## 断面辺長比 B/D=6 の矩形断面の自己励起型渦励振に関する流れの可視化

九州工業大学大学院 学生会員 ○曹納徳 正会員 松田一俊 九州工業大学大学院 九州工業大学大学院 正会員 加藤九州男 鹿児島県庁 非会員 東村諒也 九州工業大学大学院 学生会員 江尻和史 九州工業大学大学院 学生会員 中村雄太

### 1.はじめに

従来、自己励起型渦励振は前縁剥離渦と後縁二次渦の一体化による振動現象であると考えられており、 $B/D=2.0\sim8.0$  の矩形断面で風洞実験より確認されている $^{1)}$ . しかし、近年の風洞実験の結果 $^{2}$ によって、B/D=2.0 以下の断面でも自己励起型渦励振の生成が確認され、自己励起型渦励振の発現に後縁二次渦は必ずしも必要ないことが推察された。そこで、本研究では、辺長比がより大きいB/D=6 の矩形断面を対象に、流れの可視化実験により以下を確認することを目的とする。1)後縁二次渦の役割、2)自己励起型渦励振の発現換算風速がVr=1.67B/Dではなく0.83B/Dであること、3)スプリッタープレート(S.P.)の設置位置によって自己励起型渦励振の最大応答振幅が異なること。

### 2.実験概要

本研究は B/D=6 の矩形断面模型を対象に、迎角  $0^\circ$ 、偏角  $0^\circ$ 、一様流中で鉛直たわみ 1 自由度応答測定を行った。模型 の概略図およびバネ支持実験条件をそれぞれ図-1 および表-1 に示す。 B/D=6 の断面では自己励起型渦励振とカルマン 渦励振の発現換算風速が近接する  $3^\circ$  ことから、カルマン渦を 抑制する目的で S.P.を用いて実験を行った。ここで、スクルートン数は  $Sc=2m\delta/\rho D^2$  で示される無次元量である。ただし、m: 単位長さ質量 (kg/m)、 $\delta$ : 構造減衰(対数減衰率)、 $\rho$ : 空気密度  $(kg/m^3)$ 、D: 模型の高さ (m) である。

また、バネ支持実験の結果を踏まえて、模型を強制加振させた状態で流れの可視化実験を行った。流れの可視化実験条件を表-2に示す。

#### 3.実験結果と考察

図-2 に B/D=6 のバネ支持実験結果を示す。S.P.無しの場合では,Vr=0.83B/D=5.0 付近からのみ渦励振が発現された。なお,S.P.を設置しても発現風速がほぼ同じことから,これ

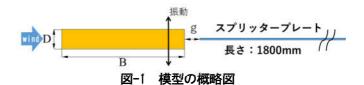


表-1 応答実験条件

B/D	D(mm)	B(mm)	S.P.	g		Sc数
6	90	540	無し	_	-	14.4
			有り	0.60D	0.10B	21.9
				2.00D	0.33B	14.4

表-2 流れの可視化実験条件

B/D	D(mm)	B(mm)	S.P.	ზე		加振振 動数 <i>f</i> (Hz)	換算風 速 Vr	加振振幅 2η/D				
	20	120	無し	1		8.00	5.0	0.02~0.20				
6						7.34	5.4					
						3.99	10.0					
						3.33	12.0					
			有り	0.60D	0.10B	7.34	5.4					
						3.99	10.0	0.20				
						3.33	12.0					
				2.00D	0.33B	7.34	5.4					
						3.99	10.0					
						3.33	12.0					

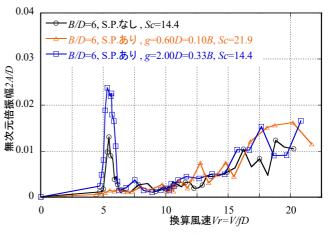
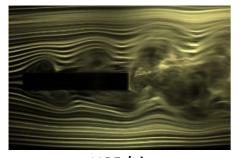


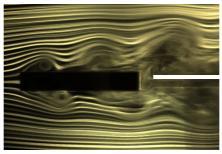
図-2 B/D=6 応答測定結果

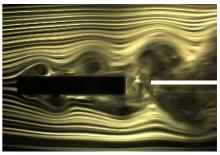
らの振動はカルマン渦励振ではなく自己励起型渦励振と考えられる。S.P.を g=0.10B の位置に設置すると、応答振幅の低下が確認された。図-3(b)の g=0.10B の流れの可視化実験結果より、前縁剝離渦の様子は S.P.無しの場合とほぼ同様であるが、S.P.の設置によって後縁二次渦の発達が抑制されていることが分かった。一方、図-2 より、g=0.33B の場合では、応答振幅の上昇が確認された。この結果は既往の研究 $^4$  と同様の傾向にある。図-3(c)より、S.P.の設置により、カルマン渦

キーワード:自己励起型渦励振,カルマン渦励振,前縁剝離渦,後縁二次渦,流れの可視化連絡先 住所:〒804-8550 北九州市戸畑区仙水町 1-1,電話:093-884-3466

による前縁剝離渦への干渉効果が弱まるだけでなく、前縁剝離渦と後縁二次渦の一体化によって隙間への巻き込みが強まることが起因して応答が大きくなったと考えられる。以上のことから、*B/D*=6の断面では自己励起型渦励振の励振力は後縁二次渦に依存することが推察される。







(a)S.P.なし

(b)g=0.10B

(c)g=0.33B

図-3 流れの可視化実験結果の一部 (2n/D=0.20, Vr=5.38, 変位最下点)

また、換算風速 W=0.83B/D=5.0 において強制加振した模型 (S.P.無し)を 10 周期撮影したとき、後縁二次渦は最大で 20 個生成するため、その生成率を(生成回数/20)×100(%)と定義し、自己励起渦励振への後縁二次渦の寄与度を示す指標として用いた結果を図-4 に示す.加振振幅の増大に伴って後縁二次渦生成率は大きくなる傾向が得られた.図-2 の応答図と対比すると、自己励起型渦励振の発現に後縁二次渦は十分寄与していないことが推察される.ゆえに B/D=6 の断面の自己励起型渦励振の発現に関しては、 $B/D\leq2$  の断面の場合  $^2$  と同様に、後縁二次渦は必ずしも必要ではないことが示唆される.

図-5 に換算風速 W=1.67B/D=10.0 における流れの可視化実験結果を示す. 上流端で生成した前縁剝離渦は模型の上下面に沿って流下するが、中央部付近で渦が壊れる様子が観察された. このため、断面の上下面に十分な励振力が生じないことから、換算風速 W=1.67B/D からの自己励起型渦励振は発現しないと考えられる.

#### <u>4.まとめ</u>

本研究のバネ支持実験及び流れの可視化実験結果により、*B/D*=6の 断面では、自己励起型渦励振の励振力の大小が後縁二次渦に依存する こと、さらに、後縁二次渦の生成が自己励起型渦励振の発現に必ずし も必要ではないことが示唆された。

# 参考文献

- 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,1982.
- 2) K. Matsuda et al.: Study on the relation between side ratios of rectangular cross sections and secondary vortices at trailing edge in motion-induced vortex excitation, Proceedings of the ASME 2017 Pressure Vessels and Piping Division Conference, 2017.
- 3) 松本勝ら:矩形断面柱の渦励振発生機構に関する基礎的研究,構造工学論文集 Vol.39A, 1993.
- 4) 松本勝ら:矩形断面柱の渦発生機構とその渦に及ぼす乱流の影響,日本風工学会誌 No.55, 1993.

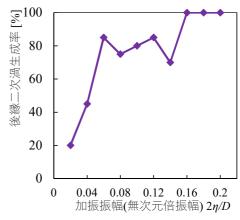
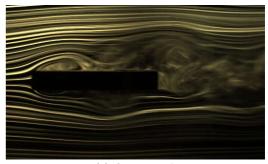
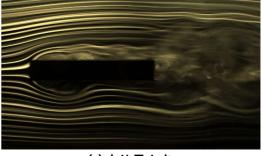


図-4 後縁二次渦生成率測定結果



(a) 変位最下点



(b) 変位最上点

図-5 流れの可視化実験結果の一部 (2n/D=0.20, Vr=1.67B/D=10.0)