

I-361 超長スパンケーブルのレインバイブレーション風洞試験

本州四国連絡橋公団：正員 藤原亨，正員 森山彰，三菱重工業㈱：○正員 本田明弘，正員 中出収

1. まえがき

多々羅大橋は中央径間890mの世界最長の斜張橋であり、ケーブル長も400mを超える為に、最低次の固有振動数が0.26Hzと、従来の斜張橋のケーブルの固有振動数よりも著しく低下する。この特徴がレインバイブレーションに及ぼす影響及び振動自由度の影響について風洞試験を実施したので、ここに報告する。

2. 風洞試験方法

ケーブル模型は、直径155mmの円形PE管に鋼製ハブを補剛材として挿入した剛体模型である。風洞は幅10m×高さ3mの吹き出し風洞で、模型を多々羅大橋中央径間最上段ケーブルの傾きにほぼ等しい20°に傾斜させ、図1に示す鉛直方向の1自由度並びにケーブル軸に直交する2自由度の2種類の方法で支持した。表1中の模型振動数を変化させるときには、ハブと模型の間にテコを介しハブのアーム長を連続的に変化させた。表中、重量相似で試験できたものに○印、テコ支点による減衰付加を回避し、ハブを直吊りする為に軽量模型としスカルトン数相似にせざるを得なかったケースに△印を付した。また、ケーブル軸に直交する2自由度におけるケーブル面内/面外の振動数比は実橋の値と同様1.08に調整した。

3. 試験結果

橋軸直角方向から49°偏きをもった風が作用したときの、下り勾配のケーブルを再現したとき(相対角45°)の試験結果を表1に示す。

- (1) ケーブルの固有振動数の影響：鉛直方向1自由度支持の試験結果を見ると、レインバイブレーションの発生風速域は振動数に関わらず4~15m/sと変化がなく、また、0.26Hzの場合の制振減衰の値も従来から言われるように $\delta_{req}=0.02\sim0.03$ とさほど変わらない。しかしながら、減衰を付加したときに安定化しにくい風速域は振動数の低下に伴い低風速側の振動となっており、その発生メカニズムが、従来言われている絶対風速だけでなく、文献[1]にあるように無次元風速で表される“渦”とも関連しているものと考えられる。
- (2) 支持系の自由度の影響：表1中のケーブル軸と直交する2自由度支持における応答を見ると、鉛直1自由度支持における振幅よりも若干大きな振幅となるが、ケーブル面内が卓越した振動であり、その振動時の軌跡は、最大で約10°程度ケーブル面内から傾いた軌跡を描いている(図2)。また、ケーブル面内1方向に $\delta=0.02$ に減衰付加した場合、大振幅振動は無次元振幅(η/D)で0.4程度に減少し、その振動方向はケーブル面内方向が卓越している。ケーブル面内・面外の2方向について $\delta=0.02$ に減衰付加した場合、振動振幅は更に減少するが上記の1方向制振との差は小さい。

4. 今後の課題

減衰付加によるレインバイブレーションの制振対策を検討する場合、付加減衰率はダンパー-取付位置に依存し²⁾、超長大ケーブルでは、ダンパー設置位置を相対的に高くする必要があるため、ケーブル面外の減衰付加の必要性が重要となる。今回の試験ではケーブル面内1方向の減衰付加でも制振効果が得られる事が判明し、今後ケーブル傾斜角・風向角等の変化による特性を含めて、制振条件を検討してゆく。

参考文献)

- 1) 松本 et. al. 「傾斜円柱の空力振動特性-ケーブル Rain Vibrationとの関連性-」第10回風工学シンポジウム(1988)
- 2) 藤野 et. al. 「ダンパーをつけた斜張橋ケーブルの減衰評価曲線」橋梁と基礎(1992.4)

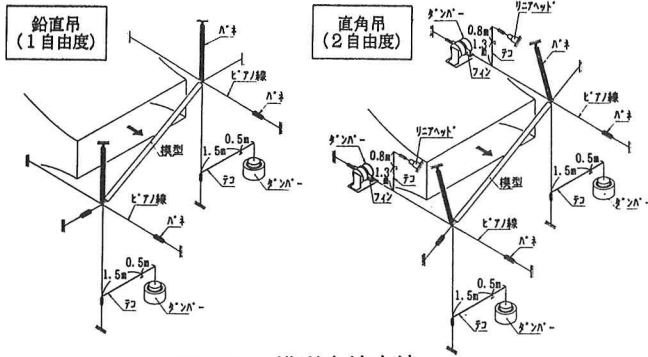


図 1 模型支持方法

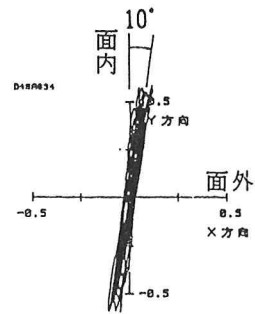


図 2 多々羅大橋のケーブル模型軌跡

表 1 レインパイプレーション試験結果

支持	振動数	小 ← 減衰 → 大				
鉛直吊 (1自由度)	0.54					
	0.36					
	0.26					
直角吊 (2自由度)	0.26	ケーブル面外				
		ケーブル面内				
	合成値					