

I-A 251

名港西大橋Ⅱ期線架設系塔独立時の耐風応答特性

J H名古屋建設局

正会員 佐久間智

正会員 長井 正

前川利聡

三井・栗本名港西塔JV

正会員 井上浩男

正会員 大森龍一郎

森島弘吉

1. はじめに

近年、後年の交通量増加への対応などの理由で、既設橋梁に隣接した新橋の建設が増加の傾向にある。名港西大橋も既存のⅠ期線に隣接してⅡ期線が新設される2橋独立の並列斜張橋である。架設時には、短期間ではあるがⅡ期線塔は独立状態となり、構造物として耐風的に不安定な状態となる可能性がある。また、Ⅱ期線塔はⅠ期線と類似形状であるがため、Ⅰ期線の風洞試験結果から渦励振やウェイクバフティングなどの発生の可能性が予想され、一方では形状の若干の違い等による新たな不安定現象の発生の可能性も否定できない。さらに、並列橋であるがため、隣接するⅠ期線の影響で特異な現象が発生する事も考えられ、これらの状況下でのⅡ期線独立塔としての特性把握が必要となる。そこで、ここではⅡ期線架設系塔独立時を対象に、並列状態におけるⅠ期線の影響下でのⅡ期線塔の耐風特性を風洞試験により把握し、さらに、試験の結果から、Ⅱ期線塔の耐風安定性及び疲労の問題などを含めた安全性について検討を実施した。図1に完成系並列状態一般図を示す。

2. 試験概要

模型は、Ⅰ期線の塔を中心として桁・ケーブルなどを再現した三次元剛体完成系橋梁部分模型と、面外及び面内曲げ1次モードの相似を第一条件としてⅡ期線塔の三次元弾性全体模型を、それぞれ縮尺1/80で製作した。また、架設足場などⅡ期線架設系塔の独立時の付加物も模型化した。試験は、主として面外（橋軸）方向の振動に着目し、現地の気流特性を考慮した乱流境界層中及び一様流中（一部）において、Ⅰ期線とⅡ期線の並列状態で、Ⅱ期線が上流側の場合（海風）と下流の場合（陸風）について水平偏角（風向）を変化させて実施した。試験に用いた振動諸元を表1に、また試験状況を写真1に示す。

表1 Ⅱ期線塔振動諸元

縮尺	実橋値	模型目標値（実験値）
縮尺		1/80
塔柱間隔(B)	塔頂部 4.0 m 塔基部 30.0 m	0.05 m 0.0375 m
塔柱幅(D)	塔頂部 4.0 m 塔基部 5.5 m	0.05 m 0.0688 m
塔高(H)	122.0 m	1.525 m
海面上高さ	127.0 m	1.588 m
全重量	2118.9 t	4138.5g (4113.1g)
一般化質量	面外たわみ1次 53.1 ts^2/m	0.00104 $\text{kg s}^2/\text{cm}$
振動数	面外たわみ1次 0.281 Hz 面内たわみ1次 1.090 Hz	2.51 Hz (2.32Hz) 9.75 Hz
風速倍率	面外たわみ1次	8.9 (9.67)
対数減衰率	たわみ	0.01 (0.0107)

Ⅰ・Ⅱ期線完成図

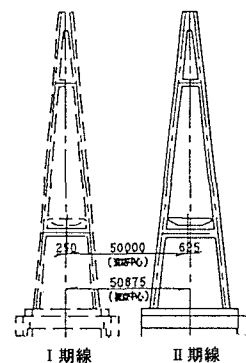
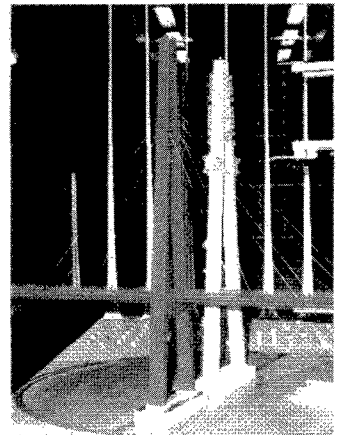


図1 一般図

海風 $\beta = 160^\circ$

3. 試験結果

3.1 乱流境界層中-海風（Ⅱ期線上流）：偏角 $180^\circ \sim 160^\circ$ 、 5° ピッチ（5偏角）図2 風向が 180° （橋軸直角方向）の時、12m/s付近で最大平均振幅663mmの渦励振が発生するが、風向を変えていくに従って応答振幅は減少する傾向を示し、 160° ではほとんど認められない。また、高風速域では高次モードが混在した振動がみられるがビート振動で定常振動までには至らず、架設時の照査風速（59.8 m/s）以上でもギャロップングなどの問題となる振動もない。なお、高風速域では偏角の違いによる応答の変化はほとんどない。

3.2 乱流境界層中-陸風（Ⅱ期線下流）：偏角 $0^\circ \sim 20^\circ$ 、 5° ピッチ（5偏角）図3 上流にあるⅠ期線の影

写真1 試験状況

響で低風速域での応答（渦励振）は海風に比べ大きく低下しており、風向の違いによる顕著な差も認められずⅠ期線の存在が安定側に作用している。一方、高風速域では風向の変化につれビート幅が増大し平均振幅も海風に比べ大きくなるが、照査風速以上でも発散振動にまで達する傾向はない。

3.3 一様流中-海風:偏角 $180^\circ, 175^\circ, 162.5^\circ$ 、(3偏角)図4 風向 180° の時、 15.3m/s 付近で最大平均振幅 659mm の渦励振が発生する。乱流境界層中に比べ、発生風速が高風速側へと移行しているが、振幅の大きさはほぼ同じである。風向が 175° に変化しても、応答振幅の大きさはほとんど変化せず、乱流中のように低下する傾向はみられない。高風速域では、乱流中よりも応答振幅は若干低下するが、その特性は大差ないものであるといえる。また、過去のⅠ期線の風洞試験結果では、風向 17° の時ウェイクバフエッティングの発生が認められるとあるが、Ⅱ期線の場合これに相当する風向付近 (162.5°)では、渦励振もなく安定である。

3.4 一様流中-陸風:偏角 0° (1偏角) 図5

乱流境界層中に比べ、応答振幅にわずかな違いが認められるものの、基本的な特性は乱流中と同様で、特に目立った応答が発生する傾向はなく、Ⅰ期線の存在が安定側へと作用している。

4. まとめ

試験の結果、Ⅱ期線塔独立時の耐風応答特性としては、風向によっては渦励振が発生するものの、ビート幅などを考慮しても即座に応力的な問題の生じる大きさではなく、照査風速以下ではギャロッピングなど発散振動もみられず、比較的安定である。また、並列状態における特徴としては、陸風の場合、上流のⅠ期線の影響で、その下流にあるⅡ期線の応答は海風の時に比べ低下し、上流のⅠ期線の存在が安定側に作用していることが確認された。

疲労及び作業性の観点からは、現地風の風の特徴として基本的に渦励振発生が予想される風向の発生頻度が少なく、架設時期も夏季で、かつ一括架設工法がとられること等を考慮すると問題はないとの結論を得た。

(参考資料)

「名港西大橋（鋼上部工）工事架設系風洞試験報告書」 日本道路公団名古屋建設局他 昭和58年2月

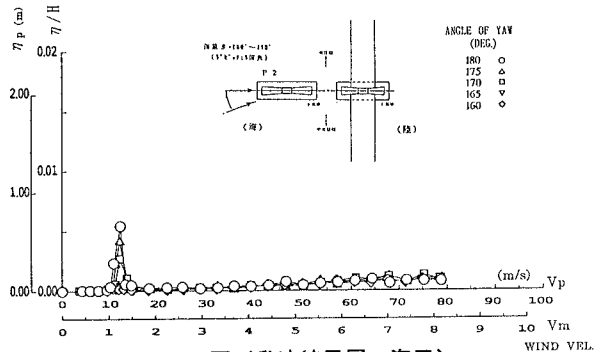


図2 V-Aη図（乱流境界層-海風）

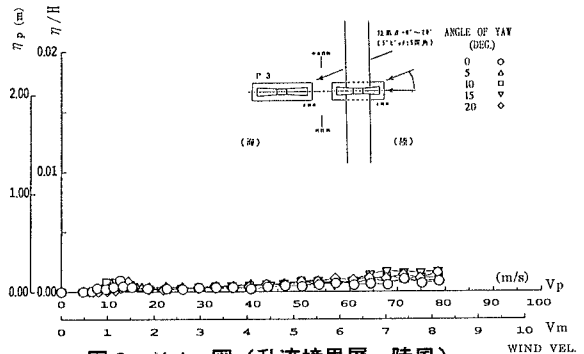


図3 V-Aη図（乱流境界層-陸風）

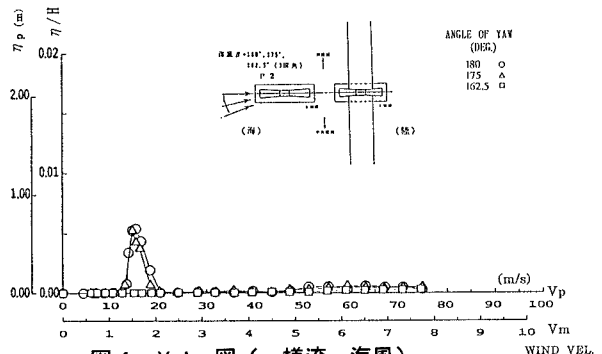


図4 V-Aη図（一様流-海風）

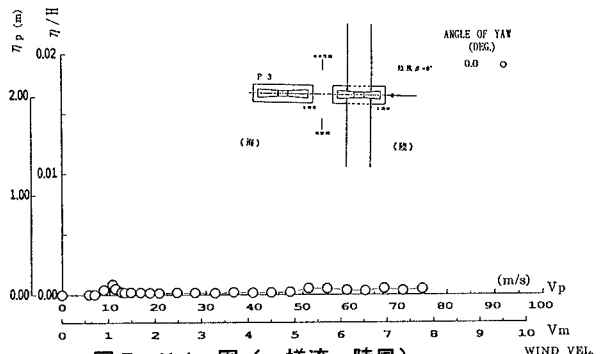


図5 V-Aη図（一様流-陸風）