

京都大学大学院 学生員 白土博通 京都大学工学部 正 員 白石成人
京都大学工学部 正 員 松本 勝

1. まえがき 橋梁上部工の渦励振動現象は、その発生機構に未だ種々の問題が残されており、最大応答振幅の推定式たとえば Merrison 委員会が提案されている。

$$\frac{2\gamma}{D} = \frac{V_{cr}^2}{12.5 \times (2m\delta_0 / \rho D^2)} \quad \text{ただし} \quad V_{cr} = 6.5 \quad ; \quad B^*/D \leq 5.75 \quad (1)$$

$$V_{cr} = 2(B^*/D - 2.5) \quad ; \quad B^*/D > 5.75$$

等が知られているものの、基本断面の渦励振動に対する安定性は、風洞実験により検証されるのが実状である。すなわち渦励振動に対する安定性の検証は、原設計断面決定の後に設けられた一種の Sub Routine であり、ここで不安定との判断が下された場合は、防振装置の付設や、断面変更等を考へざるを得ない。本研究では、渦励振動に対する安定性を断面形状の観点からとらえ、原設計断面決定の際に、束縛条件として得る安定な断面形状に関する情報を風洞実験より考察しようとするものである。

2. 風洞実験 橋梁構造物のうちとくに耐風安定性が問題となる逆梯形および矩形断面を対象に、スパン長 93 cm、上側デッキ長 30 cm、発泡スチロール製の単純化された二次元剛体部分模型に幾何学的な形状変化を与えた。すなわち表-1に示すように断面の両端に切り取り角度として種々の傾斜角をもたせ、各々について曲げおよびねじりの風速(V)-振幅(A)図を得た。なお模型の中心にはスパン方向にアルミ心材を配し、これにより質量、質量慣性モーメントの大半を分担させているが、各ケースについてこれらの物理量のほか振動数比や対数減衰率もほぼ一定となるように調整を行なった。また設定迎角は0°、発生気流は一様流である。各断面形状に対する渦励振動曲げ最大振幅についての実験値および式(1)による推定値もあわせて表-1に示す。

3. 実験結果および考察 交番揚力によるたわみ-自由度方程式より、無次元振幅は式(2)のように、

$$(\gamma/B) = C_L \cdot \left(\frac{V}{B\omega} \right)^2 \cdot \left(\frac{\rho B^2}{2m\zeta} \right) \quad (2)$$

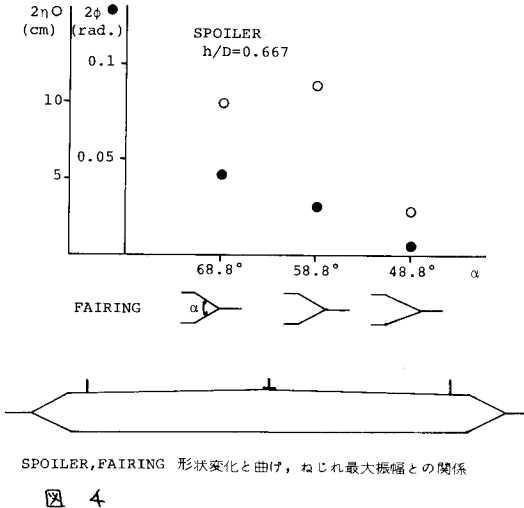
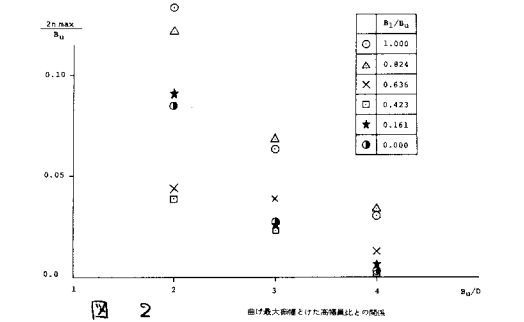
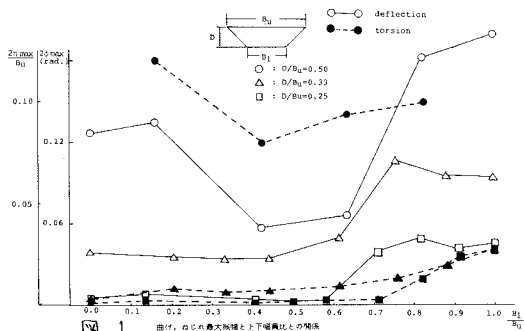
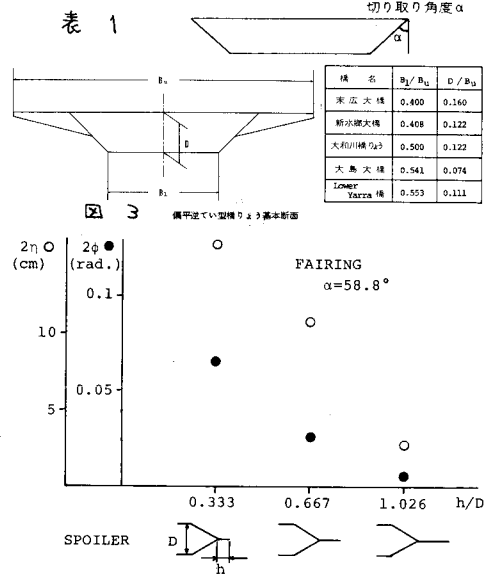
と、交番揚力係数、無次元風速、質量減衰パラメータの関数として与えられるならば、本研究では、応答量(γ/B)の差は揚力の強さ(intensity)を示す交番揚力係数 C_L 、すなわち断面形状によって定まる特有のパラメータによって支配されると考えらる。従来、渦励振動の評価としては、幅員Bのかうに桁高Dを用いることが多いが、桁高Dは形状変化としてのパラメータすなわち揚力の強さの差として議論できるものと考えられることから断面形状の差異による応答量を評価する上では揚力作用面積を同一にするという立場より断面代表長として幅員Bをとった。矩形断面ではBが一定でありながら桁高Dの違いにより曲げ振動応答量に変化が生じていることから揚力の強さは桁高Dに関係し、(D/B)の増加とともに($2\gamma_{max}/B$)も大きくなることが知られ、また同一断面比の断面でも上下の幅員比(B_x/B_u)によって($2\gamma_{max}/B$)値に変化が生じている。このような渦励振動に関する非定常揚力の大きさは、(D/B_u)および(B_x/B_u)に関係しているものと考えられる。

図1は渦励振動と上下幅員比の関係を示すものであり、曲げの場合($B_x/B_u = 0.65$)付近ではいずれの断面も応答振幅が激減し、またねじりの場合は(D/B_u) ≤ 0.32 のときに振動がかなり抑制される。図2は6種類の(B_x/B_u)値について曲げ渦励振動応答量を桁高別に表わしたものであるが、同一の(B_x/B_u)値の場合、桁高Dが減少するにつれ応答量が減るよう、同じ揚力面積比を有する断面では桁高Dが増加するほど渦励振動曲げ最大応答振幅が増えるという傾向がここでも表わされている。さらに実橋との対比をみるために、図3に5つの実橋の(B_x/B_u)および(D/B_u)値を示すが、いずれも実験から得られた耐風性状の良好な条件を満足している。なお、ブラケット部をB_uに含めるか否かは問題点として残されよう。また図4は制振を目的とし、扁平六角断面に大きさの異なるスベ

イウー、エッジフェアリングを付した場合の曲げ、ねじれ渦励振動応答をまとめたものである。質量、質量慣性モーメントその他実験条件の差が応答に変化を与えていり、こゝでも考えられるが、スポイラーが長くなる程、またエッジフェアリングが大きくなる程応答は抑制される傾向にあり、断面形状の変化から見た場合これらの因子が渦励振動に及ぼす影響も少なくないものと考えられる。

4. おすゑ 以上の結果として次の事が言えよう。 1) $(B_2/B_1) = 0.4 \sim 0.6$ で耐風性状は良好となる。 2) (D/B_1) が小さければ耐風性状は良好となる。 3) 式(1)で用いる B^* は、いわば (B_1/B_1) 、 (D/B_1) の両方を考慮した値と考えられるが、同一の B^* 値でも渦励振動応答に差が生じることが知られた。

N O .	断面形状	B_2/B_1	$2\eta/D$ max	$2\eta/D$ max Merrill	$\frac{2m\phi}{\rho D^2}$	$2\eta/B_1$ max	$\frac{2m\phi}{\rho B_1^2}$
2-0		1.000	0.267	1.662	2.034	0.134	0.509
2-10		0.824	0.243	1.846	1.831	0.122	0.458
2-20		0.636	0.087	1.603	2.109	0.044	0.527
2-30		0.423	0.075	1.743	1.939	0.038	0.485
2-40		0.161	0.179	1.376	2.456	0.090	0.614
2-45		0.000	0.169	1.475	2.291	0.085	0.573
3-0		1.000	0.188	0.635	5.326	0.063	0.592
3-10		0.882	0.192	0.677	4.995	0.064	0.555
3-20		0.757	0.217	0.697	4.850	0.072	0.539
3-30		0.615	0.128	0.729	4.637	0.043	0.515
3-40		0.441	0.070	0.579	5.840	0.023	0.649
3-45		0.333	0.070	0.717	4.711	0.023	0.523
3-50		0.206	0.071	0.737	4.588	0.024	0.510
3-56.3		0.000	0.077	0.595	5.679	0.026	0.631
4-0		1.000	0.121	0.408	8.275	0.030	0.517
4-10		0.912	0.111	0.382	8.838	0.028	0.552
4-20		0.818	0.131	0.386	8.746	0.033	0.547
4-30		0.711	0.104	0.377	8.974	0.026	0.561
4-40		0.581	0.011	0.368	9.197	0.003	0.575
4-45		0.500	0.009	0.341	9.899	0.002	0.619
4-50		0.404	0.008	0.349	9.690	0.002	0.606
4-60		0.134	0.024	0.315	10.744	0.008	0.672
4-63.4		0.000	0.012	0.314	10.765	0.004	0.673



謝 辞 本研究を報告するにあたり、住友重機械工業 武内隆文氏、大阪市 塩谷智弘氏、鹿島建設 乙 藤寛治氏の各氏に多大の御協力を頂き、ここに深く感謝の意を表します。