

## 長大橋ガスト応答解析における評価時間の設定に関する研究

NKK (研究当時 横浜国立大学大学院) 正会員 田中 裕明  
 横浜国立大学大学院 工学研究院 正会員 勝地 弘  
 横浜国立大学大学院 工学研究院 正会員 宮田 利雄  
 横浜国立大学大学院 環境情報研究院 フェロー 山田 均  
 本四公団 長大橋技術センター 正会員 伊藤 進一郎

**1、概要** 長大橋梁の設計では風荷重が支配的となる。この風荷重は静的空気力にガスト応答係数を乗じて算定されるため、ガスト応答を精度よく推定することが重要となる。ガスト応答とは風速変動によって引き起こされる構造物の限定振動であり、理論により導かれた静的解析およびガスト応答解析結果を基に評価される。したがって、風速変動特性のモデル化、解析手法についての、より精度の高い解析・推定方法が耐風設計の精緻化につながるものと考えられる。これまでの耐風設計では、ガスト応答解析に投入する風速変動特性のモデル化を経験的に評価時間を10分とし、その間の風速変動特性を一定として行ってきた。しかし、実際に吹いている風は平均風速も一定でなく常に変化していることから、評価時間を短くした方がより精度よく実際の変動風速特性、応答特性を評価できる可能性もある。そこで、本研究では明石海峡大橋の動態観測データを用い、その風速変動特性の評価時間を変えてガスト応答解析を行い、どの評価時間における解析結果が最も実測応答に近いかわかることと評価時間設定に関する検討を行った。

**2、実風速変動特性の評価** 本研究では、1999年9月24日の7時30分20秒から16時00分20秒にわたり明石海峡大橋で観測された台風9918号による動態観測データを用いた。観測条件は、橋桁上約10mの位置に設置されているプロペラ式風速計により風速、風向が観測され、応答はGPSで中央径間補剛桁の中央点を観測したものでデータのサンプリング間隔は0.05秒となっている。今回は中央径間中央部付近の4地点(図1)の風速データを用いることにした。この観測データを10分ごとに区切りこれを1ケースとし、実風速変動特性の評価手法の違いによる影響を調べた。なお、本研究では8ケース分について検討した。そして、1つのケースについて評価時間を30秒、60秒、120秒、200秒、300秒、600秒とし、それぞれ単純平均、移動平均を用いて平均風速、乱れ強さ、パワースペクトルなどの実風速変動特性を求めた。ここでは、評価時間と乱れ強さの関係について全8ケースの平均を図2に示す。乱れ強さは評価時間が短くなるにつれ小さくなる傾向にありこのことは評価時間を短くすることで平均風速のトレンドによる影響が小さくなった結果と考えられる。

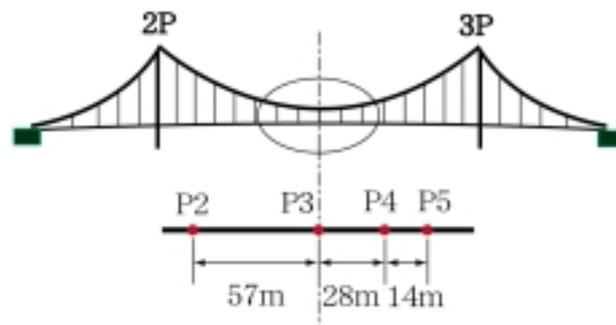


図1 観測地点

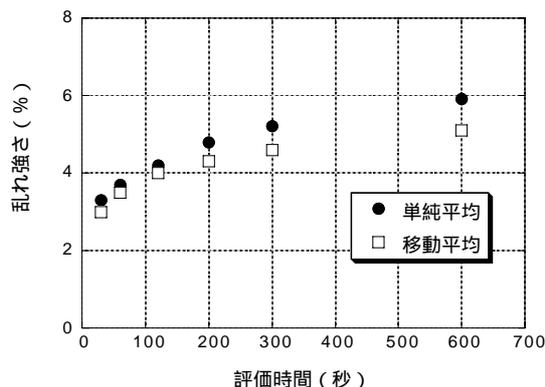


図2 評価時間と乱れ強さの関係

**3、静的解析** 幾何学的非線形性を考慮した静的解析を行ない、風速と中央径間桁中央部の水平変位の関係を調べた。その結果、式(1)が得られ、この式(1)を用いて各ケース、各評価時間における平均風速から水平方向の静的変位を求めた。図3に平均風速から静的変位を求めた結果の一例を示す。

キーワード：ガスト応答、評価時間、長大橋、明石海峡大橋

連絡先：〒240-8501 神奈川県横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-5

045-339-4243

FAX 045-348-4565

$$D(t) = 0.00452 \times \bar{U}(t)^2 \quad \text{式} \quad \text{ここで、} D(t) : \text{水平変位(m)、} \bar{U}(t) : \text{平均風速(m/s)}$$

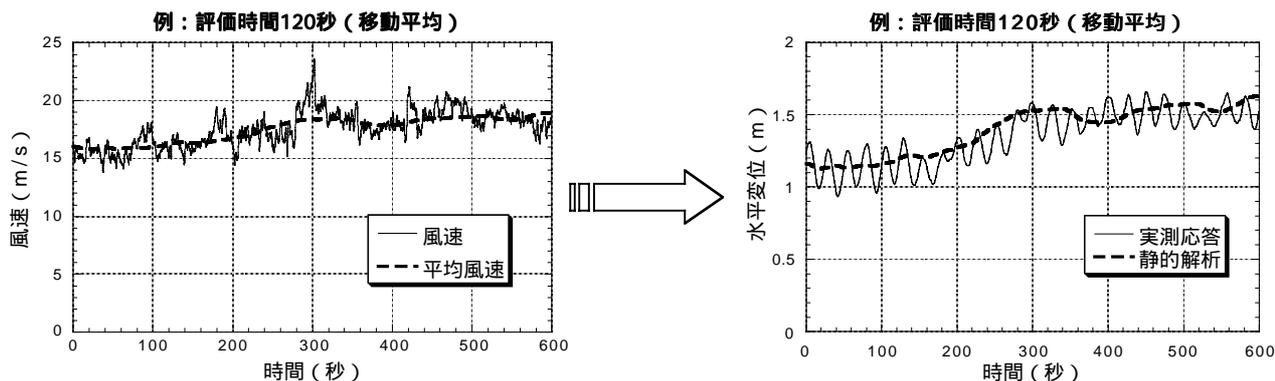


図3 静的解析例

以上のようにして求めた静的解析結果と実測応答の整合性を静的解析結果と実測応答の残差のRMSに着目し、どの評価時間が最も実測値との整合性が良いか調べた。その結果を図4に示す。なお、比較に際しては単純平均600秒を基準とした比で表すことにした。この結果から、単純平均より移動平均の方が実測値との整合性が良く、また、単純平均については評価時間200秒、移動平均では評価時間300秒での結果が最も実測値との整合性が良いことが分かる。

各評価時間における静的解析結果と実測応答の整合性 (全8ケースの平均、対単純平均600秒比)

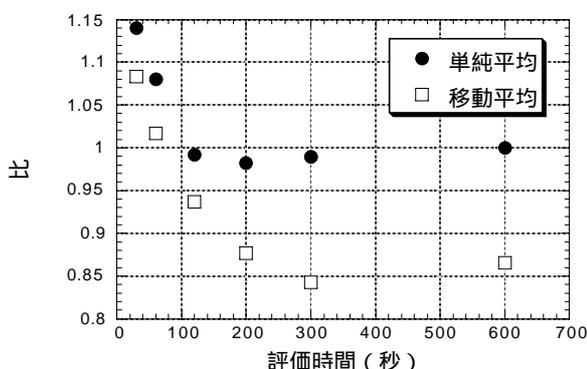


図4 静的解析結果と実測応答の整合性

**4、ガスト応答解析** 各ケース、各評価時間の実風速変動特性を入力値としてガスト応答解析を行い、各ケース、各評価時間におけるガスト応答を求めた。その結果を図5に示す。なお、ここでは全8ケースの平均について、単純平均600秒を基準とした各評価時間内での最大応答値の比で表すことにした。この結果から、実測応答、解析応答とも乱れ強さと同様に評価時間が短くなるとガスト応答が小さくなる結果となった。また、実測応答と解析応答を比較すると、単純平均については評価時間200秒から600秒で解析応答は実測応答に近い傾向を示し、移動平均では評価時間が200秒より短くなると実測応答に近くなる傾向が見られた。

評価時間とガスト応答の関係 (全8ケースの平均、対単純平均600秒比)

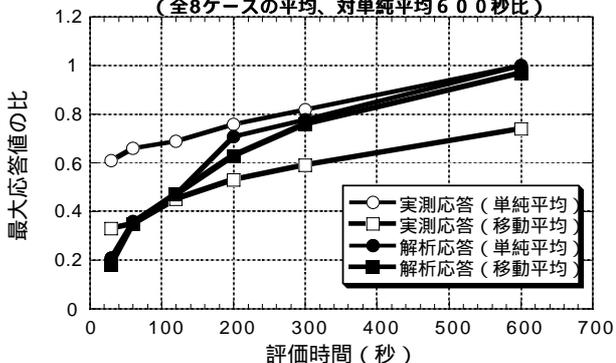


図5 ガスト応答解析の結果

**5、まとめ** 静的解析結果については、単純平均より移動平均の方が実測応答との整合性が良く、さらに単純平均で解析を行った場合では評価時間200秒程度、移動平均では評価時間300秒程度で最も整合性が良い結果となった。また、ガスト応答解析結果については、単純平均では評価時間200秒から600秒の範囲で実測応答の傾向に近いものとなり、移動平均では評価時間が200秒より短い範囲で実測応答に近くなる傾向が見られた。以上のことから、明石海峡大橋について今回行った中では、移動平均を用い評価時間200秒から300秒でガスト応答解析を行った結果が最も実測応答に近いと言える。しかし、耐風設計について考えると、平均風速を一定として行われることから単純平均で実測応答に最も近い結果となった評価時間200秒程度が良いと言える。ただ、単純平均の場合、評価時間200秒から600秒であまり差が無かったことから評価時間200秒から600秒で評価すれば問題は無さそうである。