

実測データに基づく生月大橋斜材の疲労損傷度の評価および風況との相関分析

長崎大学大学院 正 会 員 中村聖三 長崎大学大学院 学生会員 ○田中翔太
 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
 (株)奥村組土木興業 非 会 員 橋本東次郎

1. はじめに

長崎県北西部平戸島と生月島を結ぶ生月大橋において、平成21年12月8日、中間橋脚P6近傍の下斜材にき裂が発見された。補修に伴い撤去された損傷部材の調査の結果、本き裂はフランジ突合せ溶接部止端から疲労き裂として発生したと推定された。疲労き裂発生原因としては、一般に自動車や風による動的作用が考えられる。しかし、生月大橋の交通量は約3,000台/日であり、重車両が頻繁に通行する路線ではないため、発生したき裂は風によって励起された振動による可能性が高い。そこで本研究では、部材に発生する応力の実測データに基づき、発生応力範囲と風況との相関および疲労に対して優位な振動の発生間隔と継続時間の分布を明らかにするとともに、部材寿命の推定を試みる。

2. 研究概要

図1に計測対象部材を示す。対象部材は中間橋脚P5、P6上の鉛直材に隣接する下斜材（P5：面中央径間側、P6：南面中央径間側）であり、ひずみゲージはP5、P6斜材にそれぞれ5枚、6枚貼付した。図2に貼付状況を示す。風況は、P5・P6それぞれの北側と南側、およびスパン中央部に設置された風車型風向風速計で観測した。風向風速計の設置位置を図3に示す。

3. 分析内容

貼付したひずみゲージから得られたデータより日最大応力範囲を求める。また、応力範囲と風況との関連性を調査する。さらに、応力の時刻歴をレインフロー法で処理し打ち切り限界を考慮しない修正マイナー則で疲労損傷度の計算を行う。

4. 分析結果

4.1 日最大応力範囲

P6に設置したひずみゲージOS-7で得られた日最大応力範囲の推移を図4に示す。H24年度で日最大応力範囲が30MPaを超えたのは6日であったが、H23年度は15日であったことを考慮すると、H24年度は振動の励起頻度が低いと言える。

4.2 日最大応力範囲と風況の関係

新富ら¹⁾の研究により、斜材振動は風速6m/s～8m/sの低風速域と風速15m/s超の高風速域（いずれも支間中央での値）の2つの風速域で励起されることが明らかにされた。

高風速域の例として、H24.4.3におけるP6ひずみゲージOS-7の10分間最大応力範囲と橋脚南側の風向風速計で得られた10分間平均風速の関係を図5に示す。風速が15m/sかつ風向が南西～西のときに振動が励起されているのが確認できる。

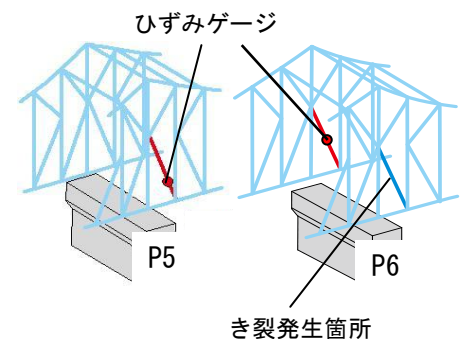


図1 対象部材

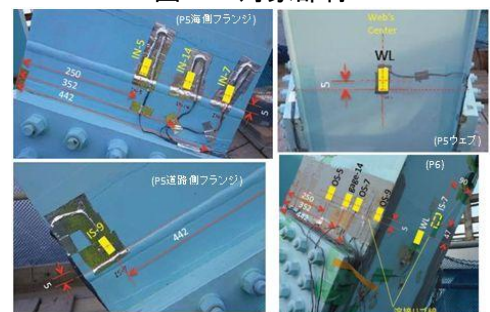


図2 ひずみゲージ貼付状況

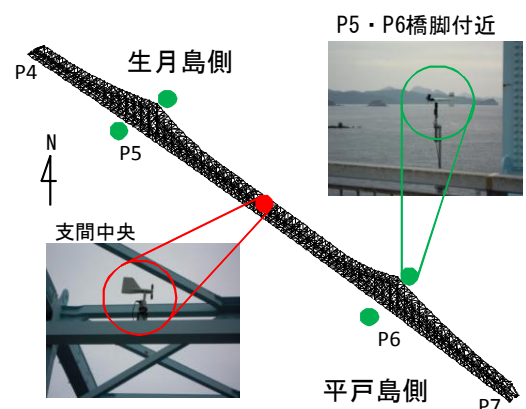


図3 風向風速計設置位置

キーワード 風況, 疲労寿命, 振動, トラス橋

連絡先: 〒852-8521 長崎県長崎市文教町 1-14 長崎大学大学院工学研究科 Tel:095-819-2613

4.3 疲労損傷度

図6に累積疲労損傷度の推移を示す。なお、継手の疲労強度等級はDと仮定した。4月3日に相対的に大きな疲労損傷が発生しているが、値自体は極めて小さく、平成24年4月～12月には、ほとんど疲労損傷が蓄積されておらず累積でも非常に小さい値となっている。

4.4 疲労寿命の試算

H24年度の計測期間217日間における累積疲労損傷度0.00105およびH23年度の計測期間195日間の累積疲労損傷度0.01883を用いて部材の疲労寿命を算定すると56.7年となった。これは供用開始からき裂が発見されたときまでの期間である18年の3倍程度である。応力を計測した部材とき裂が発見された部材とは異なるとはいえ、疲労寿命の推定精度はあまり高くない。

4.5 応力の発生間隔

疲労損傷の多くは応力範囲が30MPa以上の日に蓄積されたと考えられる。図7にH24年度とH23年度の10分間最大応力範囲が30MPaを上回る事象の発生間隔の頻度分布を示す。また、図8にH24年度の30MPa以上の10分間最大応力範囲が継続した時間の頻度分布を示す。

発生間隔1日～10日の発生頻度が最も多く、平均発生間隔は27.5日となった。また、応力範囲が継続して30MPaを超えることは少ない。H24年度は振動の励起頻度が少なく、5月12日～10月17日の157日間、応力範囲が30MPaを上回ることがなかった。このように、年度によって振動の励起状況はばらつきが大きいので、2年分のデータでは応力の発生状況を精度よく予測することは困難である。

5. まとめ

計測対象斜材において橋軸直角方向かつ高風速域の風で振動が励起されることが確認できた。また、実測データをもとに求めた部材の寿命は実際にき裂が発見されるまでの時間より3倍程度と長くなった。各年度によって振動の励起状況が大きく異なることから、今回のような比較的短期の計測では信頼性の高い予測を行うことは難しい。したがって、今後も継続して計測を行うことでデータの蓄積をはかり、より信頼性の高い寿命評価につなげる必要がある。

参考文献

- 1) 新富ら：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，H24.3

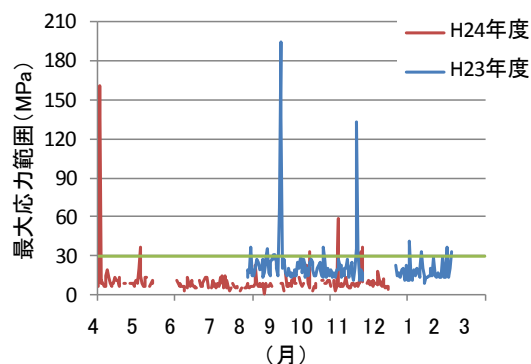


図4 日最大応力範囲の推移

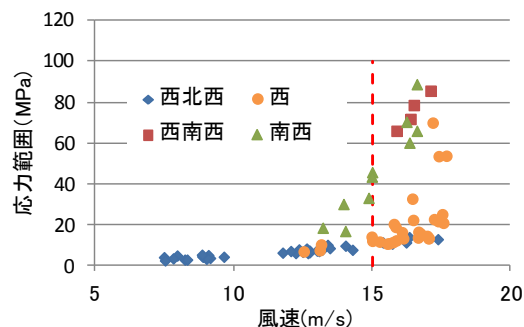


図5 H24. 4.3の風速および応力範囲

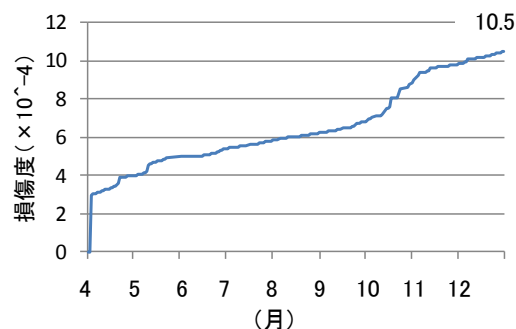


図6 累積疲労損傷度

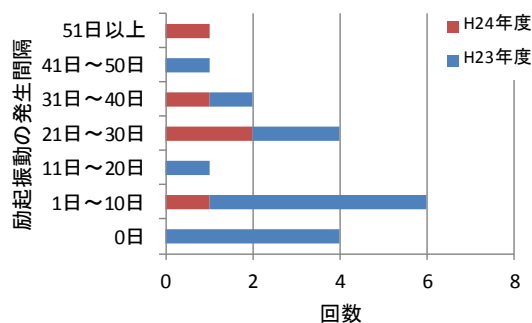


図7 励起振動発生間隔

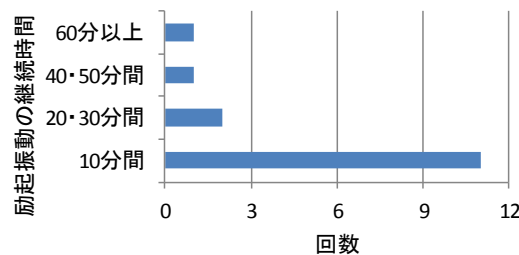


図8 励起振動継続時間