

I-757 風応答観測データを用いたPC斜張橋施工時の主桁振動の予測

鹿児島県出水耕地事務所	田口 秀実	鹿島技術研究所	正員○上野 健治
同 上	福田 博文	同 上	正員 竹田 哲夫
伊唐島架橋工事事務所 正員	上迫田和人	鹿島土木設計本部	正員 佐野 演秀

1. はじめに

橋脚位置から主桁を左右に張出しながら施工を行うPC斜張橋は、側径間が閉合されるまで揺れやすい構造となっている。そこで、施工時のPC斜張橋の耐風安全性を確認するため、（仮称）伊唐島大橋において施工時風応答観測を行った。本報文では、主桁の張出しが比較的短い段階での風応答観測データを用いて、側径間閉合直前の主桁振動（ガスト応答＝風の乱れによる鉛直たわみ振動）の変位と風速の関係を予測し、実際の風応答観測データと比較した結果を報告する。

2. 風応答観測の概要

風応答観測を行った（仮称）伊唐島大橋は、図－1に構造（半橋）を示す様に、中央支間が260mと我国最大支間のPC斜張橋となる。当橋は、図－2に示す様に鹿児島県北西部の湾岸部に位置し、強い冬の季節風にさらされ、さらに台風の通過頻度も高いことから、耐風安全性の検討が重要視された。そこで、施工当初から、風速や風向などの風観測に加えて、主桁、主塔及び斜材に振動計を設置して風応答観測を実施している。観測は、1時間ごとの定時観測（10分間）と強風時観測（平均風速が6m/sを超えた場合の10分間）を、主桁の張出しに伴い、主塔位置から25m、57m及び105mの主桁位置に計器を盛り替えて行った。

図－3に、張出し長125mの段階で観測された主桁振動のフーリエスペクトルを示す。この図から、主桁の振動（ガスト応答）は、1次振動数成分のみが卓越していると見なせ、他の振動数成分は考慮しなくてもよいと判断できる。このモード形状は、主塔を中心とした左右の主桁の振動が逆位相であることから、図－4の様な逆対称形であると考えられる。なお、この結果は固有値解析結果とも一致している。

3. 主桁振動（ガスト応答）の変位と風速の関係の予測手法

著者らは、（仮称）伊唐島大橋と同様な主桁断面形状であるPC斜張橋・呼子大橋（佐賀県）の施工時に、風応答観測データを用いた主桁のガスト応答の予測式を提案している¹⁾。その予測式を以下に示す。

$$\delta_L = \delta_0 (D_L / D_0) (S_v(f_L) / S_v(f_0)) (U / U_0)^2 R_v$$

ここに、添字L:主桁張出し長Lmの値、添字0:基準点の値、 δ_L :主桁変位の予測値、 δ_0 :主桁変位の観測値、 D_L 、 D_0 :図－4に示す単位荷重載荷時の主桁変位の計算値、 $S_v(f_L)$ 、 $S_v(f_0)$:変動風速のパワースペクトル（日野の式）、 f_L 、 f_0 :1次振動数、 U 、 U_0 :最大瞬間風速、 R_v :低減率（ $= e^{-k \cdot L} / e^{-k \cdot 0}$ ）

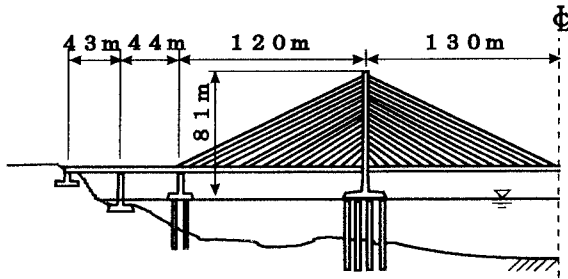
ここで、 R_v は風応答観測結果から求める補正係数で、当橋の風応答観測結果から（ $k=0.027$ ）とした。なお、呼子大橋でも同等の値を用いている。

4. 主桁振動（ガスト応答）の予測結果と風応答観測結果の比較

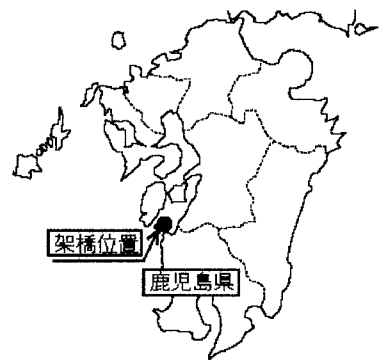
（仮称）伊唐島大橋での風応答観測データを用いて、上記予測手法により、基準点を張出し長77m、基準となる最大瞬間風速（ U_0 ）を15m/sとして主桁のガスト応答を予測した。図－5に最大瞬間風速15m/sでの張出し長と主桁変位の関係を、図－6に張出し長125mでの最大瞬間風速と主桁変位の関係を示す。両図とも観測値と予測値はよく一致している。したがって、上記予測手法の適用性は高く、また、（仮称）伊唐島大橋と呼子大橋で同等のパラメータを適用できたことから、その汎用性も高いと考えられる。

5. まとめ

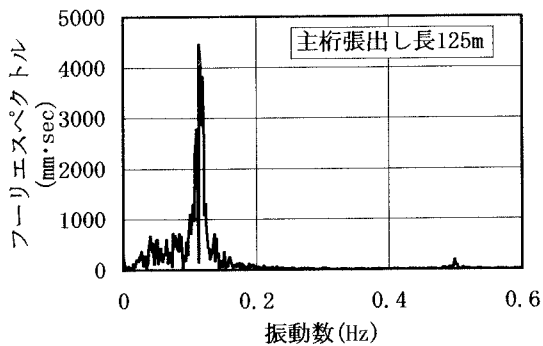
（仮称）伊唐島大橋の施工時風応答観測データを用いて、張出しが長くなった場合の主桁のガスト応答



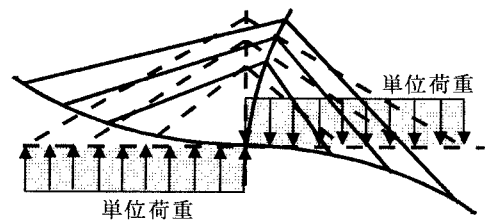
図－1（仮称）伊唐島大橋の構造（半橋）



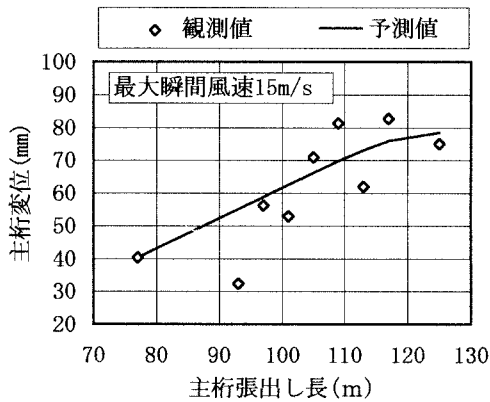
図－2（仮称）伊唐島大橋の架橋位置



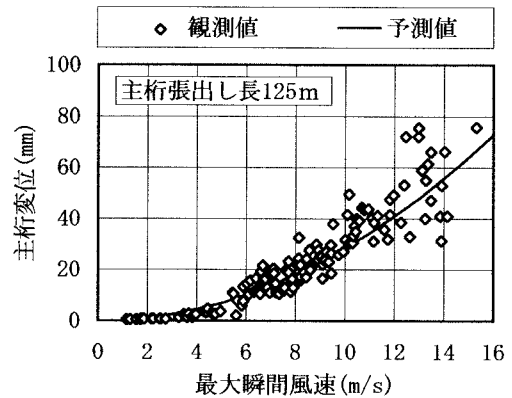
図－3 観測された主桁振動のフーリエスペクトル



図－4 1次振動モード（施工時）



図－5 主桁張出し長と主桁変位の関係



図－6 最大瞬間風速と主桁変位の関係

を予測した。最大張出し長の60%の位置を基準点とした予測でも最大張出し長での主桁変位と風速の関係を精度よく予測できることが確認された。当橋では、この予測手法を、台風接近時の耐風対策や、側径間及び中央径間閉合時の支保工の設計に活用し、耐風安全性を確認しながら施工を行うことができた。

【参考文献】

- 1) 久我, 竹田, 徳山, 日紫喜: 呼子大橋(PC斜張橋)における施工中の風応答と主桁閉合時の耐風対策, 構造工学論文集Vol. 35A, 土木学会, pp. 1171～1183, 1989. 3