

呼子大橋の修繕代行について

佐賀国道事務所 道路保全課

◎中島 昇

○山崎 好宏

1. はじめに

呼子大橋は、佐賀県西北部の玄海灘に面した東松浦半島の北端、呼子町殿ノ浦と離島加部島を結ぶ延長728mの海上橋梁で、そのうち加部島側494mがPC3径間連続斜張橋となっている。平成元年4月に供用を開始、現在まで28年経過している。

これまで、唐津市において定期的な点検や修繕を行ってきたが、斜張橋の斜材ケーブルの振動抑制対策として実施した制振ワイヤに破断が生じ、度重なって取替えを実施してきた経緯があった。

平成27年度に唐津市の要請により直轄の各部所から高度な技術力を有する技術者集団を派遣して実施した。「直轄診断」を実施した結果、主桁内部に多数のひびわれの発生や強風時においてケーブル振動の発生が明らかとなり、今後、斜材ケーブルの振動抑制対策の見直しや強化も視野に入れ、対策検討を速やかに行うことが極めて重要であると、技術的助言を国から唐津市に報告した。

「直轄診断」報告を受けた唐津市の要請により、翌平成28年度より権限代行による修繕代行事業の着手に至った。平成28年度に実施した「修繕代行」においては、呼子大橋の損傷原因の究明と効率的かつ効果的な修繕対策を策定するにあたり、有識者及び専門技術者で構成した「呼子大橋修繕対策検討会」を設立し、検討を行った。本発表では、特殊なPC斜張橋の斜材ケーブルの振動による主構造の損傷などに対する直轄診断及び修繕代行による補修対策検討について報告する。



図1 呼子大橋全景、位置図

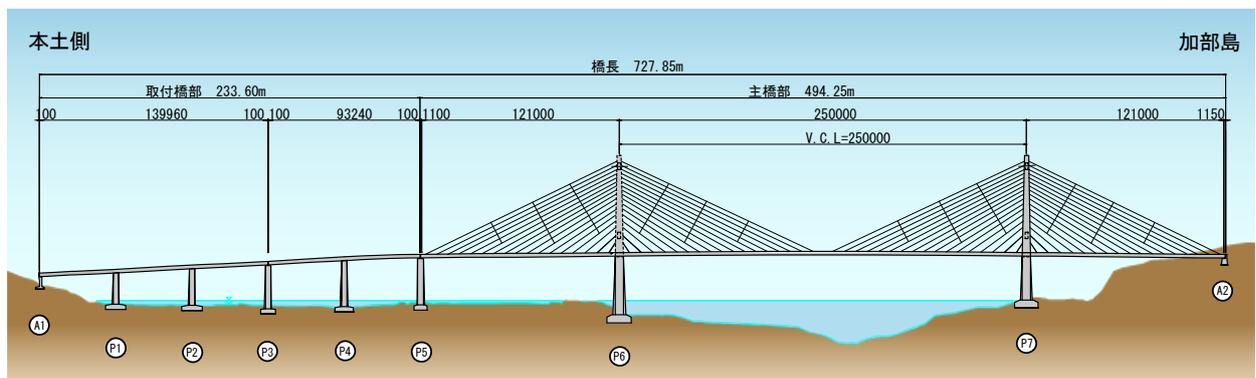


図3 呼子大橋 側面図

2, 呼子大橋のこれまでの維持管理

橋梁諸元を表1、上部工断面図を図2、橋梁側面図を図3に示す。唐津市が、本橋の本格的な維持管理に乗り出したのは平成20年で、遠望目視による点検を実施した。その結果を踏まえ、平成21～22年度補修工事(制振ワイヤ取替工、コンクリート補修工、伸縮装置取替工等)が実施された。

また、平成26年に点検要領等に基づき近接目視による定期点検を実施し、主桁外面及び主塔のひび割れ、主塔ケーブル定着部のカバープレートの変形などを確認している。

また、斜張橋の斜材ケーブルの振動抑制対策として実施した制振ワイヤは、供用期間中に強風に伴う破断(写真1)により、度々、取替えを余儀なくされている状況で、同年にも制振ワイヤ取替工を実施している。

3, 直轄診断の実施(平成27年度)

診断にあたっては、唐津市の定期点検結果も参照し、橋梁の耐荷性、耐久性の低下に関する重要な部材・部材(主桁、主塔、斜材ケーブル定着部など)に橋梁点検車及び高所作業車などを用いて近接目視調査を実施した。また、斜張橋の斜材ケーブルは、風の影響を受け、頻繁に振動が発生していると推定されるが、ケーブル振動は、建設時に記録があるものの、供用後の調査では報告がなく、実態が不明であった。このため、斜材ケーブルの振動に着眼し、観測体制を整えた。その結果、風速20m/s程度の風の条件下において、降雨時に制振ワイヤが設置された箇所以外でレインバイブレーションの疑いとされる振動の発生を確認した。また、降雨を伴わない場合でも、制振ワイヤが設置箇所で、ワイヤのクランプを節としてケーブルが振動するサブスパン振動を確認した。また、主桁内面また、主桁内面の調査において、唐津市で実施した点検調書にないひび割れが、斜張橋

表2 呼子大橋 橋梁諸元

項目	諸元	
路線名	市道呼子大橋線	
橋梁名	呼子大橋	
道路規格	第3種 第4級 (橋格:2等級)	
設計荷重	TL-14	
架設年次	1989年(26年経過)	
適用示方書	昭和53年道路橋示方書	
橋長	L=727.85m	A1~P5 取付橋部 L=233.60m P5~A2 斜張橋部 L=494.25m
	W=10.90m	有効幅員 W=7.5m (車道W=5.5m、歩道W=2.0m)
上部工形式	A1~P3 PC3径間連続ラーメン箱桁橋 P3~P5 PC2径間連続ラーメン箱桁橋 P5~A2 PC3径間連続斜張橋 (サスペンデット・マルチケーブル方式)	
下部工形式	逆T式橋台2基(A1、A2)、壁式橋脚5基(P1~P5)、主塔2基(P6、P7)	
基礎形式	直接基礎(全基)	

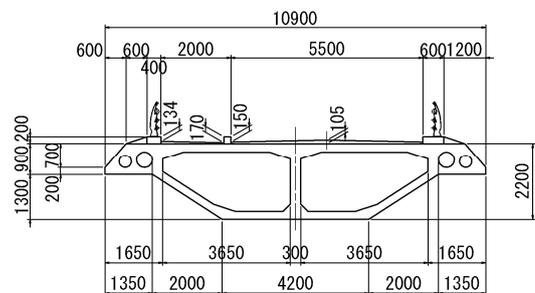


図2 上部工断面図(斜張橋部)



写真1 制振ワイヤ切断状況

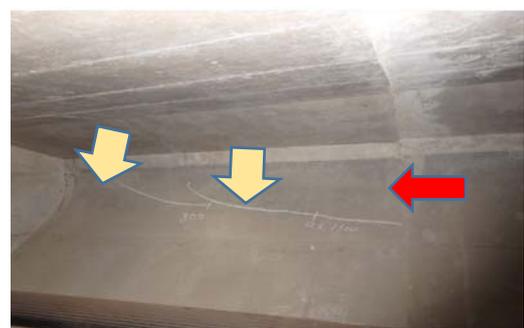


写真2 主桁内面のひび割れ

部の全長で多数確認された（写真2）。当時の点検の見落としと考えると幅0.3mmを超えるひびわれも存在したことから、前回点検以降、新たなひびわれの発生またはひび割れ幅の拡大が生じている可能性が高い。以上より、直轄診断の結果として、現在の制振対策では比較的頻繁に生じる風に起因する振動を十分に抑制出来ていない可能性が高く、コンクリート部材における新たなひびわれの発生、既存ひびわれの進展、斜材ケーブルの損傷など、主構造の健全性の低下に影響を及ぼす可能性が生じているなど技術的助言を唐津市に報告した。

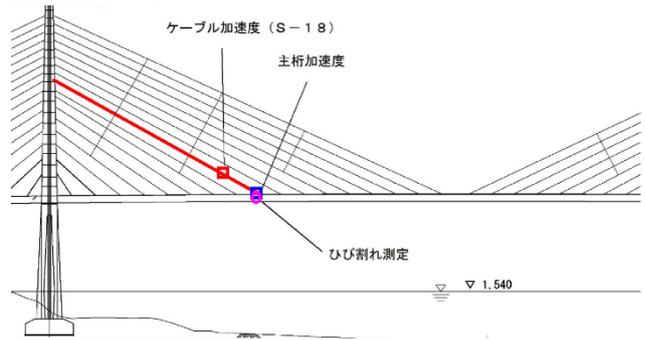


図3 測定箇所図

4. 修繕代行における検討（平成28年度）

4. 1, 現地測定

主桁内面のひび割れについて、斜材ケーブルの振動の影響について関連性を把握することを目的として、比較的長期の計測可能な無線センサを使用して、ケーブルと主桁の振動実態を詳しく調査した（図3及び写真3）。着目ケーブルは、呼子大橋施工時に振動が測定された、S-18ケーブルとした。



写真3 無線センサ

ひび割れゲージ

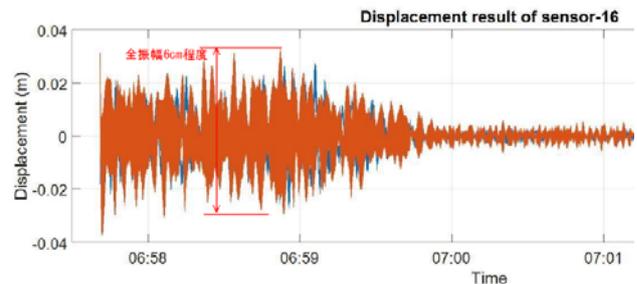


図4 測定されたケーブルの振動振幅

10月に実施した計測では、降雨のない条件下、且つ15m/sを超える東側からの風があった際、顕著なケーブル振動を観測された。振幅は±3cm程度（図4）であり、風下側のケーブルで、より大きい振動が見られる現象で、ウェイクギャロッピングを抑えることで発生したサブスパン振動と特定した。一方で、ケーブルが振動している際、主桁内部に存在するひび割れは、顕著な開閉は見られなかったことから、損傷の進展性は緩やかと推定した。

4. 2, 対策工の検討

ウェイクギャロッピング現象は、斜材ケーブル間隔がケーブル径に対して1.85倍であり、発生しやすい間隔であったことが主たる原因である。対策案として、同様の斜張橋は全国的にあるものの、その斜材ケーブルの振動を抑制する技術は確立されていない状況であったことから、事例などを調査した結果、ウェイクギャロッピングの発生を抑制することを

目的として、2本の並列ケーブルを束ねて、間隔を1.25倍程度にすることで、ウェイクギャロッピングの制振に対し有効であったとの伊唐(いから)大橋の事例(図5)を参考とした。ただし、束ねケーブルのみの対策では、ケーブルの振動が十分に抑制できない可能性も踏まえ、束ねケーブルと現在の制振ワイヤを再利用する組合せの対策を基本としつつ、更なる振動の抑制が必要となった場合は、追加対策案の実施について検討する。

このほか、写真3に見られるような、斜材ケーブルの定着部付近の損傷に対して、防食機能の回復を目的とした鞘管の取替えと、鞘管内への水の進入を防ぐ構造への変更を行う。

5, 今後の予定

呼子大橋は、斜張橋部に見られる特徴的な損傷発生のほか、下部工や上部工の主桁内・外側に浮きや剥離・鉄筋露出、ひび割れが確認されている。これらの損傷は、海上に立地する橋梁でもあること

ことから塩害による予防保全の観点から早急な対策が必要であった。まず、側径間部分のA1橋台からP5橋脚間の補修工事に着手し、コンクリートに浮きや剥離が生じている劣化部の断面の修復とひび割れ補修の実施、及び塩分の浸透を抑制するための表面保護を行う。なお、橋脚部は海水部にあたることから、施工は、潮待ちとなる。水際の施工には、速乾性の表面保護材を適用し、一般部は、塩分の浸透の抑制を考慮した表面含浸の材料を使用するなど、新技術も活用しつつ施工を実施している。

引き続き、斜張橋部の修繕工事の発注を予定しているが、束ねケーブルを前提とし、風速10~15m/sの条件の下、振動が抑制できる対策の組合せの最適化を図るために、試験施工を実施する。特に、供用中の斜張橋に対し、束ねケーブルによる対策を実施した事例は存在しないため、対策効果が得られるのか計測及び評価を行うとともに、効率かつ効果的な工法を有識者の助言を得て進めていくこととしている。

6, まとめ

平成27年度に唐津市からの要請を受け「直轄診断」を経て、翌、平成28年度より修繕代行業として事業に取り組んでいるが、技術者の不足、予算の不足などの課題を抱える地方公共団体からの期待は大きいものがある。

本橋の修繕事業は、引き続き試験施工を行いつつ効率かつ効果的な工法を策定するとともに、今後の維持管理についても継承していくよう道路管理者と共に取り組んでいきたい。

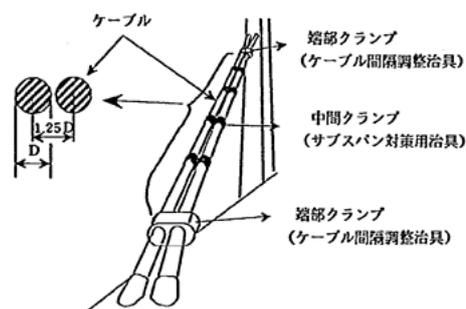


図5 束ねケーブルによる振動抑制



写真3 ケーブル定着部付近の損傷