

和田山八鹿道路の大屋川橋(ニールセンローゼ桁橋)に 施工した落雪防止対策の効果検証について

山田 優¹

¹近畿地方整備局 豊岡河川国道事務所 工務第二課 (〒668-0025 兵庫県豊岡市幸町 10-3)

大屋川橋は、平成 24 年 11 月 24 日(土)に供用した北近畿豊岡自動車道 和田山八鹿道路(延長 13.7km)の養父 IC に隣接する大屋川に架かるニールセンローゼ桁橋である。本橋のように降雪地帯に位置するアーチ橋は、左右のアーチリブ、及びこれを繋ぐ横支材に積もった雪が落下して下を走行する自動車に損傷を与える事例が見られる。

本橋では当初、雪が積もりやすい横支材とアーチリブ上面に屋根型の傾斜板を取付けて大きな塊で落雪しない構造で計画していたが、他機関により実施されている落雪対策を参考に、より効果的な落雪構造を検討・施工したものであり前回は、実物パネルを用いた確認実験までを行い、今回は、残課題について実橋での効果検証を行ったものである。

キーワード ニールセンローゼ桁橋 下路橋 落雪 落雪防止装置 ヒーター 光触媒防汚フィルム

1. 橋梁概要

大屋川橋は、浅野水源地への影響を排除するため、水源地内には橋脚を設置しない橋梁形式として計画したニールセンローゼ桁橋で、支間長 122.5m、アーチライズが 21m の平行弦、および 5 本の横支材を有している。アーチリブの断面は、幅 1.1m、高さ 1.4m で、横支材にはφ850mm の鋼管を用いている。使用鋼材は耐候性鋼材で、路面から高さ 2m 以下のアーチリブ部、及び補剛桁の外周は融雪剤の散布影響を考慮し、錆び安定化処理を施している。

橋梁諸元を表-1、一般図を図-1 に示す。

表-1 橋梁諸元

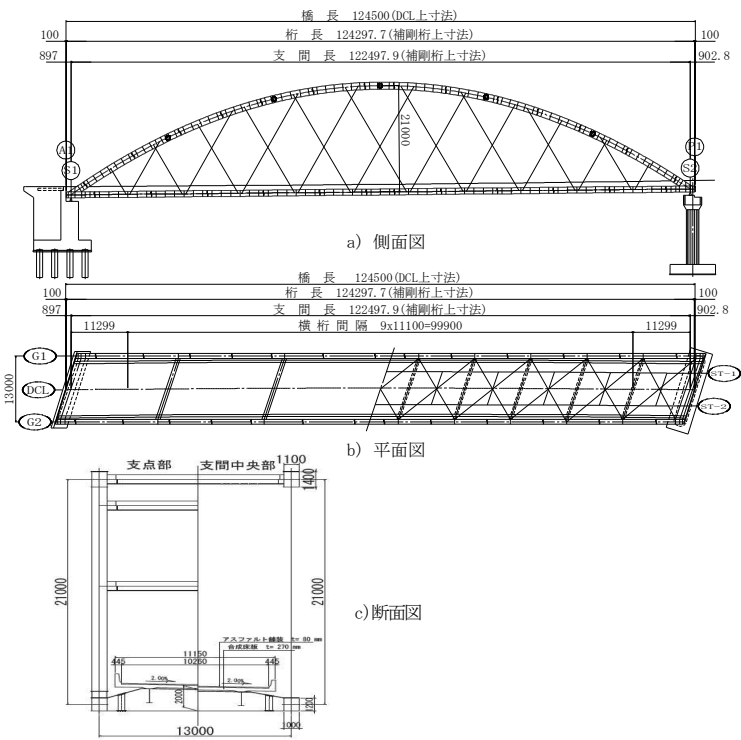
項 目	諸 元
橋梁形式	鋼ニールセンローゼ橋
橋長	124.5m
支間長	122.5m
アーチライズ	21.0m
補剛桁間隔	13.0m
総幅員	11.150m
道路線形	R = 6000m
斜角	A1側 72° 06' 15" P1側 73° 17' 35"
ケーブル本数	20本×2 = 40本
横支材	5本 鋼管(φ850)製
床版形式	合成床版 t=270mm
使用鋼材	耐候性鋼材

2. 周辺環境

架橋位置の周辺環境は、半径 15km 圏内にスキー場を有する降雪地帯で、近隣の気象データによると、過去 5 年間の最大日降雪量は、51cm/日、各年度の降雪日の平均日降雪量が 24cm/日で、最低気温については、最低は-7.3℃である。

本橋路面下には、本橋と直交する一般道路(県道養父朝来線)と養父 IC のチェーン着脱場がある。

図-1 一般図



3. 落雪防止装置

過去、国道9号（豊岡河川国道事務所管内）の同種橋梁においては、アーチリブ間をつなぐ横支材から雪が落下し、通行中の車両を損傷する事例が起きている。この対策として、豊岡河川国道事務所では、従前、高所作業車を用いて人力で雪落としを行う方法を行っていた。しかし、交通規制が必要であることや、冠雪を確認してから作業となるため作業までに雪が落下してしまう危険性が考えられる。本橋では、その課題を解決するために他機関により実施されている落雪対策を参考に、より効果的な落雪防止対策として、「融雪させたうえで滑雪される工法」について、検討し施工した。

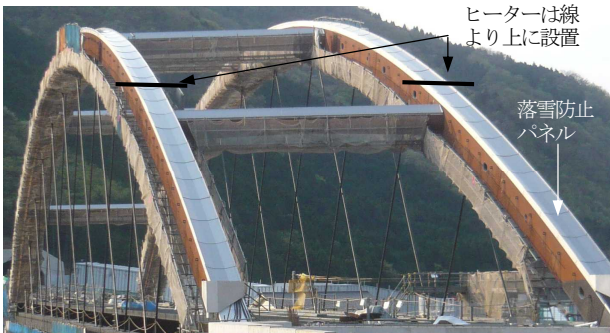


写真-1 落雪防止装置 取付け後

■落雪防止装置の概要

落雪防止パネルの基本構造は、幅1160mm、長さ2200mmの雨樋型形状をしたステンレス鋼材である。アーチ上方の落雪防止パネルには、ヒーターを設置し「融雪」を促す構造とした。落雪防止パネルには、滑雪面の経年変化や汚れによる滑雪効果低減に対する解決策として表面に光触媒防汚フィルムを覆い、「滑雪」を促す構造とした。これによりアーチ上方で「融雪」された雪の塊が、上方からパネル面を「滑雪」し、下方の積雪を押し流してアーチ部に積雪している雪を取り除く構造を構築した。写真-1に落雪防止装置取り付け後の状況を示す。

■融雪の方法

「融雪」の方法としては、熱源として確実な上に容易にきめ細かい制御が可能な電気式のヒーターを用いることとした。かつ、経済性の観点から、アーチリブの形状を活かしてヒーターを設置する範囲をアーチリブの上部付近とした。

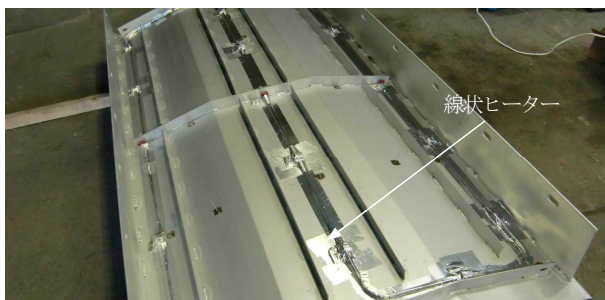


写真-2 落雪防止パネル 線状ヒーター固定(裏面)



写真-3 落雪防止パネル 保温材(裏面)

ヒーターは、経済性を考慮し、自己制御型ヒーターを、雨樋型パネルの裏側に設置する後取り付けタイプとした。また、ヒーターが発生させた熱を少しでも冷まさないように雨樋型パネルの裏側には、20mm厚の保温材を設置して経済性に考慮した対策を行った。

ヒーターの作動・停止は、降雪センサを用いた自動制御システムでも行えるようにして省人力化を図ることとした。自動運転モードは、①外気温が5℃以下、②降雪センサオン(水分を検出)の2つの条件が同時に成立した時にヒーターは作動する構造とした。

■滑雪の方法

①「滑雪」の方法としては、滑雪面の経年劣化や汚れによる滑雪効果の低減に対して、光触媒技術を応用したフィルム(NE T I S登録番号 KT-020067)の特徴であるセルフクリーニング効果を活用した方法を構築した。セルフクリーニング効果とは、まず、光触媒酸化チタンに紫外線が当たることで活性種(光触媒酸化チタンが放出する活性酸素種と呼ばれる物質)が放出され、その活性種の作用で表面に付着した汚れが分解される。その後の降雨により、もう一つの効果である「超親水作用」にて雨水が光触媒膜表面に一樣に広がり、汚れと膜の間に水が浸入して汚れを浮き上がらせて洗い流すというものである。この効果により、「滑雪性能」を著しく低下させる滑雪面の汚れの付着を防止出来ると考えられる。さらに、雪が少しでも溶けて水が生じれば、「超親水作用」によって雪と膜の間に水が浸入して「滑雪」をさらに促すことが期待されるものである。



写真-4 落雪防止パネル 光触媒防汚フィルム(表面)

②アーチリブの滑雪については、交差する一般道を考慮し、外側に落とさずアーチリブの上面に沿って滑らせる方法を検討することとした。具体的には、アーチリブに設置する滑雪パネルの形状を雨樋型とすることで滑雪した雪をアーチリブ下方に誘導することとした。横支材については、雨樋型として滑雪させた雪を下方に誘導させるとすると構造が複雑になり、その複雑な部分で別の滑雪構造が必要となってしまうことから、構造の簡単な屋根型パネルを設置することとした。



写真-5 落雪防止パネル 取付け後(アーチ上部)

4. 落雪防止装置の現場検証

ヒーターを停止させる条件の把握を行うことから、落雪防止パネルに雪が降り積もった状態からヒーターを作動にして、滑雪までの時間、滑雪の状況などの検証を行った。ヒーターを作動して50分後、アーチの上方の積雪部に割れ目が生じたとほぼ同時に雪の塊が上方からパネル面を滑雪し、下方の積雪を押し流してアーチ部に積雪していた雪が取り除かれた。

(写真6, 7, 8)

降雪後、ヒーターの無い下方のパネル表面を観察すると水で一樣に濡れた状態で、上方のヒーターで解かされた雪が光触媒防汚フィルムの表面で水膜を形成したと思われ、超親水効果が滑雪に寄与していると考えられる。滑雪後、自動運転モードで連続運転を継続した。その後も降雪は続いたが、落雪防止パネルの表面に積雪することは無く、本落雪防止装置は、開発時に想定した性能を有していることが検証出来た。また、本検証で落雪防止パネル上に降り積もった状態から50分で滑雪させることが出来たことから、ヒーターを停止させる停止条件2の経過時間の設定は、落雪防止パネルに満杯に積雪した状態からでも滑雪させることが可能となる60分とすることに決定した。

また、光触媒防汚フィルムについてもはがれ、膨れ、変色もなく水分の濡れ広がり確認できたことから光触媒防汚フィルムのセルフクリーニング効果が発揮できたものと考えられる。



写真-6 落雪防止パネル滑雪状況(その1)



写真-7 落雪防止パネル滑雪状況(その2)



写真-8 落雪防止パネル滑雪状況(その3)



写真-9 供用後の落雪防止パネル滑雪状況

5. 維持管理費を踏まえた効果検証

従前、本橋のような降雪地帯に架橋した下路橋では、高所作業車を用いて人力で雪落としを行う方法で維持管理を行っている。



写真 - 10 従前の維持管理状況

近年、3 か年における国道 483 号北近畿豊岡自動車道（自動車専用道路）における雪害体制の実績は、下表のとおりである。

国道483号 雪害体制実績（単位：日）			
	H22	H23	H24
注意体制	42	52	66
注意強化体制	17	29	10
警戒体制	1	3	0
非常体制	0	1	0

表 - 2 国道 483 号雪害体制実績

仮に、注意強化体制の際に高所作業車を用いて人力での雪落とし作業を実施した場合と初期投資額も加味した落雪防止対策を用いた場合の維持管理費用との累積コスト比較を行った場合は、下図のとおりである。

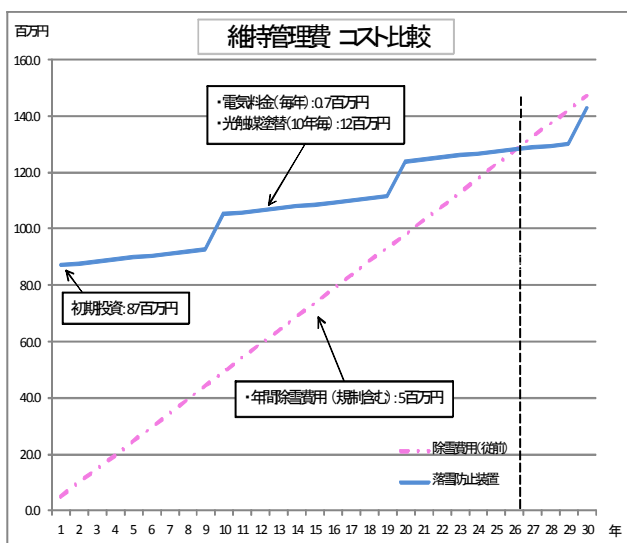


図 - 2 維持管理費コスト比較

結果として、①落雪防止対策を用いた維持管理費用が、従前の維持管理費用と比べコストの縮減となる事が分かりライフサイクルコストの縮減に寄与できることが分かった。

②何よりも自動車専用道路において通行中の車両に対して、道路上の構造物に付着した雪塊の落下に伴う車両損傷事故の防止と道路管理の高度化による通行規制の回避により、通行車両に対する安全・安心の向上に寄与できることが落雪防止対策を実施した最大の効果である。

6. おわりに

本稿では、供用後 1 年目であることから、滑雪の妨げとなる落雪防止パネル表面の汚れへの対策として採用した光触媒防汚フィルムなどの耐久性について検証できなかったため、今後は耐久性についての効果検証を行い、ライフサイクルコストの効果検証について確認を行う必要がある。また、初期投資コストの縮減および今後、道路管理を行う上で生じる課題に対する改善点についても更なる検討を行う必要がある。

末尾として、本稿が、落雪防止装置を検討する際の一助となれば幸いである。

謝辞：本落雪防止装置の検討・実験を行う際に有意義な御助言をいただいた、株式会社駒井ハルテックの設計・工事関係者の方々に感謝の意を表します。

〔参考文献〕

- 1) 梅田正浩：橋梁部材からの落雪対策の研究，福井県雪対策・建設技術研究所 年報地域技術第 18 号，2005. 7
- 2) 梅田正浩：橋梁部材からの落雪対策の研究(その2)，福井県雪対策・建設技術研究所 年報地域技術第 19 号，2006. 8
- 3) 森本聡：大屋川橋(ニールセンローゼ桁橋)の落雪防止対策について，平成23年度近畿地方整備局管内技術発表会，2011. 8
- 4) 小川久志，尾崎敬之，藤川忠弥，中本啓介，林裕也，吉岡夏樹：大屋川橋の架設と落雪防止装置の開発，橋梁と基礎，2013. 4