

I-706

名港東大橋 台風9426号来襲時の主塔動態観測

NKK 正員 和田博久 日本道路公団 正員 本荘清司

NKK 正員 武田勝昭 NKK 正員 石井 孝

1. まえがき 名港東大橋は橋長700m、中央径間410m、側径間145mの鋼3径間連続斜張橋である。主塔は、125mのA型塔であり、完成時の耐風安定性は良好だが、架設時塔独立状態で、橋軸直角方向の25m/sの一樣流により、塔頂の振幅が1.5mに達する渦励振が風洞実験により予測された。また、大部分の継手が溶接であるため構造減衰は小さいと推定され、大振幅の渦励振の発生が危惧された。

そこで、実工事では、この大振幅の渦励振の対策を検討したが、

(1) 仮に1.5mの渦励振が発生しても、構造上最も厳しい塔基部の応力度は許容応力度の半分程度である事。

(2) 通常10m/s程度で発生する渦励振の発振風速が25m/sとかなり高く、架設作業の支障とならない事。

(3) 発振風速が通常の渦励振に比べ高風速なので生起確率は低く、かつ、主塔、主桁は大ブロック架設を採用するため、耐風安定上最も危険な塔独立状態が4ヶ月と短い事。

などから、TMD等の制振対策を施さなかった。

しかし、風洞実験で観測された大振幅の渦励振発生に備え、塔独立状態の動態観測の体制を敷いた。そこで、まず耐風安定性に大きな影響を及ぼす主要振動モードの構造減衰を事前の振動実験により計測した。次に、おりしも大型で強い勢力の台風26号が9月29日に来襲したので、風の特性と主塔の動態観測を行った。台風26号は名港東大橋の西60kmを通過し、高風速でかなり乱れの大きい風が長時間吹き、主塔のガスト応答の観測が出来た。また、離反時に風向・風速共渦励振発生条件に合った風が吹き、今回注目された渦励振の観測も出来た。

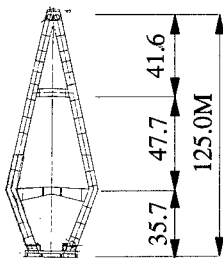


図1 主塔形状

表1 主塔振動特性結果

モード	振動数 Hz		対数構造減衰率	
	解析値	実測値	風洞	今回（振幅）
	Hz	Hz	実験値	実測値 (mm)
面外1次	0.316	0.325	0.009	0.013 (35)
面内1次	0.800	0.713	0.010	0.012 (8)
ねじれ	1.752	1.700	0.007	0.004 (3)

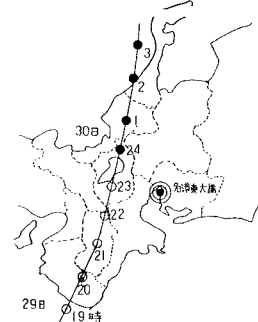


図2 台風26号の経路

2. 主塔動態観測の方法

(1) 振動特性計測 主要振動モードである主塔面外1次、面内1次、ねじれ振動の各振動数及び対数構造減衰率を計測した。加振は15人の人力で行い、加速度を計測して振動数と構造減衰を求めた。ここで、面外・面内1次は、モード縦距が最大の塔頂で人力加振、加速度計測を行い、ねじれは上部水平材で行った。

(2) 台風26号来襲時の風観測及び主塔動態観測

1) 風観測 塔頂に3杯式及び超音波風向風速計を設置した。前者で10分間平均風向・風速及び瞬間最大風速（1秒間平均）を、また後者では数値処理により任意の平均化時間の風向・風速・乱れ強さを求めた。

2) 主塔動態観測 塔頂に橋軸、橋軸直角方向各1台の加速度計を設置した。そのデータから、加速度履歴、振幅、振動数、スペクトルを求めた。

3. 観測結果と考察 (1) 振動特性計測 振動数はほぼ解析値に等しく、構造減衰は、面外、面内1次は風洞実験の条件と同程度で、ねじれはかなり小さかった。

(2) 台風9426号来襲時の観測 1) 風観測結果 図3より台風接近時は東からの高風速が、離反時に東から南南西の風が吹いた事が分かる。特に、乱れは大きく30%弱で、風洞実験の乱流の約3倍に相当した。2) 動態観測 図4より、風向の変化に伴う主塔面外・面内ガスト応答A、風向が変化しさらに大きな面外ガスト応答B、風向・風速域が一致した事から渦励振Cが生じた事が分かる。観測値と実験値を比較したが、概ね風洞実験では安全側の値を予測していたが、表3に示す条件のガスト応答は風洞実験値と同程度の振幅となり、渦励振は1/4程度となった。この原因は、現地風の乱れ強さがかなり大きい事であると考えられる。

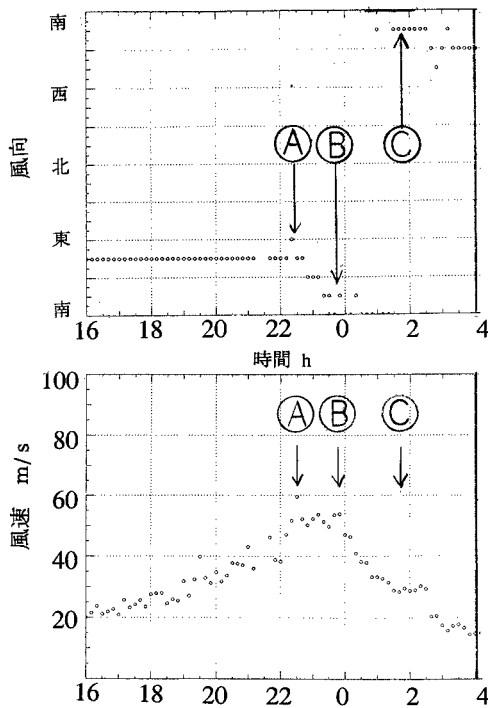


図3 風向・最大瞬間風速

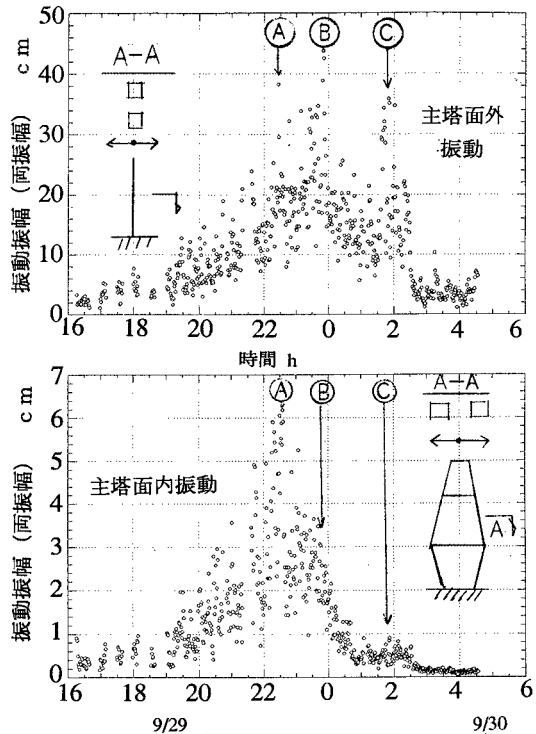


図4 動態観測結果

表3 風洞実験と実測との比較

A) 主塔面外 ガスト応答 発生時刻 9/29 22:15				
	風洞実験		現地計測結果	現地と実験の比
	一様流	境界層乱流		
風向	橋軸方向	橋軸から10度	橋軸方向	ほぼ一致
風速 (m/s)	50	50	50	1.00
乱れ強さ (%)	0.2以下	11	20	1.82
振幅 (cm)	4	38	38	1.00

C) 主塔面外 渦励振 発生時刻 9/30 1:40				
	風洞実験		現地計測結果	現地と実験の比
	一様流	境界層乱流		
風向	橋直方向	橋直方向	橋直方向	一致
風速 (m/s)	28	22	27	1.23
	(20-28)	(18-25)		
乱れ強さ (%)	0.2以下	11	25	2.27
振幅 (cm)	300	150	37	0.25

4.まとめ 風洞実験では、主塔に大振幅の渦励振が生じると予想されたが、今回の台風では小振幅の渦励振しか発生せず、主塔独立時の安全性は確認された。その理由は、渦励振発生条件として風向・風速がかなり限定されかつ長時間持続する事と乱れ強さの小さい事が要求されるが、台風の風はその条件を満たさなかったためと考えられる。また、今回ガスト応答も観測された事で風洞実験の予想精度を検証するための興味あるデータも得られた。参考文献 1)日本道路協会: 道路橋耐風設計便覧 2)「橋と風」編集グループ: 橋と風