

## 積雪寒冷地における下路橋の着雪対策

北海道開発局 室蘭開発建設部 城ヶ端政次  
株式会社 ドーコン 正会員 ○菅原登志也  
株式会社 ドーコン 正会員 石川 雅人

### 1. はじめに

積雪寒冷地においては、下路橋の道路上に突出する部材に堆積する雪およびつららの落下による事故が発生し、これが道路管理上のハンディキャップとなっている。本報は吊橋の主塔に対する着雪に着目し、これを防ぐための検討結果を報告するものである。図-1、図-2に橋梁一般図を示す。

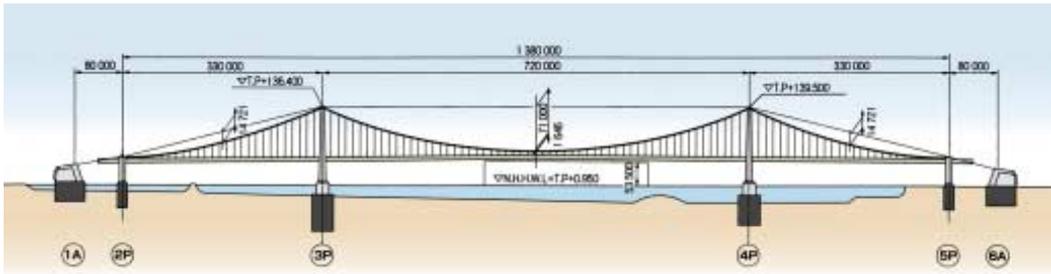


図-1 側面図

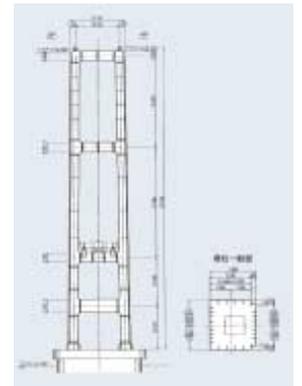


図-2 主塔一般図

### 2. 着雪のメカニズム

着雪が発生した時の気象状況は、気温が氷点下  $0.1^{\circ}\text{C}$  から  $1.0^{\circ}\text{C}$ 、湿度が 90%前後で、湿雪が降っていた。その雪が東よりの風速 15 から  $20\text{m/s}$  の強風で橋梁の主塔やケーブルに着雪したものと推定される。（写真-1）

着雪が発生しやすい気象環境、特に北海道型の着雪としては、気温が  $-1.5^{\circ}\text{C}$  から  $+1.5^{\circ}\text{C}$  の範囲、風速は多少のばらつきはあるものの  $10\text{m/s}$  以上の強風でおこりやすいと言われている。1) 着雪に至るメカニズムは以下の様に推測される。

- ①風により雪が主塔表面にたたきつけられる。
- ②雪は雪のままでは着雪せず主塔が保持している温度によって溶ける。
- ③溶けた雪は主塔表面で風により温度を奪われ凍結する。
- ④同様のプロセスで着氷は成長するが、ある段階を超えると、たたきつけられた雪が溶けずに着氷面に付着し始める。
- ⑤適度な風により雪が吹き付けられると、着雪が成長する。



写真-1 主塔の着雪状況

### 3. 対策工の立案

上記の着雪メカニズムを踏まえ、主塔の着雪対策工として有効と考えられる工法を抽出した。対策工は大別して「着雪しづらい工法」「着雪の強制撤去」に分けられる。

表-1に対策工案一覧を示す。

対策工案に対して、設備の規模、本橋の基本構造、施工時の交通規制、施工性、メンテナンスサイクル、経済性、補修作業性、安全性の総合的な比較を行った。

経済性においては、ヒーティング案は中位の案であるが、以下に示す理由より対策案に適すると判断した。

表-1 着雪対策工案一覧

着雪しづらい形状・形態	形状	●突起を設置（塔外）
	表面形態	●難着雪性塗料、滑雪フィルム（塔外）
●黒色着色（塔外）		
●キャンバス布		
雪の強制排除	ヒーティング	○線状発熱体、面状発熱体、アルミ箔発熱体、etc
	機械式	●除雪ブレード（塔外）
	人力除雪	●人力+機械（作業車）

キーワード 積雪寒冷地、下路橋、吊橋、着雪のメカニズム、ヒーティング

連絡先 〒004-8585 北海道札幌市厚別区厚別中央1条5丁目4番1号 Tel 011-801-1540 Fax 011-801-1541

- ①確実に着雪を防ぐことが可能である。
- ②設備規模はある程度大がかりであるが、施工は塔内作業となるため、唯一交通規制を伴わない案であり、施工時の安全性に優れる。
- ③ヒーティングに用いられる発熱体の寿命は一般に20年から30年と言われるが、本橋は、常に通電を行わなければならない程着雪の頻度は高くない。発熱体は通電・発熱することにより劣化していくため、その要因の少ない本橋では30年以上の寿命が期待できる。

#### 4. 現地実験による検証

本橋の架橋位置は、冬期間の季節風が強く、海上に架設されているため飛来塩分量が多いと推定される。また、周辺には精油所や製鉄所などが隣接していることを考えると、現地にて対策工の効果を確認する必要がある。そこで、主塔の一部分にヒーティングケーブルを試験施工し、対策工の妥当性の確認を行った。試験は、3種類のヒーティングケーブル（線状発熱体、面状発熱体、アルミ箔発熱体）を使用し、以下の計測を実施した。

- ①ヒーティング作動時の上昇温度、電力量を把握し、各ヒーティングの起動時特性を評価した。
- ②主塔表面をサーモトレーサーを用いて撮影し、各ヒーティングの温度分布—時間の関係を調査し、より効率的な種別と配置を検討した。図-3に表面の温度分布を、図-4に各ヒーターの起動時特性を示す。

#### 5. 試験結果

試験結果として、以下の結果が得られた。

- ①各ヒーターとも十分に融雪を期待できる温度まで表面温度が上昇しており、ヒーティングの有効性が確認された。
- ②アルミ箔ヒーターは保温材を設置していないが、他のヒーターと同じ温度まで上昇している。また、電源OFF後も急激に温度が下がることはない。これより、初期コストを抑えるためにも、保温材は不要であると考えられるが、さらなる検討が必要と思われる。
- ③風により熱を奪われやすい塔隅角部から温度が低下している。これより、塔隅角部のヒーティング配置は密にする必要があると考えられる。
- ④通電直後の負荷電力は、線状発熱体が顕著に高くなっているが、安定後の電力（契約電力）は各ヒーターで大きな差はない。

#### 6. おわりに

現地試験を通じ、ヒーティングによる着雪対策の有効性を確認することができた。今後は、より効率的なヒーター種別と適正な配置の検討、また保温材の必要性の検証等、継続的に現地試験と現地調査を行っていきたいと考えている。

参考文献：1）気象ハンドブック（朝倉書店）

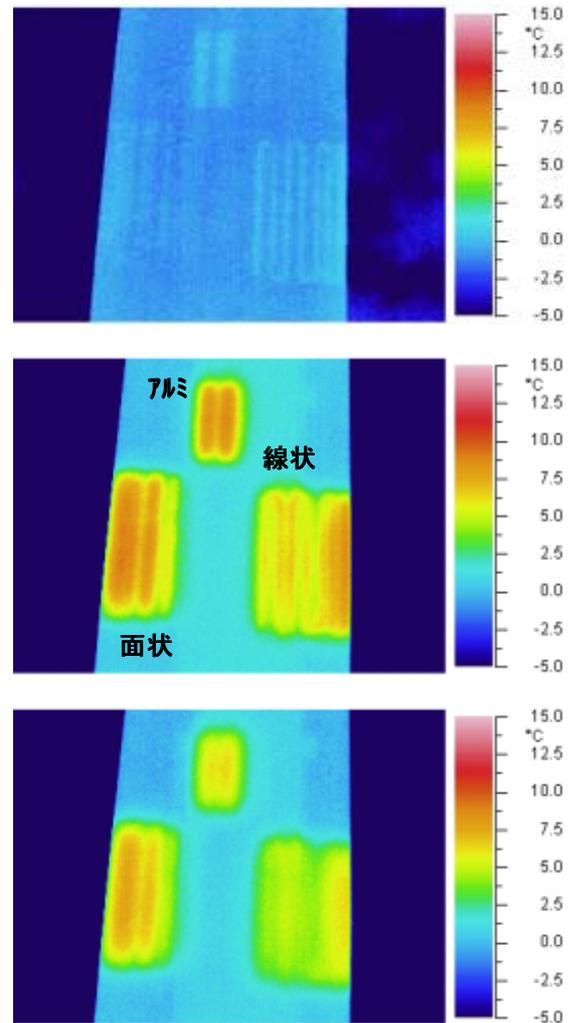


図-3 温度分布測定  
(通電直後～1時間後～電源OFFから15分後)

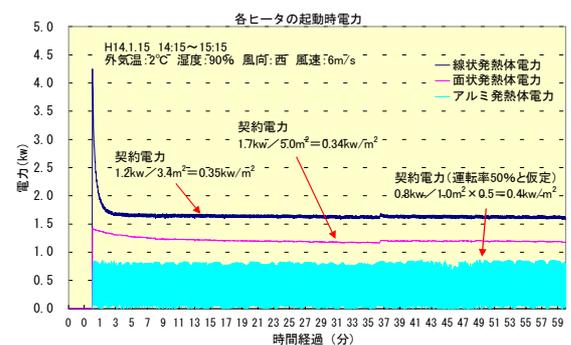


図-4 各ヒーティングの起動時特性