

I-260 東神戸大橋主塔架設時の風による挙動

阪神高速道路公団	○金治 英貞	田坂 広
同 上	上田 芳夫	西岡 敬治
川崎重工業(株)	酒井 洋典	恒川 昌宏

1 概要

東神戸大橋は全長885mの斜張橋で、その主塔形状は水平材を低く配した斬新なH型である(写真-1参照)。このため架設時の独立状態では風による有害な振動が予想され、それを抑制する目的でTMDを設置した。

本文は、このような耐風性上特徴をもつ本橋が実際の強風に対しどのような挙動を呈したかを報告するものである。なお結論的には、瞬間風速20m/sを超える強風に対しても応答は非常に小さく耐風性上安定であることが認められた。

2 設計検討

設計検討として風洞実験とモード解析を伴う架設ステップ毎の共振風速、振幅の計算を実施している(図-1参照)。その結果、橋軸直角風による塔面外の渦励振に対し制振対策の必要性が生じ、TMDを1主塔に3基(曲げ用2基、ねじれ用1基)設置することにした。

なお橋軸風による塔面内の振動についてはこれが発散振動となることから、恒久的な対策として塔の四隅を切り欠き空力的に制振している。

3 実橋挙動

3-1 台風19号(H2.9.19)による挙動 (図-2,3参照)

- ①固有振動数…観測時の架設状況は、塔高が約130mであり塔にはタワークレーンが付随していた。この時の塔面外曲げ1次の固有振動数は加速度パワースペクトルより0.420Hz(推定値0.576Hz)である。推定値との誤差は、塔高の相違(実橋の方が6m高い)の他に、解析上のタワークレーンの剛度、質量評価誤差に起因していると考えられる。
- ②塔頂応答…固有振動数の誤差を考慮して、塔面外曲げ1次の渦励振共振風速を求めると、20.3m/s(推定値27.8m/s)である。観測データからは、PM10時頃に最大応答加速度36.9galを記録している。この時の風向は、塔面外の渦励振を生じる橋軸直角方向NNWである。さらに、振動波を正弦波として最大応答加速度時の振幅を求めると約5.3cm(片振幅)である。

3-2 台風28号(H2.11.30)による挙動 (図-4,5参照)

- ①固有振動数…架設状況は、塔が立ち上がりタワークレーンと塔頂梁(塔頂クレーン有)が付随していた。この時の塔面外曲げ1次の固有振動数は0.233Hz(推定値0.294Hz)である。
- ②塔頂応答…固有振動数の誤差を考慮して、塔面外曲げ1次の渦励振共振風速を求めると、10.5m/s(推定値13.2m/s)である。観測データからは、PM4時頃に最大応答加速度39.8galを記録している。なお台風19号同様、最大応答加速時の風向はNNWで、振幅は約18.6cm(片振幅)である。

4 考察

上記の挙動はTMDを設置した主塔挙動であり、解析による非制振時の応答加速度と観測された最大応答加速度を比較することによりTMDの効果がわかる。

ここで、主塔本体の減衰を $\delta=0.03$ (実橋振動実験により検証)、乱流の乱れ強さ15%のもとで非制振時の応答加速度を求めると表-1のとおりとなる。

これらの結果から、TMDの減衰効果を振幅で評価すれば、19号時まで約20cm、28号時で約10cmと推定できる。ただしこの応答軽減には、実験からも明らかにされている防護ネットの空力効果とタワークレーンと塔頂梁の減衰が含まれている。



写真-1 主塔独立状態（H 3. 4 撮影）

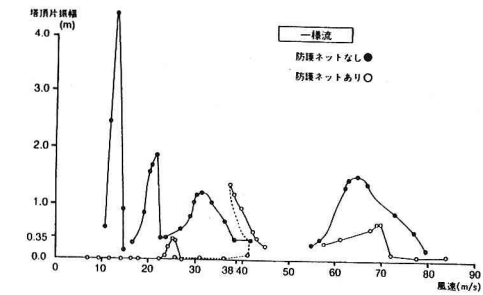


図-1 主塔独立状態風洞実験結果

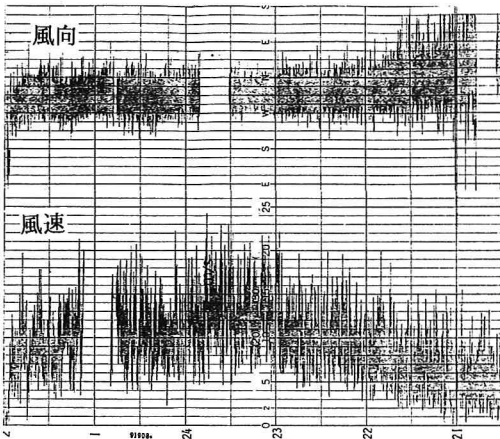


図-2 風向・風速データ（台風19号）

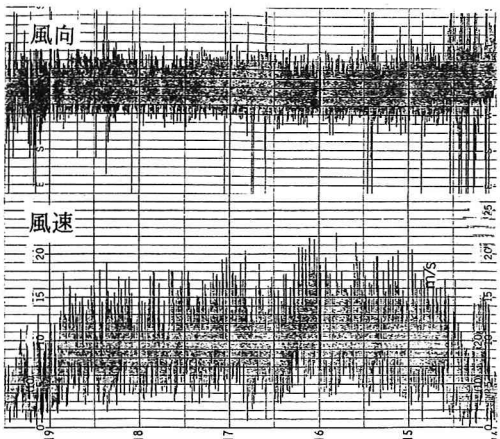


図-4 風向・風速データ（台風28号）

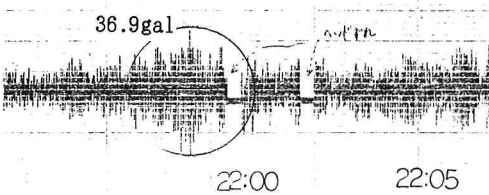


図-3 主塔振動加速度記録（台風19号）

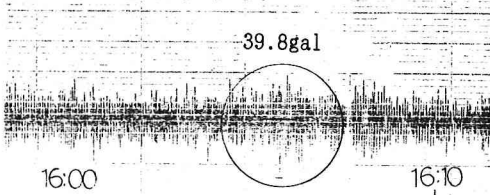


図-5 主塔振動加速度記録（台風28号）

表-1 非制振時（推定値）とTMD設置時（観測値）の塔頂応答比較

	塔高	振動数	非制振		TMD	
			加速度	振 幅	加速度	振 幅
19号	130m	0.420Hz	180gal	25.9cm	36.9gal	5.3cm
28号	150m	0.233Hz	60gal	28.0cm	39.8gal	18.6cm