

川崎重工業(株) 正員 松田一俊
 川崎重工業(株) 正員 小川一志
 川崎重工業(株) 正員 赤尾 宏
 川崎重工業(株) 正員 前田佳男

1. まえがき

長大スパン橋梁に箱桁断面を適用するとき、耐風性向上策の一つとして断面中央に開口部を設ける方法が考えられる。従来の研究^{1) 2)}において、平板やH型断面に開口部を設けるとフラッタ限界風速が向上することは明らかにされているが、その原因については十分に究明されていないように思われる。本研究は流線形箱桁断面を対象に、断面中央に開口部を設けることによるフラッタ特性向上の効果について若干の検討を加えたものである。

2. 実験概要

風洞は川崎重工業(株) 所属の構造物用風洞（高さ3 m×幅2.5 m×長さ20 m）を使用し、風洞気流は乱れの微小な一様流（乱れの強さ0.2%以内）とした。図1に本実験で対象とした模型（長さ2.246 m）の断面図を示す。ケースAは検討の基本となる1箱桁断面、ケースBはケースAの断面を中央で分離し、桁高の2倍の長さ（70 mm）だけ抜けた2箱桁断面、ケースCはケースBの開口部における4つの隅角部に非対称円弧状導流板（以下、導流板と称す）を付設した2箱桁断面である。実験は振動実験、三分力試験、定常圧力測定および流れの可視化実験（油膜法）を行った。

3. 実験結果および考察

図2に迎角 α とKの関係を示す。Kはフラッタ限界風速 V_F と平板翼理論によるフラッタ風速計算値（Selberg式） V_{FS} との比であり、耐フラッタ性の指標と考えられるパラメータである。 $\alpha=0^\circ$ において開口部を有するケースBは1箱桁断面のケースAに比べてKの値が大きくなり、フラッタ特性の向上が認められるが、 $\alpha=\pm 5^\circ$ ではその向上効果は劣化する。ところが、ケースBに導流板を付設したケースCの場合、さらにKの値は増大し、特に迎角がついてもKの値を保持できる点が特徴的といえる。 $\alpha=0^\circ$ におけるケースB、Cの換算風速 $V/N_\theta B$ とねじれ有風時減衰 δ の関係を図3に示す（ $m/\rho B^2=30.9$, $I\alpha/\rho B^4=5.95$, $N_\theta/N\eta=1.88$, $\delta\eta=0.008$, $\delta\theta=0.013$ ）。図中の曲線（実線）は平板翼理論値であり、ケースB、Cのフラッタ特性の向上がこの図からも明らかとなっている。

次に、開口部および導流板によるフラッタ特性向上の効果

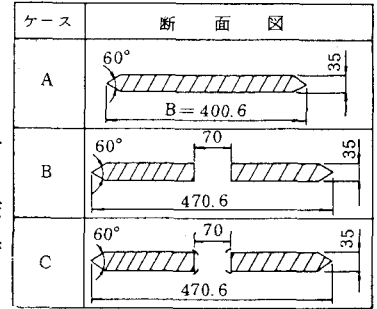


図1 模型断面図

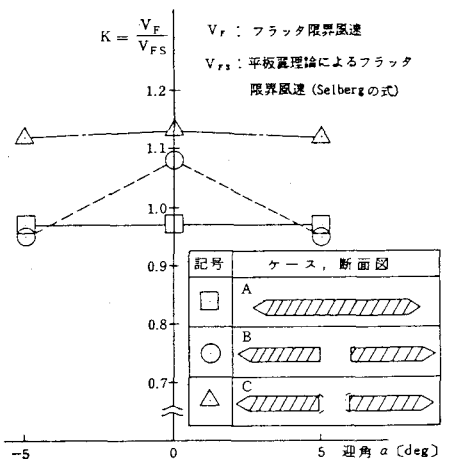


図2 α -K図

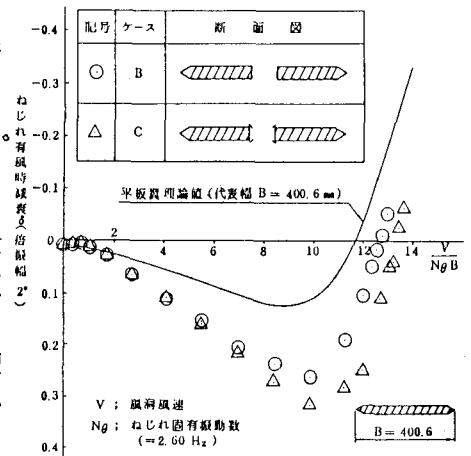


図3 $V/N_\theta B - \delta\theta$ 図

について検討した結果を以下に述べる。図4にケースA、Bの三分力係数曲線を示す。なおケースCはケースBとはほぼ同じ三分力特性であるので省略する。開口部を有するケースBのときケースAの C_L 、 C_M 曲線の $\alpha = \pm 10^\circ$ 付近におけるピーク値（絶対値）を小さくさせ、各曲線の迎角に伴う変化を滑らかにさせる傾向にある。すなわち、迎角の増加による空気力（抗力を除く）の成長が開口部の影響によって妨げられており、空力的に安定化の方向に向かうことが認められる。図5は $\alpha = +5^\circ$ における各ケースの定常圧力分布を示したものである。上流側箱桁断面の前縁付近の負圧のピークは各ケースでほとんど差がないものの下流に下がるにつれて負圧の大きさ（絶対値）がケースA、B、Cの順に小さくなっている。したがって、定常圧力分布からも開口部や導流板による空気力（抗力を除く）の低減効果を説明できるようなのである。

また、ケースBのとき下流側箱桁断面の前縁において、はく離が付随したと思われる負圧の分布が見られるがケースCでは負圧の領域が前縁先端部に限定される。このことを油膜法による流れの可視化で確認してみる。写真1

(1)のケースBでは下流側箱桁断面の前縁からはく離が生じているのに対し、(2)のケースCでは、導流板によって気流のはく離が抑えられている。開口部隅角部における気流はく離の抑制がケースCの耐風性向上に寄与しているものと思われる。

4. あとがき

本研究は箱桁断面の中央開口部がフラッター特性向上にどのように寄与するのかを調べたものである。今後、さらに気流の非定常性の面からも検討を行っていく予定である。

最後に、本研究に際してご指導、ご激励を賜った京都大学小西一郎名誉教授、白石成人教授並びに横浜国立大学宮田利雄教授（土木学会・本州四国連絡橋耐風研究小委員会作業班主査）の方々に感謝の意を表します。

<参考文献> 1) 白石, 浅沼; スロットをもつ平板のフラッター現象に関する2, 3の考察, 構造物の耐風性に関する第1回シンポジウム論文集, 1970年5月. 2) 田中, 伊藤; 充腹構造物の自励振動における空気力の特性, 土木学会論文報告集, 第168号, 1969年8月.

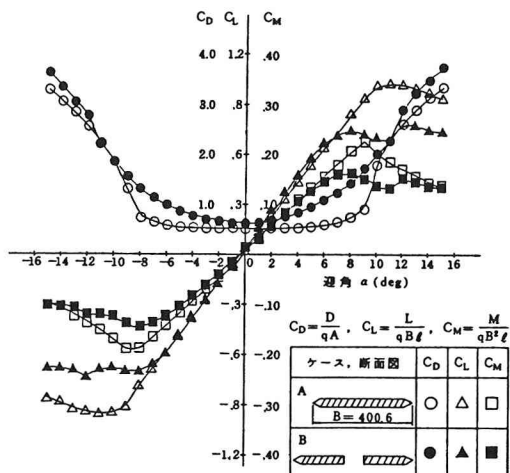


図4 三分力係数曲線

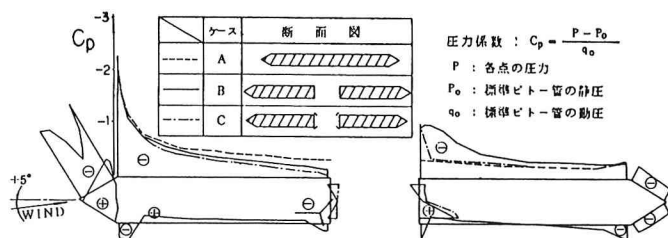


図5 定常圧力分布（迎角 $+5^\circ$ ）

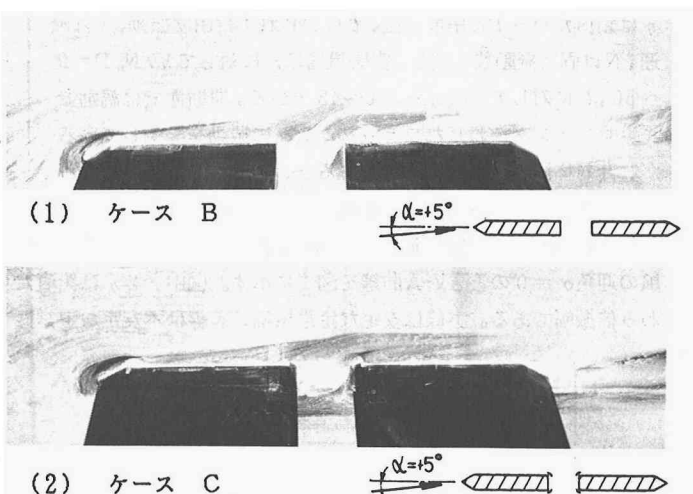


写真1 油膜法による流れの可視化（迎角 $+5^\circ$ ）