

## 実橋観測データに基づく新湊大橋振動特性分析

横浜国立大学 学生会員 ○人見 淳 横浜国立大学 正会員 勝地 弘  
 横浜国立大学 フェロー 山田 均 横浜国立大学 正会員 西尾 真由子

### 1. はじめに

富山県射水市の富山新港を西北西-東南東方向に横断している臨港道路富山新港東西線の一部である5径間連続複合斜張橋、新湊大橋(全長600m)において、桁閉合後の強風時に想定値以上の振動がたびたび発現し、最大で振幅約35cmの振動が観測された。比較的 low wind speed の限られた風速域での規則的な振動であることから、原因は渦励振によるものと判断された<sup>1)</sup>。

橋梁構造への影響について、振動は発現風速、振幅が限定的であり、鋼桁の応力を確認した結果、仮に橋上に大型車両が渋滞している荷重状態で振動したとしても問題ないことが確認されている。ただし、こうした振動は利用者が不快・不安に感じる懸念されることから、制振対策を施す必要があると判断された。

本研究では、新湊大橋の大振幅の渦励振発生原因の特定、制振対策のための情報を提供することを目的として、新湊大橋での長期観測データから新湊大橋の振動特性や橋梁周辺の風特性を定量的に分析、把握することとした。

### 2. 解析方法

本研究では、新湊大橋の中央径間中央の桁両側(海側, 山側)に設置された加速度センサ, 風向風速計から得られた、自然風による大振幅発生時の加速度データ, 風向風速データを分析することによって、新湊大橋の振動特性、橋梁周辺の風特性について分析した。

まず、橋梁周辺の風特性として、風の卓越方向と風の乱れ強さを求めた。次に、橋梁の振動特性として、桁の加速度データにFFT処理を施すことによって周波数解析を行い、固有振動数を算出した。また、RD法によって対数減衰率を算出した。さらに、桁の加速度データを2回時間積分(台形積分)することによって得られた変位データと、同時に計測した風速データを用いて、風速域ごとの変位データの頻度分布を求め、渦励振発生風速を算出した。

### 3. 風特性と振動特性

まず、橋梁周辺の風特性について説明する。新湊大橋において大振幅発生時の風向風速図のうち、代表的なものを図-1に示す。これは、2012年3月19日(時刻不明)の大振幅発生時の風向風速をプロットしたものである(データ点数:2,000,000点)。この図や他の大振幅発生時の風向風速図から、橋軸直角方向の風によって大振幅の渦励振が発生していることが分かった。

また、大振幅発生時の全風向風速データから風の乱れ強さを算出した。図-2は、中央径間中央の海側センサの風速データから算出した乱れ強さのうち、平均風速5~16m/sのデータを取り出したものである(データ点数:128点)。この図から、渦励振が発現する風速域においては、乱れ強さが平均約6.5%と小さいことが分かる。

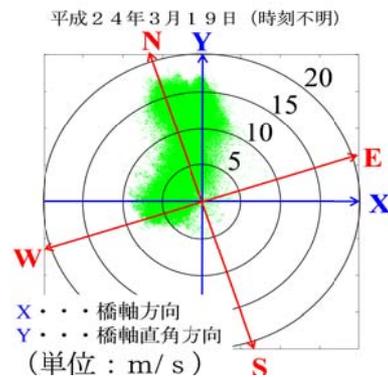


図-1 風向風速図の例

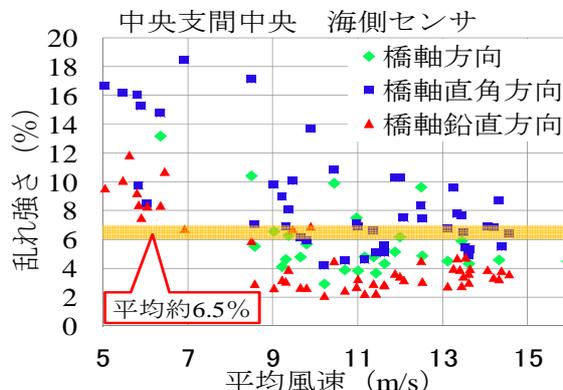


図-2 風の乱れ強さ

キーワード： 斜張橋, 渦励振, 実橋観測, 乱れ強さ, 対数減衰率

連絡先： 〒240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-5 TEL 045-339-4243, FAX 045-348-4565

次に新湊大橋の振動特性について説明する。本研究では、新湊大橋の中央径間中央の桁に設置された加速度センサから得られた大振幅発生時の加速度データを用いて、周波数解析を行った。代表的なものを図-3に示す。この図は、図-1と同じ3月19日(時刻不明)の大振幅発生時の加速度波形とその波形のフーリエスペクトルを示したものである。これら2つの図や他の加速度波形、フーリエスペクトルから、大振幅発生時は鉛直たわみ対称1次モードで振動していることが分かった。また、RD法を用いて桁の対数減衰率を算出した。表-1に、周波数解析によって得られた桁のモード毎の固有振動数と合わせて、RD法によって得られた対数減衰率を示す。なお、この表に示してある本研究における固有振動数、対数減衰率は、複数データの解析、計算の平均値である。この表から、鉛直たわみ対称1次モードの対数減衰率が、加振実験結果、設計値よりも小さいことが分かる。

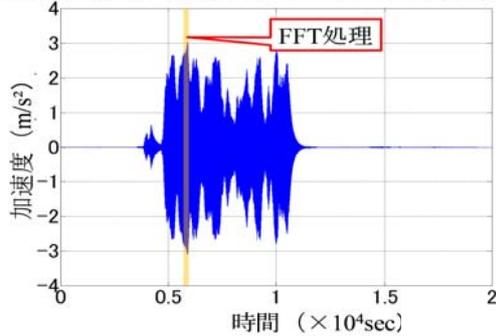
次に、大振幅時の桁の加速度データを2回時間積分することによって得られた変位データと、同時に計測した風速データを用いて、風速帯毎の変位データの頻度分布を求めた。その結果を図-4に示す。この図よ

り、風速11~16m/sの範囲では変位データが-35~+35cmの範囲にばらついており、他の風速帯ではほとんどゼロとなっていることから、渦励振発現風速は11~16m/sであると推定できる。

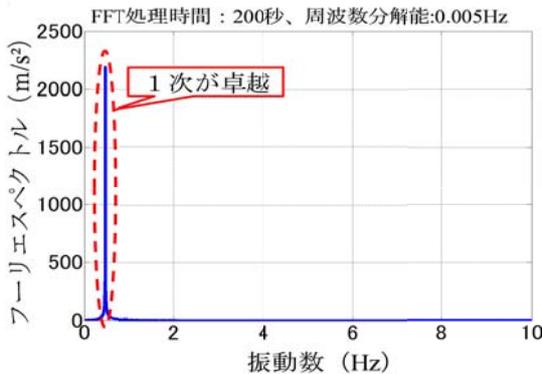
表-1 桁の固有振動数と対数減衰率

モード	固有振動数		対数減衰率		
	本研究	加振実験	本研究	加振実験	設計値
桁鉛直たわみ対称1次	0.453	0.464	0.012	0.013	0.02
桁鉛直たわみ対称2次	0.940	0.989	0.021	0.011	
桁ねじれ対称3次	1.205	1.208	0.056	0.025	
6次(不明モード)	2.859	2.856	0.046	0.031	

平成24年3月19日(時刻不明、サンプリング周波数:100Hz)



(1)加速度時系列



(2)FFT解析結果

図-3 桁の加速度波形と周波数解析結果

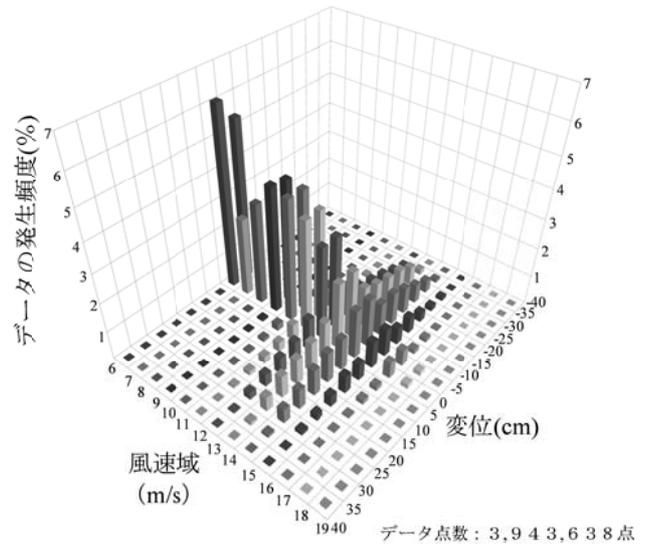


図-4 風速帯毎の変位データの頻度分布

4. 結論

本研究では、新湊大橋の振動特性、橋梁周辺の風特性について検討を行った。その結果、大振幅の渦励振が発生する時は、橋軸直角方向の風が卓越し、かつ、風の乱れ強さが設計値の10%と比べてもかなり小さい約6.5%であることから、本橋周辺は渦励振の起きやすい環境であると考えられる。また、本橋はほぼ鉛直対称1次モードで振動しており、その1次モードの対数減衰率が実験値や設計値よりも小さく減衰しにくいことも大振幅の渦励振が発生する原因となっていると考えられる。

参考文献

1) 由井陸粹, 森川陽介, 中垣毅, 関口忠志, 長井正嗣, 勝地弘: 新湊大橋の鋼桁耐風対策, 橋梁と基礎, Vol.47, pp.29-32, 2013.2