

新技術を採用した跨線橋舗装補修



菅井 文彦



長谷川 直久

REPORT

技術本部 道路構造部
菅井 文彦

技術本部 道路構造部
長谷川 直久 技術士(建設部門)

概要

札幌市が管理する山本跨線橋は、舗装の流動化やポットホールなどの損傷が著しく、利用者からは安全な走行性の確保が求められている。現状の維持管理での補修を要する箇所については、常温舗装材などを用地都度対応しているが、限界に近い状況となっている。

本稿では、通行の安全性向上と今後の維持管理の軽減を図ることを目的とし、経済的且つ確実な舗装補修工法を提案した事例について紹介する。

キーワード | 樹脂防水一体型アスファルト舗装、テープ型導水帯、流動化、ポットホール

1. はじめに

(1) 跨線橋の概要

山本跨線橋は、札幌市厚別区の北西に位置し、一般市道山本線においてJR函館本線及び市道2路線（鉄北線、厚別東町31号線）を跨ぐ、橋長277.70mの長大橋であり、アプローチ部の擁壁まで全て含めると施設延長は430mとなる（図-1）。橋梁形式は、JR真上区間は鋼床版（L=92.9m）、その前後はコンクリート床版（南側がL=52.95m、北側がL=131.85m）であり、昭和59年に供用を開始し、架橋後39年経過していることから、老朽化が進行している状況である。

本橋梁は街路事業により架け替えが予定されているが、最短でも令和9年度ということから、5年程度は維持管理により、現道機能を確保させながら安心安全な交通環境を提供しなければならない。

表-1 山本跨線橋 諸元

項目	山本跨線橋
路線名	一般市道 山本線
交差物名	JR函館本線（管理者：北海道旅客鉄道株）
道路規格	4種2級
設計速度	60km/h
橋長	277.70m
幅員	全幅員=11.00m 0.60m（地覆）+7.50m（車道）+2.50m（歩道）+0.40m（地覆）
活荷重	TL-20 t（一等橋）
上部工形式	A1-P2 : 2径間連続PCポステン中空床板 P2-P5 : 3径間連続鋼床版板桁（合成） P5-P7 : 2径間連続PCポステン中空床板 P7-A2 : 3径間連続PCポステン中空床板
下部工形式	場所打ち杭/壁式橋脚/RC
添架物	配線（照明、横断歩道橋）
供用開始	1984（S59）年9月1日
供用年	39年
維持管理区分	①（JRを跨ぐ橋梁）※100年以上、予防保全（1）
補修履歴（舗装）	H14、H16、H25（別途詳細資料参照）

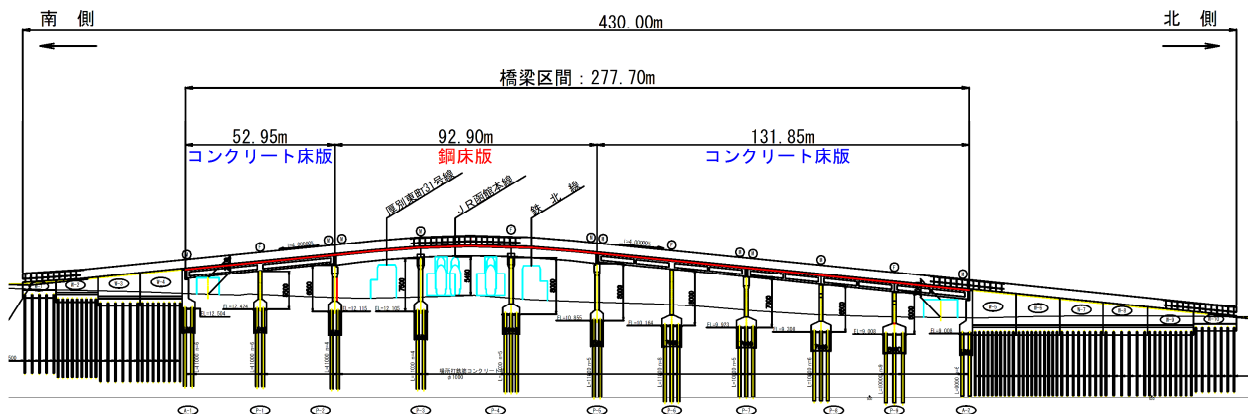


図-1 山本跨線橋 側面図

(2) 一般市道（山本線）の概要

一般市道山本線は、厚別区内を南北に縦断し、JR函館本線を跨ぐ重要路線である。しかし交通容量9,600台/日に対して、2.3倍の実交通量（22,000台/日）があり、且つ橋梁区間は車線数が片側1車線であることから、慢性的な渋滞が発生している。特に冬期間は、北側にある雪堆積場への主要なルートとなっており、除排雪のダンプの往来が非常に多く、交通環境は良いとは言えない状況である（写真-1）。



写真-1 橋梁区間（山本跨線橋） 渋滞状況

(3) 損傷状況

本橋における顕著な損傷は、ポットホールと流動化である（写真2～4）。特に鋼床版区間は、鋼床版上面が露出するに至るまでのポットホールも見られ、通行車両の走行性を著しく低下させている。

舗装の流動化については、調査時期が冬期間で路肩部に雪が堆積していたため、目視による確認は出来なかったが、過年度点検の結果から流動化した舗装が路肩部に盛り上がっているのを確認することが出来る。またひび割れについては、道路センター位置に発生しているものが多くみられる。これは舗装の流動化により、打ち継ぎ目が開いている可能性もあり、より高性能な舗装材の使用が望ましいと考えられる。

このような状況から橋面防水は未施工であると思われるが、令和4年3月3日に実施したポットホールの補修作業にて、橋面防水層（ウレタン樹脂系）を確認した。但し防水層は破断した状態であり、現在の防水機能はないものと判断できる。



写真-2 舗装流動化状況

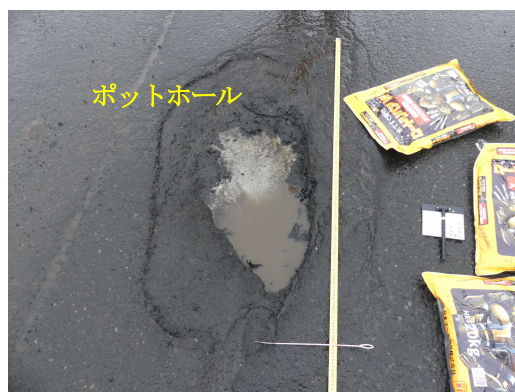


写真-3 ポットホール状況



写真-4 鋼床版露出状況

2. 工法検討

(1) 補修方法

設計対象となる鋼床版区間は供用を開始してから平成14年と平成25年の2度のオーバーレイを行っているが、基層の打ち換えは行っていない。このため、材料の経年劣化及び大型車交通量の影響により、毎年ポットホール等の損傷が発生しているものと考えられる。よって、当該箇所は基層からの打換えが妥当と判断した。

・補修方法：舗装打換え（基層+表層）

(2) 打換え材料の選定

打換え材料は、「札幌市 橋梁長寿命化設計施工ガイドライン」に準拠し比較選定した。本橋梁は、縦断勾配が4%ときつく、舗装面にすべり抵抗が大きく作用するため、舗装の強度、付着性、追従性が求められる。よって材料選定は、基層を「グースアスファルト」、表層を「改質Ⅱ型細密粒度ギャップアスコン」で検討する。また、ガイドラインに記載されている砕石マチック（SMA）舗装については、本工事が全面打換えであることや鋼床版への敷設で損傷事例が確認されていることから比較材料から除外した。

表層：改質Ⅱ型細密粒度ギャップアスコン t=40 mm

基層：グースアスファルト舗装 t=40 mm

(3) 舗装補修工法の比較検討

前項では、基層をグースアスファルト舗装と選定したが、グースアスファルト舗装は、通常のアスファルト混合物に比べ、アスファルトと石粉を多量に使用しており、施工時は高温にして流し込む工法である。流し込み施工のため、充填性に優れ、たわみへの追従性にも優れている。但し、①施工機械が特殊であり北海道には無く道外から運搬しなければならないことや、②夏季に流動しやすい、③材料が海外製のため供給が不安定などのデメリットもある。

グースアスファルトの使用状況等を調査した結果、土木研究所が各道路メーカーと共同で新工法を研究開発していたことを確認した。

新技術の工法は、2021年度初旬に実用化されていたため、工法選定の候補とした。前述の研究開発結果を基に、以下の3工法を比較検討した結果を表2.1に示す。

第1案 グースアスファルト舗装（既存推奨技術）

第2案 改質グースアスファルト舗装（研究開発-新技術）

第3案 樹脂防水一体型アスファルト舗装(研究開発-新技術)

比較検討の結果、第3案樹脂防水一体型アスファルト舗装を選定した。主な選定理由は以下の通りである。

- ・最も安価であったこと。
- ・一般の機械で施工可能なこと。
- ・札幌市での実績があること。

表-2 舗装補修工法の比較検討表

項目	第1案：グースアスファルト舗装	第2案：改質グースアスファルト舗装	第3案：樹脂防水一体型アスファルト舗装																																																																																																									
舗装構成図	(参考) 	(参考) 	(参考) 																																																																																																									
基層	グースアスファルト混合物 t=40mm ・たわみ追従性に優れ、グースアスファルト層で防水層の役割をはたす ・実績がある ・ボルト添接部においては、防水機能を果たすため十分な厚さを確保できない。(必要厚さ t=10mm を確保できない)	改質グースアスファルト t=40mm ・たわみ追従性、耐久性に優れる ・従来の舗装に替わる防水性を高めた橋面舗装⇒土木研究所との共同研究 ・鋼床板上のたわみ大に適用可能	樹脂防水一体型アスファルト t=40mm ・たわみ追従性、耐久性に優れる ・従来の舗装に替わる防水性を高めた橋面舗装⇒土木研究所との共同研究 ・鋼床板上のたわみ大に適用可能																																																																																																									
工法概要	①流動性があるグースアスファルト混合物を流し込み敷き均す工法。 ②細骨材及びアスファルト量が多いグースアスファルト混合物の特徴である優れた防水性、たわみ追従性を活かし、主に鋼床版橋面舗装の基層として用いられる。	①通常のグースアスファルト舗装で使用する TLA（トリニダットレイクアスファルト）の代わりに特殊添加剤を添加した特殊改質アスファルトを使用することによって、通常のグースアスファルト舗装に比べて「流動抵抗性」や「ひび割れ抵抗性」等の耐久性を大幅に改善した鋼床版舗装材。	①加熱アスファルト混合物を敷きならすことで、植物系樹脂が溶融し、アスファルト混合物と床版が密着するとともにキャピタリを充填する。 ②接着防水材は低温から高温まで高い接着強度を示すため、通年で床版と舗装を一体化させることができる。 ③接着防水材の軟化点が80℃と高く、施工機械が走行しても防水面を乱さないため、確実に接着性と防水性が得られる。																																																																																																									
施工手順																																																																																																												
長所	①通常より多くのアスファルト、石粉を使用しており不透水性で、たわみに対する追従性が高い。 ②グースアスファルト混合物は、高温時に高い流動性を有し、一般のアスファルト舗装の様な転圧を要しない、流し込みが可能。	①従来のグースアスファルトより、耐流動性・たわみ追従性に優れる。 ②従来のグースアスファルトより、臭気が軽減されている。 ③混合物温度は、200℃程度であり、従来のグースアスファルトより約40℃程度低減できる。	①特殊な施工機械が不要 ②高い耐流動性とたわみ追従性 ③材料の入手が容易																																																																																																									
短所	①臭気が発生する ②夏季に流動しやすい（バインダリッチであるため） ③材料の供給が不安定（TLA）を使用する ④施工機械が特殊である（グースクッカー車、グースフィニッシャー）	①臭気が発生する（通常グースよりは低減） ②施工機械が特殊である（グースクッカー車、グースフィニッシャー）	①材料が高価である																																																																																																									
施工日数	施工日数 10日程度	施工日数 10日程度	施工日数 10日程度																																																																																																									
概算工事費（直工）	<table border="1"> <thead> <tr> <th>工種</th> <th>数量</th> <th>単位</th> <th>単価(円)</th> <th>金額(円)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>路面切削</td> <td>700</td> <td>㎡</td> <td>540</td> <td>378,000</td> </tr> <tr> <td>般運搬</td> <td>56</td> <td>㎡</td> <td>1,450</td> <td>81,200</td> </tr> <tr> <td>床版研削</td> <td>700</td> <td>㎡</td> <td>3,460</td> <td>2,422,000</td> </tr> <tr> <td>基層(材工)</td> <td>700</td> <td>㎡</td> <td>10,190</td> <td>7,133,000</td> </tr> <tr> <td>表層(材工)</td> <td>700</td> <td>㎡</td> <td>3,600</td> <td>2,520,000</td> </tr> <tr> <td colspan="4">(α = 1.00)</td> <td>計 12,534,200</td> </tr> </tbody> </table>	工種	数量	単位	単価(円)	金額(円)	路面切削	700	㎡	540	378,000	般運搬	56	㎡	1,450	81,200	床版研削	700	㎡	3,460	2,422,000	基層(材工)	700	㎡	10,190	7,133,000	表層(材工)	700	㎡	3,600	2,520,000	(α = 1.00)				計 12,534,200	<table border="1"> <thead> <tr> <th>工種</th> <th>数量</th> <th>単位</th> <th>単価(円)</th> <th>金額(円)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>路面切削</td> <td>700</td> <td>㎡</td> <td>540</td> <td>378,000</td> </tr> <tr> <td>般運搬</td> <td>56</td> <td>㎡</td> <td>1,450</td> <td>81,200</td> </tr> <tr> <td>床版研削</td> <td>700</td> <td>㎡</td> <td>3,460</td> <td>2,422,000</td> </tr> <tr> <td>基層(材工)</td> <td>700</td> <td>㎡</td> <td>14,280</td> <td>9,998,000</td> </tr> <tr> <td>表層(材工)</td> <td>700</td> <td>㎡</td> <td>3,600</td> <td>2,520,000</td> </tr> <tr> <td colspan="4">(α = 1.23)</td> <td>計 15,397,200</td> </tr> </tbody> </table>	工種	数量	単位	単価(円)	金額(円)	路面切削	700	㎡	540	378,000	般運搬	56	㎡	1,450	81,200	床版研削	700	㎡	3,460	2,422,000	基層(材工)	700	㎡	14,280	9,998,000	表層(材工)	700	㎡	3,600	2,520,000	(α = 1.23)				計 15,397,200	<table border="1"> <thead> <tr> <th>工種</th> <th>数量</th> <th>単位</th> <th>単価(円)</th> <th>金額(千円)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>路面切削</td> <td>700</td> <td>㎡</td> <td>540</td> <td>378,000</td> </tr> <tr> <td>般運搬</td> <td>56</td> <td>㎡</td> <td>1,450</td> <td>81,200</td> </tr> <tr> <td>床版研削</td> <td>700</td> <td>㎡</td> <td>3,460</td> <td>2,422,000</td> </tr> <tr> <td>基層(材工)</td> <td>700</td> <td>㎡</td> <td>7,890</td> <td>5,523,000</td> </tr> <tr> <td>表層(材工)</td> <td>700</td> <td>㎡</td> <td>3,600</td> <td>2,520,000</td> </tr> <tr> <td colspan="4">(α = 0.87)</td> <td>計 10,924,200</td> </tr> </tbody> </table>	工種	数量	単位	単価(円)	金額(千円)	路面切削	700	㎡	540	378,000	般運搬	56	㎡	1,450	81,200	床版研削	700	㎡	3,460	2,422,000	基層(材工)	700	㎡	7,890	5,523,000	表層(材工)	700	㎡	3,600	2,520,000	(α = 0.87)				計 10,924,200
工種	数量	単位	単価(円)	金額(円)																																																																																																								
路面切削	700	㎡	540	378,000																																																																																																								
般運搬	56	㎡	1,450	81,200																																																																																																								
床版研削	700	㎡	3,460	2,422,000																																																																																																								
基層(材工)	700	㎡	10,190	7,133,000																																																																																																								
表層(材工)	700	㎡	3,600	2,520,000																																																																																																								
(α = 1.00)				計 12,534,200																																																																																																								
工種	数量	単位	単価(円)	金額(円)																																																																																																								
路面切削	700	㎡	540	378,000																																																																																																								
般運搬	56	㎡	1,450	81,200																																																																																																								
床版研削	700	㎡	3,460	2,422,000																																																																																																								
基層(材工)	700	㎡	14,280	9,998,000																																																																																																								
表層(材工)	700	㎡	3,600	2,520,000																																																																																																								
(α = 1.23)				計 15,397,200																																																																																																								
工種	数量	単位	単価(円)	金額(千円)																																																																																																								
路面切削	700	㎡	540	378,000																																																																																																								
般運搬	56	㎡	1,450	81,200																																																																																																								
床版研削	700	㎡	3,460	2,422,000																																																																																																								
基層(材工)	700	㎡	7,890	5,523,000																																																																																																								
表層(材工)	700	㎡	3,600	2,520,000																																																																																																								
(α = 0.87)				計 10,924,200																																																																																																								
総合評価	<ul style="list-style-type: none"> ・2番目に高価である。 ・専用の施工機械が必要である。 ・材料は、輸入品を要する。 	○	<ul style="list-style-type: none"> ・最も高価である。 ・専用の施工機械が必要である。 	△	<ul style="list-style-type: none"> ・最も安価である。 ・専用の施工機械が不要である。 ・材料は、国内で調達可能であり、輸入を要さない。 	◎																																																																																																						

(4) 排水システム（導水）の検討

排水システムは、舗装表面やひび割れ部分などから流入した水が、床版上面や床版防水層上に滞留することを防ぐための設備である。一般的にはパイプ型の有孔管を基層内に設置し使用しているが、基層に樹脂防水一体型アスファルトを使用する本工法においては、表層にパイプ型の有孔管を置かなければならない。この場合、有孔管上面の舗装厚が2cmとなり、十分な舗装厚を確保できないため、クラック発生の原因となる。

本橋梁では、流動化による損傷が問題視されており、薄層部の強度低下は損傷に直結するものと考え、よって、所定の舗装厚を確保できる方法が良いと考え、テープ型による排水システムを採用した（写真5～6）。また、もうひとつの採用理由として、滞水の恐れがある箇所から、排水桝へ逆勾配でも導水効果（サイフォン原理と毛細管現象）があるためである。



写真-5 導水テープ、導水パイプ対比①

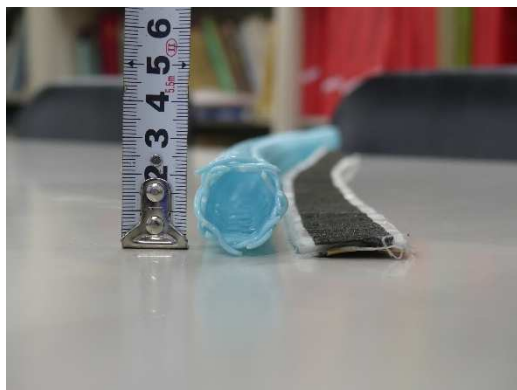


写真-6 導水テープ、導水パイプ対比②

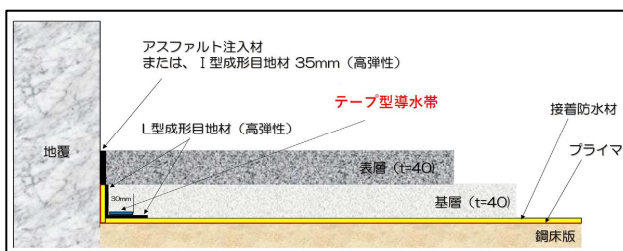


図-2 テープ型導水帯設置方法

3. おわりに

本工法は令和4年11月に施工された。最も懸念していた夏場の流動化については、本稿を作成している8月中旬においても平坦性が保たれていたことから、耐流動性において優れていることは実証された（写真7～8）。今後は、この厳しい交通環境下において2年3年と使用していく中で、どの程度現状の平坦性を保てるか、またポットホールなどの変状が出現しないかなど、追跡確認することが必要であると思われる。その結果を踏まえ、今後同様の課題を抱える橋梁への展開や、鋼床版の新橋に対してもグースアスファルトではなく、樹脂防水一体型を採用することにより、長寿命化を図ることが可能になることを期待するものである。

最後に、本稿を作成するにあたり、弊社技術レポートの主旨にご理解いただき、多大なるご指導をいただきました札幌市厚別区土木センター様、東亜道路工業様に深く御礼申し上げます。



写真-7 補修後状況①



写真-8 補修後状況②