

一様流中におけるブラッフボディの空力振動特性に関する研究

-その3 低 δ 時における空力振動特性-

日大生産工(学部) ○西 将志 日大生産工(院) 永塚康宏
日大生産工 神田 亮 日大生産工 丸田榮蔵

1. はじめに

その1, 2では、3次元ニューハイブリッド空力振動法による実験概要及び実験結果を示し、定常仮定のもと実験より得られた外力と応答について分析を行った。

本論文では、 δ によって異なる空力振動現象を渦成分と自励成分の2つに分けて、分析を行い δ ごとに応答の異なる渦励振について考察する。低 δ のときには、フラッターと渦励振が混在しているとされている。そのため、フラッターと渦励振が混在しない δ について、渦励振の特徴を整理し、低 δ 時と比較、検討を行う。

2. 空力振動時における応答振幅, 風力係数,

振動数比, 位相角

2. 1. 実験概要

詳細な実験方法はその1を参照するとして、ここでは、Table.1に実験パラメータのみを示す。

2. 2. 解析方法

その2に引き続き、空力振動現象は、渦励振前、渦励振中、渦励振後の3つに分ける。この

領域を周波数解析により分析する。Fig.1 は一例として $\delta=0.5$ の応答変位のスペクトル性状を示した図である。外力と応答の周波数には大別して風速に比例する渦成分と固有振動数の自励成分の2つピークを有する。自励成分は、実験の条件により定まるものであり本実験では固有振動数を5Hzとしている。渦励振中と渦励振後では、質量一定と減衰一定の場合で大きな差異が見られなかったため、減衰一定の場合を示す。渦励振前は質量一定、減衰一定で応答変位のスペクトル性状が異なる。質量一定と減衰一定の違いを初期値の影響を考慮して説明する。質量一

Table.1 実験パラメータ

Mass ratio = const				Damping ratio = const			
$\rho_m(\text{kg/m}^3)$	$h(\%)$	$\delta(\frac{\rho_m}{\rho} \cdot h)$		$\rho_m(\text{kg/m}^3)$	$h(\%)$	$\delta(\frac{\rho_m}{\rho} \cdot h)$	
175.0	0.2	0.1		18.3		0.1	
	0.4	0.2		36.6		0.2	
	0.6	0.3		54.9		0.3	
	0.8	0.4		73.2		0.4	
	1.1	0.5		91.5		0.5	
	1.3	0.6		109.8		0.6	
	1.5	0.7		128.1		0.7	
	1.7	0.8		146.4		0.8	
	1.9	0.9		164.7		0.9	
	2.1	1.0		183.0		1.0	
	2.5	1.2		219.6		1.2	
	4.8	2.0		366.0		2.0	
					2.00		

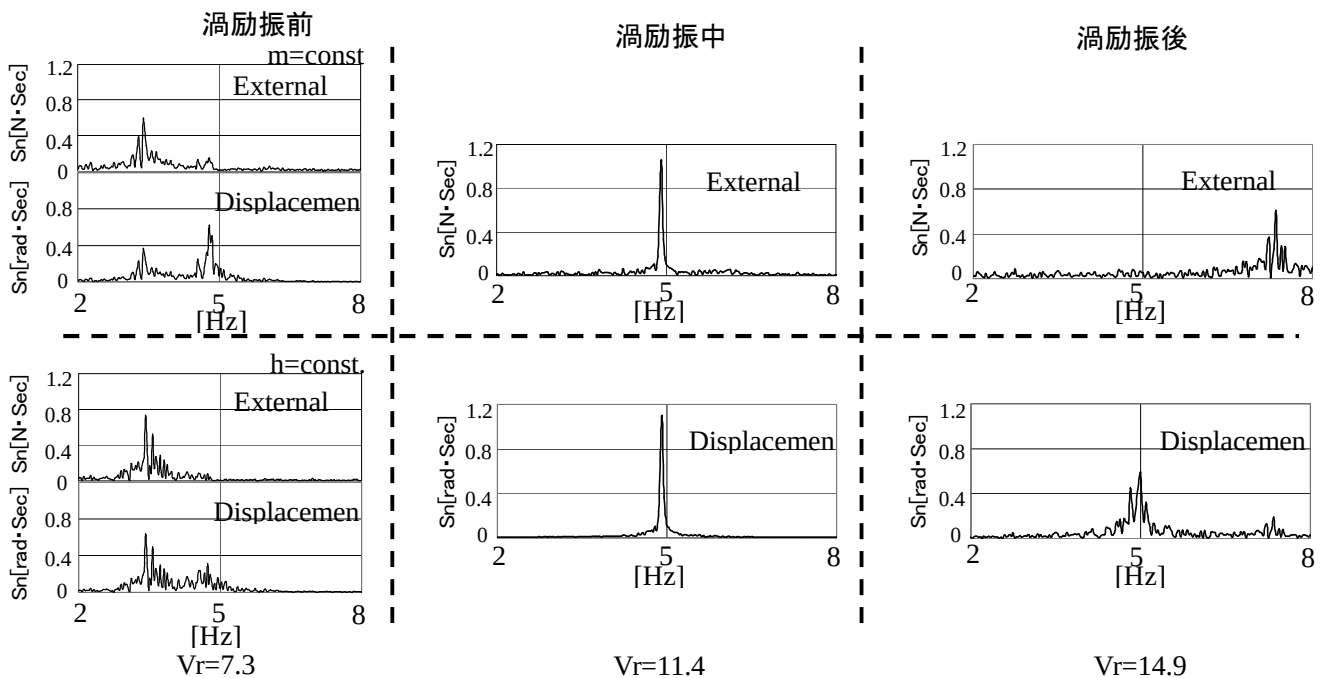


Fig.1 各領域における代表的な外力と応答変位のパワースペクトル性状 ($\delta=0.5$)

Study on Characteristics of Aerodynamic Vibration of Bluff Bodies in Smooth Flow Part3.

Characteristic of Aerodynamics Vibration in low mass-damping parameter

Masayuki NISHI Yasuhiro NAGATSUKA Makoto KANADA Eizo MARUTA

定の場合、 δ によって減衰定数が定まる。 $\delta=0.5$ では、減衰定数が小さく初期値の影響を長く受けるため自励成分のピークが大きくなる。これに対して、減衰一定では $\delta=0.5$ の質量一定と比較して減衰が大きいために初期値の影響を受けにくく自励成分のピークが小さくなる。また、質量が小さいために、振動は外力に支配されやすく渦成分のピークが大きくなると考えられる。

2. 3. 解析結果

Fig.1 による解析結果を Fig.2, 3 に示す。横軸を無次元風速として δ ごとに、応答曲線、変動転倒モーメント係数（以下：風力係数）、振動数比、位相差を示してある。図中の振動数比、位相差に見られる■は渦成分の値、□は自励成分の値、●は渦成分と自励成分が重なる値をそれぞれ示す。ここで、振動数比は自励、渦の各成分の卓越する振動数と設定した固有振動数との比、つまり 5Hz で除した値である。位相差は位相スペクトルから各成分と同じ周波数の位相差の値とした。Fig.2, 3 について空力振動状態を表す応答曲線、風力係数振動数比、位相差を各成分及び領域ごとに整理し、渦励振現象を明らかにすることで低 δ の空力振動を考察する。

・ 応答曲線

δ が 0.3 以上では、渦励振前では、応答が少しずつ上昇するが、性状が異なり質量の小さい場合は低無次元風速で渦励振中へ移る。渦励振中は急激に応答が上昇する。 δ が増加するとピーク値とこの領域が減少する。渦励振後になると、応答が収まり以後無次元風速の増加により応答が少しずつ増大していく。 δ が 0.2 以下では、0.3 以上と同様の考察をすることが出来る。

・ 風力係数

δ が 0.3 以上では、渦励振前で一定の値を示すが、応答曲線と同様に質量が小さい場合、低無次元風速で渦励振中へ移る。渦励振中では、渦励振前との堺でピークを示し、無次元風速の増加と共に値が減少する。渦励振後になると一定の値を示す。 δ が 0.2 以下では、質量が小さい場合ピークが低無次元風速になる。しかし、渦励振後について一定値になるかは、実験データを測定出来ていないため不明である。

・ 振動数比

δ が 0.3 以上では、渦励振前において自励成分より一定の値を示す。減衰一定では、渦励振直前で渦の振動数に引き寄せられる傾向が強く見られる。これは、質量が小さいほど自励成分の振動数が渦成分の振動数に引き寄せられていることを示す。渦励振後は自励成分では一定の

値を示す。渦成分で渦励振中はロックイン現象が起こっており、渦励振の前後では無次元風速に比例して値が上昇する。 δ が 0.2 以下のときでは、 δ が 0.3 以上のときと同様のことが言える。全実験パラメータの中で最も質量の小さい、減衰一定の $\delta=0.1$ では自励成分が非常に強く引き寄せられている。このことから、 δ が 0.3 以上のときと同様の性状であると考えられる。

・ 位相差

δ が 0.3 以上において、質量一定では無次元風速に比例する傾向があり、減衰一定ではおおよそ一定値を示す傾向が見受けられるが、おおよそ $20\sim45^\circ$ を示している。渦成分では、 0° より無次元風速増加と共に値が上昇する。渦励振中になると値が線形的に増加し、その傾きは δ が大きい程急となる。また、位相差がおおよそ 60° を超えると渦励振後に移る。渦励振後では、自励成分より $60\sim90^\circ$ に値が収束する。また、 δ が大きい程 90° に収束する傾向がある。渦成分では、 180° を示す。 δ が 0.2 以下では、上記の傾向が当てはまらず、渦励振前においても自励成分と渦成分に大きな差が見受けられない。また渦励振中についても他のパラメータとは、異なり大きな変化が見受けられない。本来ならば、低 δ において幅広い無次元風速において実験を行いたいのが実験装置上の問題で、これ以上の大振幅を測定することが出来ないためこのことについては、今後外力の分析により空力振動現象の解明をしていく予定である。

3. まとめ

渦成分と自励成分に分けて分析を行うことで、以下の見知を得ることが出来た。

- ① 渦励振前では、減衰一定、質量一定で卓越する成分が異なる。
- ② 応答曲線、風力係数、振動数比では、低 δ とそれ以外での差異は見られなかった。
- ③ 位相差について、 δ が 0.3 以上と 0.2 以下で大きな違いが見られた。この違いについては、今後外力について解析を行い、分析を進めていく予定である。

4. 参考文献

- 1) 一様流中におけるブラッフボディの空力振動特性に関する研究-その 1,2, 日本大学生産工学部第 39 回学術講演会建築部会講演概要, (2006)
- 2) Parkinson, Wawzonek; some considerations of combined effects of galloping and vortex resonance, jour. of wind eng. and industrial aerodynamics, (1981)

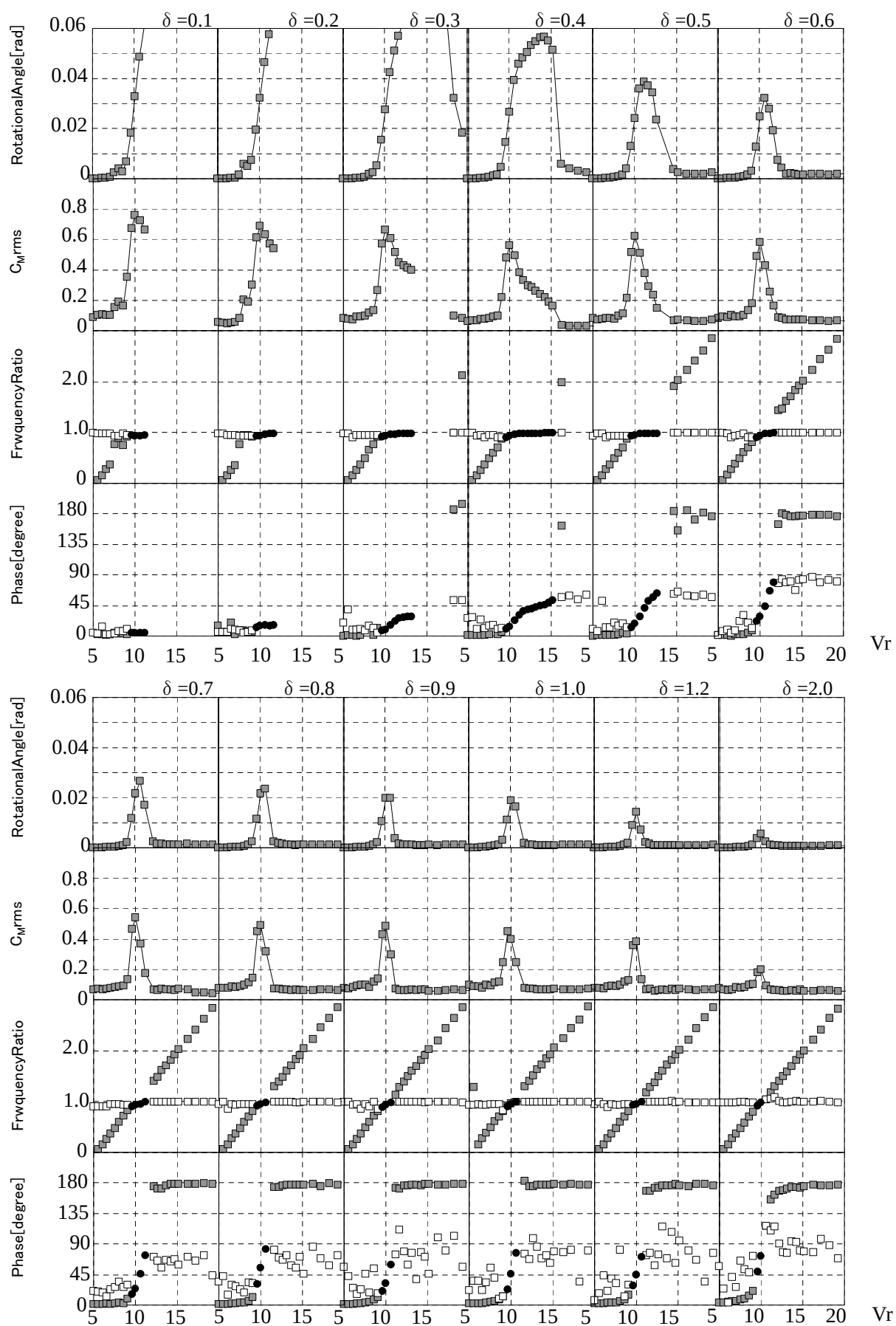


Fig. 2 無次元風速に対する応答曲線，変動転倒モーメント係数，振動数比，位相差（質量一定）

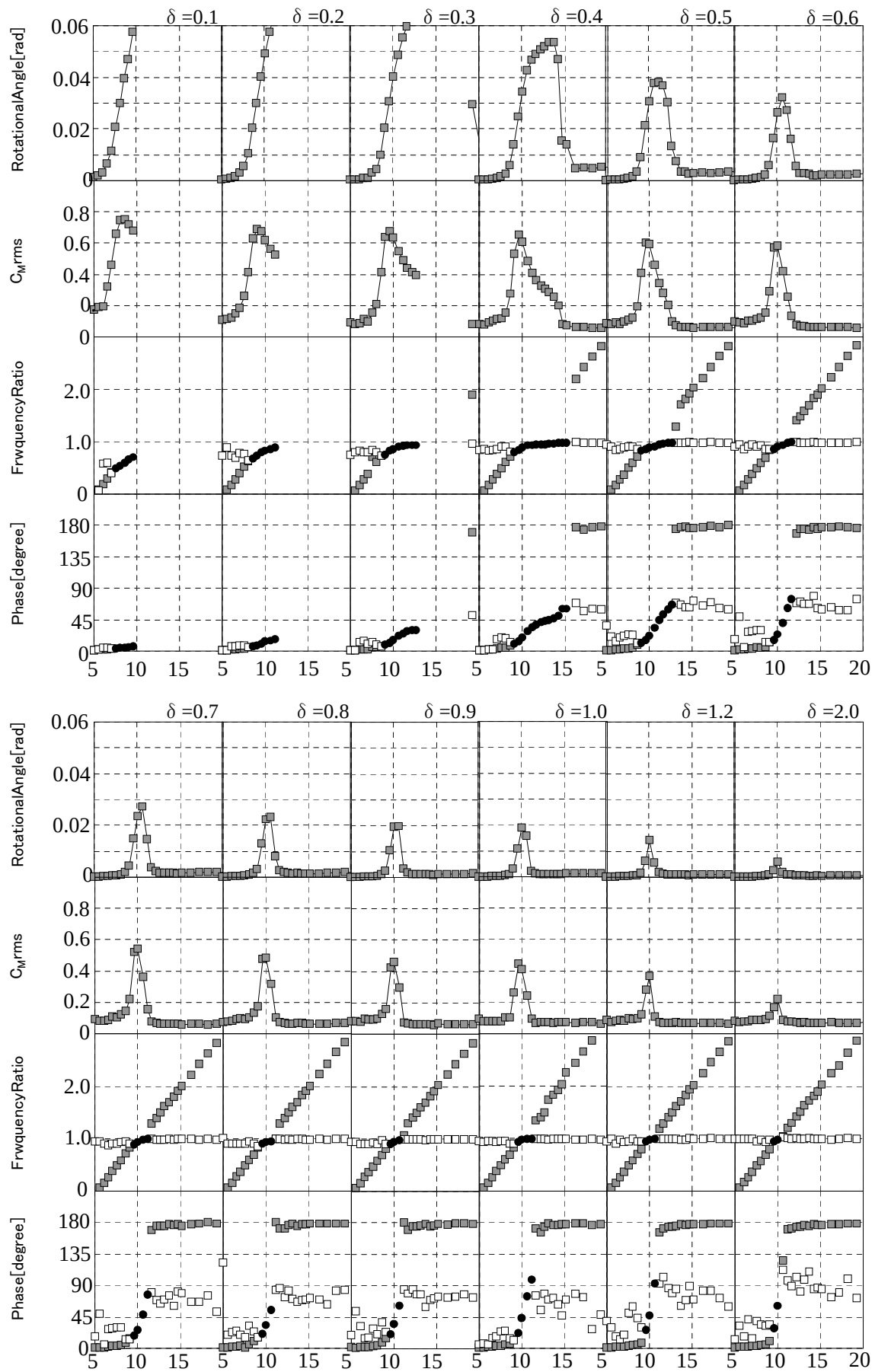


Fig. 3 無次元風速に対する応答曲線，変動転倒モーメント係数，振動数比，位相差（減衰一定）