平成22年度

白鳥大橋に求められる役割についての一考察

－　FRP製マンホールによる予防的修繕と見学会から得られた知見　－

室蘭開発建設部　室蘭道路事務所　計画課　○松島哲郎
室蘭道路事務所　　所長　　安倍明政
技術管理課　企画調整係　　小野裕二

一般国道37号 白鳥大橋は、室蘭市に位置する橋長1,380mの吊橋である。本橋は、平成10年6月に供用を開始し、現在は交通の要というだけではなく、胆振地域のシンボル的存在、即ち観光振興に資する側面をも担っている。そのため、供用後12年を経過した今日においても、土木技術者のみならず、一般の方も含め、多くの見学者が訪れており、ニーズの高さが垣間見える。
さらに、本橋のような長大橋は、架け替えなどが非常に困難であるため、計画的かつ的確な保守、点検などを行い、橋梁全体としての長寿命化を図っていくことも大きな命題である。よって、予防的修繕の一環として、平成22年度に、損傷を受けている鋼製マンホールを、FRP製のものへ交換を行い、ライフサイクルコストの低減に努めた。本論文では、これらの施策によって得られた知見を報告する。

キーワード：白鳥大橋、予防的修繕、観光振興、FRP製マンホール

1．はじめに

近年、公共事業に対してのコスト意識の向上と共に、内閣府による「行政刷新会議[1)]」によって、道路整備などの新規事業だけでなく、維持管理費に対しても予算が削減されている[2)]。さらに、平成22年度の国土交通省関係予算[3)]では、既存予算を抜本的に見直し、維持管理に係わる直轄事業負担金が廃止[4)]となり、施策の大幅な転換が求められた。

よって、北海道開発局では、平成22年4月より、全道的に道路の維持管理水準を変える取組みを行い、路面清掃の回数や除雪の出動基準を変更している[5)]。さらに、室蘭開発建設部においても、新たな「道路維持管理計画[6)]」を策定し、運用している次第である。

また、近年、「景観緑三法[7)]」や「観光立国推進基本法[8)]」が施行され、「景観」や「観光振興」に関する関心も高まっている。よって、道路事業においても、「安心･安全」、及び「快適･便利」という機能性の追求も重要[9)]であるが、地域の美観性の向上などにも趣を置く必要がある[10)]。

よって、北海道スタンダード[11)]に示されている地域特性を活かした効率的、かつ効果的な社会資本整備と共に、良好な景観形成を図ることは、地域の方の誇りと愛着の醸成などに貢献し[12)]、高いポテンシャルを秘めている。

これらの状況を踏まえて、本論文では、橋梁の予防的修繕[13)]によるライフサイクルコスト[14)]縮減と、各種見学会のアンケート調査などから得られた知見について、室蘭市、及び室蘭商工会議所で行った観光ニーズ調査結果なども交えて、報告するものである。

図-1　白鳥大橋の架設位置[15)]

写真-1　ライトアップされた白鳥新道の夜景[21)]

Tetsurou Matsushima, Akimasa Abe, Yuji Ono.

2．地域における白鳥新道の役割とは

一般国道37号白鳥新道は、北海道室蘭市に位置し、特定重要港湾室蘭港の湾口部を結ぶ橋梁群(図-1)[15]である。白鳥大橋は、国内で唯一積雪寒冷地に架設された長大吊橋[16]であり、着雪などの積雪寒冷地特有の課題も抱えているが、それらの解決にも日々努力[17) 18) 19]している。

本橋は、当初から景観検討[20]が行われ、道路という機能性の面だけではなく、美しい夜景(写真-1)[21]など、観光振興の側面からの期待も寄せられている[22]。これは、夜間、白鳥大橋を彩るライトアップが、室蘭市の風力発電事業[23]の一環であることからも、地域からの期待の高さが伺える。さらに、北海道庁の「北海道デシタル図鑑[24]」に採択されていると同時に、独立行政法人 土木研究所 寒地土木研究所が行った調査「ユーザーが選ぶドライブしたい道、景色のよい道[25]」においても、一定の評価が得られている。

さらに、後述する観光ニーズ調査結果や、民間主導による、多くの白鳥大橋に係わるイベント[26) 27]の開催状況などからも、道路という存在だけではなく、胆振地域のシンボル的存在となっていることが伺える。

なお、今日のこれらの成果は、白鳥新道建設当時から、見学会や情報発信などを精力的に行っていた[28]のと同時に、地域の方々の数多くの啓蒙活動などの上に培われたものであり、敬意を表する次第である。

3．室蘭市観光ニーズ調査結果からの知見[29) 31) 32]

室蘭市は内浦湾に面し、西に突出した馬蹄形の半島の懐に天然の良港を抱く工業都市である。市の北側の室蘭岳を頂点とし、南へ向かって扇状の地形に市街地が形成されている。よって、室蘭市観光振興計画[22]により「港・海・景観を活かした観光の推進」が施行されている。

(1) 室蘭市の魅力は

室蘭商工会議所が、平成15年度に室蘭観光に訪れた人を対象とした「観光アンケート調査[29]」を行った。そのなかで「室蘭市で魅力を感じるもの」についての調査結果を図-2に示す。

最多回答は、「室蘭八景[30]」に包括される「地球岬」であったが、2番目に「白鳥大橋」との回答が得られており、本橋は観光的にも魅力を有していることが伺える。

(2) 室蘭市のモビリティは

室蘭市都市建設部が、平成18年度に地域住民を対象とした「市民アンケート調査[31]」を行った。そのなかで「室蘭市内で移動する際に主に利用する交通手段」についての調査結果を図-3に示す。

室蘭市は坂が多いこともあり、83%の方が「自家用車」と回答している。市内の移動は自家用車への依存度が高いことが明らかとなり、道路需要の高さが伺える。なお、「自家用車」は、バイクなどの自動2輪車も含まれている。

また、それら移動の際に白鳥大橋を通行した場合の移動目的を調査した結果を、図-4に示す。

「その他・未回答」を除くと、「買い物」が一番多く20%、次に「仕事での移動」が14%と、公私共に活用されていることが明らかとなった。

(3) 室蘭市を訪れた人の満足度は

室蘭市経済部観光課が、平成21年度に室蘭観光に訪れた人を対象として「観光に関するアンケート調査[32]」を行った。その結果を抄出したものを次に示す。

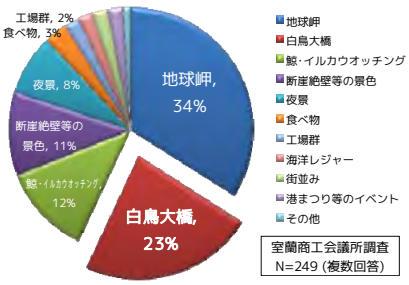

図-2　室蘭市で魅力を感じるもの[29]

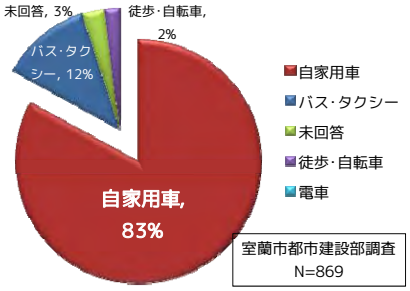

図-3　室蘭市内での主たる移動手段[31]

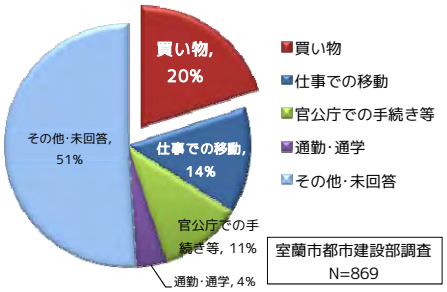

図-4　白鳥大橋を通行した移動目的[31]

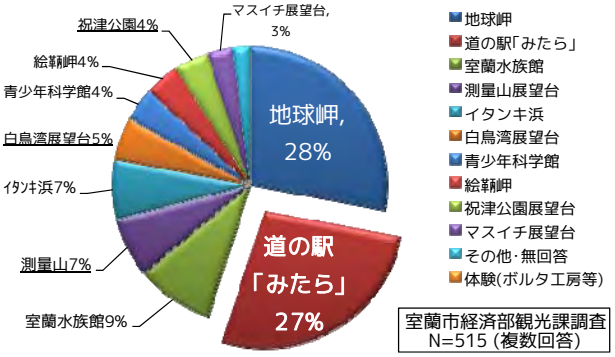

図-5　室蘭市を訪れた際に実際に立ち寄った箇所[32]

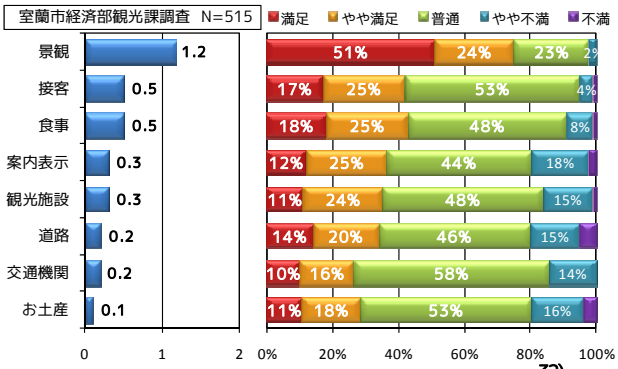

図-6　室蘭市を訪れた際の満足度について[32]

観光で室蘭市を訪れた方が「実際に立ち寄った場所」を調査した結果を図-5に示す。図-2の調査結果同様に、「地球岬」を訪れた方が多い。しかし、「道の駅みたら」、「測量山」、「白鳥湾展望台」、「祝津公園展望台」など、白鳥大橋を展望できる箇所を訪れた方もおり、本橋を望む景観スポットにも来訪ニーズがあることが明らかとなった。

さらに、「室蘭市を訪れた際の満足度について」の調査結果を図-6に示す。「景観」、「接客」、「食事」など、各項目の満足度を5段階で評価した。図-6左側のグラフは、各項目について、「満足」を2点、「やや満足」を1点、「普通」を0点、「やや不満」を-1点、「不満」を-2点と定数を設定し、加重平均を算出したものである。よって、0.0が「普通」を示し、1.0を超えたものが満足度が高いことを表している。

その結果、「景観」についての満足度が高いことが明らかとなった。この結果は、図-5に示した立ち寄り箇所の景観は、来訪者の期待度に応えており、その中で、本橋の景観も満足度向上に寄与していることが期待できる。

(4) 調査結果から得られた知見と考察

室蘭市のモビリティは、自家用車を主体として構成されていることが明らかとなった。これは、通常の日常生活だけではなく、前述した室蘭商工会議所(2003[29])及び室蘭市経済部観光課(2009[32])の観光ニーズ調査結果からも同様の傾向が示されている。これらの調査結果からも、旅行などの移動の際に、80%以上の方から「移動手段として自家用車やレンタカーを使用した」との回答を得ており、道路需要の高さを再認識することとなった。

また、本橋の「景観」についての魅力度と満足度が高いことが示唆され、我々道路管理者においても、機能性の追求だけではなく、更なる地域の魅力度向上に資するための配慮も必要であることが示されている。

4．白鳥大橋見学会から得られた知見

本橋は、供用後12年を経過した今日においても、土木技術者だけでなく、一般の方も含め多くの見学者が訪れている。平成22年度は217名(平成22年4月1日から同年12月28日までの累計)が来訪している。

見学者の内訳は、本州四国連絡高速道路株式会社、財団法人土木研究センター、富山県土木部などの土木技術者だけではなく、室蘭市内の中学校が「総合的な学習」のライフワーク学習の一環として本橋の見学に訪れた。

本論文では、一般の方を対象とした見学会について着目し、それらから得られた知見について報告する。

(1) 一般の方を対象とした白鳥大橋見学会の概要

平成22年度は「土木の日 地域の方のための現場見学会[33]」と題して、一般の方を対象とした見学会を行った。

本見学会の目的は、室蘭開発建設部の事業について知見を得て、理解を深めていただくことである。内容は、道の駅「みたら」にて白鳥新道の概要説明(写真-2)、白鳥大橋主塔塔頂見学(写真-3)、港湾業務艇「みさご」室蘭港内乗船体験、追直漁港人工島建設工事現場見学である。

本見学会の募集定員は24名であったが116名の応募があり、抽選により参加者を選定した。応募者の属性は、男性56%、女性44%であり、年齢構成を図-7に示す。

(2) 白鳥大橋見学会から得られた知見

本見学会の参加者にアンケート調査を行った。その結果、見学箇所として最も満足度が高かったのは「白鳥大橋主塔塔頂」であり、次に「乗船体験」、「追直漁港」、「道の駅みたら」と続いた。

次に、見学会の継続意向を調査した結果、85%の方から「ぜひ続けるべきだ」との回答を得た(図-8)。それら意見の抄出を次に示す。

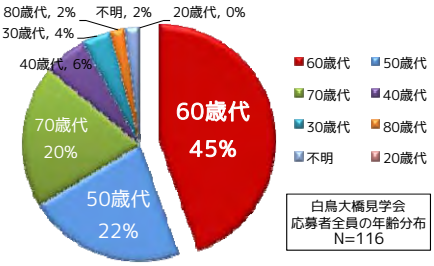

図-7　見学会応募者の年齢分布

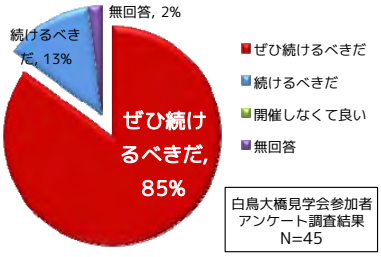

図-8　見学会の継続意向

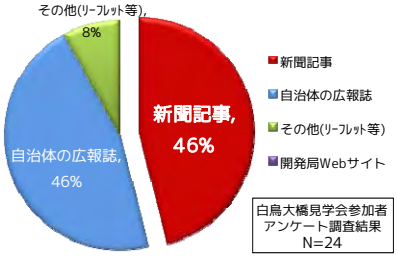

図-9　見学会を知ったきっかけ

写真-2　道の駅「みたら」にて白鳥新道の概要説明状況

写真-3　白鳥大橋主塔での見学会の状況

- ✓ 開催回数を増やして多くの市民に見学して欲しい。
- ✓ 子供たちの社会見学に利用するとよい。
- ✓ 室蘭の港や自然の素晴らしさが良くわかりました。
- ✓ 冬に雪が降った景色も見てみたい。
- ✓ 維持管理を行う職員の方々の苦労が良くわかりました。

このことから、本橋は地域に受容され、見学会などの啓蒙活動のニーズが高いと同時に、更なる地域とのコミュニケーションマネージメントの重要性が示唆された。

次に、図-9に「見学会を知ったきっかけ」を示す。「新聞記事」と「自治体の広報誌」を合わせ、92%の方がこれらの紙媒体から情報を得ていたことが明らかとなった。

(3) 白鳥大橋見学会についての一考察

本見学会などから、以下の検討事項が明らかとなった。

- ✓ 本橋の内部は狭小であり、突起物、急な階段、及び狭いマンホールなどが多く、一般の見学者の安全性を念頭に置いた構造を有していないため、人員配置や安全管理に十分な配慮が必要。
- ✓ 見学会の参加希望者の年齢層は60歳代、あるいはそれ以上の方が多く、若年層へのアピールも必要。
- ✓ 管理用主塔エレベーターが4名しか乗降できず、クリティカルポイントとなるため、タイトな工程管理が必要。
- ✓ 土木技術や橋梁技術を一般市民へわかりやすく説明するための工夫や、パンフレット、及びWebサイトなど情報提供の充実を図ることが必要。

5．白鳥大橋の長寿命化に資するFRP製マンホール

本橋のような長大橋は、架け替えなどが非常に困難であるため、計画的かつ的確な保守、点検などを行い、橋梁全体としての長寿命化を図っていく[34]ことも大きな命題である。

それは、従来行われている対症療法的な修繕を改め、きめ細やかな予防的修繕[35]を行い、ライフサイクルコストを必要最小限に抑える[14]ことが急務である。

それらを踏まえ、平成22年度から、腐食や損傷などが認められる鋼製マンホールを、強度的に同等であり腐食が生じない、繊維強化プラスチック製(Fiber Reinforced Plastics、以下FRPと記す)のものへ、試行的に交換を行っている。その際の検討内容を以下に示す。

(1) 既設鋼製マンホールの課題

本橋には管理用マンホールが主要箇所に設置されている。しかし、鍵損傷、取手の不具合、扉変形などによって、開閉不能などの問題が生じている。よって、点検、及び補修工事などの際に、支障をきたしている(写真-4)。

さらに、今までに何度か補修を行ってきたが、根本的な課題が解消されていないため、短期間で損傷が再発している。また、これら管理用マンホールの腐食変形などの損傷部から橋梁内部に水が進入し、橋梁本体にも腐食が及んでいる状況も認められる(写真-5)。

なお、本橋では、管理用マンホール全58箇所中、48箇所について補修が必要と判断した。損傷原因としては、鋼材の錆や腐食といった自然劣化以外にも、構造的に問題があり損傷を受けた箇所もあると推測される。

(2) 損傷の発生原因と対策検討

それら損傷の原因と対策について整理し、部位ごとに補修方針の検討を行った。その結果を以下に示す。

■ マンホール鍵の破損原因

- ✓ 扉の固定具が鍵に関係なく動くため、施錠されているにも関わらず、扉を開こうとする場合がある。その際に、キーケースに想定外の曲げの作用力が発生してしまう。
- ✓ 現状のキーケースは１列のビス止めであり、曲げの作用力に対して弱い構造である。
- ✓ 鍵自体で、扉を固定する構造であるため、開閉動作による作用力が直接、鍵本体に作用してしまう。
- ✓ 鍵穴に塩分や砂が詰まり、開錠や施錠ができなくなる。

■ マンホール鍵の補修方針

- ✓ 鍵の機能と、扉の固定機能を分離し、扉の固定機能は取手構造に持たせ、鍵は取手の動きを制御する構造とする。
- ✓ 鍵穴は蓋付の構造とし、砂などの侵入を防ぐ構造とする。

■ マンホール取手部の破損原因

- ✓ 現状の取手は扉の簡易固定用であり、取手として使用する強度を有していない。
- ✓ 扉面と固定点との距離があるため、軸部を長くした構造となっている。そのため、開閉時、軸に対する想定外の曲げの作用力が発生してしまう。

■ マンホール取手部の補修方針

- ✓ 扉固定機能と取手を兼用できる構造とする。

■ 蝶番の破損原因

- ✓ 鋼製のため腐食が発生しやすい。塗装を施してあるが、回転部材であり、早期に塗装が劣化してしまう。
- ✓ 錆などの腐食により動作が鈍くなると、より大きな力で開閉しようとするため、蝶番が変形してしまう。
- ✓ 扉自体が重いため、蝶番軸部への面外作用力が大きい。
- ✓ 取手や蝶番などの各部材は製作品であり、交換には現場溶接や塗装などが必要である。よって、損傷を受けても早急には補修できず、時間と共に損傷が進行してしまう。

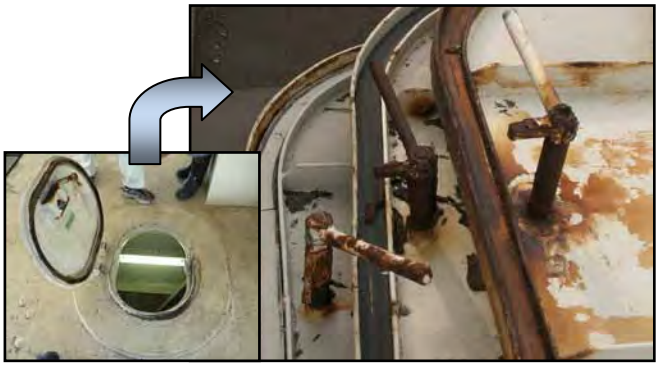

写真-4　既設鋼製マンホールの腐食状況

写真-5　隙間より水が進入し橋梁本体が腐食している状況

表-1　新たなマンホールの材質比較表

検討項目等＼材質		鋼製		アルミ合金		FRP	
構造	材質	SS400，SM400A		A5083P		FRP+ウレタンの強化複合材	
	形状	任意形状が可能		任意形状が可能		任意形状が可能	
	防錆	定期的な塗装塗替が必要		不要（美観性の確保は必要）		不要	
	色彩	塗料による着色、色彩自由		塗料による着色、色彩自由		樹脂に顔料を混入、色彩自由	
マンホール重量		30kg/枚		5kg/枚		3kg/枚	
施工性		・運搬設置に、2～3人必要	△	・1人にて運搬設置が可能	○	・1人にて運搬設置が可能	○
維持管理		・防錆機能を確保するため、塗装塗替が必要。 ・重量があるため、開閉性に劣る。	×	・美観性を維持するため、塗装塗替が必要。 ・軽量であるため、開閉性に問題はない。	△	・腐食が生じない。 ・塗装が不要。 ・軽量であるため、開閉性に問題はない。	○
概算コスト	初期	250千円/枚		350千円/枚		250千円/枚	
	維持	140千円/枚		140千円/枚		―――	
	合計(LCC※)	390千円/枚	△	490千円/枚	×	250千円/枚	○
評価		△		○		◎	

※LCCは100年にて算出。林田ら[36]の研究結果より、塗膜耐用年数を13.9年と想定。

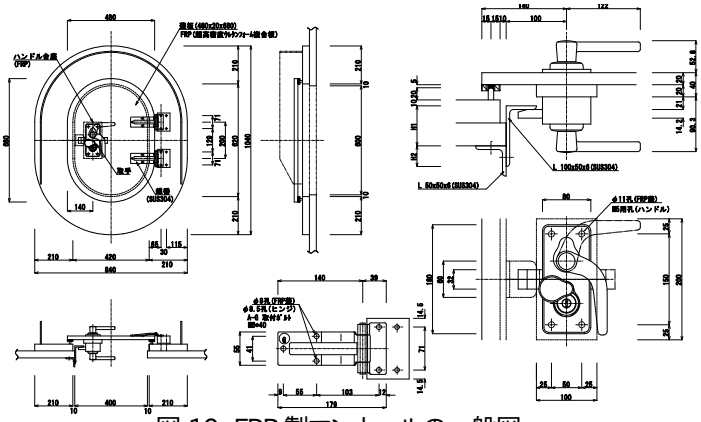

図-10　FRP 製マンホールの一般図

写真-6　新たに設置したFRP製マンホールの全景

写真-7　FRP製マンホールの表面の凹凸状況

■ 蝶番の補修方針

- ✓ 腐食が激しいため、材質及び構造の抜本的見直しを行う。
- ✓ 部材の入手性向上のため、取手や蝶番、鍵などの各部材は一般に流通している汎用品を用いる。
- ✓ 補修時の交換作業を容易にするため、各部材はボルト止めを基本とする。

(3) 新たなマンホールの材質の検討

新たなマンホールを設置するにあたり、構造の変更のみならず、材質の変更も視野に入れ検討を行った。比較検討結果を表-1に示す。FRP製マンホールの初期コストは、従来の鋼製のものとほぼ同一である。

しかし、林田ら(2005[36])の研究結果から、鋼製マンホールの塗膜耐用年数を13.9年と想定し、塗装の塗替費用を含めたライフサイクルコストを比較すると、FRP製が優位となる。なお、平成4年に主塔が架設され、現在まで18年が経過した鋼製マンホールの腐食状況を考慮すると、塗膜耐用年数13.9年は概ね妥当であると判断できる。

さらに、軽量で開閉時の負担が軽く、ユーザービリティーの向上にも資することを期待し、FRP製を選定した。

(4) FRP製マンホールの設計及び施工

これらの検討結果を踏まえ、平成22年度は損傷の激しい箇所を優先的に選定し、28基を交換した(図-10、写真-6)。その際、従来の鋼製マンホールは、冬期間積雪があった場合、非常に滑りやすく危険な状態であった。そのため、新たなFRP製マンホールは表面に凹凸を施し、滑り止め機能を有し安全性の向上も図った(写真-7)。

6．おわりに

本橋は、地域の方々に受容されていると同時に、室蘭市の魅力度向上に寄与していることが示された。さらに、本見学会の開催状況が、新聞に掲載されたと同時に、テレビの道内ニュースのなかで放送され、本橋への関心が高いことも明らかとなった。

よって、今後も見学会などの啓蒙活動を行い、道路としての存在だけではなく、胆振地域のシンボル的存在として、地域貢献に資する付加価値を持ち続けられるよう、鋭意努力したい。

また、本橋は、供用開始から12年が経過し、様々な部材についても損傷箇所が見受けられる。それらも逐次補修を行い、橋梁全体として長寿命化を図っていきたい。

なお、本論文で報告したFRP製マンホールは、広島県道路公社が管理する安芸灘諸島連絡架橋[37]のうち「豊島大橋(3号橋)」の一部に採用されているだけで、国内の長大橋では、2件目となる新技術の施工事例である。

さらに、本州四国連絡高速道路株式会社では、橋梁管理路に、鋼材のかわりにFRPを用いる試み[38]も行われ、現地暴露試験結果も報告[39]されている。しかし、耐久性などについて、橋梁実環境で定量的に評価、確立された手法や実績がなく、残された課題も多いのが実態である。

そのため、今後は経年変化などに留意し点検や調査を行いたい。最後に、これら最新技術の適用性が確立され、他の長大橋の長寿命化に資することを期待したい。

謝辞：

本対策を検討、及び施工するにあたり、株式会社ドーコン 交通事業本部 構造部、及び函館どつく株式会社室蘭製作所 橋梁陸機部にご尽力をいただいた。さらに、函館どつく株式会社においては、本橋の補修工事のみならず、室蘭市、及び地元町内会とも協力し、ボランティアで周辺道路環境の整備(写真-8)にも努めていただき、重ねて御礼申し上げる次第である。

また、平成22年度の白鳥大橋見学会のアンケート調査にご協力いただいた、「土木の日 地域の方のための現場見学会[33]」に参加いただいた方々、及び日本工学院北海道専門学校に、この場を借りて感謝の意を表す。

さらに、室蘭市の観光ニーズ調査結果を提供いただいたと同時に、本論文への引用を快諾していただいた、室蘭市都市建設部都市計画課[31]、同経済部観光課[32]、及び室蘭商工会議所[29]に、この場を借りて感謝の意を表す。

最後に、建設中から現在に至るまで、白鳥大橋の見学に訪れた、多くの方々に感謝の意を表すものである。

写真-8　ボランティアによる道路植樹帯への花植え状況

参考文献

1) 内閣府行政刷新会議事務局：行政刷新会議について,2010. http://www.cao.go.jp/sasshin/kaigi.html
2) 内閣府行政刷新会議事務局：行政刷新会議ワーキングチーム「事業仕分け」第 1WG 報告書，道路整備事業(直轄、補助),2009. http://www.cao.go.jp/sasshin/oshirase/h-kekka/pdf/nov11gijigaiyo/1-7.pdf
3) 国土交通省：平成 22 年度国土交通省関係予算決定概要,2009. http://www.mlit.go.jp/page/kanbo01_hy_000723.html
4) 国土交通省：平成 22 年度国土交通省関係予算のポイント,2009. http://www.mlit.go.jp/common/000055981.pdf
5) 国土交通省北海道開発局開発監理部広報室：平成 22 年 4 月 6 日局長定例記者会見,平成 22 年度北海道開発局関係事業概要,2010. http://www.hkd.mlit.go.jp/kyokutyou/h22/0406/kyokutyou.html#1
6) 国土交通省北海道開発局室蘭開発建設部道路整備保全課：室蘭開発建設部道路維持管理計画について,報道提供資料,2010. http://www.mr.hkd.mlit.go.jp/houdou/h22/100409.pdf
7) 国土交通省都市・地域整備局公園緑地・景観課景観・歴史文化環境整備室：景観緑三法 Web サイト,2005. http://www.mlit.go.jp/crd/townscape/keikan/index.htm
8) 国土交通省観光庁総務課企画室：観光立国推進基本法,2007. http://www.mlit.go.jp/kankocho/kankorikkoku/kihonhou.html
9) 国土交通省北海道開発局建設部道路計画課：平成 15 年度道路政策・事業の評価(事後評価)一般国道 37 号白鳥新道,2003. http://www.mr.hkd.mlit.go.jp/road_ir/hyouka/r37-hs2.pdf
10) 三好達夫・松田泰明・加治屋安彦：北海道における道路付属施設と景観向上策,寒地土木研究所月報 No675,pp.42-52,2009. http://www2.ceri.go.jp/jpn/pdf2/b-gp-200908-dourofuzokusisetu.pdf
11) 国土交通省北海道開発局開発監理部開発計画課：平成 16 年度北海道開発局関係事業概要「北海道スタンダードによる効率的な事業の展開」,2004. http://www.hkd.mlit.go.jp/topics/yosaninfo/h16_yosan/
12) 三好達夫・松田泰明：社会資本整備における良好な景観形成の社会的効果について(第1報),第 53 回北海道開発局技術研究発表会,2009. http://www.hkd.mlit.go.jp/topics/gijyutu/giken/h21_pre_intra/pdf_files_h20/GT/GT-4.pdf
13) 国土交通省道路局：新たな道路行政マネジメント平成 15 年度道路行政の業績計画書「橋梁延命化のイメージ」予防的修繕,2003. http://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-perform/11.html
14) 社団法人日本橋梁建設協会：鋼橋のライフサイクルコスト～鋼橋における耐久性向上の取り組み～,2009. http://www.jasbc.or.jp/technique/tanshin/tanshin_10.pdf
15) 国土交通省国土地理院 電子国土事務局：電子国土ポータル,2003. http://portal.cyberjapan.jp/index.html
16) 国土交通省北海道開発局室蘭開発建設部：白鳥新道,2010. http://www.mr.hkd.mlit.go.jp/mrken_works/douro/haccyo/hacyo_ohasi.html
17) 佐藤圭輔・後藤浩之：白鳥大橋の着雪対策について～安全で円滑な冬期交通の確保を目指して～,ふゆトピア研究発表会第 20 回,2008.
18) 菅原登志也・沼田秀昭・北田公三・佐々木康史・石川雅人・高橋慶太：寒冷地における橋梁物の落雪対策,橋梁と基礎,pp.53-58,2009.
19) 城ヶ端政次・菅原登志也・石川雅人：積雪寒冷地における下路橋の着雪対策,土木学会第 57 回年次学術講演会,pp.517-518,2002. http://library.jsce.or.jp/jsce/open/00035/2002/57-1/57-1-0259.pdf
20) 城ヶ端政次・五十嵐光徳・高橋守人：一般国道 37 号 白鳥新道～白鳥は舞い降りた～,第 3 回環境・景観に配慮した事例研究発表会,2000. http://www.hkd.mlit.go.jp/zigyoka/z_kankyo/documents/jirei/h12_06.pdf
21) 室蘭市役所総務部市民対話課：広報フォトギャラリーWeb サイト,2010. http://www.city.muroran.lg.jp/main/org1400/pg_night.html
22) 室蘭市経済部観光課：室蘭市観光振興計画,2009. http://www.city.muroran.lg.jp/main/org6400/shinnkoukeikaku.html
23) 室蘭市経済部観光課：白鳥大橋ライトアップとイルミネーション,2010. http://www.city.muroran.lg.jp/main/org6400/hakucho_light.html
24) 北海道総合政策部科学 IT 振興局：北海道デジタル図鑑,2005. http://www.hokkaido-jin.jp/zukan/picturebook/itemview.php?iid=2200100099
25) 加治屋安彦・松田泰明：地域景観ユニット設置1年を経過して,寒地土木研究所月報,No.652,pp.32-39,2007. http://www2.ceri.go.jp/jpn/pdf2/b-gp-200710-unit.pdf
26) 白鳥大橋カウントダウン実行委員会：白鳥大橋カウントダウンとは,2010. http://since1999hakuchocd.web.fc2.com/index.html
27) 社団法人室蘭観光協会：白鳥大橋開通 10 周年記念イベント,2008. http://www.iburi.net/event_swanbridgewalk2008/event_swanbridgewalk2008.html
28) 髙倉利江・山地健次・谷村昌史：白鳥新道事業におけるイメージアップへの取り組みについて,第 40 回(平成 8 年度)北海道開発局技術研究発表会,pp.163-168,1996.
29) 室蘭商工会議所：平成 15 年度観光アンケート調査結果報告,2003. http://www.murocci.or.jp/04_bus/b02_data02.html
30) 室蘭市経済部観光課：観光室蘭八景 Web サイト,2010. http://www.city.muroran.lg.jp/main/org6400/hatikei_index.html
31) 室蘭市都市建設部都市計画課：白鳥新道に関するアンケート調査の結果について,市民アンケート調査結果,2006. http://www.city.muroran.lg.jp/main/org7310/toshi12.html
32) 室蘭市経済部観光課：平成 21 年 9 月観光に関するアンケート調査集計結果報告書,2009.
33) 国土交通省北海道開発局室蘭開発建設部技術管理課：白鳥大橋主塔からの眺めと室蘭港内の乗船を体験しよう,～「地域の方のための現場見学会」を開催します～,報道提供資料,2010. http://www.mr.hkd.mlit.go.jp/houdou/h22/100802.pdf
34) 松島哲郎・北田公三・沼田秀昭：白鳥大橋照明柱の長寿命化に資する耐風対策,第 53 回(平成 21 年度)北海道開発技術研究発表会,2010. http://www.hkd.mlit.go.jp/topics/gijyutu/giken/h21_pre_intra/pdf_files_h20/GT/GT-6.pdf
35) 谷中幸和：予防保全の視点,本四技報,Vol.25,No.97,p1,2001.
36) 林田宏・田口史雄・嶋田久俊：鋼橋塗装の耐用年数及びライフサイクルコストに関する研究,北海道開発土木研究所月報 No.629,pp.18-26,2005. http://thesis.ceri.go.jp/center/info/geppou/zairyo/0005710020.html
37) 広島県道路公社：安芸灘諸島連絡架橋について,2010. http://www.hprc.or.jp/page21.htm
38) 秦健作・大谷康史・薄井稔弘：橋梁管理路に対する FRP 材料の適用性検討,本四技報,Vol.31,No.109,pp.13-18,2007.
39) 荻原勝也・森下尊久：新材料を活用した橋梁付属物の検討(FRP 製橋梁管理路の適用性検討),本四技報,Vol.34,No.113,pp.24-26,2009.