

4 橋並列橋の耐風性検討 (羽田空港連絡誘導路橋梁)

三菱重工業(株) 正会員 ○富田 昇 正会員 梅津 省吾
 JFEエンジニアリング(株) 正会員 橋本 光行
 国土交通省 関東地方整備局 志茂 香

1. はじめに

図1に示すように新滑走路が羽田空港沖に計画され、新滑走路と現空港を結ぶ連絡誘導路橋梁が建設予定である¹⁾。図2に平面図および断面図を示す。全長620mの連絡橋誘導路橋梁は、幅員63mの鋼・コンクリート合成床版が17本の主桁で支持される連絡誘導路2橋と、幅員10.8mの鋼床版2主桁橋である場周道路2橋で構成されている。本橋の特徴として、①.場周道路橋の多くの支間長は70mであり、2主桁橋梁の中では支間が長い事。②.今までに検討されたことのない並列橋の配置である事(4橋の並列橋配置、連絡誘導路橋が非常に扁平な断面)が挙げられ、耐風性の検討が重要な課題となった。そのため、ウェイクレゾナンスの発生要因となる桁後縁からの周期渦が発生しやすいと予想される連絡誘導路の橋梁部に隣接する場周道路橋の橋梁部3径間の耐風安定性を風洞試験により調査した。

2. 試験内容

写真1に縮尺1/72の風洞試験模型の配置状況を示す。場周道路橋の1橋は振動振幅を測るため弾性体模型とし、残り3橋を剛体模型とした。なお、橋軸方向に連続して設置される防護柵等は再現している。表1に場周道路橋の固有値解析結果を示す。気流条件は、表2に示されるように架橋位置の風環境を考慮して3種類とした。また構造減衰は、2主桁の実橋振動試験結果¹⁾から得られた最小値($\delta h=0.03$)で設定した。なお、別途ねじれモードの試験も実施している。

3. 試験結果

① 場周道路橋の応答特性

数種類の気流条件に対する場周道路橋の風速-応答曲線を図3、図4に示す。

風上側場周道路橋では、1次モードの渦励振は30m/s程度、2次モードは40m/s程度で発生した。共振振幅は、乱れが増加するほど減少し、1次モードに関しては、気流B ($I_u=7\%$)、2次モードでは気流C ($I_u=14\%$)の乱れが作用することにより、共振振幅が強度限界以下に低減された。一方、風下側場周道路橋では、振動応答に与える気流の乱れの影響が小さく、各モードの何れの乱れ強さにおいても強度限界以下に収まった。

② 連絡誘導路橋梁まわりの気流特性

図5に鉛直方向変動風速のパワースペクトルを示す。風上側場周道路橋に作用する風は、気流の流入条件としたカルマン型スペクトルによく整合しており、風上側場周道路橋に作用する気流は風下の橋梁の影響をほとんど受けていない。一方、風下側場周道路橋に関しては、支間中央部にてスペクトルのピークが確認され、風下側場周道路橋に作用する気流は誘導路から剥離する渦の影響を受けることが明らかになった。また、卓越振動数は風速に比例し、卓越振動数が固有振動数と一致する風速は、応答試験結果と一致することが確認された。

4. まとめ

- ・ 風上側場周道路橋では、たわみ1次、2次モードともに、設計風速以下で渦励振が発生する可能性が示され、その共振振幅は気流の乱れにより低減することが明らかとなった。
- ・ なお、準一様流では強度限界を超える渦励振が発生したため、安全側の検討として架橋位置で想定される最小の乱れ強さ($I_u=7\%$)で耐風性が満足されるよう、2次モードに対してチューンド・マス・ダンパ(TMD)による制振対策を実施する予定である。
- ・ 風下側場周道路橋では、設計風速以下で連絡誘導路橋から発生する渦によるウェイクレゾナンスが発生する可能性が示されたが、その振幅は強度限界内に収まる。

なお、本研報告は「羽田空港D滑走路建設工事」の設計業務の一環として実施した成果の一部である。

キーワード 並列橋, 二主桁, 風洞試験, 渦励振, ウェイクレゾナンス

連絡先 〒231-8715 横浜市中区錦町12番地 三菱重工業(株)横浜製作所 TEL045-629-1535

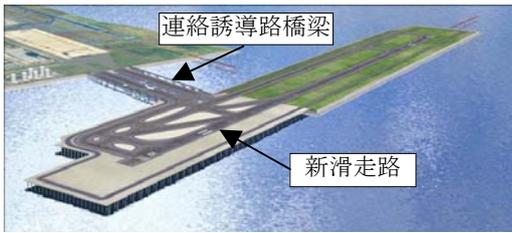


図1 鳥瞰図



写真1 模型設置状況

表1 固有値解析結果

1次モード	2次モード
1.14Hz	1.59Hz

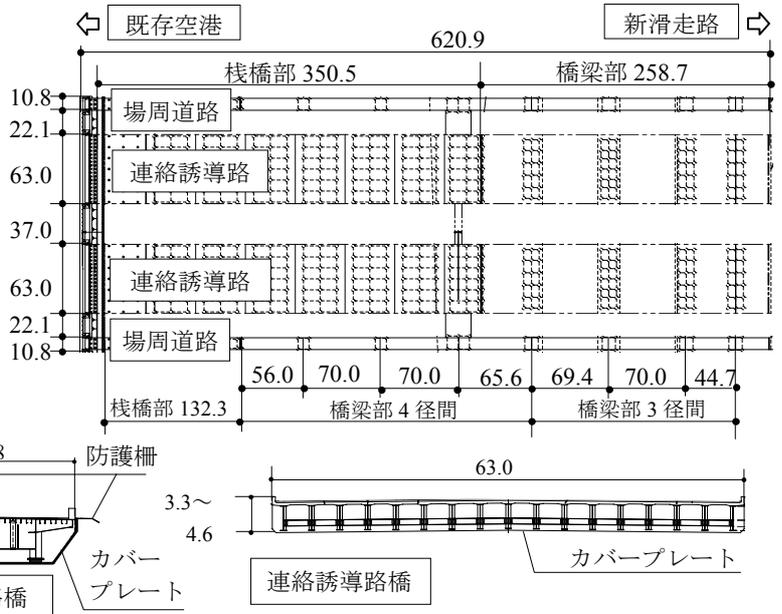


図2 連絡誘導路橋群平面図および断面図

表2 気流条件 (風上側場周道路橋桁高度位置)

項目	乱れ強さ		備考
	水平 (Iu)	垂直 (Iw)	
気流 A	1%	1%	準一様流 (床面の境界層の影響有り)
気流 B	7%	5%	東京湾横断道路の観測結果 ²⁾ より想定される架橋位置の最小の乱れ強さ
気流 C	14%	7%	道路橋耐風設計便覧より想定される架橋位置の平均的な乱れ強さ

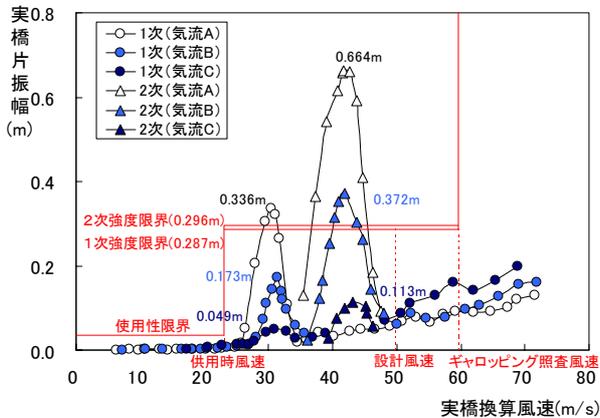


図3 応答曲線 (風上側場周道路橋)

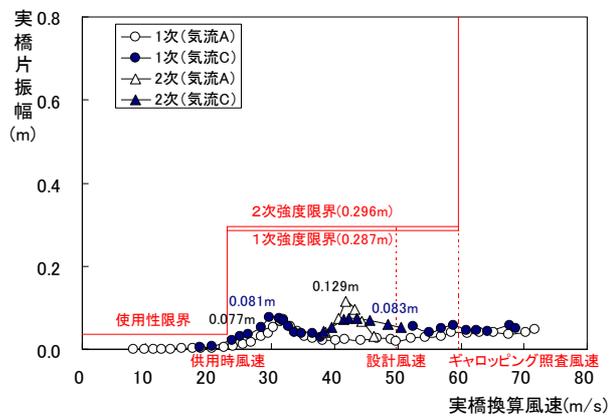


図4 応答曲線 (風下側場周道路橋)

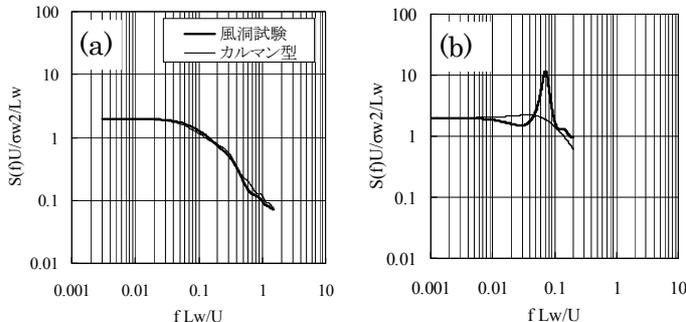
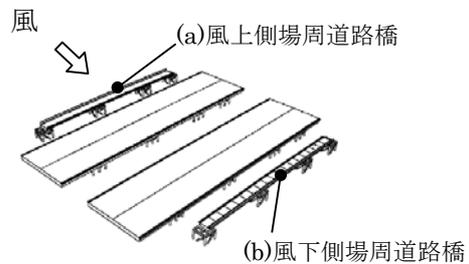


図5 鉛直方向の変動風速のパワースペクトル



- 1) 宮田, 野口, 福本, 相河, "羽田空港 D 滑走路の事業概要について", 基礎工 Vol.35, 2007
- 2) 芦塚, 斎藤, 本田, 平井, "PC 床版少数桁橋の耐風性について", 土木学会第 60 回年次学術講演会, 2005
- 3) 吉田, 藤野, 時田, 本田, "東京湾アクアライン橋梁部鋼箱桁橋に発現した渦励振とその特性", 土木学会論文集 No.633, 1999