

I - B27 鋼斜張橋逆V形塔の面内振動に関する風洞試験結果について

新日本製鐵(株) 町田健夫, 三井造船(株) 正会員 江藤徹郎
三井造船(株) 正会員 大森龍一郎, 三井造船(株) 正会員 井上浩男

1. まえがき

中規模斜張橋は、そのスマートな形式と地域のランドマーク的な観点から、近年多く建設されている。しかしながら、下を絞った変形逆V形式の塔は、橋軸方向の風によって面内方向に大きく振動する可能性があるとの報告¹⁾²⁾がなされている。この振動は架設中だけでなく桁とケーブルの架設が完了した完成状態においても発生する可能性が残ることからより一層の注意が必要となる。なお、この振動現象については未だその発生原因が十分明確にはされていないのが現状であり、各種の検討が行われている。本研究では、この面内振動に着目しその応答特性と耐風対策について検討した結果を述べるものである。

2. 試験概要

模型は、塔の単独状態（架設系）をモデル化するものとし、縮尺1/40の3次元弾性模型を製作した。試験の目的から、塔の面内振動モード形状及び質量の相似を第一とし、面外の相似については可能な限り配慮して設計した。模型の諸元について表1に示す。塔の剛性は、剛性棒によって相似し、外形については剛性棒に外形材を取り付けて相似した。試験は、塔面内（橋軸直角）振動に着目することから、風向については橋軸方向を基本とし、確認のため風向偏角を変化させての試験も実施した。気流については一様流中及び乱流中での計測を行い、乱流特性については、とりあえず乱れ強さのみに着目して格子乱流を用いた。

表1 模型振動諸元

		模 型 値
縮 尺		1/40
塔 柱 幅 (B)		0.0475m
塔柱典行き (D)		0.0408m
塔 高 (H)		1.525m
海 面 上 高 さ		1.655m
全 重 量		5062.g
振 動 数	面内たわみ1次	7.8219 Hz
	面外たわみ1次	2.3516 Hz
対数減衰率 た わ み		0.015 ~ 0.022

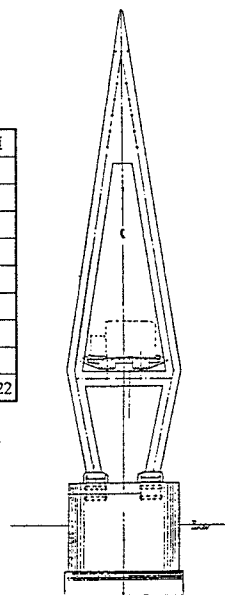


図1 一般図

3. 試験結果

3.1 気流特性の違いによる比較；図2

構造減衰をとりあえず一対数減衰率 $\delta = 0.02$ にセットして、気流の状態のみ変更して行った結果について示す。

一様流中では、換算風速 ($V_r = V/fB$) $V_r = 10$ 付近で無次元振幅0.015程度の面内たわみ渦励振が確認され、風速の上昇により一度振動は減少するが、 $V_r = 18$ を超えたあたりから、無次元振幅0.03近い振動が発生している。なお、 $V_r = 24$ を超えると振動は減少する傾向にある。

乱流強度10%では、 $V_r = 13$ 付近から急激に振幅増加の振動現象が見られている。振幅のピークは、 $V_r = 19$ で、無次元振幅0.08にまで達している。一様流と同様に、高風速域で振動がおさまることから、ギャロッピングではないと考えられ、高風速域の渦励振と見ることも可能である。

乱流強度20%では、試験実施最大の $V_r = 約17$ で、最大の無次元ピーク振幅は約0.02程度となった。計測範囲の結果から傾向を予測すると、このケースでは風速の増加に伴い、振幅が大きくなるが、その増分は緩やかであり、乱流強度10%のケースのような急激な変化が生じる可能性は低いものと考えられる。

3.2 構造減衰の違いによる比較；図3

橋梁完成系の実橋の構造減衰はデータが乏しいためとりあえず $\delta = 0.02$ としたが、構造減衰を0.03及び0.04に変化させて実施した場合の特性比較について述べる。そのほかの条件は、乱流強度10%、風向偏角 $\beta = 0^\circ$ 。

Keyword 逆V形塔、面内振動、渦励振、風洞試験

〒812 福岡市博多区博多駅前3-2-1 日本生命博多駅前ビル6F TEL092-471-2045 FAX 092-471-2015
〒290 市原市八幡海岸通1番地 TEL0436-41-1104 FAX 0436-43-3010

の状態とした。

試験の結果、構造減衰を増加させることによって現象は大幅に安定化する。図からも明らかに、大振幅の振動の発生は全く見られず、最大平均振幅についても、 $\delta=0.03$ の場合で、 $V_r=20$ 付近で0.008程度、 $\delta=0.04$ の場合も、 $V_r=22$ 付近で0.005程度の振幅に抑えられた結果が得られた。

3.3 デフレクタの違いによる比較；図4

ここでは、数種のデフレクタについて、その応答特性を比較する。

デフレクタAとは、設置の容易さと景観に配慮して塔頂部分のみに小型のデフレクタを4隅に設置したものである。この応答特性は基本断面に比べ、若干の効きがあるもののデフレクタの整流範囲が少ないことが影響したため大きな制振効果は得られなかった。

デフレクタBとは、デフレクタAを塔上部の三角形部分の上流側前面の2隅に設置したものである。結果はデフレクタを添架する前より耐風応答特性をやや悪くしている。これは、デフレクタによる整流がうまく行かなかったためと思われる。

大型の平板デフレクタを塔の道路水平材部分から上の上流側2隅に設置したデフレクタCについて示す。このケースでは、デフレクタの効果により、振動はほとんど制振されており、制振対策として有効であるとの結果が得られた。

4. 結論

試験結果、面内曲げ1次の渦励振と思われるような大振幅の振動の発生が確認された。この振動は、構造減衰への依存性が非常に大きいこと、気流の乱れによっては応答特性が急変すること、風洞試験では架設系の諸元を用いていることから、実塔ではこれらの確認が重要となる。このため、今後の対策として、面内振動の構造減衰を計測しかつ風環境を計測することを予定している。

5. 謝辞 本研究に貴重な検討の機会を頂いた大分県日田地方振興局及び西日本設計測量株式会社の関係各位に深く感謝の意を表す。

参考文献 1) 市川淳二ほか、弓削大橋塔の耐風性検討、土木学会第49回年次学術講演概要集、平成6年9月
2) 馬場敦美ほか、斜張橋A型塔の耐風性について、土木学会第46回年次学術講演概要集、平成3年9月

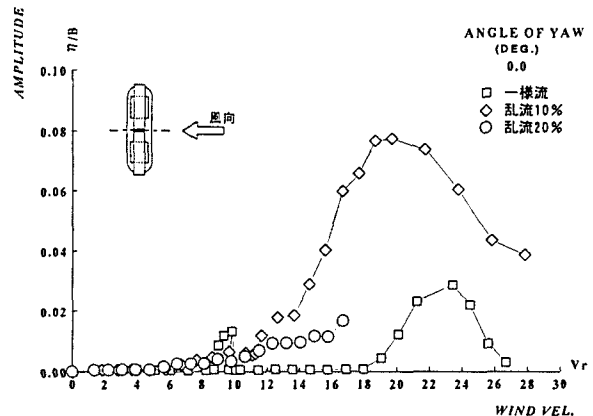


図2 V-A特性図（気流比較）

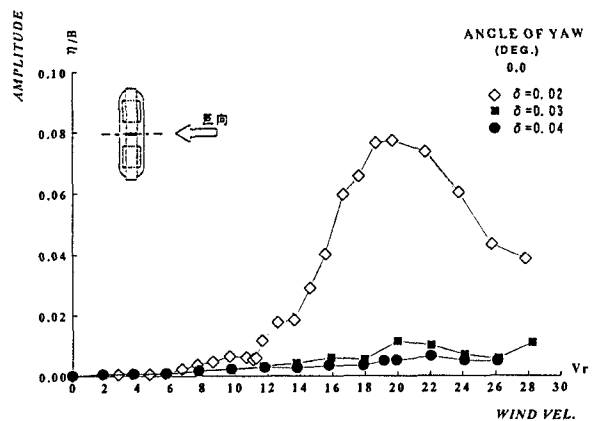


図3 V-A特性図（構造減衰比較（乱流10%））

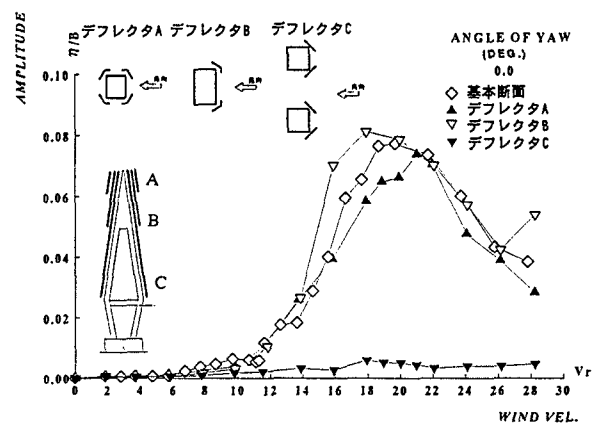


図4 V-A特性図（デフレクタ影響比較（乱流10%））