

川崎重工業(株) 正員 酒井洋典  
 川崎重工業(株) 正員 小川一志  
 川崎重工業(株) 正員 松田一俊

1 まえがき 昨年の年議りで、斜張橋主塔の防振対策について塔頂部断面を相似させた2次元矩形断面模型(断面比 $B/b = 0.83$ )を用いて検討し、防振効果の優れた空カダンパ(非対称円弧状導流板)を提案した。この空カダンパの防振メカニズムについては、正方形断面模型を使ってその後さらに検討を行っている<sup>2)</sup>本研究では、箱断面における空カダンパの防振メカニズムをより明らかにするために、上記の空カダンパと類似の形状を有する空カダンパ(対称円弧状導流板、角状導流板)の防振効果について若干の検討を加えたのでここに報告する。

2 実験概要 風洞は川崎重工業(株)の構造物用風洞(高さ3m×幅2.5m×長さ20m)を使用し、模型は2次元の正方形断面模型(縦150mm×横150mm×長さ2250mm)を使用した。風洞気流は乱れの微少な整流(乱れの強さ:0.2%以下)とした。実験は表1に示す各ケースについて部分模型振動実験、三分力試験(ケース(3)は実施せず)、定常圧力測定、流れの可視化実験(油膜法)を行った。

3 実験結果および考察 図1に迎角 $\alpha = 0^\circ$ における風速と振幅の関係を示す。図1を見ると、原断面のケース(1)では無風時耐敷減衰率 $S_d = 0.011$ (質量減衰パラメータ $m^2/p\sigma^2 = 1.3$ )のとき $V_r \approx 6$ から振動が発生している。これは渦励振にギャロップングが引き込まれたもので、 $S_d = 0.021$ ( $m^2/p\sigma^2 = 2.5$ )のときには $V_r \approx 6$ から渦励振が、 $V_r \approx 12$ からギャロップングがそれぞれ分離して発生している。このように原断面では不安定振動が発生するが、表1に示すような円弧状導流板を

断面隅角部に非対称に配置した非対称円弧状導流板のケース(2)では $V_r \approx 53$ までほとんど振動が発生せず、非対称円弧状導流板の防振効果の優れていることがよく分る。これに対して、円弧状導流板を断面隅角部に対称に配置した対称円弧状導流板のケース(3)では $V_r \approx 11$ でギャロップングが発生する。また、断面隅角部に角状導流板を配置したケース(4)では $V_r \approx 24$ から大振幅の曲げ振動が発生し、 $V_r \approx 51$ でいったん振動がおさまった後 $V_r \approx 58$ から再び大振幅の曲げ振動が発生する。このように対称円弧状導流板および角状導流板の防振効果には問題が残る。ところで、ケース(1)およびケース(4)が振動を発生することは、図2の $C_F$ 曲線において $\alpha = 0^\circ$ で $dC_F/d\alpha > 0$ となることから十分予想される。

#### (1) 対称円弧状導流板に関する検討

図3は $\alpha = +10^\circ$ における定常圧力分布を示したものである。上面および下面の圧力分布を調べると、非対称円弧状導流板のケース(2)では圧力が上流から下流に向かって急激に低下している。これに対して、対称円弧状導流板のケース(3)の下面では圧力低下は上流から下流に向かってゆるやかであり、また上面では原断面に比べて圧

表1 実験ケース

| 実験<br>ケース | (1) | (2)         | (3)        | (4)     |
|-----------|-----|-------------|------------|---------|
|           | 原断面 | 非対称円弧状導流板付設 | 対称円弧状導流板付設 | 角状導流板付設 |
| 断面図       |     |             |            |         |
| 図         | —   |             |            |         |
| 記号        | ○ ● | ◇           | ▽          | △       |

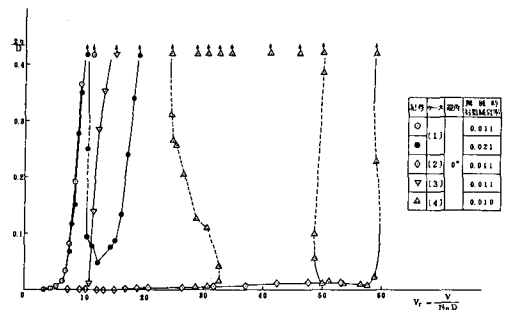


図1 風速と振幅の関係

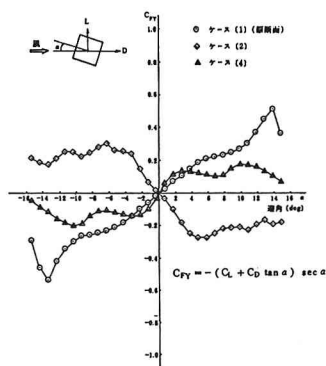


図2  $C_{FY}$  曲線

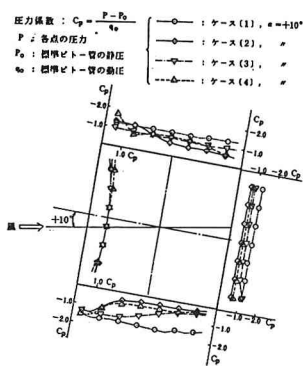


図3 定常圧力分布

力回復を伴うものの全体的に圧力はほぼ一定で剥離領域にあることを示している。これは写真1(b)で対称円弧状導流板の後流域が白くになっていることから裏付けられる。このように、非対称円弧状導流板は模型前縁から剥離した流れを再付着させる働きが強いものに対して、対称円弧状導流板はその働きが弱いものと思われる。その理由としては、表1に示すように非対称円弧状導流板の③部が模型面に平行であるのに対し、対称円弧状導流板の③部が模型面より $10^\circ$ 上方に開いていることが考えられる。さらに、表1に示すように④部が流れに対して閉じていること、および②部において縮流が激しいことから④部において風がスムーズに流れ込まないためと考えられる。

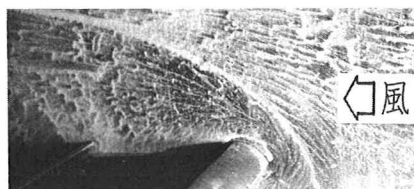
## (2) 角状導流板に関する検討

図3から分るように、ケース[2]とケース[4]の圧力分布はいずれも模型前縁で剥離した流れの再付着を促進させる点で類似している。しかし図3 ( $\alpha = +10^\circ$ )の圧力を積分した力はケース[2]、ケース[4]のどちらも上向きであるのに対して、図2の $\alpha = +10^\circ$ における $C_{FY}$ はケース[2]で上向き、ケース[4]で下向きとなっており、結局ケース[2]では力の向きが図2と図3で一致しているのに対し、ケース[4]では力の向きが反対になっている。そこで、油膜法により断面まわりの流れを可視化してみると、写真1(a)の非対称円弧状導流板自身では流れが剥離していないのに対し、写真1(c)の角状導流板自身の前縁で流れが剥離していることが認められる。すなわち、ケース[4]では角状導流板の前縁で流れが剥離するために、模型前縁で剥離した流れが角状導流板によって再付着を促進させられても、全体として耐風安定性が悪い結果となっている。ケース[4]で図2と図3の力の向きが反対となるのは、図3が模型まわりの圧力分布だけを表していて、導流板まわりの圧力分布が入っていないことによるものと推察される。

**4 まとめ** ①今回対象とした形状の対称円弧状導流板の防振効果がなかったのは、表1に示す導流板の④部が流れに対して閉じていることと②部において縮流が激しいことから④部において風がスムーズに流れ込まないこと、ならびに導流板の③部が上方に開いていること等により模型前縁で剥離した流れを再付着させる働きが弱いためと思われる。②角状導流板が模型前縁から剥離した流れの再付着を促進させるにもかかわらず防振効果がなかったのは、導流板自身の前縁で流れが剥離することにより負の空力減衰を発生するためと考えられる。③したがって、箱断面の空力ダンパの設計に関してはこれらの点に注意して検討を加える必要がある。

〈参考文献〉 1) 戸田・山崎・酒井・小川; 第39回年次学術講演会講演要録集, E-293, 1984

2) 小川・酒井・松田; 昭和60年度日本風工学会年次研究発表会(投稿予定)



(a) ケース[2],  $\alpha = +10^\circ$



(b) ケース[3],  $\alpha = +10^\circ$



(c) ケース[4],  $\alpha = +10^\circ$

写真1 油膜法による可視化