

白鳥大橋メインケーブル定着部近傍の軸方向ひずみに関する短期計測

室蘭工業大学大学院

正会員

小室 雅人

釧路工業高等専門学校

フェロー

岸 徳光

北海道開発局室蘭開発建設部

福田 孝志

1. はじめに

北海道の南西部，室蘭港に架かる白鳥大橋は，供用開始後約 18 年が経過し，主塔や主桁などの塗膜劣化やハンガーロープ定着部の腐食等が確認されている．本論文では，これらの損傷の中でメインケーブル定着部近傍に発生している塗膜の割れに着目し，その要因を検討するためにケーブル定着部近傍に生じる軸方向ひずみを計測した．また，計測期間中には，グースアスファルトも含めた舗装の全面打ち替えが実施されており，それらがケーブルの軸方向ひずみに与える影響についても検討を行った．

2. 白鳥大橋の概要と現状

白鳥大橋は北海道室蘭港に建設された吊橋であり，1985 年に着工後，14 年に及び建設期間を経た後 1998 年に供用が開始された．日本で唯一，積雪寒冷地に建設された中央径間長 720 m の 3 径間 2 ヒンジ補剛吊橋である．

同橋梁は，供用開始後 18 年(施工期間を考慮すると各部材は 20 年以上)が経過しており，鋼材の防食機能の劣化が徐々に顕在化し始めている．また，写真 1 に示すようにメインケーブル定着部近傍には，S 字ワイヤラッピングに沿うような塗膜割れが確認されている．一方，定着部近傍以外については，このような塗膜割れは確認されていない．したがって，効率的な維持管理を実施するためには，これらの塗膜割れの要因を調査しておくことが重要であるものと考えられる．

3. 計測概要

3.1 計測位置および計測期間

メインケーブル定着部近傍における塗膜割れの要因を分析するために，側塔 2P におけるケーブル定着部近傍部を対象にひずみゲージを貼付し現地計測を実施した．なお，メインケーブルには，図 1 に示すように世界初の S 字ワイヤラッピング工法が採用され，S 字型ワイヤと柔軟型塗装を組み合わせた防食対策が施されている．

図 2 には，メインケーブル定着部近傍におけるひずみゲージ添付位置を示している．ひずみゲージは，端ケーブルバンドから 1 m および 8 m の断面とし，ケーブルの上下左右の 4 箇所に貼付している．また，1 m 位置の断面(計測箇所 L)にはひずみゲージ近傍に熱電対を設置し，ケーブルの温度変化も測定している．なお，ひずみゲージはブリッジボックスを介し，また熱電対は直接データレコーダに接続して計測した．サンプリング周期は 60 秒と



写真 1 塗膜割れの状況

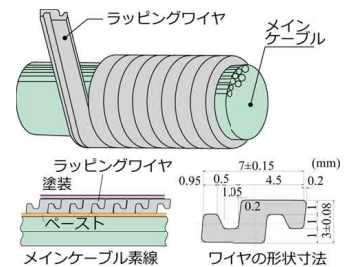


図 1 S 字ワイヤラッピング工法

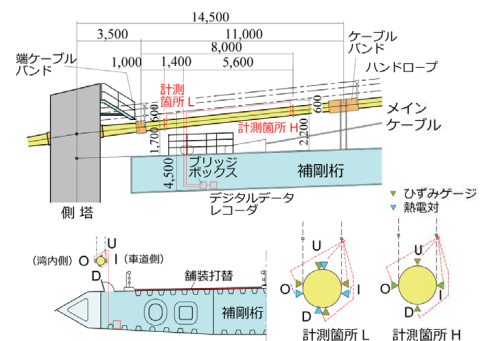


図 2 計測位置

した．計測は 2016 年 9 月 4 日から同年 10 月 14 日までとし，ひずみに関しては計測開始時に零バランスを取った．

また，計測期間内における風速および風向は，白鳥大橋のスパン中央部に設置された風速計により測定した．測定期間は 2016 年 9 月 4 日午前 0 時から同年 10 月 15 日午前 0 時までとし，風速および風向は観測時刻の前の 10 分間の平均値を用いて整理した．

4. 計測結果および考察

4.1 舗装打換えの影響

図 3 には，舗装打換え作業による死荷重の変化と各計測点におけるひずみの時系列データを示している．なお，計測期間中における舗装打換えは，2P-3P の全区間および 3P-4P 区間の一部とし，メインケーブルの湾内側(図 2 参照)の 1 車線のみを施工した．図中の死荷重は 2P-3P 区間 1 車線の変動を意味する．

図より，ケーブル上端のひずみ(LU, HU)に着目すると，死荷重が軽減されるとともに，ひずみが若干圧縮側に推移する傾向が確認される．一方，グースアスファルト(基層)が敷設されるとともに徐々にひずみは増大し，完全に復旧された 10 月 6 日以降は初期値よりも大きくなっている．また，この傾向は LU の方が顕著となっている．

ケーブル下端のひずみ(LD, HD)に着目すると，いずれの場合も死荷重が軽減されるとともにひずみは増大し，そ

キーワード：メインケーブル，ケーブル定着部，ひずみ，計測

連絡先：〒 050-8585 室蘭工業大学大学院 暮らし環境系領域 社会基盤ユニット TEL/FAX:0143-46-5228

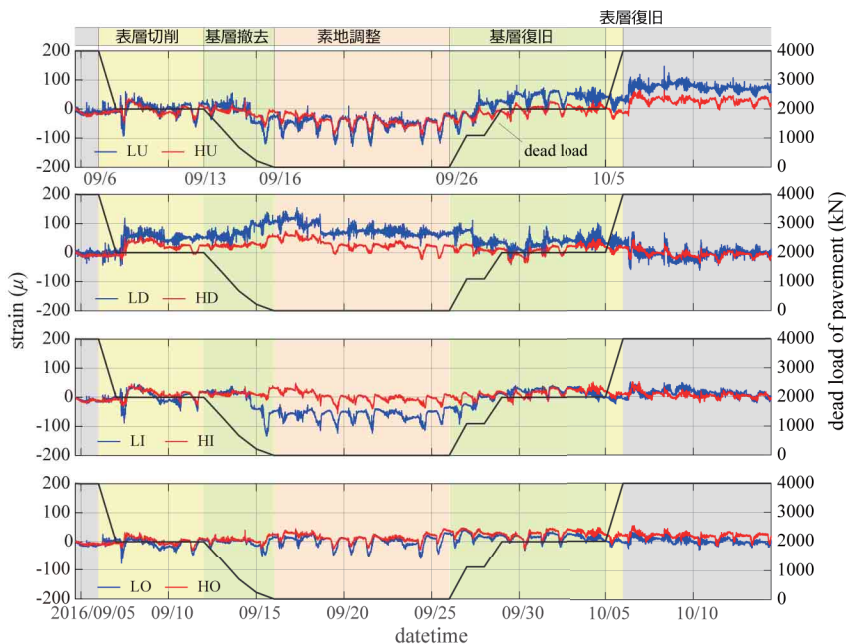


図3 ひずみの時系列データと舗装打換え作業の関係

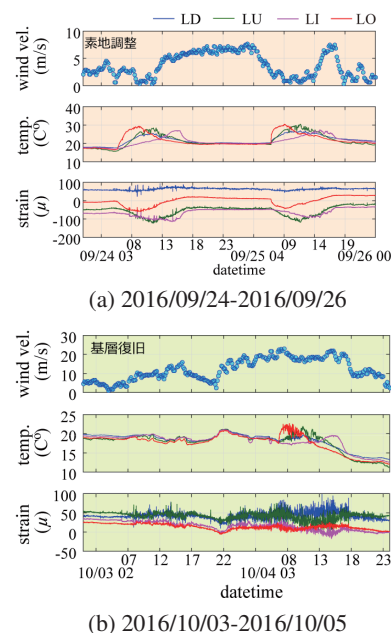


図4 風速，表面温度とひずみの時系列データ

の後，舗装の打換えが完了するとほぼ初期ひずみに戻ることが確認される．なお，ケーブル内外(左右)端のひずみ変動に関しては，内側のLIを除き死荷重の増減による影響は小さいことが確認される．

以上の結果を総合的に判断すると，舗装の撤去作業により死荷重が軽減される場合には，メインケーブルのたわみ(曲率)が緩やかになることから，上端ひずみは上端ケーブルが若干伸びることより(S字ワイヤラッピングの隙間が小さくなる傾向を示し)圧縮側に，下端ひずみは下端ケーブルが縮むことより(S字ワイヤラッピングの隙間が大きくなる傾向を示し)引張側に推移する傾向を示すものと考えられる．一方，中立軸に相当する内外(左右)端のひずみに関しては死荷重の増減による影響が小さいことが確認された．

4.2 平均風速，ケーブル表面の温度およびひずみの時系列

図4には，平均風速，ケーブル表面の温度およびひずみの時系列データとして，(a)9月24日から9月26日，および(b)10月3日から10月5日までを示している．前者は計測期間内の平均風速，後者は最大風速が観測された期間である．

(a)図に着目すると，ケーブル表面の温度は東側に位置する湾内側のLOが日の出とともに急激に温度が上昇していることが分かる．上・下側のLU, LDは，LOよりも少し遅れて温度が上昇している．なお，車道側のLIは，他の計測点よりも緩やかに温度が上昇し午後3時頃に最大値を示している．いずれの計測点も日の入りによって，ほぼ一定値に収束していることが分かる．これらの温度変化に追従するように，各計測点の軸方向ひずみも変動している．LO, LU, LIについてはケーブル表面の温度が上昇

するとともに，ケーブルも伸びる傾向を示すことより軸方向ひずみは減少する傾向を示している．なお，ケーブル表面の温度が約10℃上昇すると，ひずみは50μ程度減少していることを確認している．一方，下面のLDについては，温度上昇によるひずみの変動は小さいことが分かる．

なお，平均風速が6～8m/s程度(風向：東南東)のひずみを見ると，ほぼ一定値を示しており，この程度の風速ではケーブルに及ぼす影響は小さいことが確認される．

(b)図に示す最大風速(風向：西北西)を含む10月4日0時から18時までのひずみを見ると，ケーブル上下側のLDおよびLUのひずみ変動が大きく，側面のLI, LOは小さいことが確認される．これより，風速が20m/s程度で風向が橋軸直角方向の場合には，メインケーブル定着近傍部は上下(鉛直)に振動しているものと推察される．

5. まとめ

1. メインケーブルの軸方向ひずみは，舗装の打換えによる死荷重の変化に追従して変動する．
2. ケーブル表面温度が約10℃上昇すると，軸方向ひずみは50μ程度減少する．
3. 平均風速が6～8m/s程度の場合には，ケーブルに大きなひずみの変動は見られない．一方で風速が20m/s程度でかつ風向が橋軸直角方向に近い場合には，ケーブルの上下端の軸ひずみは大きく変動することから，定着部近傍は上下(鉛直)に振動しているものと推察される．

なお，本研究ではメインケーブル側面に確認された塗膜割れの要因を特定するまでには至らなかった．今後は，より詳細な検討を行い，塗膜割れの要因の特定を試みる予定である．