

生月大橋の風況に関する研究

長崎大学大学院 正会員 中村聖三 長崎大学工学部 学生会員 ○新富健太
長崎大学大学院 正会員 奥松俊博 長崎大学大学院 正会員 西川貴文
長崎大学大学院 フェロー 岡林隆敏

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下路式の3径間連続トラス橋である。平成3年に完成したが、それから約18年が経過した平成21年12月にP6橋脚付近の北側斜材部にき裂が発見された。これまでの調査・研究から、き裂は疲労により発生進展したものであることが明らかになっており、橋梁に吹き付ける風によって発生する振動が原因であることが予想されている。本研究では、生月大橋に設置された風向・風速計の観測データを用いて風況を分析し、対象部材における疲労破壊のメカニズムの解明に役立てることを目的とする。

2. 橋梁と発生き裂の概要

生月大橋は昭和55年度に事業に着手し、平成3年7月に供用が開始された。本橋の橋梁形式は下路式の3径間連続トラス橋で橋長800m、中央径間400m、側径間200mであり、完成当時同形式橋梁としては世界最大規模であった。また、主構間隔13.50m、有効幅員は6.5mであり、中央径間長に対して有効幅員が極端に狭くなっている。使用鋼材はSS400、SM520、SM570、およびSM490Yであり、損傷部の鋼材はSS400である。塗装については、耐候性・耐食性に優れ、累積塗装費用が少ないフッ素樹脂系塗装が使用されている。き裂は図-1に示すP6橋脚付近の北側斜材部に、箱断面の2面をほぼ切断するように発生していたが、現在は補修済みである。

3. 風況調査概要

3.1 風向・風速計取り付け位置

風向・風速計は図-2に示すように5箇所を設置されている。支間中央の風向・風速計については2010年4月以降の観測データが存在しているが、P5・P6橋脚の風向・風速計については2011年12月以降の観測データのみが存在する。

3.2 調査内容

風向・風速計設置位置の観測データから月別・年度別・季節別・全集計の風配図と風速頻度分布を作成し、風況を分析する。また、風速頻度分布のワイブル分布への適合性を検討する。さらに、観測位置間の風向・風速の相関を調査する。

4. 調査結果

紙面の制約から、本文では2010年4月から2011年12月までの全集計の風況について以下に記述する。

4.1 各風況特性の月別変化

支間中央における平均風速(m/s)、最大瞬間風速(m/s)と標準偏差の月別変化を図-3に示す。全観測期間の平均風速は5.9(m/s)であるが、4月・5月・9月にはこれより高く、11月や12月には低くなっている。最大瞬間風速は平均風速の3～7倍である。

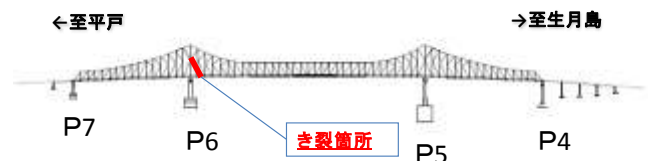


図-1 生月大橋概略図およびき裂箇所

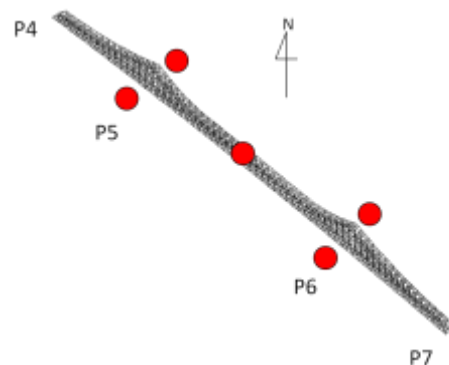


図-2 風向・風速計取り付け位置



図-3 各風況特性の月別変化

4.2 風向分布

支間中央における風配図を図-4 に示す。図中の黒線は橋軸を表わす。橋軸直角方向に近い風向、特に東北東・東・南西風が多く発生していることがわかる。

4.3 風速頻度分布

図-5には支間中央における10分間平均風速の頻度分布を示す。2～5(m/s)の風が多く発生していることがわかる。

風速の確率分布として、ワイブル分布がよく利用されるため、コルモゴロフ-スミルノフ(K-S)検定による適合性を行った。ワイブル分布の確率密度関数は以下のように定義される¹⁾。

$$f_{Y1}(y) = \frac{k}{w_1^k} y^{k-1} \exp \left[- \left(\frac{y}{w_1} \right)^k \right] \quad (1)$$

ここで、 k ：形状定数、 w_1 ：尺度定数、 y ：風速(m/s)である。形状定数と尺度定数は、平均風速と標準偏差から割線法を用いて求めた。有意水準 $\alpha=0.05$ とした検定結果を表-1に示すが、ワイブル分布に従うという帰無仮説は棄却された。これは0～1(m/s)と3～6(m/s)の風速域において観測結果との間に比較的大きな差が生じているためと考えられる。しかし、その他の風速域については非常によくワイブル分布で近似できている。

4.4 支間中央とP5・P6位置における風速の相関

各観測位置の平均風速に相関性があるか確認するために2011年12月25日の時系列データを比較した(図-6)。このときの主な風向は北・北北西・北西であった。このときの相関はあまり高くないことがわかる。特にP5は風上側(北)と風下側(南)で風速が大きく異なっている。また中央は変動が大きく、P6位置では風上側、風下側ともに風速が低くなっている。これは主構トラスや平戸側の地形により風が乱れることによるものと考えられる。

5. まとめ

本研究では、生月大橋の風況を把握するために、風向・風速の観測データから風速頻度分布・風配図を作成し、ワイブル分布への風速頻度分布の適合性を評価した。今後も継続してデータを収集し、有意な振動を発生させる風況の特定とその発生確率の算定を行う予定である。

参考文献

1) 伊藤學, 亀田弘行, 改訂 土木・建築のための確率・統計の基礎, 丸善株式会社, 2007, p222-223

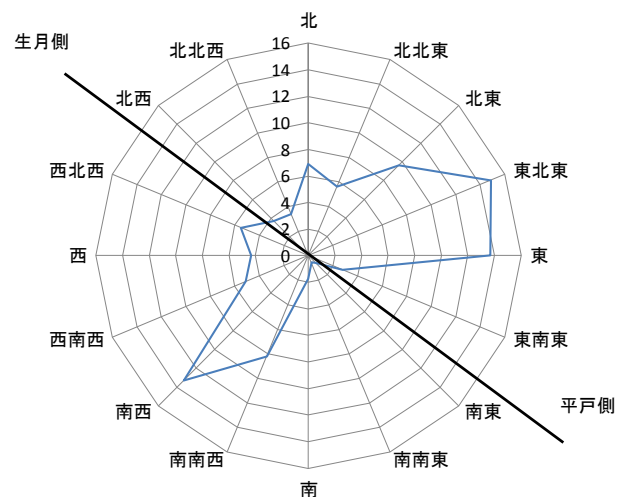


図-4 2010年4月～2011年12月風配図

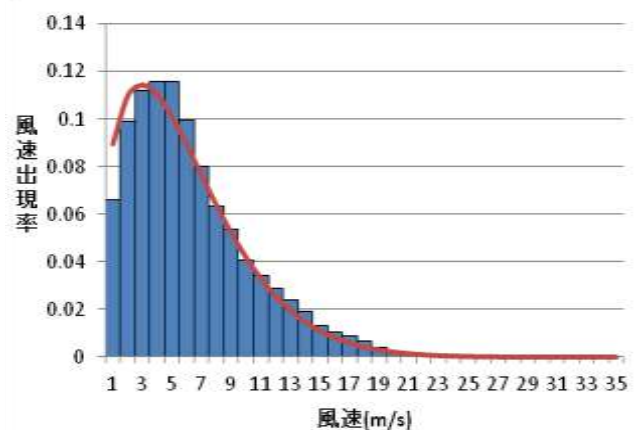


図-5 風速頻度分布及びワイブル分布

表-1 K-S 検定結果

Dn	Dnα	判定
0.022	0.005	棄却

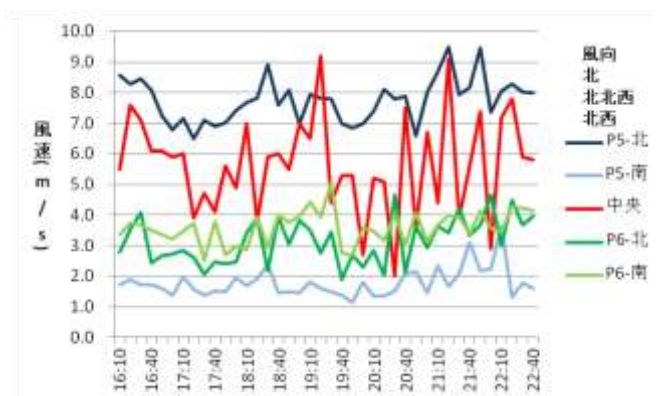


図-6 中央とP5・P6の風速時系列変化