

スプリッタープレート長が矩形断面の空力振動に与える影響

九州工業大学 学生会員 ○黒田達仁
九州工業大学大学院 正会員 松田一俊 加藤九州男
九州工業大学 (研究当時) 田代裕己

1. はじめに

渦励振と呼ばれる限定振動には、カルマン渦の放出振動数と物体の固有振動数が同期して発現するカルマン渦励振と前縁剥離渦と後縁二次渦の一体化によって発現する自己励起型渦励振¹⁾の2つが存在し、断面辺長比 $B/D=2.8\sim 6.0$ の矩形断面の場合、カルマン渦励振と自己励起型渦励振は干渉することが明らかとなっている²⁾。そのため、カルマン渦を抑制し、自己励起型渦の流れに着目するため、一般的にスプリッタープレートが風洞実験に使用されている。

スプリッタープレートは本来長いほど有効であると考えられてきた³⁾が、必要最低限の長さについては明らかにされていないことから、本研究ではスプリッタープレートの設置による応答振幅の変化からスプリッタープレートが有効に機能しているか判断し、プレートの長さと断面高さおよび断面幅との関係を明らかにすることを目的として実験を行った。

2. 実験概要

本研究では断面辺長比 $B/D=1.18$ および 0.5 の2種類の矩形断面においてそれぞれ $L=500, 1000, 2200$ [mm]および $L=560, 1060, 2260$ [mm]の各3種類の長さのスプリッタープレート(図-1および写真-1参照)を用いて鉛直たわみ1自由度応答実験を行った。尚、プレートの板厚は 13 [mm]とし、模型とプレートの設置間隔は 10 [mm]で固定した。模型は $B/D=0.5$ の模型をコア模型とし、付加模型を取り付けることで辺長比を変更した。また、それぞれの B/D における実験結果を比較するため、模型のスクルートン数 $Sc=2m\delta/\rho D^2$ (m : 模型単位長さ質量[kg/m], δ : 構造対数減衰率, ρ : 空気密度[kg/m³], D : 模型高さ[m])は、電磁ダンパーを用いて構造対数減衰率 δ を調節することにより $Sc=1.32$ とした。

3. 実験結果および考察

$B/D=1.18$ および $B/D=0.5$ における実験結果をそれぞれ図-2および図-3に示す。図-2より $B/D=1.18$ の矩形断面では、自己励起型渦励振風速域における最大応答振幅についてはプレート無の場合は無次元倍振幅 $2A/D=0.13$ 、プレート設置時はどのケースにおいても $2A/D=0.05$ 付近となり、プレートの設置により最大応答振幅が低減することが明らかとなった。また、カルマン渦励振については、 $L=500$ [mm]のケースのみ他のケースと比べて発現換算風速が $Vr=6$ 付近となり、最大応答振幅も抑制された。これについては、プレートの長さが短すぎたことが原因であると考えられる。詳細は可視化実験により明らかにする必要がある。このことから $B/D=1.18$ においては $L=1000$ [mm]よりスプリッタープレートが有効に機能していると考えられる。したがって、プレートの必要最低限の長さは $L=1000$ [mm] $\approx 4.7B \approx 5.6D$ であると推察される。また、図-3より $B/D=0.5$ の矩形断面では、全てのケースにおいて自己励起型渦励振が発現していない。これは、スクルートン数を $Sc=1.32$ に調節したことで振動が抑制されたと考えられる。また、

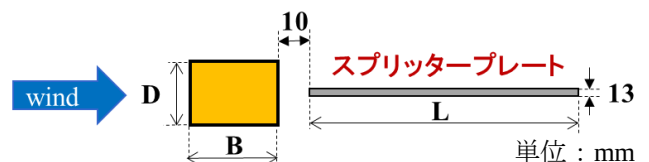


図-1 模型およびスプリッタープレート概略図

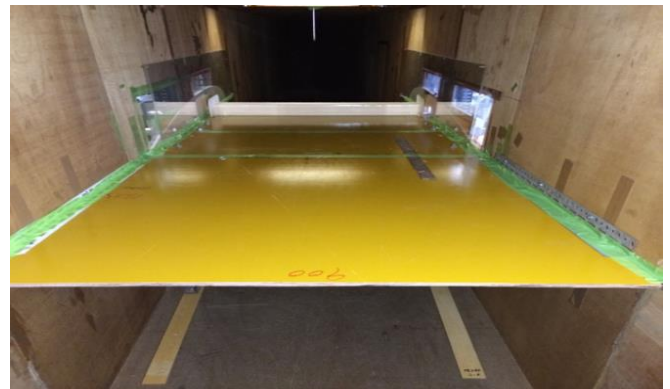


写真-1 模型およびスプリッタープレート設置状況

カルマン渦励振について、発現換算風速はプレート無, $L=560[\text{mm}]$ のケースで $V_r=3.9$, $L=1060$, $2260[\text{mm}]$ のケースで $V_r=3.5$ となり, 最大応答振幅はプレート無, $L=560[\text{mm}]$ のケースでは $2A/D \geq 0.3$ であるのに対し, $L=1060$, $2260[\text{mm}]$ のケースでは $2A/D=0.3$ に漸近している.

このことから $L=1060$, $2260[\text{mm}]$ のケースではプレートの設置によりカルマン渦を抑制していると考えられる. このことから $B/D=0.5$ においては $L=1060[\text{mm}]$ よりスプリッタープレートが有効に機能していると考えられるため, プレートの必要最低限の長さは $L=1060[\text{mm}] \div 11.8B \div 5.9D$ であると推察される.

以上の実験結果から, プレートの長さと模型幅 B の関係について見ていくと, $B/D=1.18$ では $4.7B$ のプレート長であれば有効に機能していると判断される. 一方, $B/D=0.5$ では $6.2B$ ($B/D=0.5$, $L=560[\text{mm}]$ のケース) の長さであっても有効に機能していないと判断される. したがって, スプリッタープレートの有効性は模型幅 B に依存しないことが推察される. また, プレートの長さと模型高さ D の関係について見ていくと, $B/D=1.18$ では $5.6D$, $B/D=0.5$ では $5.9D$ でスプリッタープレートが有効に機能していると判断されるため, スプリッタープレートの有効性は模型高に依存していると推測される.

4. 結論

スプリッタープレートは模型高さ D に依存しており, プレート長と模型高さ D の関係から必要最低限の長さは $L=1060[\text{mm}] \div 5.9D$ であると推察される.

5. 参考文献

- 1) 白石成人ら: 充腹構造断面の渦励振応答特性に関する研究, 土木学会論文報告集, 第 322 号, pp.37-50, 1982.
- 2) 八木知己ら: 矩形断面のギャロッピング不安定性と渦放出の関係について, 構造工学論文集, Vol.59A, pp.552-561, 2013.
- 3) E.Naudascher and Y.Wang: Flow-induced vibrations of prismatic bodies and grids of prisms, Journal of Fluids and Structures, pp.341-346, 1993.

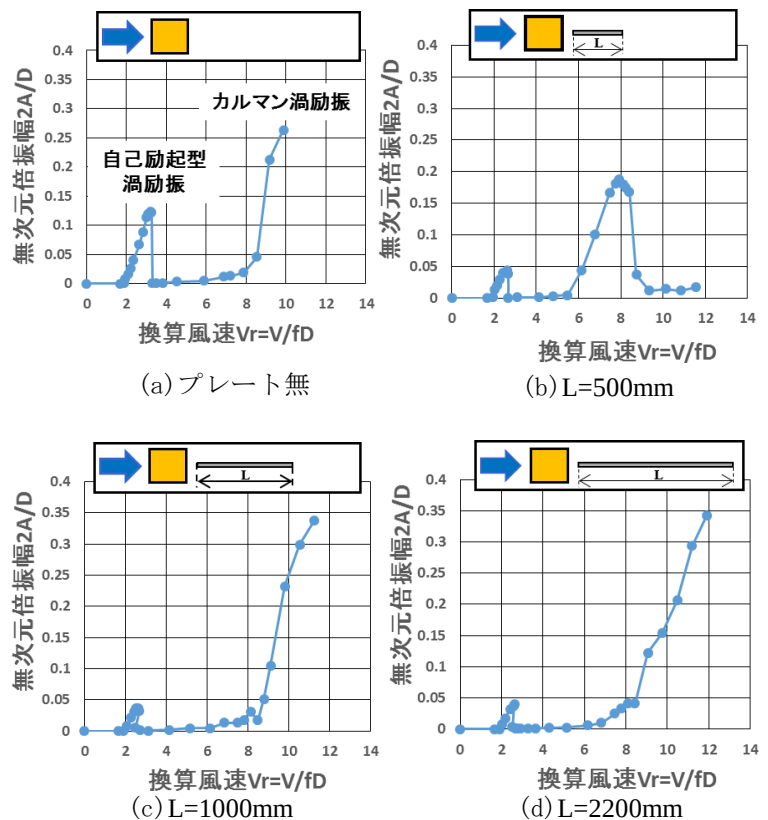


図-2 $B/D=1.18$ 応答図

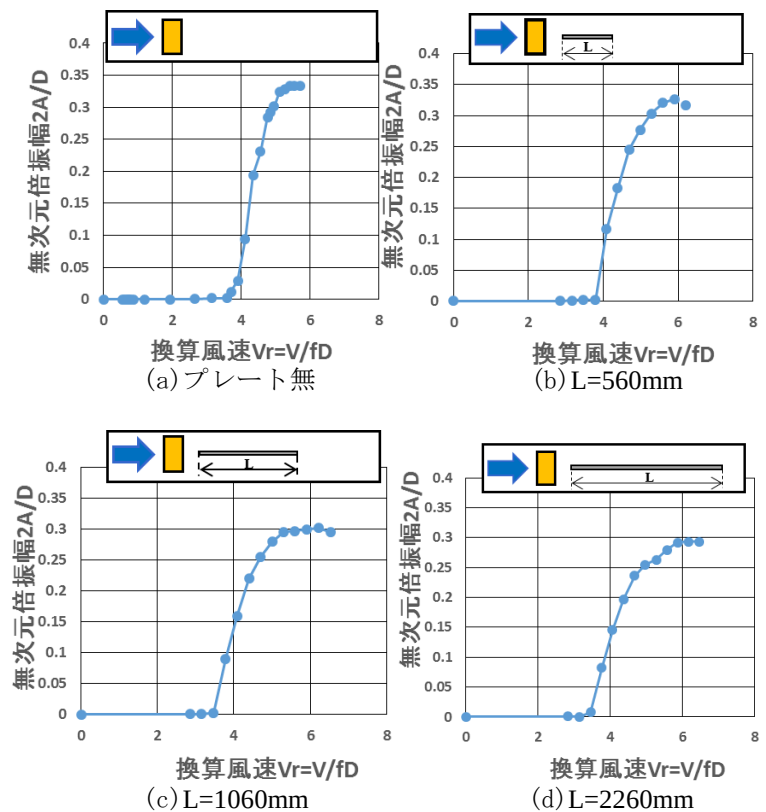


図-3 $B/D=0.5$ 応答図