

I-334 横浜港横断橋の塔架設時の耐風性に関する研究（その3）

東京大学 正員 伊藤 学
首都高速道路公団 正員 ○高野 晴夫
三菱重工業（株） 幕田 宏

1. まえがき

横浜港横断橋は、側径間200m、中央径間460mの三径間斜張橋である。
この主塔の耐風性検討のため1/90模型による風洞試験を行ったところ、橋軸直角方向の振動に対しケーブル無の場合に実橋換算風速25m/sで発生した発散振動が、ケーブルをとりつけると90m/sまで発生しないことがわかった。このケーブルによる制振効果の要因が、従来のデータからの推定に基づく空力減衰だけでは説明出来ないため、更に、構造的減衰にも着目した詳細な風洞実験を行ない、その要因の究明及び実橋での耐風安定性を検討した。

2. 実験方法

構造的減衰としては、

- (1) 主塔と最上段ケーブルの振動数が計算上比較的近い。
- (2) ケーブルの主塔に対する有効質量比が1/50以下にもかかわらず制振効果がある。

ことから、ケーブルのダイナミック・ダンパ効果を想定した。

したがって、実験は、全ケーブル張力をほぼ実橋相似にセットし、最上段ケーブルの振動数のみを変化させ、実風換算風速0～90m/sでの主塔の減衰率を自由振動波形より読み取った。

実験条件は、表1のように設定した。
このうちケースⅣは、ケーブルの振動を止めるためにケーブル間を剛性の高い棒で連結した。（図1）

表1 風洞試験条件
 V_p : 実橋相当風速
 f_c : ケーブル振動数
 f_T : 主塔振動数 * (閉合直前) (2.9 Hz)

テストケース	試験条件 (ケーブル振動数)	備考
I	$V_p = 0$ m/s 時に $f_c = f_T$	実橋は、無風時に塔とケーブルの振動数が近く、この条件の再現
II	$V_p = 90$ m/s 時に $f_c = f_T$	Iより、わずかに振動数が上がり90 m/s時に、共振状態になる条件
III	実橋相似より、やや大	IIより、さらに振動数大の場合
IV	実橋相似よりかなり大	ケーブル連結 ケーブルの微小振動を止める

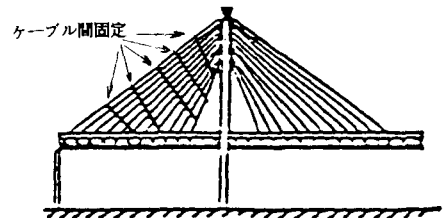


図1 テストケースⅣ

3. 実験結果及び考察

表2に結果をまとめて示す。また、図2にV- δ 線図を示す。

表及び図より、ケースⅠでは風速が増加するに伴い、ケーブルの振動数が主塔の振動数から離れていくため、減衰率が低下し、ケースⅡ，Ⅲでは、逆に、近づくため、増加する傾向を示しており、いずれもダイナミック・ダンパ効果を表わしているものと判断される。これは、無風時と90 m/s時のケーブルの振動数と主塔の減衰率との関係を示した図3からも明らかである。

一方、ケーブルを殆ど振れないように固定したケースⅣでも、90 m/sで発散していないことからケーブルの制振効果としては、ダイナミック効果のみならず、空力減衰値も従来考えていた以上にある可能性を示している。

4. あとがき

ケーブル張力をも相似にした模型を用いての風洞実験の結果

- (1) ケーブルの振動数が主塔と一致すれば大きな減衰効果が得られる。
- (2) ただし、実橋では、完成時にケーブルと主塔の振動数が0.5 Hz、0.4 Hzと20%以上離れるため、ケーブルのダイナミック・ダンパ効果を期待することは難しい。
- (3) 実橋換算風速90 [m/s]で発散振動が発生しなかった要因としては、従来考えられていた以上の空力減衰の存在が考えられる。

今回の実験のみでは、この推定の妥当性を議論するには無理があり、今後ケーブルの空力特性も相似にしたモデルにより検証を行うことが必要である。

表2 風洞試験結果

試験条件 (ケーブル振動数)	ケーブル振動数および塔みかけ減衰率	
	無風時	実風換算 90 (m/s) 時
ケースⅠ 実橋相似に近い 無風時に $f_c \approx f_T$	$f_c = 3.95 \text{ Hz}$ $\delta = 0.04$	$f_c = 3.75 \text{ Hz}$ $\delta = 0.025$
ケースⅡ 実風換算 90 (m/s) 時に $f_c \approx f_T$	$f_c = 4.4 \text{ Hz}$ $\delta = 0.027$	$f_c = 4.15 \text{ Hz}$ $\delta = 0.066$
ケースⅢ 実橋相似より やや大	$f_c = 4.85 \text{ Hz}$ $\delta = 0.011$	$f_c = 4.7 \text{ Hz}$ $\delta = 0.033$
ケースⅣ 実橋相似 より かなり大	ケーブル 連結 $f_c > f_T$ $\delta = 0.011$	$f_c > f_T$ $\delta = 0.007$

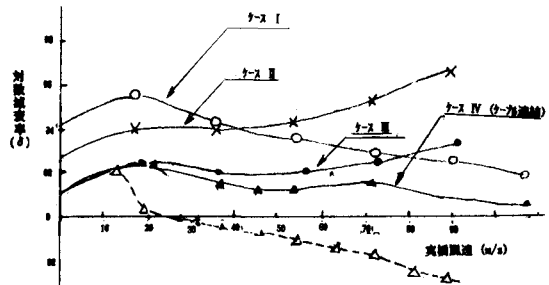


図2 塔のみかけの減衰 (V- δ 曲線)

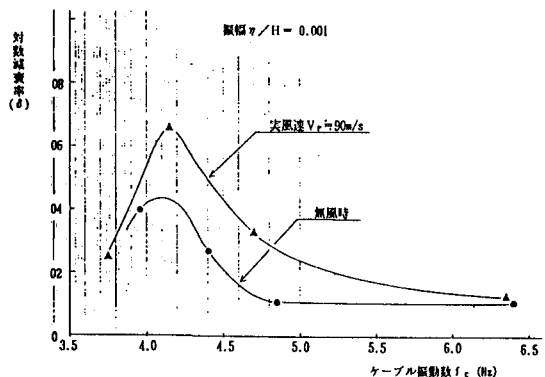


図3 ケーブル振動数 — 塔のみかけの減衰