

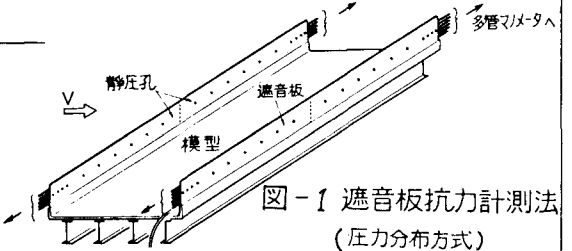
阪神高速道路公団 正員 中村 一平
 大阪大学 正員 小松 定夫
 三菱重工業 渡部 幸八郎

1. まえがき

近年、高欄上に遮音板が設置されるなど橋体形状が多様化し、一般橋梁を対象として安全側に規定された現行設計基準の風荷重では下部工の設計が不経済になり易い。また ①橋面勾配(カント)を有する場合、②曲線橋の場合、③桁断面形状の異なる場合などについては現行設計基準では明確に規定されていない。これらの橋体抗力および遮音板の抗力を測定し遮音板の影響、カントの影響、および桁形式の相違による影響を調べた。

2. 実験方法 および条件

使用風洞	三菱重工業長崎研究所の耐風格散用風洞を用いた。測定部寸法は $10^m \times 3^m$ である。
風洞風速	$V = 20 \text{ m/sec}$ で測定した。ただし 風速が変化した時の3分力の変化を調べるために代表例については $V = 5, 10, 15, 20 \text{ m/sec}$ で測定した。
模 型	桁橋模型としては阪神高速道路の標準設計を基準にして 縮尺 $1/25$ とし材質はひのき材である。曲線模型のみ $R = 2$ の長方形断面で行ない 対象とした実橋の寸法は次のとおりである。 幅員 $B = 12.5^m, 25^m$ 桁高 $h_1 = 2.5^m$ 高欄高 $h_2 = 1^m$ 遮音板高 $h_3 = 0.2^m, 4^m$ 橋面勾配 $\alpha = 0, 10\%$ 桁下面勾配 $\beta = 0, 10\%$ 曲線半径 $R = 80^m, 200^m, \infty$ 桁形式 - I形桁, 箱形桁
測定方法	橋体3分力測定…ロードセルを用いた。 遮音板抗力…遮音板上に設けた圧力孔により圧力分布を測り それを数値積分した。また 代表例については歪ゲージにより遮音板抗力を求めた。
流線観測	水槽にトレーサとしてオガワ工を用い、流速約 10 cm/sec の中で流線を観測した。



3. 実験結果 および考察

得られた橋体3分力は次式で無次元化し3分力係数とした。 $C_D = \frac{P_D}{\frac{1}{2} \rho V^2 B L}$, $C_L = \frac{P_L}{\frac{1}{2} \rho V^2 B L}$, $C_M = \frac{M}{\frac{1}{2} \rho V^2 B^2 L}$
 また 圧力孔によって求めた圧力 p は $C_p = \frac{p}{\frac{1}{2} \rho V^2}$ で無次元化し 次式により遮音板抗力係数 C_{op} とした。

$$C_{op} = \frac{\int_0^{h_3} (C_p \text{ 前面} - C_p \text{ 後面}) \times l \times dx}{1 \times h_1} \quad \text{但し } P_D: \text{抗力}, C_D: \text{橋体抗力係数}, R: \text{揚力}, C_L: \text{橋体揚力係数}, M: \text{モーメント}, C_M: \text{橋体モーメント係数}$$

ρ : 空気密度, V : 風速, B : 幅員, L : 模型長, h_1 : 遮音板高, h_2 : 全欄高

i) 橋体3分力係数 および遮音板抗力係数と風速の関係

代表模型で Re 数の影響を調べるため風速を変化させて実験を行なったが、 C_D, C_M は Re 数により多少変化するが設計上重要な C_D, C_{op} は Re 数の影響は少なく実験値はそのまま実橋に適用できると考えられる。

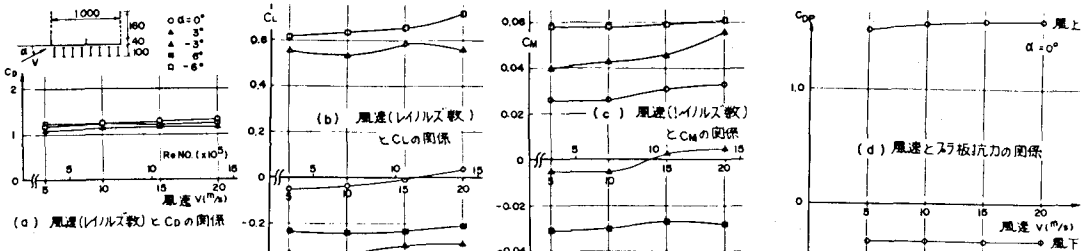


図-2 風速 (Re 数) と3分力係数及びスラ板抗力係数の関係

ii) 橋体抗力係数

a) カントのない桁橋 断面比 B/h が小さい時 C_D は大きく B/h が大きい時 C_D は小さくなる傾向がある。(表-1, 図-3 参照)

これらの傾向は流線観測より B/h が小さい時は流れは前縁より完全に剥離し後流の幅が大きい B/h が大きくなると前縁より剥離した流れが再付着し後流の幅が狭くなるためと思われる。

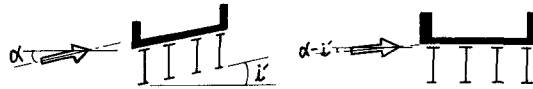
b) 上面のみにカントのある桁橋

右図のA方向より風が吹いた方が C_D は大きい。



c) 上下面にカントのある桁橋

下図のような状態にある2つの橋体抗力係数はほぼ等しい。



d) 箱桁橋

B/h の同じ箱桁橋とI桁橋の抗力係数を比較すると前者の抗力係数が20~50%小さくなった。後述のように両者の遮音板のみの抗力係数を比較すると大差はなく橋体本体の抗力に差がある。流線観測によれば箱桁橋の場合 張出長が長く前縁がシャープなため後流幅が幾分狭いようであることが原因と考えられるが今後究明されなければならない。

e) 曲線長方形断面模型

曲線模型の抗力係数は直線のものより小さくなり 本結果から少なくとも曲線橋の抗力係数は直線橋のそれと同程度が若干小さめであることが認められた。ちなみに Strip-theory を用いた計算からも同様の傾向が得られた。(表-2 参照)

iii) 遮音板抗力係数

風上側では B/h の減少と共に C_{DP} は大きくなった。

流線観測より

B/h が小さくなる

と遮音板後面の

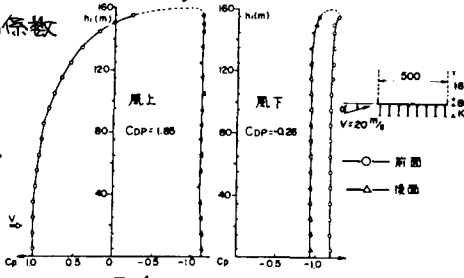


図-4 遮音板圧力分布

渦が大きくなり負圧が増大するためと考えられる。また B/h が大きく、吹きおろし以外風下側では負の C_D となった。(表-3)

図-4 に遮音板圧力分布の一例を示した。

4. あとがき

本研究においては、これまで余り関心の持たれなかった遮音板付き桁橋、カント付き桁橋、箱桁橋、曲線橋模型等の抗力が明らかに出来た。最後に本研究を御指導下さった阪神高速道路工団技術審議会鋼橋造分科会の諸先生に感謝の意を表します。

表-1 単独橋抗力係数

断面形状	寸法 (mm)					C_D (C_D^*)				
	B	h ₁	h ₂	h ₃	h	B/h	$\alpha = -6^\circ$	-3°	0	3°
1000	0	40	100	140	9.14	7.1	1.47	1.13	1.37	1.91
							(1.57)	(1.32)	(1.13)	(1.26)
80	*	*	*	220	4.55	1.84	1.48	1.18	1.29	1.64
							(1.63)	(1.41)	(1.18)	(1.21)
160	*	*	*	300	3.33	1.27	1.20	1.32	1.19	1.76
							(1.52)	(1.30)	(1.32)	(1.24)
500	0	*	*	140	3.57	1.31	1.25	1.32	1.21	1.28
							(1.46)	(1.32)	(1.32)	(1.23)
80	*	*	*	220	2.87	1.30	1.42	1.47	1.44	1.36
							(1.43)	(1.45)	(1.47)	(1.45)
160	*	*	*	300	1.67	1.62	1.57	1.64	1.65	1.55
							(1.71)	(1.60)	(1.64)	(1.65)
0	*	*	*	140	3.57	2.40	1.70	1.30	1.27	1.75
							(2.17)	(1.67)	(1.30)	(1.20)
0	*	*	*	140	3.57	1.37	1.27	1.49	1.45	1.82
							(1.36)	(1.27)	(1.49)	(1.36)
80	*	*	*	220	2.27	1.55	1.24	1.22	1.43	1.50
							(1.63)	(1.32)	(1.22)	(1.40)
80	*	*	*	227	1.46	1.53	1.40	1.32	1.63	1.63
							(1.50)	(1.54)	(1.40)	(1.36)
0	*	*	*	42.3	182.3	2.74	1.68	1.21	1.12	0.90
							(1.45)	(1.19)	(1.12)	(0.79)
0	*	*	*	2.74	1.51	1.50	1.58	1.41	1.26	1.26
							(1.60)	(1.53)	(1.58)	(1.43)
80	*	*	*	262.3	1.91	1.18	0.97	1.00	1.09	1.07
							(1.77)	(1.05)	(1.00)	(1.07)
80	*	*	*	1.91	1.65	1.68	1.69	1.42	1.56	1.56
							(1.73)	(1.74)	(1.69)	(1.62)
1000	0	*	*	100	140	7.14	0.91	0.84	1.09	0.94
							(0.65)	(0.84)	(0.94)	
80	*	*	*	220	4.55	0.77	0.84	1.06	1.06	0.94
							(0.71)	(0.84)	(0.95)	

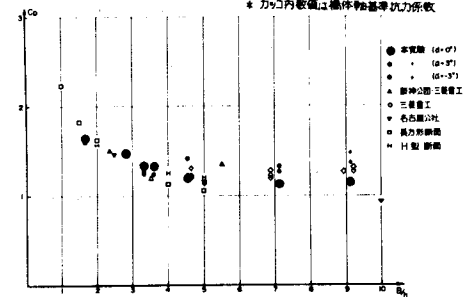


図-3 各種断面抗力係数と B/h の関係

表-2 直線及び曲線矩形形の抗力係数

橋型	断面	模型寸法 (mm)			α (deg)	C_D	C_D^*	C_{DP}
		$\bar{L}$	R	$2\lambda_1$				
I	B=500 h=250 B/h=2 L=2900	2900	0	0	0	1.61	1.61	1.0
					3	1.55	1.55	1.0
					0	1.59	1.58	0.99
					3	1.55	1.54	1.0
		2,916	8000	20.9°	0	1.55	1.54	0.96
					3	1.49	1.48	0.96
					0	1.45	1.40	0.9
					3	1.49	1.44	0.96
		3,010	3200	53.9°	0	1.49	1.44	0.93
					3	1.45	1.40	0.94

* B はスパン中央断面の値

$$C_D^* = \frac{P_D}{\frac{1}{2} \rho V^2 h L}$$

表-3 アラ板抗力係数

断面形状	寸法 (mm)					B/h	C_D										
	B	h	h ₂	h ₃	h		$\alpha = -6^\circ$	-3°	0°	3°	6°						
	1000	80	40	100	220	12.5	1.29	0.37	1.31	0.05	1.41	-0.43	1.44	-0.46	1.55	-0.45	
	*	160	*	*	300	6.25	1.87	0.44	1.79	0.58	1.50	-0.30	1.41	-0.21	1.42	-0.25	
	*	500	60	*	220	6.25	1.82	0.64	1.62	0.28	1.50	-0.19	1.44	-0.19	1.34	-0.08	
	*	160	*	*	300	3.13	2.13	0.45	1.97	0.32	1.85	-0.26	1.79	-0.16	1.61	-0.14	
	*	80	*	*	220	6.25	1.66	0.04	1.79	0.50	1.73	-0.67	1.53	-0.33	1.44	-0.24	
	*	*	*	*	6.25	153.14	1.53	0.08	1.46	0.04	1.44	-0.04	1.52	-0.01	1.44	-0.04	
	*	*	*	*	42.3	182.3	6.25	1.63	0.07	1.75	0.55	1.74	0.71	1.50	-0.25	1.44	-0.24
	*	*	*	*	163.02	6.25	1.63	0.21	1.64	0.21	1.62	0.12	1.48	-0.10	1.39	-0.07	
	*	1000	*	*	100	220	12.5	0.08	1.14	0.05	1.36	0.31	1.50	-0.46	1.47	-0.51	

カッコ内数値は2次元計算方式による結果