

I-448

東名足柄橋(PC斜張橋)の耐風性に関する研究

—ケーブル風洞試験結果—

日本道路公団	正員	角谷	務
日本道路公団	正員	太田	哲司
○住友建設	正員	新井	英雄
三菱重工	正員	斎藤	通

1. まえがき

東名足柄橋は全長370m, 中央径間185mのPC斜張橋であり、主桁の耐風性については[1, 2]に詳しいが、本研究ではケーブルの耐風性について、風洞試験にて検討した。本橋のケーブルは、スパン及び張力の影響で振動数が比較的高く、レインパイルレーション及び斜めケーブルに発生する雨なし振動に対して高振動数領域での特性を調査した。(表1参照)

2. 模型及び試験方法

風洞試験においては、160mm径の実物PE管に剛体模型として振動させるための補剛材を挿入し、模型の両端をバネ支持して用いた。雨なし振動では、最も振動を再現しやすいように水平面内に模型を支持して鉛直方向の持動系とし、雨あり振動では実橋のケーブル角度を保持した状態で鉛直方向の振動系としている。(表2参照) なお、今回の試験が高振動数で行われるため、模型支持装置への負荷を考慮して模型重量を所要値よりも軽量とし、減衰との積として評価した。また乱流生成は、格子による方法($I_u=10\%$, $I_w=8\%$, $L_u<1m$, $L_w<1m$)の他、大スケールの乱れを再現するために、送風機の回転数をコンピュータにて制御する方法を取った。($I_u=9\%$, $I_w=0.5\%$, $L_u=60m$, $L_w=10m$)

3. 試験結果

試験結果の概要を表2に示す。

雨なし振動に関して、振動数約 $1H_z$ の小減衰状態では、風速約 8% 付近より発散的な応答特性を示すが、振動数の増加及び減衰の増加によって発振風速が高風速側へ移動してゆく傾向にあり、実ケーブル換算で $\delta=0.06$ にて発振風速が約 20% 付近まで上昇するが、この支持系においては完全に制振することは難しい。また乱流中においては、乱れスケールの小さな格子乱流の下では振動が発生しないが、ファン変動による大スケールの乱れの下では応答特性に顕著な差は認められない。

一方、雨あり振動に関しては、風速 8% 付近より発生し、 15% 付近で応答が消滅する。これを雨なし振動の試験結果と比較すると、風とケーブルとのなす相対角は同一にもかかわらず、雨あり振動の支持系では発散的な振動が発生していない点に気づく。これは[3]にあるように雨なし振動が再現性が悪く、振動系に対して敏感であることに起因しているものと考えられる。また、本振動に対する振動数及び減衰の効果は比較的敏感であり、 $\delta=0.03$ あるいは振動数 $3.5H_z$ 付近が発生限界と考えられる。ただし、乱流の安定化効果は、雨なし振動と同様、大スケールのファン変動乱流において顕著でない。

4. まとめ

本研究の効果、斜張橋ケーブルの雨あり振動の発生限界は振動数 $3.5H_z$ あるいは減衰 $\delta=0.03$ 付近にあることが明かとなった。また雨なし振動については完全に制振することは難しいが、発生自体が振動系に対して非常に敏感であり、 $\delta=0.06$ 程度を確保すれば発振風速を 20% 付近まで高められることが判った。

参考文献)

- 1) 荒川・古川・本田, 「鮎沢川橋(PC斜張橋)の耐風性に関する研究」, 第41回土木学会年次学術講演会要集 I-316, 1986, 11
- 2) 小野・太田・本田, 「東名足柄橋(PC斜張橋)の耐風性に関する研究—その2—」, 第42回土木学会年次学術講演会概要集 I-329, 1987, 9
- 3) 松本・北沢・関本・岸・斎藤, 「東神戸大橋ケーブル風洞試験(その1)」, 土木学会年次学術講演会概要集 I-374, 1989, 10

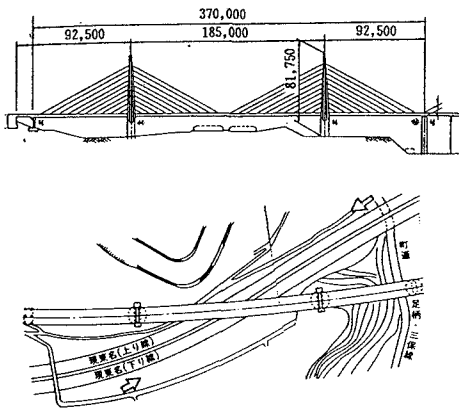


図 1 東名足柄橋 一般図及びケーブル試験対象風向

表 1 ケーブル振動特性

No	ケーブル径 ϕ (mm)	ケーブル質量 m (kg/m)	ケーブル径 D (mm)	250-250mm ケーブル径 D (mm)	対数減衰率 δ (1/秒) $0.001 \sim 0.002$ の範囲	張力 TD (ton)	振動数 f (Hz)
1	93.945 95.281	6.0	140	4.9 ~ 7.4	284	1.15 1.14	
2	84.727 85.932	7.7	160	4.8 ~ 7.2	260	1.08 1.07	
3	75.498 76.568	7.7	*	4.8 ~ 7.2	309	1.33 1.31	
4	66.269 67.208	8.4	*	5.2 ~ 7.9	441	1.73 1.70	
5	57.045 57.843	8.0	*	5.0 ~ 7.5	400	1.96 1.93	
6	47.814 48.484	8.0	*	5.0 ~ 7.5	400	2.34 2.31	
7	38.595 39.117	7.9	*	4.9 ~ 7.4	387	2.88 2.84	
8	29.362 29.761	7.7	*	4.8 ~ 7.2	287	3.29 3.25	
9	20.146 20.385	7.7	*	4.8 ~ 7.2	291	4.82 4.77	
10	10.832 11.092	8.4	*	5.2 ~ 7.9	378	9.79 9.56	

表 2 ケーブル風洞試験結果概要（相対角：60度）

項 目		雨なし振動		雨あり振動（レインハイトレーション）	
支持方法					
振動数 (Hz)	減衰	$\delta \approx 0.005$ ($\delta^* \approx 0.02$)	$\delta \approx 0.110$ ($\delta^* \approx 0.06$)	$\delta \approx 0.005$ ($\delta^* \approx 0.02$)	$\delta \approx 0.005$ ($\delta^* \approx 0.02$)
1.1	一様流				
2.6					
3.5					
1.1	乱流	ファン変動 			
		格子 			

注） δ は軽量模型の対数減衰率であり、 δ^* は実ケーブル換算の対数減衰率を示す。