

矩形断面構造物の風による振動の発生機構

大阪大学工学部 正 小松 定夫
 立命館大学理工学部 正 小林 純士
 立命館大学理工学部 学〇三代 豊

はしがき 矩形断面模型は比較的低風速域から鉛直並進または回転の振動を生ずるようになることが知られている。そのような振動の発生機構を明らかにする目的で、一様流中で気流直角方向に並進運動する模型に作用する変動風圧力を測定した。

実験方法 高さ $D = 75\text{mm}$ 、幅 $B = 150\text{mm}$ の矩形断面を有する長さ 600mm の模型を使用した。模型を振動数 $f = 3.0\text{Hz}$ 、振幅 $a/D = 0.067$ で強制加振した。模型表面に作用する変動風圧力は模型表面に設けた直径 2mm の静圧孔でとらえ、それをビニールパイプで風圧計まで導いて測定した。

図-1に測圧孔の位置を示す。実験風速範囲は $V = 0.8 \sim 4.0\text{m/s}$ ($V_R = V/fD \approx 3.6 \sim 18$) であった。風圧計の固有振動数は約 30Hz 、減衰比は約 0.1 であった。

変動風圧力 模型の表面に作用する変動風圧力の記録例を図-2に示す ($V_R = 5.3$)。

風圧の変動はいずれもほぼ正弦的であるが、測点位置によってその位相が異なっている。図-3は、各測点の風圧変動の変位に対する位相遅れを、各風速に対し読みとったものである。

$V_R = 3.6 \sim 5.3$ においては、測点 D_3 付近において位相が急変し約 2π ずれている。しかし、さらに高風速になるにつれ、このような位相の急変はみられなくなる。高風速では、各測点の位相はほぼ同じくらいとなる。位相を考えない準静的理論が成立し易くなっているものと考えられる。

風圧力の仕事 各風速において、各測点の風圧力 P_i を読みとり、1サイクル当りに風圧力のなす仕事を $W_i = \int_0^{1/f} P_i \dot{y} dt = \pi P_i y_0 \sin \phi$ (y_0 : 振幅, ϕ : 風圧力の位相) により計算した。図-4に各測点の風圧力のなす仕事を測点位置に従ってプロットした。

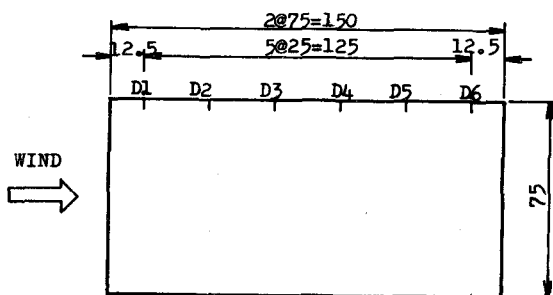


図-1 風圧の測定点位置

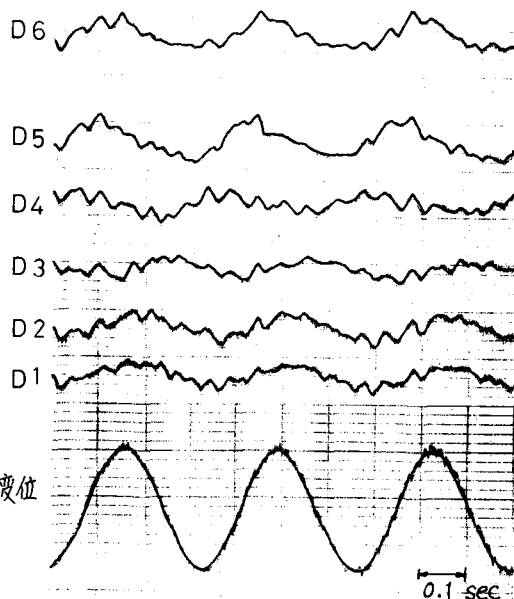


図-2 変動風圧記録例 ($V_R = 5.3$)

仕事 W_i の正、負に応じてそれぞれ風圧力は模型の振動に対して励振力および減衰力となる。 $V_R = 5.3 \sim 6.2$ および $V_R = 17.8$ において、 W_i の模型表面全体にわたる和が正となっている。この風速域において模型の振動がみられることが予想される。 $V_R = 17.8$ 以上の風速ではこの風速と同様の傾向が続くものと考えられる。この模型のばね支持実験結果は図-5に示す通りである。予想された風速域で振動が発生している。

結論 風圧力の測定結果から、模型の振動の発生風速域が予想できた。この模型の場合、

$V_R = 5.3 \sim 6.2$ における振動の発生は、前縁からはく離した渦が後流側へ流れて行く時に生ずる変動圧力の位相差によるもので、 $V_R = 17.8$ における振動はギャロップ現象と考えられる。各測点の風圧力のなす仕事量の横断面方向の分布が両現象において著しく相違することが認められる。

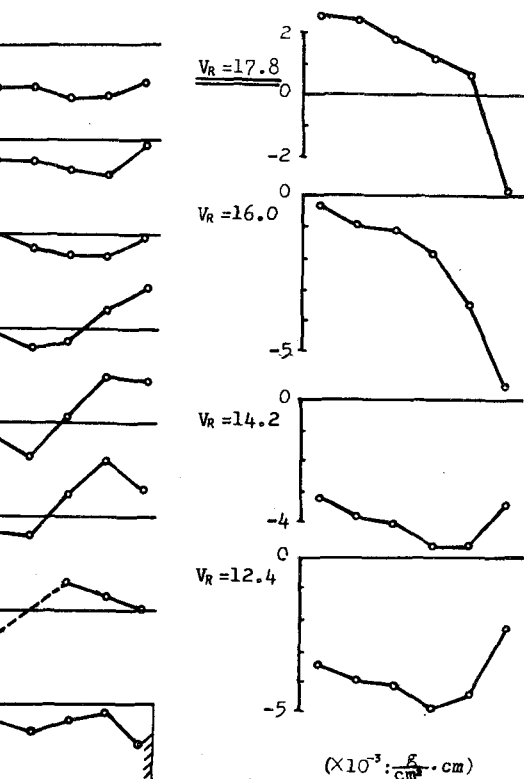
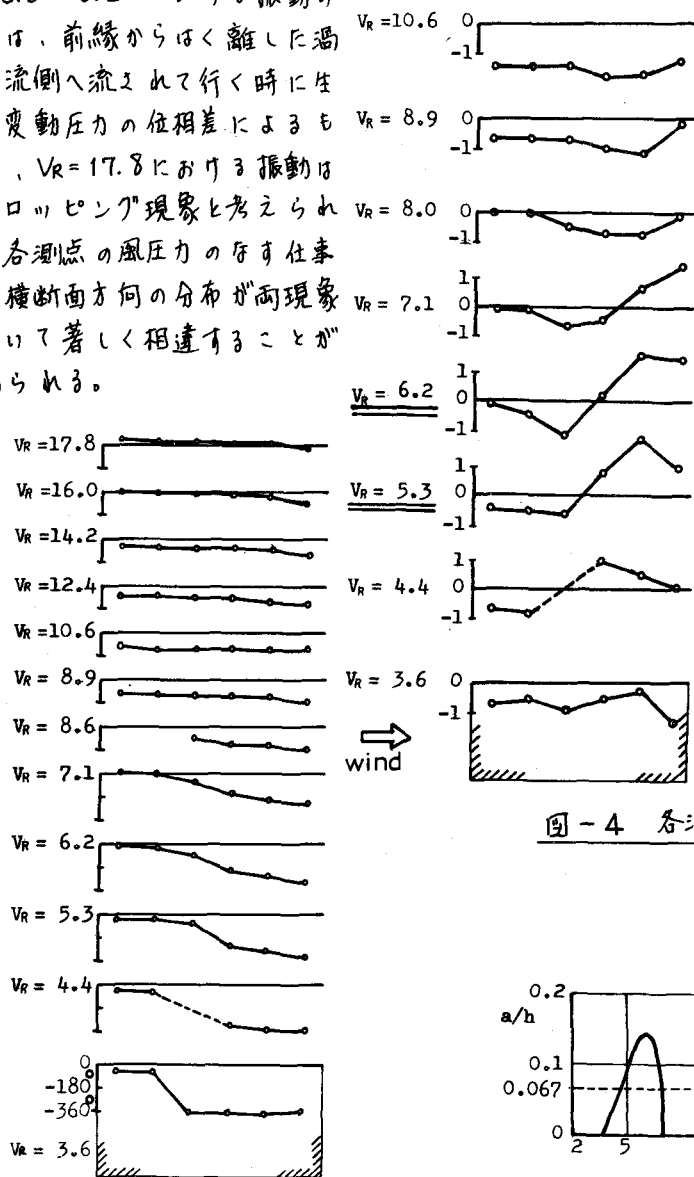


図-4 各測点の風圧力のなす仕事

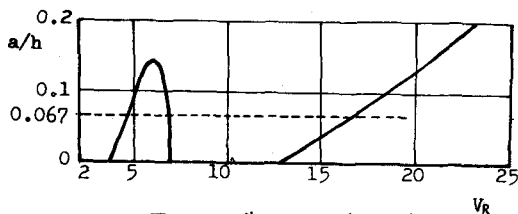


図-5 模型の応答曲線

図-3 各測点の風圧力の位相