

佐友重機械 正員 宮崎正男

1. はじめ 矩形断面は従来より、基本断面としてその応答特性をはじめとする諸特性が研究対象として取上げられてきたが、昨今、箱桁断面の斜張橋でBox部分が先行架設されたり、比較的長支間の箱桁橋梁が架橋されるなど、矩形断面の空力不安定振動に多くの関心が向けられている。本研究では、矩形断面のうち1/1及び1/2断面について、小迎角範囲に認められるゆげの渦励振振動やギャロッピングといった空力不安定振動の制振方法を検討するとともに、物体周囲の圧力分布測定等から、制振対策の効果を評価し、これに若干の考察を加えたものである。

2. 小迎角における応答特性 Fig. 1, 2に断面の大きさが25×75, 75×150mmの1/1, 1/2断面角柱の迎角 α に対する応答の観測結果を示す。1/1断面では $\alpha=0^\circ$ 以外の場合、応答振幅は風速の増加と共に $\alpha=0^\circ$ の応答曲線に推移し、あるところで分岐した後 $U_r=15$ 付近で急激な落込みを示す。この付近では負減衰による振振れも極めて小さい。その後風速の増加と共に振幅は再び増加に転ずるが、迎角が大きな程 $U_r=15$ 付近の振幅低下は著しく、高風速での応答の立ち上がりも緩やかになっている。振振れ性から、分岐後の応答は極めて緩和的であるのに対して、分岐前の低風速域ではビート状を呈することが特徴として認められる。一方、1/2断面では $\alpha=0^\circ$ で U_r 付近に僅かにみられた渦励振は迎角の増加と共に消滅し、ギャロッピングも高風速側へと移行して $\alpha=2.5^\circ$ では $U_r \leq 25$ の範囲でギャロッピングの発生は認められない。

3. 制振対策とその効果 Fig. 1, 2に示したような空力不安定振動に対してFig. 3に示す3種の制振方法を考え、これらの対策物と断面の4隅に取付けその制振効果の良否を三分力測定結果より検討した。まず渦励振については、静止時の変動揚力係数 C_{L_f} の大小が渦励振の振幅の大小の目安を与えてくれることを期待して C_{L_f} の大小関係で対策の有効性を評価した。またギャロッピングに対しては揚力曲線の勾配 $dC_{L_f}/d\alpha$ が正になることをひとつの目安とした。

まず、1/1断面では $10 \leq 18^\circ$ の範囲で対策全ケースとも C_{L_f} の値は基本断面より小さくなり、特にデフレクターIIで効果が著しい。揚力曲線の正勾配への転化については、スカートで張出長さ S や取付角 θ を大きくした場合に効果が認められたが、他のケースでは逆に悪化する場合も存在した。Fig. 4, 5に一例として、スカートによる抗力、揚力及

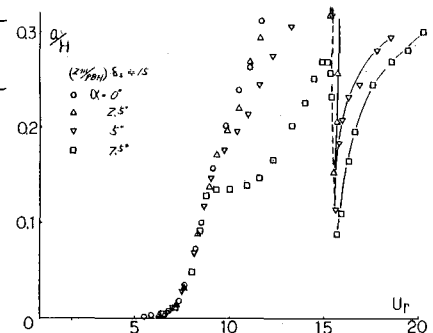


Fig. 1 1/1断面の応答曲線 q_H : 振幅 H : 断面高さ B : 断面幅 $U_r = U/H$

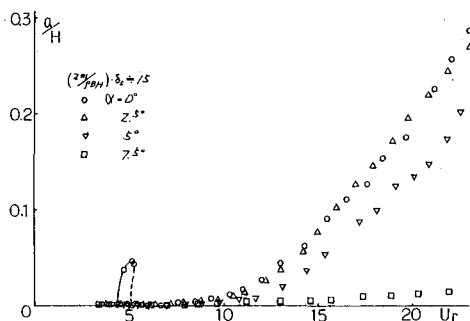


Fig. 2 1/2断面の応答曲線 q_H : 振幅 H : 断面高さ B : 断面幅 $U_r = U/H$

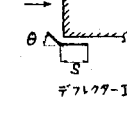
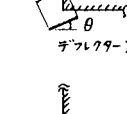
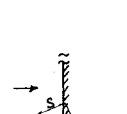
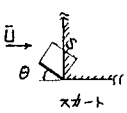


Fig. 3 制振方法

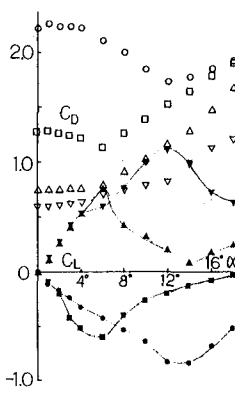


Fig. 4 1/1断面の C_D, C_L (傾斜の角は H で無次元化)

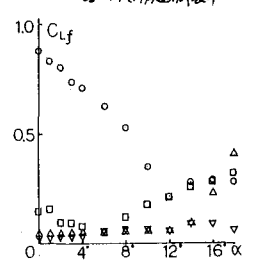


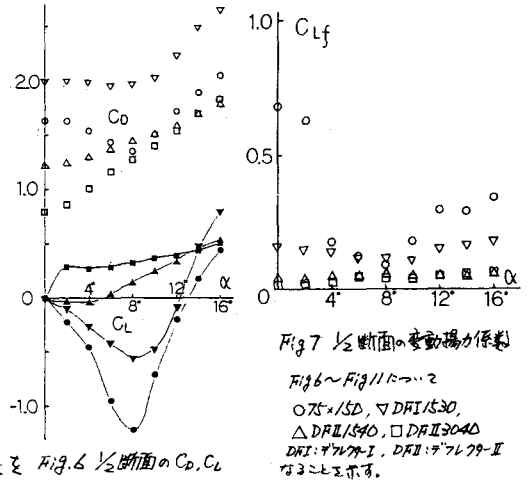
Fig. 5 1/1断面の変動揚力係数

Fig. 4, 5について。
○ 25×75, □ 27.5×30, △ 27.5×30
▽ 27.5×30
傾斜は 27.5×30 とは
27: スカート, 15: 5°/15mm
30: 0°/30°
を示す。

変動揚力の各係数の変化のようすを示す。

$\frac{1}{2}$ 断面では C_{L_f} の低下は $\frac{1}{2}$ 断面と同様、デフレクターIIのタイプで最も著しく、全ケースとも基本断面よりその値は小さくなった。 $dc/d\alpha$ については、スカートとデフレクターIIで効果が認められた。これらの結果の一部を Fig. 6, 7 に示す。

これら三分力測定結果からの検討に対して、応答特性に現れる制振効果の一例を示したものが Fig. 8 である。 $\frac{1}{2}L_{ch}$ 付近の渦励振はその振幅が半減すると共に不安定なリミットサイクルが低周速側へ移行するなど顕著な差が認められる。また、ギャロップは $L_h \leq 30$ の範囲で発生せず、前縁のみに対策を施した場合にも上記と同様の効果が認められた。



4. 非定常圧力からの考察 $\frac{1}{2}$ 断面における種々の制振効果を Fig. 8 $\frac{1}{2}$ 断面の C_D, C_L 周辺流の場から考察する為には非定常圧力を測定した。このうち $\frac{1}{2}L_{ch}$ 付近の $L_h = 5.5$ と準定常理論の成立する $L_h = 60$ の結果を Fig. 9, 10, 11 に示す。Fig. 9(a) より $L_h = 5.5$ で側面前縁寄りに生じた大きな負圧は、対策的の抑振効果によって圧力回復しており、剥離とのものが小さく抑えられた結果とみることが出来る。これと同時に変動圧力の振幅も小さくなり、加振力となる後縁側半分、位相差には大きな変化が認められないことより、 $\frac{1}{2}L_{ch}$ 付近の渦励振に対する制振効果は、剥離の抑制により空気力の絶対値とのものが小さくなった為と考えられる。

一方、 $L_h = 60$ では C_p 分布は各ケースとも静止時分布に一致しており対策による後縁側での圧力回復が著しい。ギャロップの生じない DFI 30.40 では変動圧力の振幅分布は対策前と大差ないが、位相差が正減速力を生むような分布に変化しており、ギャロップに対する制振効果は空気力の絶対値を変えずに位相が遅れた為と考えよう。

おわりに、本研究について、多くの助言や激励をいただいた東京大学伊藤教授、横浜国立大学宮田教授に感謝致します。

