

箱根西麓・三島大吊橋の計画（2）現地風観測および気流解析

(株)フジコー 宮澤俊二 大村正弘 岩井 大
(株)長大 正会員○加藤雅彦 正会員 森野真之
東京大学 正会員 石原 孟

1. はじめに

現在、箱根西麓地域(静岡県三島市)に、日本一の支間長 400m を有する『箱根西麓・三島大吊橋』が建設予定されている。建設場所は、国際観光都市箱根の西麓に位置し、富士山や駿河湾を見渡せる風光明媚な高台に位置する(図 1)。

架橋位置や周辺地形、現地風観測位置との位置関係を図 2 に示す。架橋地点は、箱根山の中腹で、南西方向の沢を横過するように高台に主塔を計画した。

本橋は、支間長 400m、有効幅員 1.6m の無補剛吊橋であり(図 4,5)、沢から最大約 70m の高度を有し、かつ架橋地点の風は周辺地形の影響を強く受けるため、その影響を考慮した設計風速を評価する必要がある。本報では、現地風観測結果と 3 次元数値流体解析結果および設計基準風速の設定について報告する。

2. 現地風観測結果と三島測候所との相関

風観測は架橋位置の南方約 200m の地点で実施した。地形概況は、a)橋の橋軸方向はほぼ南北に沿っている、b)沢に沿う風向(図 2 の矢印)はほぼ南西である、c)風観測位置での南西風向は市街地および駿河湾に開けた平坦地である。

観測の結果、卓越風向は駿河湾から吹く南西の風向(吹き上げ)と、その逆側の北東の風向(吹き下げ)であるが、強風は駿河湾からの南西風向が主であり、この傾向は近隣の三島測候所の傾向と同様な結果となった(図 3)。この風向は駿河湾から吹く風向と一致しており、山の稜線に囲まれた地形の影響を受けていることが分かる。

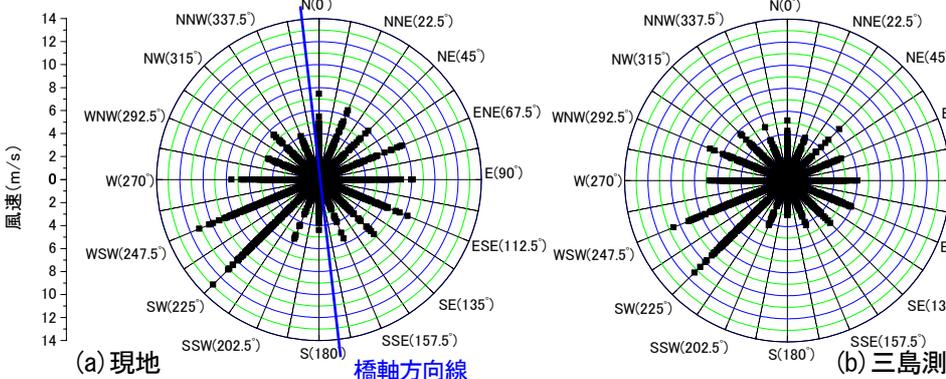


図 3 現地風観測結果と三島測候所の 10 分間平均風速と風向の関係



図 1 架橋位置

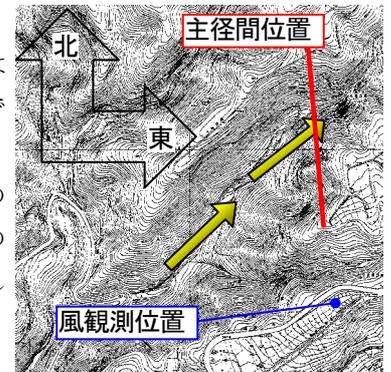


図 2 地形・架橋・風観測位置

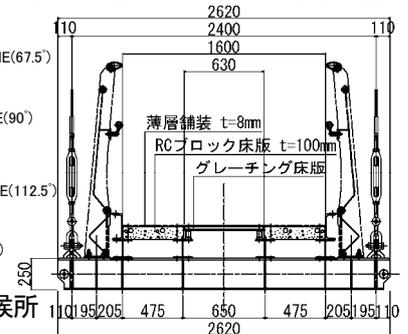


図 4 桁断面図

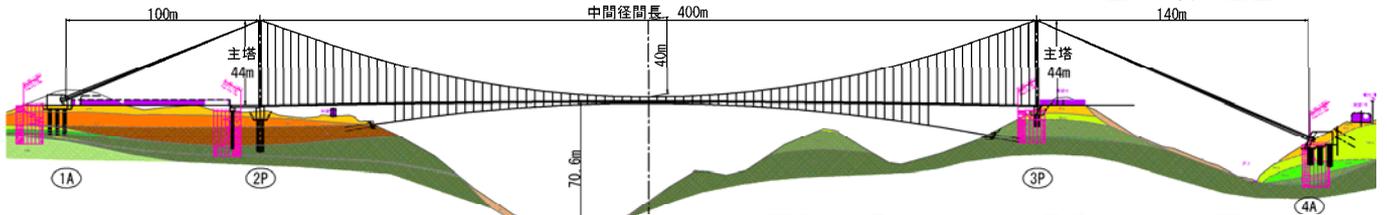


図 5 箱根西麓・三島大吊橋 全体一般図

3. 3次元気流流体解析の目的・解析条件・解析結果

本橋の設計風速の設定にあたっては、架橋地点に近い現地風観測地点における風観測結果と近隣の三島測候所の観測結果から風速の相関を求め、三島測候所の長期計測データから求められる 100 年再現期待値に乗じることによって設計風速を設定する。一方、本橋の周辺地形は複雑に変化しているため、架橋位置と風観測地点との風速が異なる可能性がある。

キーワード 吊橋, 現地風観測, 再現期待値, 気流流体解析, MASCOT, 設計基準風速

連絡先 〒450-0003 愛知県名古屋市中村区名駅南 1-18-24 (株)長大 名古屋構造技術部 TEL052-586-0704

そこで、数値流体解析により風観測地点の風速と架橋地点位置での風速の関係を求め、本橋に用いる設計風速を算定することとした。数値流体解析には、東京大学橋梁研究室が開発した3次元風況予測システム MASCOT(Microlimate Analysis System for Complex Terrain)を用いた。この予測システムは、急峻な地形を含む地形模型を用いた風洞実験により、その精度が高いことを確認しているものである¹⁾²⁾³⁾。

解析は全方向(16方位)について実施し、風況特性の着目位置を図6に示す。なお、ここでは、卓越風速で、風観測位置と桁位置との風速比が最も大きい南西風向(駿河湾からの吹き上げ)について報告する。

南西風向時の風速鉛直分布を図7に、水平内の気流特性解析結果を図8(a,b)に示す。図7では主塔と桁支間位置によって風速比が大きく異なり、いずれも地面から離れるにつれ増大していることが分かる。

図8(a)は地表面から75m(最大の桁高付近)を示し、図8(b)は地表面から16.2m(風観測高さ程度)を示している。これらの図から架橋位置周辺の流れ場は地形の影響を受けて増減速していることが分かる。

表1から、風観測地点と架橋位置の風速倍率は支間1/2の値から1.3と設定した。

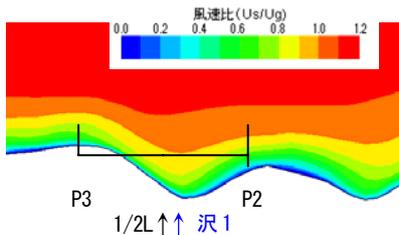


図7 南西風向時の風速の鉛直分布

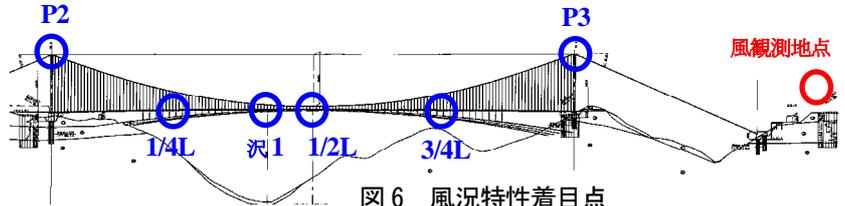
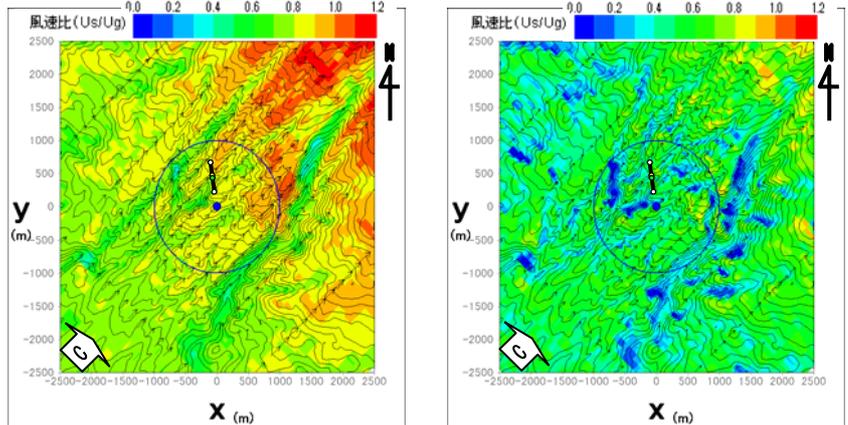


図6 風況特性着目点

表1 着目点での風況特性(南西風向)

着目点	標高(m)	地表面高(m)	風速比	吹上げ角 deg	lu(%)
P2	459.0	44.0	1.400	8.537	12.538
1/4L	416.5	29.8	1.180	12.270	16.220
沢1	416.9	70.6	1.326	7.276	11.909
1/2L	417.0	52.3	1.305	7.726	12.780
3/4L	416.5	13.9	0.860	18.333	25.688
P3	459.0	44.0	1.246	8.373	16.671

※風速比は、風観測地点に対する風速倍率を示す。



(a) 地表面から75.0m (b) 地表面から16.2m
図8 水平内の気流特性解析結果(南西風向時)

4. 設計基準風速の設定

前述までの観測と解析により、本橋桁位置での設計風速は表2のように設定した。

表2 本橋桁位置における設計基準風速の設定

三島測候所における100年再現期待値(1931年~2010年)	27.3m/s
風観測地点における100年再現期待値 相関式: $Y(\text{風観測地点})=1.213 \cdot X(\text{三島測候所})-1.000$, 相関係数=0.899	$1.213 \times 27.3 - 1.000$ =32.1m/s
架橋位置の設計基準風速(桁位置): 風観測地点と桁位置との風速比1.3(流体解析結果)	32.1×1.3 =42m/s

5. あとがき

ここで、定めた設計基準風速を基本に、基本検討を実施するとともに、風洞実験による耐風安定性の評価を踏まえ、現在、平成27年の完成に向けて、詳細設計を実施しているところである。

謝辞: 本検討に際し、『三島大吊橋建設に伴う技術評価委員会』(委員長:宮田利雄 横浜国立大学名誉教授, 委員:米田昌弘 近畿大学理工学部社会環境工学科教授, 勝地弘 横浜国立大学大学院都市イノベーション研究院教授, および三島市役所都市整備部:植野良裕技監, 岡本康孝土木課長, 古長谷忠土木課管理係長)には多大なるご協力とご助言を賜りました。深く感謝致します。

参考文献

- 1)石原, 日比: 急峻な山を越える乱流場での数値予測, 日本風工学論文集, No.83, pp.175-188, 2000.4
- 2)石原: 非線形風況予測モデル MASCOT の開発とその実用化, 日本流体力学会誌, 第22巻第5号, pp.387-396, 2003.10
- 3)石原, 山口, 藤野: 複雑地形における局所風況の数値予測と大型風洞実験による検証, 土木学会論文集, No.731/I63, pp.195-221, 2003.4