

プラズマアクチュエータを用いた完全剥離型矩形断面における剥離抑制制御

九州工業大学大学院 学生会員 ○玉井 佑典 学生会員 田川 裕貴
 大和ハウス工業(株) (研究当時九州工業大学) 非会員 池田 樹
 九州工業大学大学院 正会員 松田 一俊 正会員 加藤 九州男

1. はじめに

近年、誘電体バリア放電により生成されるプラズマを利用した流体制御技術として、図 1 に示す DBD (Dielectric Barrier Discharge) プラズマアクチュエータが注目されている。これは2枚の電極とその間に挟まれる誘電体層からなるシンプルな構造をしており、電極間に交流高電圧を印加することで、上部電極から下部電極方向にプラズマが発生し、その周辺に流れが誘起される。これまで DBD プラズマアクチュエータの剥離抑制効果は翼断面等で実証されてきたが、既往の研究¹⁾によって橋梁断面等についても剥離抑制効果があることが確認された。

最終的な目的であるプラズマアクチュエータによる橋梁の空力振動抑制法の確立に向け、ここでは矩形断面における断面周りの流れの可視化実験結果から本剥離抑制制御手法の有効性を示す。

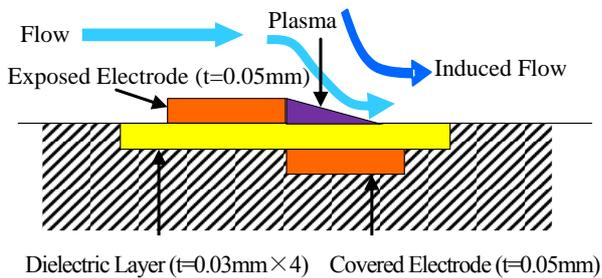


図1 プラズマアクチュエータにおける電極の配置

2. 強制加振時における断面まわりの流れの可視化

プラズマアクチュエータによる剥離抑制効果を確認するため、前縁からの剥離流れが断面背後に巻き込む完全剥離型に分類される矩形断面4種類(断面辺長比 $B/D=0.62, 0.75, 1.0, 1.18$)を用いた。風洞風速は、自己励起型渦励振²⁾およびカルマン渦励振の各発現風速付近とした。表1に自己励起型渦励振およびカルマン渦励振の各発現風速域における計測時の実験条件を示す。使用した風洞は、九州工業大学の可視化風洞(測定断面:高さ0.4m×幅0.4m)である。風洞の閉塞率は約4%とした。表2に自己励起型渦励振の発現風速域における可視化結果を示す。矢印はプラズマアクチュエー

表1 実験条件

	断面 辺長比 B/D	B (mm)	D (mm)	V (m/s)	f (Hz)	V _r =V/fD	加振振幅	
							η (mm)	η/D
自己励起 型渦励振 風速域	0.62	24.8	40.0	0.6	14.5	1.03	2.0	0.050
	0.75	30.0			12.0	1.25		
	1.00	40.0			9.0	1.67		
	1.18	47.2			7.6	1.97		
カルマン 渦励振 風速域	1.00	40	40.0	1.0	3.1	8.06	2.0	0.050

タの設置位置を示す。プラズマアクチュエータを作用しない場合は、 $B/D=1.0$ の矩形断面の前縁から前縁剥離渦が発現しており、既往の研究結果³⁾と同様の傾向にある。 $B/D=0.62$ でも前縁剥離渦が発現しているが、模型表面から徐々に離れて流下する様子が確認された⁴⁾。また、自己励起型渦励振の発現風速域において、プラズマアクチュエータによる前縁剥離渦の剥離抑制効果は、断面辺長比によらず、いずれの完全剥離型断面に対しても確認できる。

表3にカルマン渦励振の発現風速域における可視化実験結果を示す。プラズマアクチュエータによる剥離渦の抑制効果は認められるものの、自己励起型渦励振風速域よりも抑制効果は低減する傾向にある。

以上より前縁剥離渦およびカルマン渦に対して、本手法による剥離抑制効果を確認できた。

3. まとめ

自己励起渦励振およびカルマン渦励振に対してプラズマアクチュエータによる振動抑制の可能性を示した。

参考文献

- 1)内田達大, 松田一俊, 加藤九州男: プラズマアクチュエータを用いた気流制御の研究, 土木学会第67回年次学術講演会講演概要集, I-363, 2012.
- 2)白石成人, 松本勝: 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.
- 3)八木知己, 新庄皓平, 成田周平, 中瀬友之, 白土博通: 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.
- 4)玉井佑典, 松田一俊, 加藤九州男, 三澤恭平, 池田樹: 低風速域で生じるトラス橋斜材の空力振動に関する実験的研究, 第23回風工学シンポジウム論文集, pp.211-216, 2014.

キーワード プラズマアクチュエータ, 自己励起型渦励振, カルマン渦励振, 流れの可視化, 剥離抑制効果
 連絡先 〒804-8550 福岡県北九州市戸畑区仙水町1-1 九州工業大学 TEL(093)884-3466 FAX(093)884-3100

表2 自己励起型渦励振の発現風速域における矩形断面周りの流れの可視化結果
(強制加振時, $\eta/D=0.050$, 変位最下点, $(Re)_D=1,600$)

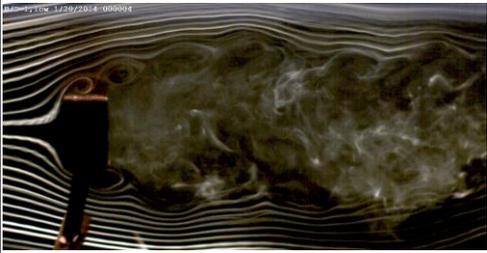
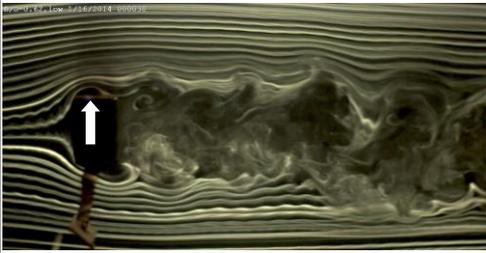
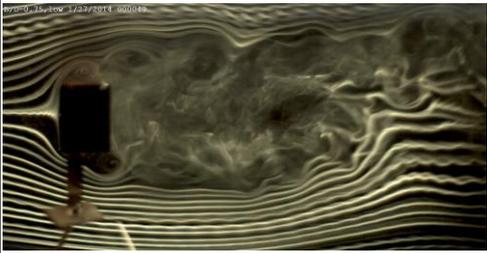
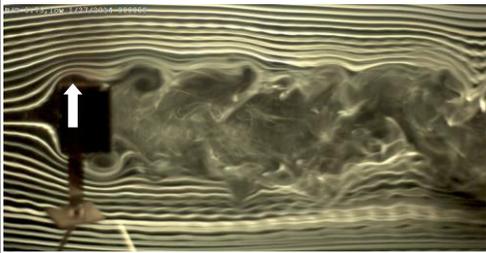
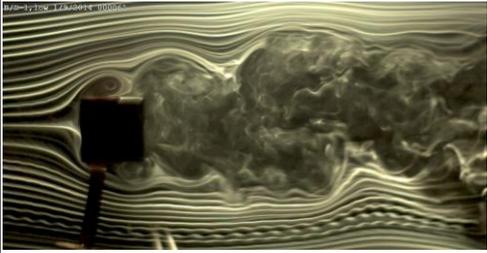
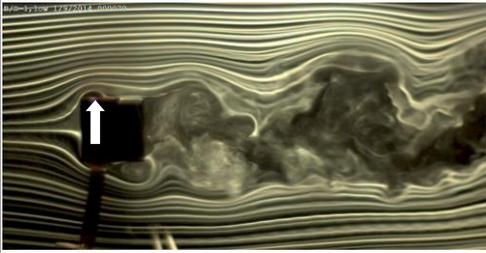
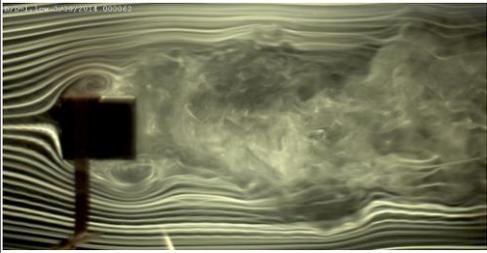
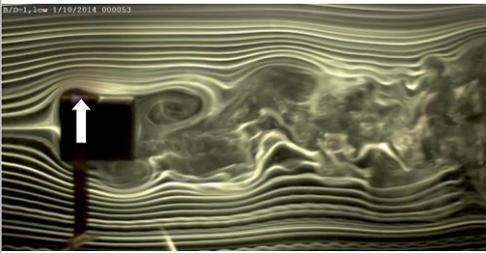
断面辺長比 B/D	V_r =V/fD	プラズマアクチュエータ OFF	プラズマアクチュエータ ON
0.62	1.03		
0.75	1.25		
1.00	1.67		
1.18	1.97		

表3 カルマン渦励振の発現風速域における矩形断面周りの流れの可視化結果
(強制加振時, $\eta/D=0.050$, 変位最下点, $(Re)_D=2,700$)

断面辺長比 B/D	V_r =V/fD	プラズマアクチュエータ OFF	プラズマアクチュエータ ON
1.00	8.00	