

住友重機械 正員 宮崎正男

東京大学 正員 伊藤 学

1 まえがき 箱型断面の空力不安定振動を抑制ないしは制振させるために、断面コーナー部に剝離流を制御するための対策物を設ける方法が考えられる。矩型断面や箱桁断面の $\frac{1}{2}$ Uer 付近に生ずる渦励振や、Uer 付近から、あるいは、高風速域で生ずるギャロッピングに対するこれらの効果については既に報告した^{1), 2)}。本研究は、この際、矩型断面の典型例である L/2 長方形断面の $\frac{1}{2}$ Uer 付近の渦励振について、一部の対策物を取付けたとき、特異な応答現象が観測されたので、このことについて断面まわりの非定常圧力分布から若干の考察を加えた結果を報告するものである。

2 応答の特徴 模型断面のコーナー部に図 1 のように剝離を小さく押えるためのデフレクターを取付け、たわみ I 自由度系で支持した場合の応答曲線を図 2, 3 及び 4 に示す。図 2 は、DFII 1540 ($S = 15 \text{ mm}$, $e/H = 0.08$, $\theta = 40^\circ$) をセットしたときの応答でいずれも Scruton 数 $(2m/\rho BH) \cdot \theta s$ は 3~4 である。四隅にデフレクターを取付けた(全装断面)場合、応答は何も対策しない基本断面に比べ大きく変化し、低風速側に新たに 1 つのピークが形成され、あたかも、2 つの異なった振動に分裂したような状況を呈する。どちらの振動も、その応答振動数は観測された範囲では、完全に系の固有振動数に一致し、定常状態での応答振幅も一定であるが、低風速側の振動は高風速側に比べ、定常振幅に至る発散率あるいは減衰率が小さいことが特徴である。また、基本断面で $Ur = 5.5$ のピークを越えた付近に認められる不安定なリミットサイクルは、消失して定常振幅が存在し、逆に、低風速側に不安定なリミットサイクルが生じている。前縁のみにデフレクターをセットしたときは、全装断面に現われた 2 つのピークを包絡するような応答が観測された。この時発散率は低風速域で小さく、 $Ur = 4.5$ 付近を越えた付近より、振幅が小さい領域では発散率は極めて小さく、ある振幅から突然発散率は大きくなる。この振幅は、ちょうど全装断面にみられた不安定なリミットサイクルに一致することから、前縁のみにデフレクターをセットした場合も、本質的に全装断面と同様の空力特性を持っていると云えよう。

$\theta = 20^\circ$ とした DFII 1520 の場合の応答を図 3 に示す。この場合には、全装断面は勿論、前縁のみに取付けたケースでも応答は 2 つに分裂して独立したピークを形成している。一方、 $\theta = 40^\circ$ とし、剝離流を側面に沿って押えるための長さ S を 30 mm と長くした DFII 3040 では、図 4 の応答の特性から判断して、全装及び前縁のみにセットした場合、低風速側のピークは消滅し、高風速側のピークだけが残っているようである。また、対象とした全ケースで、後縁のみにセット

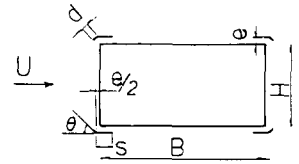


図 1 模型断面 ($B = 225 \text{ mm}$)

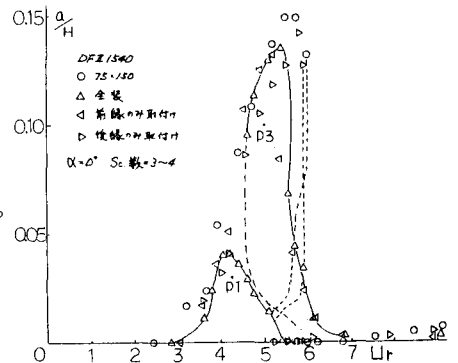


図 2 応答特性 (DFII 1540)

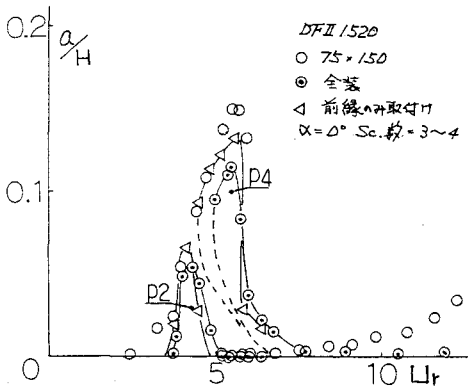


図 3 応答特性 (DFII 1520)

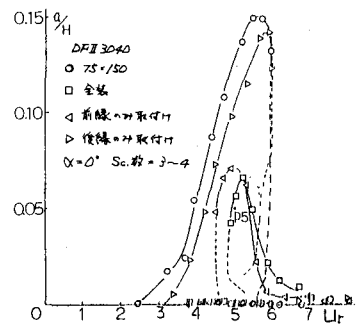


図 4 応答特性 (DFII 3040)

した場合には、基本断面に比べ応答に著しい変化は認められない。

3 非定常圧力からの考察 ここでは、応答観測で認められた諸現象の背景を知るために強制加振時の断面まわりの圧力分布を測定した。測定の詳細については文献 1) , 2) を参照されたい。図 5 には、 $a/H=0.03$ における基本断面（実線）と DF11540 全装（破線）の上側面及び背面の一周期間の瞬間圧力分布を示す。図からも明らかなように、基本断面では前縁から剥離した流れは $U_{tr} < 6$ の範囲で側面上に再付着しており、再付着点の風上側に負圧ピークが形成されている。周辺流れは、圧分布で見る限り、風速の増加とともに連続的に変化しており、全装断面にみられた 2 つの振動に対応する本質的な相異を内含しているとは認められない。外力としての側面上の瞬間圧力分布は、どちらのケースも上方へ向って変位する $2\pi ft = 90^\circ \sim 270^\circ$ では、後縁側半弦長部で圧力は時間の変化とともに低下する傾向にあり、下方運動する $270^\circ \sim 90^\circ$ では圧力の時間微分は正となる。即ち、加振力は両者とも後縁側半弦長部分で形成されるが、基本断面では、このことに負圧ピークの移動が深く関与していた。しかしながら、全装断面では振動の発現する風速範囲で、前縁近傍に小さな負圧ピークは存在するものの、負圧ピークの形成、移動といった明確な現象は認められない。

図 6 には、図 2 の P 1 点での側面上の変動圧力の加振振動数成分の振幅 $|C_p|$ と変位に対する位相 β を示す。位相特性は全装断面と前縁のみセットの断面でまったく同様であり、 $|C_p|$ 特性から、後縁側半弦長部分で前縁のみの場合の方が全装断面より大きな加振力を生じたことが図 2 の応答の差を生んだと考えられる。

図 7 は、図 2 ~ 4 の図中に示した P 1 ~ P 5 までの各点におけるデフレクター全装断面の瞬間圧力分布を示したものである。応答からも予想されたことではあるが、各振動の圧力分布パターンより、P 1 と P 2 は同種と考えられ、P 3 ~ P 5 も同じタイプの振動であることが分かる。

参考文献

- 1) 宮崎, " 矩型断面柱の空力不安定振動とその制振に関する一考察 " 第 37 回土木学会全国大会講演集
- 2) 宮崎, " 箱桁断面の空力不安定振動の制振対策と非定常圧力特性 " 第 7 回風工学シンポジウム

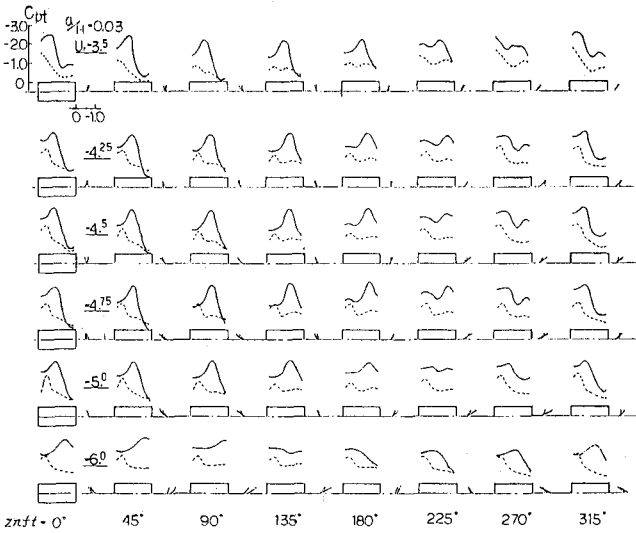


図 5 DF11540 による瞬間圧力分布の変化

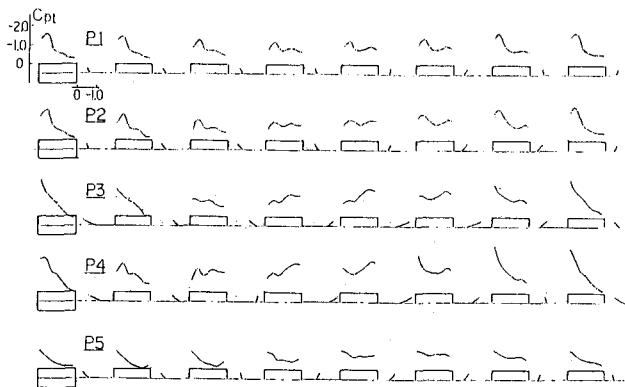


図 7 渦励振領域の瞬間圧力分布とデフレクター効果

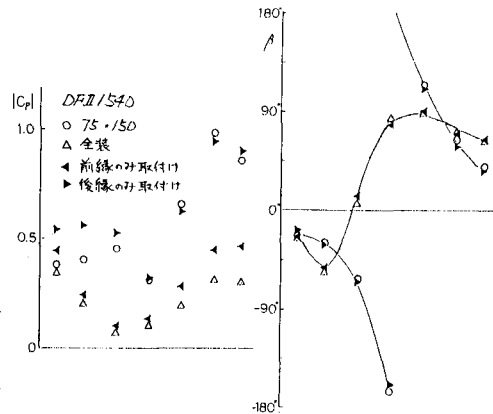


図 6 圧力変動の振幅特性と位相特性