

鋼トラス橋の部材振動を励起する局所風況の特定

長崎大学工学部 学生会員 ○迫田孝志 長崎大学大学院 正会員 西川貴文
長崎大学大学院 正会員 中村聖三

1. はじめに

生月大橋は、長崎県北西部の生月島と平戸市を結ぶ離島架橋である。平成3年7月に完成したが、供用開始から18年後の平成21年12月、P6橋脚付近の主構斜材端部付近にき裂が発生しているのが発見された。これまでの調査・研究から、き裂は疲労により発生し、一定の長さまで伝播した後、脆性破壊に転じたことが明らかになっており、橋梁に吹き付ける風に励起された部材振動が原因であることが推測されている。本研究では、生月大橋で観測された風向・風速および部材振動のデータを用い、疲労損傷に寄与する部材振動を励起する風況の特定を図った。

2. 調査概要

(1) 対象橋梁の概要とき裂発生箇所

対象橋梁である生月大橋の橋梁形式は、下路式の3径間連続トラス橋で橋長960m、中央径間400m、側径間200mである。また、き裂発生部は図-1に示すようにP6橋脚付近の主構斜材端部である。

(2) 調査目的

これまでの研究¹⁾から、風速が15m/sを超える強風域と6~8m/sの低風速域で風向が概ね橋軸直角方向にふきつくと風による部材振動が発生することが確認されている。本研究では、部材振動時の風況を各部材毎に特定することを目的とする。

(3) 調査方法

き裂が発生した部材と同様の構造諸元を有する部材を調査対象として、加速度計を設置している。また、調査対象とする部材の周辺に、風向・風速計を図-1に示すように4か所設置している。

加速度計と風向・風速計から得られたデータから、加速度と風速との相関分析を行い、比較的大きな振動が発生している時間帯の風向・風速を各部材毎に調べる。ただし、加速度RMSの時間幅は、短時間における部材振動も考慮するため10秒毎とした。また、加速度のデータについては、一次モードの振動のみを抽出するため振動数5~10Hzのバンドパスフィルタを用いて分析を行った。

4. 調査結果

(1) 風速と振動との相関分析

本文では、P5北側にある中央径間の対象部材の結果を示す。

10秒間の平均風速と10秒間の加速度RMSとの相関分析結果を図-2に示す。風速が約20m/sを越えたあたりから風速の増加に伴って振動が大きくなっているが、一方で、6~8m/s風速域でも振動が発生していることが見てとれる。

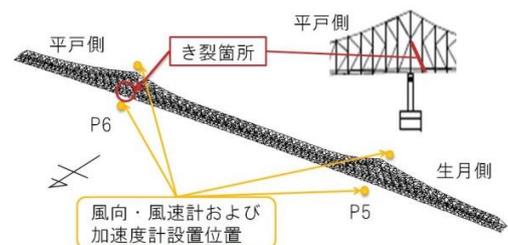


図-1 計測装置取り付け位置とき裂箇所

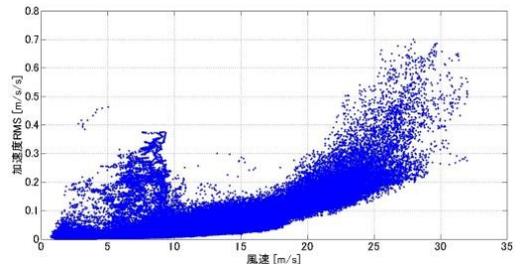
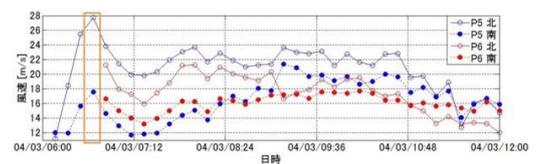
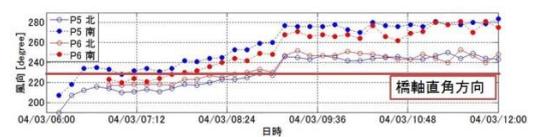


図-2 平均風速と加速度RMSとの相関 (10秒毎)



(a) 10分間平均風速



(b) 10分間最頻風向

図-3 部材振動を励起する風況

(2) 強風域における風況および振動状況

図-3 に、強風域における北側の 10 分間平均風速と 10 分間最頻風向を示した。当該日は急速な低気圧の発達により強風が長時間発生しており、強風による部材振動が発生していた。P5 北側において平均風速は約 20m/s 以上で継続しており、風向は南西から西南西方向（橋軸直角方向）の風が卓越していたことがわかる。また、平均風速が最大となる時間帯（図-3(a)橙色枠）の振動状況を図-4 に示す。加速度 1.0m/s^2 を超える振動が断続的に発生していることがわかる。このように、橋軸直角方向の強風が卓越すると、顕著な部材振動が発生する。

(3) 低風速域における風況および振動状況

図-5 は、低風速域における部材振動が発生している際の風向・風速および加速度の時間変化を示す。風速 $6\sim 8\text{m/s}$ 程度で風向が南方向（橋軸直角方向より南寄り）であるとき、加速度値 $\pm 0.3\sim 0.4\text{m/s}^2$ 程度の振動が一定振幅で発生していることがわかる。一方で、風速が $8\sim 10\text{m/s}$ 程度であっても風向が南西から西南西方向（橋軸直角方向より北寄り）である場合には、振動がほとんど発生していなかった。

このように、P5 北側にある中央径間の対象部材においては、風速 $6\sim 8\text{m/s}$ 程度で橋軸直角方向より南寄りの風が吹くと振動が大きくなる傾向があり、同程度の風速であっても、風向が西南西方向（橋軸直角方向より北寄り）であれば低風速域での部材振動が発生しない可能性があることが推測できる。

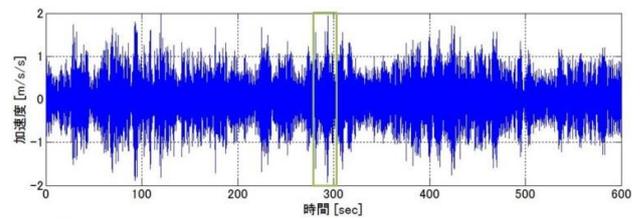
5. まとめ

本研究では、生月大橋で観測された風向・風速および部材振動から、疲労損傷に寄与する部材振動を励起する風況の特定を図った。特に各部材における部材振動の発現を、部材周辺の局所的な風向・風速の関係性に着目した。

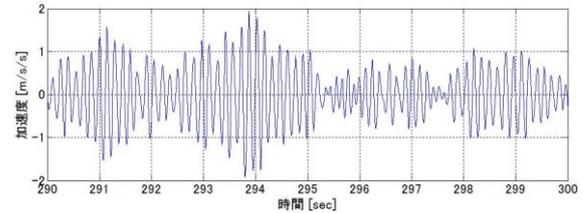
本文で示した P5 の北側にある中央径間の対象部材についてであるが、高風速域においては風速 20m/s 以上の強風が、橋軸直角方向に継続的に吹き付けると部材振動が発生する。また、低風速域においても、 $6\sim 8\text{m/s}$ 程度の風が南方向（橋軸直角方向より南寄り）に吹き付けたとき振動が大きくなっており、同程度の風速でも風向が南西から西南西方向（橋軸直角方向より北寄り）であれば低風速域での部材振動が発生しない可能性があることがわかった。

参考文献

1) 山口ら：生月大橋の風況に関する研究，H23 年度土木学会西部支部研究発表会，2013.3

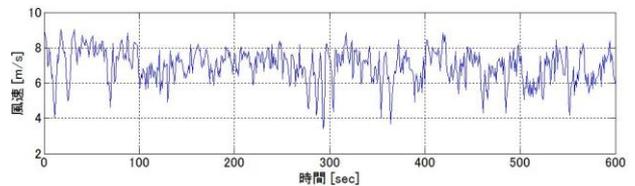


(a) 加速度波形（10分間）

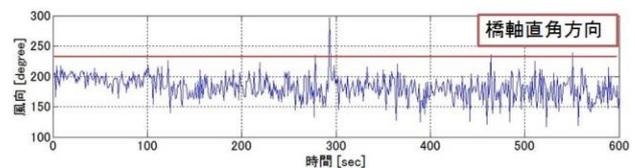


(b) 加速度波形 ((a)の緑枠, 10秒間)

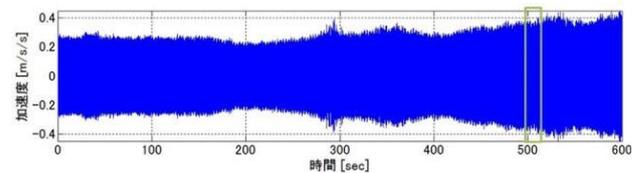
図-4 強風による部材振動時の加速度波形



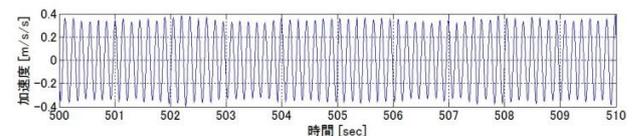
(a) 風速（10分間）



(b) 風向（10分間）



(c) 加速度波形（10分間）



(d) 10秒間加速度波形 ((c)の緑枠)

図-5 風況と振動状況（低風速域，振動発生時）