上り(富山方面)の舗装はアスファルト舗装、下り(福井方面)の舗装は、コンクリート版の上にアスファルトを舗設したコンポジット舗装となっている。



図-1 位置図³⁾

2. 各種調査

表-1に実施した調査項目を示す。路面目視調査は、今後の舗装点検業務における点検支援技術の活用を見据え、目視調査と点検支援技術を活用した調査を実施し、調査結果の比較を行った。詳細調査は、コア抜き調査、FWDたわみ量調査、開削調査に加え、コンポジット舗装区間では、コンクリート版の敷設状況を確認するため、地中レーダー探査を実施した。

表-1 調査項目

分類	調査項目	調査対象	
		白山(上り) [アスファルト舗装]	白山(下り) [コンポジット舗装]
路面目視調査	目視調査	○	○
	点検支援技術活用 (専用測定車)	○	○
詳細調査	コア抜き調査	○	
	FWDたわみ量調査	○	○
	開削調査		○
	地中レーダー探査		○

※上表の○が実施項目を示す

3. 路面目視調査

舗装の健全性はⅠ(健全)、Ⅱ(表層修繕段階)、Ⅲ(修繕段階)に分類され、健全性Ⅲは舗装の供用年数が使用目標年数を超過している場合はⅢ-1、使用目標年数未満の場合はⅢ-2に分類される。

表-2に目視調査と点検支援技術の調査結果の比較を示す。健全性IIIに着眼すると、アスファルト舗装区間では調査結果が概ね一致しているのに対し、コンポジット舗装区間では調査結果に相違がある。これは写真-1に示すようにコンポジット舗装の損傷はコンクリートの目地部に沿った線状ひび割れが特徴であることに起因しており、点検支援技術では、線状ひび割れの本数に応じてひび割れ率を算出し健全性を評価する一方で、目視調査では目地部の損傷の程度に着目し健全性を評価していることが原因と考えられる。

以上の結果から、アスファルト舗装では修繕段階とされる健全性IIIが目視調査と同等に評価されているため、点検支援技術の活用は有効であると考えられるが、一方で、コンポジット舗装の損傷を評価するためには、コンクリート舗装とアスファルト舗装の状態を複合的に組み合わせて診断する必要がある。

表-2 調査結果の比較

	健全性	目視調査	点検支援技術	延長差
		延長(km) [上下線計、全車線計]	延長(km) [上下線計、全車線計]	目視-支援技術(km)
白山地区上り [アスファルト舗装]	I	0.76	0.30	0.46
	II	0.56	1.08	-0.52
	III-1	1.00	0.94	0.06
	III-2	0.00	0.00	0.00
白山地区下り [コンポジット舗装]	I	0.02	0.00	0.02
	II	0.26	1.38	-1.12
	III-1	2.04	0.94	1.10
	III-2	0.00	0.00	0.00



写真-1 コンポジット舗装の損傷状況

4. 詳細調査

(1) 白山地区上り [アスファルト舗装]

白山地区上りは前回修繕から30年が経過しており、写真-2に示すように第2走行車線の左右両輪通過部に亀甲

状のひび割れが発生していた。表-3に目標TAを示し、表-4に既設舗装の設計条件及び舗装構成を示す。既設舗装は目標TAが37（設計要領記載の舗装計画交通量3,000<T、設計期間10年、信頼性90%、設計CBR6%）に相当するが、TAが目標に対して10.5不足していることを確認した。そのためTA不足と経年劣化が損傷原因と推定したが、第1走行車線の損傷が軽微であり疑問が残ったため、損傷原因の特定を目的として詳細調査を実施した。



写真-2 白山地区上り

表-3 目標TA（設計期間10年）⁴⁾

N _r	3,000≤T	6	90%	5	5	5	5	30	30	37.00	37
		8		5	5	5	5	30	30	34.50	34
		12		5	5	10	-	15	20	30.25	30
		20以上		5	5	5	5	10	15	26.25	26

表-4 設計条件・舗装構成

既設舗装	舗装構成					等値換算係数	TA
	表層	密粒度アスコン(20)改質I	t=5cm	1.00	5.0		
	基層	粗粒度アスコン(20)	t=5cm	1.00	5.0		
	上層路盤	瀝青安定処理	t=10cm	0.80	8.0		
	上層路盤	粒度調整碎石 M-40	t=10cm	0.35	3.5		
	下層路盤	クラッシャラン C-40	t=20cm	0.25	5.0		
	舗装厚		t=50cm	-			
	計（目標TA37.0）						26.5

調査にあたり、ECIにより参加した施工者との協力の上行ったコア抜き調査の結果を表-5に示す。第2走行車線のアスコン層厚（表層～瀝青安定処理層までの舗装厚）は事前情報と概ね合致（TA不足）していたのに対し、第1走行車線のアスコン層厚は16cm厚くなっていることを確認した。このことから第2走行車線の損傷原因是TA不足であり、第1走行車線の損傷が軽微であったのは第2走行車線より舗装厚が厚いためであると判明した。また、FWD調査の結果からも、表-5に示すように第1走行車線の残存TAは目標TAを概ね満足しているが、第2走行車線の残存TAは目標TAに対して大きく不足していた。そのため、今回は第2走行車線において舗装修繕を行うこととした。

表-5 詳細調査結果(コア抜き, FWD)

走行車線	アスコン層厚 (cm)	CBR (設計CBR6%)	残存TA (目標TA37)	目標TAとの差 (cm)
第1	36.0 (+16.0)	27.8	40.2	+3.2
		27	40.4	+3.4
		18.2	35.2	-1.8
第2	21.0 (+1.0)	14.3	21.0	-16.0
		18.5	29.3	-7.7
		11.1	20.1	-16.9

(2) 白山地区下り [コンポジット舗装]

a)亀甲状のひび割れ

白山地区の下りでは、写真-3に示すように局所的にアスファルトの亀甲状のひび割れが存在し、コンクリート版の破損や土砂化が懸念された。そこで施工者の提案により、コンクリート版の敷設状況を確認するために地中レーダー探査を行った。その結果、図-2に示すようにアスファルトの局所的な亀甲状のひび割れ箇所では、コンクリート版が未設置であることが判明した。このことからアスファルトの損傷原因は、コンクリート版の破損ではなく未設置によるものであると特定することができた。

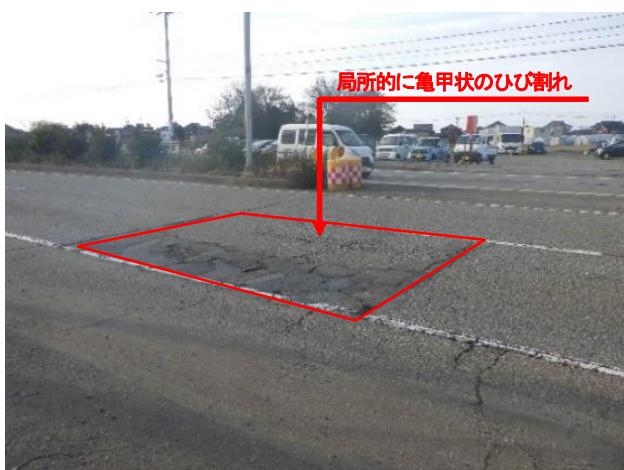


写真-3 白山地区下り

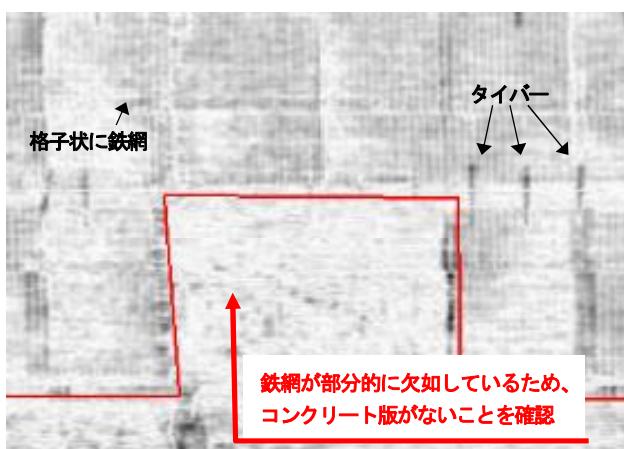


図-2 地中レーダー探査結果

b)目地部のひび割れ

コンクリート版の目地部では、写真-4に示すようにアスファルト舗装が目地に沿って著しく損傷していた。そこでコンクリート版の健全性を確認するために開削調査を実施した。調査の結果、アスファルトの損傷が著しい目地部ではコンクリート版の目地幅が一般的な目地幅（横収縮目地：6～10mm、横膨張目地：25mm）に対し、100mmと大きくなっていた。そのため、損傷原因是目地幅に起因していると特定することができた。一方でFWDたわみ量調査の結果から、表-6に示すように目地幅が100mmの目地部においても荷重伝達率は十分な値を確保しているため、コンクリート版の修繕は不要であると判断した。

表-6 コンポジット舗装のFWD調査結果

載荷位置	コンクリート上に載荷
	荷重伝達率 Eff (%)
目地幅 W=25mm	86.5 ($\geq 65^{\dagger}$...OK)
目地幅 W=100mm	75.8 ($\geq 65^{\dagger}$...OK)



写真-4 開削調査結果

5. 修繕設計・施工

(1) 白山地区上り [アスファルト舗装]

白山地区上りでは、目標TAを満足するためにアスコンを厚く打ち換える必要があった。しかし、対象路線が重交通道路であり、夜間工事にて施工時間の制約があった。そのため、施工者からの提案で、図-3に示す通り1層当たりの仕上がり厚を通常の10cmより厚い厚さで仕上げる「シックリフト工法」を採用し、3層施工とすることで施工時間の短縮を図った。シックリフト工法では仕上がり厚が厚くなることから所定の締固め度の確保に懸念があったため、コア採取による締固め度の確認に加え、アスファルト密度測定器を使用し、現場で締固め度の確認と再転圧を行うことで品質を確保した。また、舗装仕上がり厚が厚くなり、交通開放温度までの温度低下に時間を要することが懸念されたため、中温化添加剤入りの材料を使用しアスファルト混合物の温度を低下させることで問題を解決した。

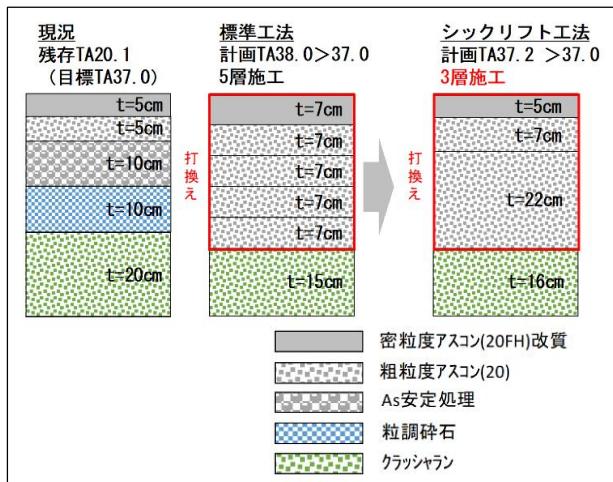


図-3 舗装の断面構造

(2) 白山地区下り [コンポジット舗装]

白山地区下りは目地幅が100mmと前例のない事例であったため、試行的にリフレクションクラック抑制対策を講じて復旧し、経過観察を行った上で補修方法を検討することとした。対策内容は施工者からの提案で、図-4に示すガラス繊維系のクラック抑制シートの敷設、中間層への改質系材料の使用、50mmのカッタ目地とした。その後の経過観察の結果、写真-5に示すように約半年が経過した段階で目地に沿ってクラックが発生し、カッタ目地とクラックの間で沈下が確認された。このことから今回のリフレクションクラック抑制対策では、目地幅100mmの目地部において対策不十分であることが判明した。今回の結果を踏まえ、引き続き目地部及び欠損部の補修方法について検討していく予定である。

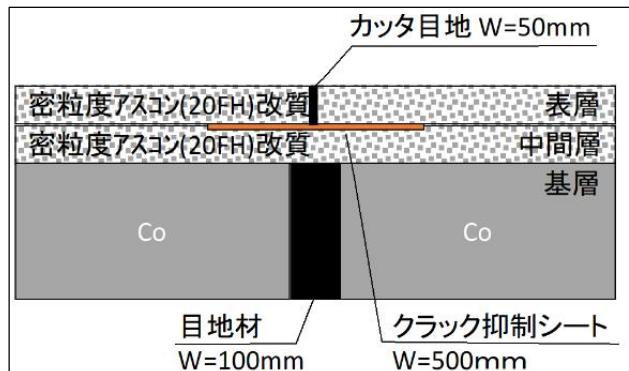


図-4 リフレクションクラック抑制対策



6. おわりに

今回のECI方式により、施工者の知見を活かし、工程計画や品質確保、施工性において施工の確実性を確認したうえで設計を実施できたことが良かった点といえる。また、設計者及び施行者との意見交換会では、お互いのノウハウを学びスキルアップにつながったなどの返答があった。しかし、施工者の協力内容の明確化や設計者と施工者のスケジュールの調整方法、業務発注手続きの簡素化が今後のECI方式の活用における課題として挙げられる。

今後は、上記の課題解決と並行して、DXを活用した生産性の向上、舗装修繕設計・施工のノウハウの継承等により、舗装のメンテナンスサイクルのスパイラルアップについて検討していく必要がある。

謝辞

本論文の作成にて、ご指導・ご協力いただいた皆様に感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 国土交通省道路局 (2016) : 舗装点検要領
- 2) (公社) 日本道路協会 (2023) : アスファルト舗装の詳細調査・修繕設計便覧
- 3) 国土地理院: 地理院地図.
- 4) 北陸地方整備局: 設計要領〔道路編〕 (R4.4)