

付加構造を有する長方形角柱の風による振動現象

立命館大学理工学部 正員 小林 紘士
橋梁コンサルタント 正員 〇 林 瑞

1. まえがき

橋梁の渦励振に対する対策としては、フラップなどの付加構造物を取り付け、気流特性を変化させることにより振動を抑制する施策がとられることがある。付加構造物の寸法、取り付け位置などにより抑制効果が左右される。付加構造物による渦励振抑制のメカニズムが明らかでないので、有効な取り付け位置、寸法などは試行錯誤的に定めているのが現状である。そこで本報告では長方形角柱($D/B=1/4$)にフラップを取り付け、その位置、取り付け角度を変化させてばね支持風洞実験および気流の可視化を行なった。そして応答特性と気流特性とを比較しながらフラップの渦励振抑制効果について考察した。

2. 実験方法

実験に用いた模型は 高さ $D=40\text{ mm}$ 幅 $B=160\text{ mm}$ 長さ $L=688\text{ mm}$ のアクリライト製の角柱を基本断面とし、厚さ $t=0.65\text{ mm}$ 幅 $b=12\text{ mm}$ 長さ $l=686\text{ mm}$ のリン青銅板4枚を 図-1 に示すように角柱隅角部に固定したものである。板の位置のパラメーターは角柱からの距離 h 、角柱の長辺に対する角 θ とした。各 h, θ の時の模型名称を表-1 に示す。

応答実験は、迎角 0° で 並進-自由度振動するように支持して行なった。また、可視化実験は模型を、無次元振幅 $\zeta = \frac{h}{D} = 0.075$ で正弦的に加振して行なった。

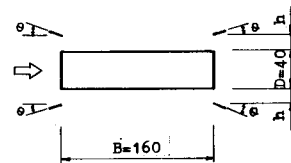


図-1 角柱の断面形状とフラップの取付位置

表-1 模型名称

$\frac{h}{D} \times 100$ (%) \ θ (deg)	0	10	20
15	R4F1500	R4F1510	
20	R4F2000	R4F2010	R4F2020
30	R4F3000	R4F3010	R4F3020
40	R4F4000	R4F4010	R4F4020

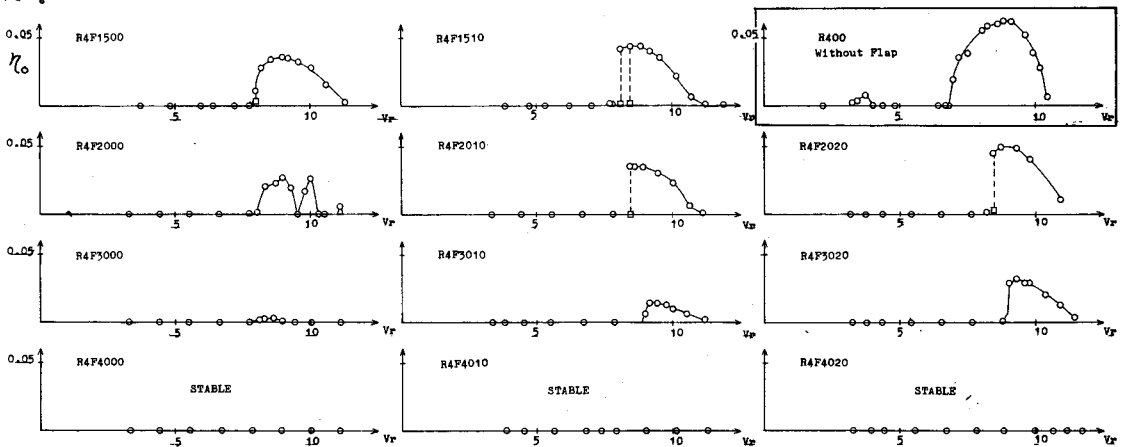


図-2 応答実験結果 $V_r = V/N_D$ (V : 風速; N : 固有振動数)

Hiroshi KOBAYASHI, Mitsuru HAYASHI

3. 実験結果および考察

①応答実験 図-2に得られた応答曲線を示す。図中、破線は模型が静止した状態からは定常振幅の応答が生じない自励的な振動を示す。応答の特性は、①全モデルで ϕ の増大にともない振幅が減少し、 ϕ が 0° の40%の時全て安定となること、および② ϕ が40%の時を除いて ϕ の増大にともない、振幅が増大することである。

②可視化実験 図-3は $\phi = 10^\circ$ の模型が静止時の様子である。 ϕ の増大にともなって上流側フリップと角柱とのすまから流入する気流の量が増え、フリップ自体のつくる後流渦が顕著に形成される傾向にある。

図-4に振動時のフリップのない模型の流れの様子を示す。 ϕ は変位を $y = y_0 \cos \omega t$ としたときの位相角である。位相が進むにしたがって前縁から剥離した渦が発達しながら角柱表面を流下する様が見られる。このような前縁剥離渦が渦励振の発生要因のひとつと考えられている。

図-5は R4R4010 の振動時の流れを示したものである。R400 に認められたような前縁剥離渦による側面の流れのパターンの変動は明確でなくなっている。

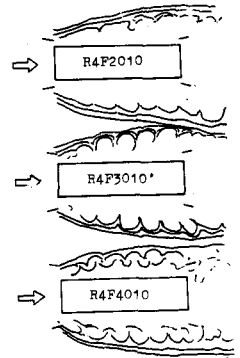
図-6に位相 180° のときの流れの様子を示す。 ϕ の小さい R4R2010 では、剥離領域の境界に規模の小さい渦が多く見られる。その外側の層流の形状は R400 とよく似ている。 ϕ の大きい R4R4010 では上流側フリップによる後流渦の形成が顕著となり、この場合、フリップの上下に并をなした渦となっている。その外側の層流の曲がり、変動は小さくなっている。この模型の振動は発生しない。

以上のように ϕ の増大にともないフリップ自体による後流渦が形成され、その渦は規模が小さく前縁剥離渦の形成を防げる。それにより角柱表面の圧力変動が不規則かつ変動振幅が小さくなると推定される。その結果振幅が小さくなると考えられる。

4. 結論

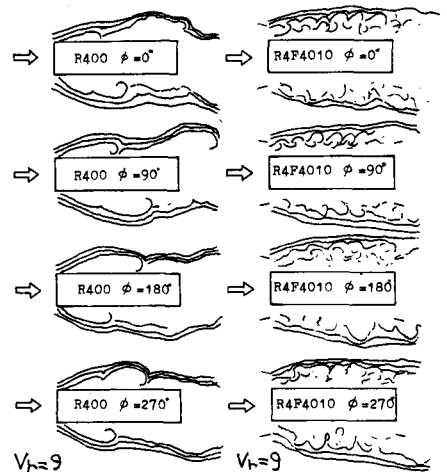
フリップの制振効果は、前縁から剥離する流れの周期的な上下変動の振幅をみさえ、また、フリップと角柱との隙間から気流が流入することによりフリップの無い時に認められるような前縁剥離渦が形成されなくなったことなどにあると考えられる。

参考文献：①小林，風による長大橋の限定振動に関する研究



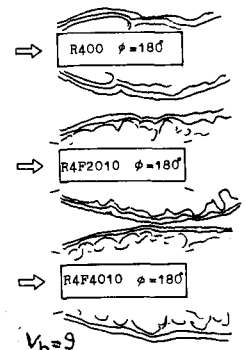
$V = 2 \text{ (m/s)}$

図-3 静止時の流れ



$V_h = 9$

図-4 フリップの無い時の流れ



$V_h = 9$

図-5 フリップの付いた時の流れ