

コンクリート床版用橋面舗装における 高浸透型防水材料および改質グースの適用検討

(株)NIPPO 総合技術部 技術研究所
(国研)土木研究所 舗装チーム

○菊池 玲児
川上 篤史

1. はじめに

道路橋は道路交通網に必須の設備であり、代替路の確保が難しいため一般道路に比べ長期供用性が求められている。近年、道路橋コンクリート床版(以下、Co床版)に生じる損傷形態は「疲労」だけでなく多岐にわたっており、中でも舗装下の床版上面の「土砂化」が顕在化している。その要因は床版面への雨水や塩分の浸水であると考えられており水の浸入防止対策が重要である。また、Co床版にグースを適用する事例が見られるが、施工中に発生するプリスタリングに課題が残っている。本課題に対する舗装面からの対策としては「防水」を確実に実施するとともに、床版を補強することが有効であると考えられる。NIPPO と土木研究所は、共同研究「防水性を高めた Co 床版用橋面舗装の実用化に関する研究」を行い、水密性・耐久性の高い舗装と高浸透型防水材料(以下、浸透防水材料)を適用することで、より防水性に優れた橋面舗装技術を開発している。本報では、改質グースアスファルト混合物(以下、検討グース)と浸透防水材料の性状およびそれらを適用した舗装構造(以下、開発工法)のプリスタリング抑制効果、防水性能および耐久性等の検討結果を報告する。

2. 開発コンセプト

本 Co 床版用橋面舗装技術の開発コンセプトは、防水性能の確保をはじめ長寿命化に資すること念頭に以下のとおり設定した。

- ・耐久性向上：レベリング層に求められる耐久性確保(動的安定度 1,000 回/mm 以上)
 - ：プリスタリング抑制
 - ：床版補強または劣化抑制機能の追加
- ・作業環境改善，省エネルギー：混合物温度・臭気低減
- ・防水性向上：施工継目，舗装端部の止水性向上
- ・施工性維持：汎用機械による施工と施工性の確保

3. 検討グースの概要

(1) バインダ性状

バインダ性状を表-1 に示す。本バインダは過去の研究¹⁾を基本として開発した専用バインダを適用した。耐流動性および疲労ひび割れ抵抗性の向上を目的としている。

表-1 バインダ性状

項目		試験値	目標性状
針入度 (25°C)	1/10mm	30	20~40
針入度 (60°C)	1/10mm	147	80~180
軟化点 (R&B)	°C	106.0	80.0以上
引火点 (COC)	°C	330	260以上
薄膜加熱質量変化率	%	-0.03	0.6以下
薄膜加熱後の針入度残留率	%	86.7	65.0以上
曲げ仕事量 (-10°C)	$\times 10^{-3}$ MPa	1,320	750以上
曲げスティフネス (-10°C)	MPa	41	80以下
$G^*/\sin\delta$	kPa	25	15以上
密度 (15°C)	g/cm ³	1.021	報告

(2) 検討グースの性状

検討グースの混合物温度は 190±10°Cを標準としている。混合物性状の比較結果を表-2 に示す。動的安定度は 1,969 回/mm であり、目標とした 1,000 回/mm 以上を確保している。特に疲労ひび割れ抵抗性の一指標である曲げ疲労破壊回数(0°C, 500 μ , 5Hz)は 480,000 回と大きく改善している。その他の項目は TLA グースと同等である。

表-2 混合物性状比較

項目	目標値	検討グース	TLAグース	
混合物温度	°C	190±10	190	240
リュエル流動性	秒	3~20	12.5	15
動的安定度	回/mm	≥1,000	1,969	330
貫入量	mm	1~6	1.6	2.2
曲げ破断ひずみ	$\times 10^{-3}$	≥8.0	8.6	8.2
曲げ疲労破壊回数 (0°C, 500 μ , 5Hz)	回	—	480,000	8,000

(3) 臭気

臭気の評価方法は、臭気判定士により臭気濃度と臭気指数を、ニオイセンサにより臭気レベルを測定した。評価結果を表-3 に示す。検討グースは TLA グースと比較して大幅に低減していることを確認した。

表-3 臭気の評価結果

項目	検討グース	TLAグース
臭気濃度	730	13,030
臭気指数	29	41
臭気レベル(ピーク値)	546	1,320

4. 高浸透型防水材の概要

浸透防水材の性状を表-4に示す。特徴のひとつとして低温下(5℃)においても低い粘性を保持できる材料である。浸透防水材は複合防水工法に用いられている一次防水層であり、高い防水効果に加えて剛性の回復やひび割れの抑制といった補修効果を有し、Co床版の延命に大きな効果が期待できる材料である²⁾。

5. 開発工法の各種性能試験

(1) ブリスタリング抑制効果

グース施工を模した室内試験³⁾において、コンクリートJIS平板に浸透防水材を塗布し、硬化前に4号珪砂を散布・固着させ、硬化後、その上面に検討グース流し込み、施工中に発生するブリスタリングの抑制効果を確認している。そこで本検討では、実大レベルでのブリスタリング抑制効果を検証した。その結果、図-1、写真-1に示す通り、浸透防水材を塗布した面はブリスタリング発生数が少なくなることを確認した。

(2) 防水基本性能

開発工法は、Co床版面に浸透防水材0.35kg/m²を塗布し、硬化前に4号珪砂0.25kg/m²を散布する。硬化固着後、検討グースを直接舗設する構造である。本工法の防水基本性能を表-5に示す。本工法はCo床版防水に求められる規格値⁴⁾を全試験項目で満足している。

(3) 耐久性

床版と防水層(舗装)との付着性能が舗装全体の耐久性に影響があると考えられるため、床版上のアスファルト舗装の付着疲労耐久性を検討した。検討方法は、水浸ホイールトラッキング試験を用いた既往の検討事例⁵⁾を参考に、一部試験条件を変えて側方変位量を計測した。試験条件を表-6に、試験結果を表-7に示す。側方変位量は0mmであり、23℃における引張接着強度は、試験輪の走行・非走行箇所ともに基準値⁴⁾を満足しており、本試験条件においては付着疲労耐久性を有することを確認した。

6. まとめと今後の研究

これまでの検討により、本工法は動的安定度1,000回/mm以上をはじめ、橋梁レベリング層用混合物としての性能やCo床版に必要な防水性能を有することを確認した。

今後は土木研究所舗装走行実験場において試験施工を実施し、本工法の施工性や長期耐久性を評価する予定である。併せて舗装端部や施工打継目に適した水密性・耐久性の高い目地構造の検討とその評価手法の検討も行っており、水密性・耐久性の高い混合物、浸透防水材および目地構造の3点に着目したCo床版防水技術の確立を行い、コンクリート橋面舗装への適用を検討していく所存である。

表-4 浸透防水材の性状

項目	試験方法	試験条件	単位	試験値
粘 度	JIS K 6833	20℃	MPa・s	23
		5℃	MPa・s	39
可使時間	温度上昇法	20℃	分	11
硬化時間	トライングレウダ法	20℃	時間	0.3
圧縮強さ	JIS K 7208	20℃7日	N/mm ²	48.4
圧縮弾性率	JIS K 7208	20℃7日	N/mm ²	1,365
曲げ強さ	JIS K 7203	20℃7日	N/mm ²	39.3
引張強さ	JIS K 7113	20℃7日	N/mm ²	21.8
引張せん断接着強さ	JIS K 6850	20℃7日	N/mm ²	17.4

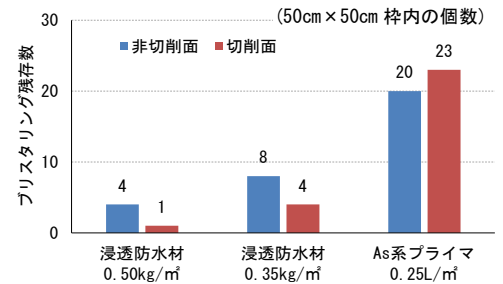


図-1 ブリスタリング残存数

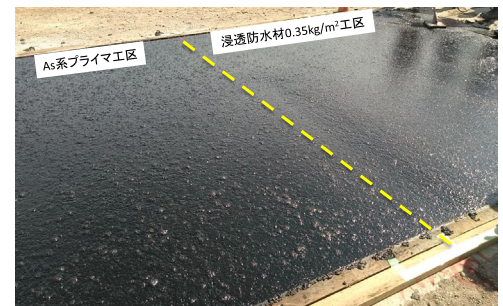


写真-1 グース施工面

表-5 防水基本性能

項目	試験温度	単位	試験値	規格値	
防水性試験Ⅱ	23℃	—	漏水なし	漏水なし	
	23℃	N/mm ²	1.39	0.6以上	
引張接着試験	-10℃	N/mm ²	2.51	1.2以上	
	23℃	%	89	50%以上	
せん断試験	強度	23℃	N/mm ²	0.54	0.15以上
		-10℃	N/mm ²	3.41	0.8以上
	変位量	23℃	mm	1.6	1.0以上
		-10℃	mm	1.3	0.5以上
耐薬品性試験	23℃	—	異常なし	異常なし	

表-6 付着疲労試験条件

項目	負荷条件
養生方法	60℃、気中、12時間 60℃、水中、1時間
走行速度	42回±1回/分
走行距離	230±10mm
トラバース速度	100mm/分
トラバース幅	100mm
走行時間	6時間※
水 位	供試体天端+5mm

※変更箇所

表-7 付着疲労試験結果

項目	浸透防水材		As系プライマ
	負荷後	負荷前	負荷後
側方変位量(6点平均値) (mm)	0	—	6
引張接着強度(走行箇所) (N/mm ²)	1.5	1.4	1.5
引張接着強度(非走行箇所) (N/mm ²)	1.2	φ100mm 供試体	0.8

<参考文献> 1)菊池, 安藤: 鋼床版用改質グースアスファルト混合物の開発, 第32回日本道路会議, 2017, 2)前島ほか: 高浸透型防水材によるRC床版の耐疲労抵抗性向上効果, 第14回北陸道路舗装会議, 2018, 3)菊池, 小幡: コンクリート床版内部の水分蒸発に起因するブリスタリング抑制に関する検討, 第33回日本道路会議, 2019, 4)社団法人 日本道路協会 道路橋床版防水便覧(平成19年3月版), 5)竹林ほか: 床版とアスファルト舗装の付着疲労抵抗性に関する室内試験方法の検討, 第33回日本道路会議, 2019