

京都大学大学院 学生員 長尾文明

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 橋梁等の渦励振現象は、断面形状に敏感であり、高欄・緑石の形状によ、ても振動現象に変化が生じることが報告されている。また、橋梁の渦励振抑制対策として、フラップ・フェアリング・デフレクター等を基本断面に付加することも用いられている。渦励振現象は、全体の断面形状に大きく依存するとともに、断面端部の形状も併せて重要であることが知られている。そこで本研究では、断面比1/3矩形断面を基本断面とし、断面端部に水平あるいは鉛直に張り出し板を設置し、その応答特性・渦励振定常振動時の非定常圧力分布特性を調べ、各断面周りの流れのパターンの変化という面から渦励振特性を検討するものである。

2. 実験概要 図1に実験対象模型の断面形状を示す。張り出し板は厚さ1mmであり図示のように前縁または後縁に、それぞれ水平あるいは鉛直に1枚設置した。張り出し板の長さ l は、 $D/2$, $D/4$ (D :桁高100mm)の2種類を用いた。これらの模型諸元を表1に示した。各模型の呼称は、張り出し板の長さにより $D/2$, $D/4$ に分類し、設置位置・ L (前縁)・ T (後縁)・方向 H (水平)・ V (鉛直)と組合せて表示する。実験は迎角 0° で鉛直たわみ・ねじれ2自由度支持し一様流中において行った。なお、非定常圧力分布特性は、張り出し板長が $D/2$ の模型を対象とし、個々の模型の渦励振最大応答振幅の発生する風速において測定した。

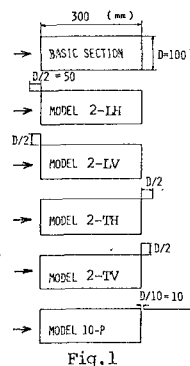


Fig.1

3. 実験結果および考察 図2・図3はそれぞれ張り出し板長 $D/2$ におけるたわみとねじれの応答比較図であり、応答振幅・風速の無次元化は基本断面の桁高 D を用いている。

図4(a)(b)には、たわみ渦励振最大振幅時の変動圧力係数 $\tilde{C}_p$ と変位に対する負圧のピークの位相遅れ β を示す。表2は、たわみ渦励振における各断面の非定常圧力分布特性・圧力と変位の位相特性および圧力波形特性から推定した流れの特性と渦励振応答の概略を示したものである。

本研究対象模型の渦励振は、たわみ渦励振開始風速がすべて基本断面と差がなく換算風速6付近であり、ねじれ渦励振開始換算風速はたわみの $2/3$ であること、また、変位と変動圧力の位相差は、たわみにおいて前縁で 0° 、後縁でほぼ 360° 、ねじれに関しては前縁 0° 、後縁 540° であることより、本質的には文献1に示されている前縁剝離型であると考えられる。

各断面のたわみ渦励振について張り出し板による流れの特性と応答の変化を簡単にまとめれば次のようである。

- 1) Model LV $D/2$ の張り出し板により応答振幅は倍増する。流れの特性は、剝離流の再付着点を上流側に移行するとともに剝離渦の流下速度を大きくし、完全剝離型となる傾向がみられる。そのために最大応答振幅が増大したものと考えられる。
- 2) Model TV 流れの特性は、剝離流の再付着点を上流側に移動させるだけでなく前縁剝離渦の流下速度が遅くなる。この特性に対応して渦励振最大応答振幅発現風速が高風速側に移動する。
- 3) Model LH 次に述べる Model THと同様に、上面の張り出し板の長さだけ渦の流下距離が長くなり、断面の偏平度が大きいとき（上面）により、最大応答振幅発現風速と渦励振終止風速が上昇すると考えられる。また、剝離流の再付着点が上流側に移動し、再付着点までの前縁剝離渦の流下速度は遅く、再付着後速くなる。ていることから付着型渦励振の性状を与える効果を有していると思われる。
- 4) Model TH 応答特性は Model LHと類似しているが、流れの特性は Model LHと異なり、再付着点が下流側に移動し、前縁剝離渦の流下速度が大きくなっている。この場合の平板断面に偏平度を与える効果を有している。

Table 1

	BASIC	10-TV	10-TH	2-TV	2-TH	10-P
$f\eta$ (Hz)	2.325	2.328	2.326	2.317	2.312	2.325
$f\phi$ (Hz)	5.792	5.785	5.784	5.724	5.713	5.792
$f\phi/f\eta$	2.491	2.485	2.487	2.471	2.471	2.491
m (Kg·s ² /m ²)	0.4833	0.4839	0.4884	0.4866	0.4841	0.4833
I (Kg·s ²)	0.00621	0.00612	0.00591	0.00637	0.00653	0.00621
$\delta\eta$ (2 η =20mm)	0.00862	0.00844	0.01013	0.00801	0.01429	0.01395
$\delta\eta$ (2 η =15mm)	0.00721	0.00653	0.00756	0.00624	0.01132	0.01319
$\delta\eta$ (2 η =10mm)	0.00630	0.00656	0.00660	0.00516	0.00922	0.00911
$\delta\phi$ (2 ϕ =0.1rad)	0.00912	0.00702	0.01316	0.00979	0.01382	0.00799
$\delta\phi$ (2 ϕ =0.075rad)	0.00577	0.00592	0.00941	0.00947	0.01374	0.00793
$\delta\phi$ (2 ϕ =0.05rad)	0.00401	0.00448	0.00808	0.00836	0.01184	0.00726

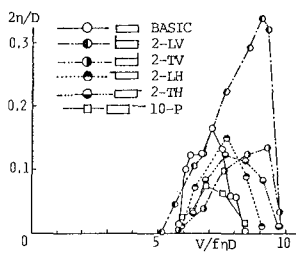


Fig.2 Deflectional response

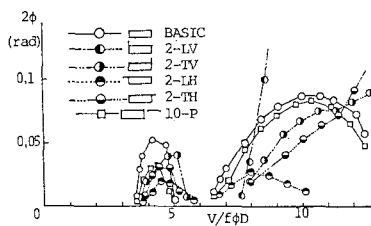


Fig.3 Torsional Response

5) Model 10-P 本断面は、基本断面後方1/6の位置にアミル製平板を設置したものである。前縁剥離渦の流下速度・再付着点は基本断面とほぼ同じであるが、応答振幅は半減している。構造減衰が基本断面より若干大きいこともあるが、後流板により後縁二次渦の生成が妨げられ、振動を助長する領域(位相差 -270° 付近、測点23.22)の変動圧力振幅($\hat{C}_p$)が減少することと対応しているものと考えられる。

以上、たわみ渦励振特性について論じたが、おなじみ渦励振に関しては、流れの特性はたわみと類似しているが応答特性は個々の断面で相違がある。特に完全剥離型傾向を有する Model 2-LV では渦励振がなくなり、付着型傾向となる Model 2-LH では応答振幅が大きく低減されている。たわみ渦励振とおなじみ渦励振では流れの特性に及ぼす影響が異なることがわかる。

4. むすび 張り出し板の設置は、剥離点の移動のみならず前縁剥離渦の流下速度・再付着点の位置等に大きな変化を与えることが明らかになったが、このような流れの特性の変化によるたわみ渦励振とおなじみ渦励振に及ぼす効果が異なること、また本研究では一枚の張り出し板による影響を調べたが、複数の張り出し板による流れの特性・渦励振に及ぼす効果等が今後の課題として挙げられる。

最後に、本研究の遂行に際し、京阪電鉄 松村修一氏、間組 前田博司氏、京都大学工学部助手 白土博通氏の協力を得たことに対し、謝意を表する。

参考文献 1. 白石成久 松本勝「充満構造断面の渦励振限界風速と応答特性について」日本風工学研究会誌 16/10, 1981/10

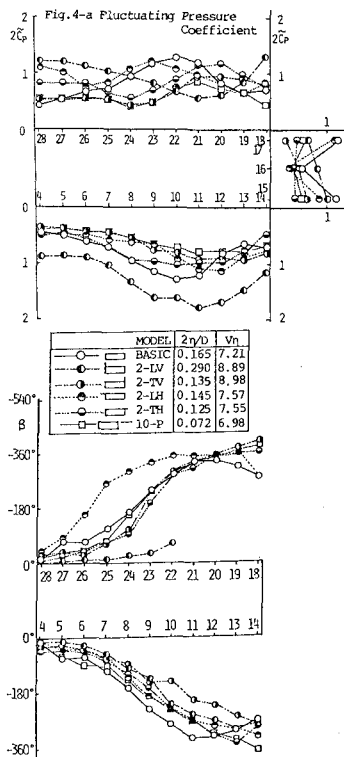


Fig.4-b Phase Difference

表2 たわみ渦励振特性表

MODEL	圧力 形状	流れの特性	応答特性
1	2 3	1 2 3	2n/D
2	1 2 3	1 2 3	2n/D
3	1 2 3	1 2 3	2n/D
4	1 2 3	1 2 3	2n/D
5	1 2 3	1 2 3	2n/D
6	1 2 3	1 2 3	2n/D
7	1 2 3	1 2 3	2n/D
8	1 2 3	1 2 3	2n/D
9	1 2 3	1 2 3	2n/D
10	1 2 3	1 2 3	2n/D
11	1 2 3	1 2 3	2n/D
12	1 2 3	1 2 3	2n/D
13	1 2 3	1 2 3	2n/D
14	1 2 3	1 2 3	2n/D
15	1 2 3	1 2 3	2n/D
16	1 2 3	1 2 3	2n/D
17	1 2 3	1 2 3	2n/D
18	1 2 3	1 2 3	2n/D
19	1 2 3	1 2 3	2n/D
20	1 2 3	1 2 3	2n/D
21	1 2 3	1 2 3	2n/D
22	1 2 3	1 2 3	2n/D
23	1 2 3	1 2 3	2n/D
24	1 2 3	1 2 3	2n/D
25	1 2 3	1 2 3	2n/D
26	1 2 3	1 2 3	2n/D
27	1 2 3	1 2 3	2n/D
28	1 2 3	1 2 3	2n/D

A : 空力抵抗係数
B : 渦励振係数
C : 付着型傾向

V : 前縁渦の流下速度