

横浜国立大学 学生員 風間 浩二

正員 宮田 利雄, 正員 山田 均

日本鋼管(株) 技研 正員 藤澤 伸光

1 まえがき 箱桁断面をもつ橋梁において渦励振、ギャロッピングなどの空力不安定振動の発生が予測されるとき、その発生をおさえるために種々の耐風安定化対策が検討される。本報告では、この安定化対策の一つである高橋上部にフラップを、また箱桁下部両隅にスカートを設置する方法について、その作用、効果のほどこを非定常圧力測定実験によって検証し、メカニズムの考察を行ったので、これを報告する。ここで対象とするのは渦励振に限ることとし、ギャロッピングについては別途報告することとした。

2 実験概要 対象とした箱桁断面は図1の左半分に示す、高さ D と全幅 B の比が約1:4で張り出し部をもつ、ふつうに採用される断面構成のものである。このいわば原断面と、図1の右半分に示すような高橋上部へのダブルフラップと箱桁下部へのスカートをとりつけた断面とを対比することになる。風洞実験では、ばね支持実験で渦励振応答を観測し、さらに図1に示すような圧力孔 21 ヶ所の非定常圧力を強制加振法により測定した。測定方法などは従前のものと変わらない。使用風洞は横浜国立大学土木工学材所属のエッフェル型風洞である。

3 応答観測 渦励振応答を両断面について迎角 0° 、および 5° で観測すると、図2、3に示すような結果が得られる。図の横軸は換算風速 $U_r (= U/\phi D)$ 、縦軸は無次元振幅 $A/\phi D$ である。原断面では両迎角において渦励振が $U_r = 6 \sim 10$ 前後で顕著に現われるのに対し、ダブルフラップと下部スカートつき断面では迎角 5° においては渦励振がなお残るが、迎角 0° ではかなり小さい。なおこの応答観測では可能な限り大きな応答が観測できるように質量・減衰パラメータ(スクリューン数 S_c)を小さく設定し、 $S_c = m S_0 / PBD = 0.5 \sim 0.8$ 程度としている。

4 非定常圧力分布測定 このような振動状況について非定常圧力を測定し、振動の発生メカニズムを考察しようというのであるが、以下には換算風速 $U_r = 8$ 、無次元振幅 $A/\phi D = 0.1$ で測定されたものについて示す。この観測点では、上述のように、原断面では両迎角とも渦励振が現われているのに対し、安定化対策つき断面では両迎角とも現われていない。測定結果は振動時の平均圧力係数 C_p 、変動圧力振幅係数 $|C_p|$ 、振動変位に対する位相遅れ β 、振動の発散、減衰を支配する圧力係数 $C_{pe} = |C_p| \sin \beta$ 、および静止時の平均圧力係数の形で各圧力孔に対応させて示してある。上下面の C_p 分布(図4、5)を見ると、原断面では剝離流れの再付着が振動時に後縁付近で認められるのに対し、安定化対策つき断面では静止時にすでに中央点前方で上、下面ともに認められるのが分る。対策を設けることによるこの特性の差は $|C_p|$ 分布(図6)においても特徴的に見出され、原断面に比べて対策つき断面の値はかなり小さくなっている。もっとも、位相遅れ β (図7)を見ると長方形柱の渦励振域の特性に似て、例えば上面では前縁から後縁にかけて大きな変化が存在している。対策つき断面では再付着が中央点前方で見られるとすでに述べたが、 β 分布に関しては前方では負の、後方では正の分布となることは変わっていない。これらの結果を振動の発散、減衰にかかわる C_{pe} 分布(図8)に集約させてみると、上面では前方で減衰力が、後方で励振力が構成されることになるパターンは長方形柱のそれと変わることはない。^(1,2,3)しかし、原断面における分布の大きな変化に対して、対策つき断面における緩やかな変化、特に後方の励振力のとり減が特徴的といえる。 C_{pe} 分布の合算値、上面では正値が、下面では負値が振動の発散、減衰に繋がるが、ここで対象としている安定化対策は剝離流れの再付着を特段に促進して、振動に伴う圧力変動振幅を小さくさせ、結果として振動を減衰させる圧力分布構成を生み出したと考えられる。最後に本研究の実験を担当した斎藤善昭、籠田彰、吉沢正治の各氏に謝意を表す。

参考文献

- 1) Miyata, T. et. al. Proc. 6th Int. Conf. Wind Engineering (Australia), 1983年3月
- 2) 山田, 宮田, 土木学会年次学術講演会概要集, 1983年 10月
- 3) 山田, 東京大学博士論文, 扁平な鋭い物体の渦励振振動の同定と応答評価, 1983年 10月

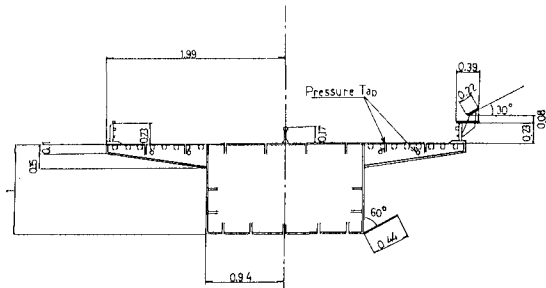


図1 原断面と安定化対策を付す断面

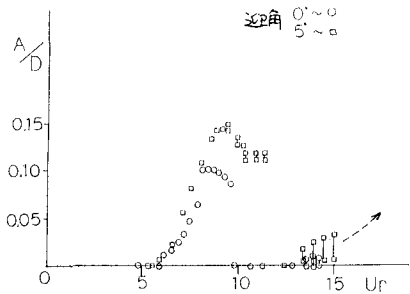


図2 渦励振応答(原断面)

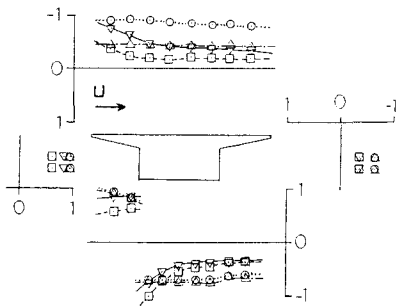


図4 静止時の平均
圧力係数分布
 C_p

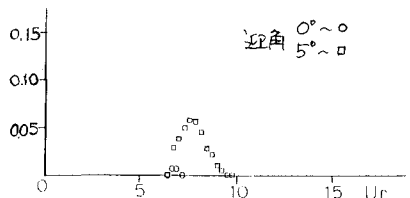


図3 渦励振応答(安定化対策付き断面)

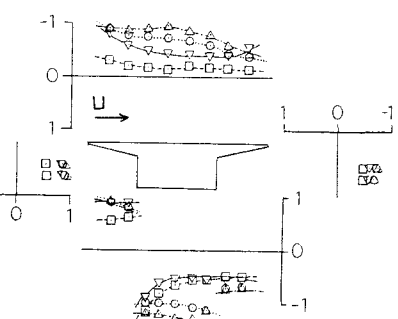


図5 振動時の平均
圧力係数分布 C_p

図4~6
原断面
安定化対策付き断面

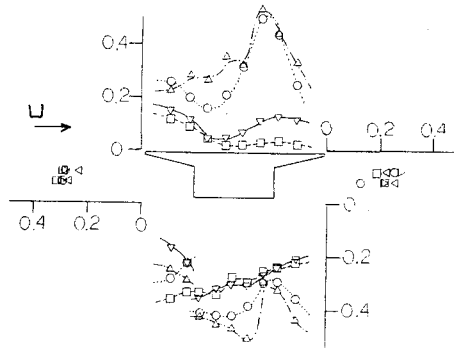


図6 振動時の変動圧力振幅
係数分布 $|C_p|$

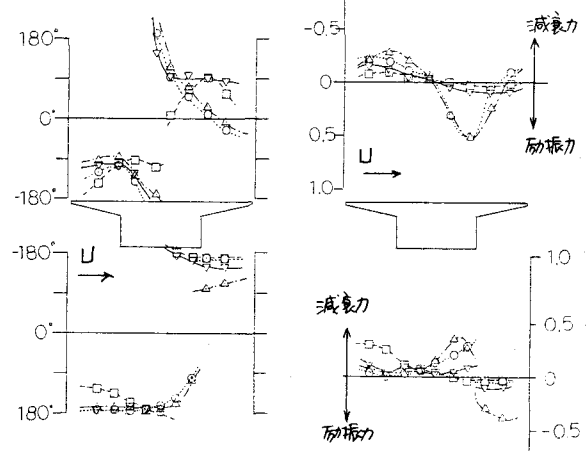


図7 振動変位に対する位
相遅れ β

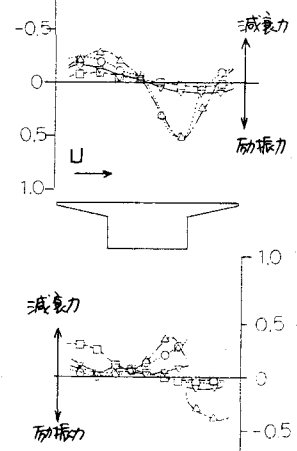


図8 振動の散逸, 減衰と支
面に対する圧力係数分布
 $C_{p2} = |C_p| \sin \beta$