九州大学学術情報リポジトリ
Kyushu University Institutional Repository

加振円柱後流の挙動

種子田，定俊
九州大学応用力学研究所 ： 教授

天本，肇
九州大学応用力学研究所 ： 助手

石井，幸治
九州大学応用力学研究所 ： 技官

https://doi.org/10.15017/4743787

出版情報：應用力學研究所所報. 64, pp.103-107, 1987-02. 九州大学応用力学研究所
バージョン：
権利関係：

KYUSHU UNIVERSITY

加振円柱後流の挙動

種子田　定　俊*　天　本　　肇†
石　井　幸　治‡

概　　要

一様流中に流れに直角に置かれた振動円柱(一様流に直角な方向の並進振動，振幅は円柱直径の0.2倍，レイノルズ数240)の後流の挙動を流れの可視化技術及び熱線流速計技術を用いて調べた．

円柱近傍では後流は加振周波数が一定の範囲でロッキングされるが，ロッキングの外れるところでカオス的挙動を行う．興味深いことは，後流中の速度変動のパワースペクトルは連続成分とピーク成分から成り立つが，連続成分がロッキングにほとんど無関係であることである．

円柱から離れた後流中では，円柱からの距離が大きくなるにつれて，パワースペクトルのピーク成分は急激に減少し，ほとんど連続成分のみとなる．

Key words : Oscillating circular cylinder, wake, chaotic behavior, power spectrum

1. 緒　　言

前の報告[1]で，カルマン渦列は不規則に揺いでおり，そのパワースペクトルは広い周波数範囲をもつ連続スペクトルであることを報告した．この不規則性の発生原因は現在までのところ明らかでない．本研究の目的は，後流に外部から周期的攪乱を加えて後流中の不規則性がどのように変化するかを調べ，不規則性発生のメカニズムに対する手がかりを得ようとするものである．

2. 実験装置と方法

実験は2つの静水槽(長さ 10^3 cm，幅60 cm，深さ60 cm，及び長さ400 cm，幅40 cm，深さ40 cm)を用いて行われた．流れの可視化にはアルミ粉懸濁法が使用された．また，後流の速度変動は熱線流速計及び熱線流向計により検出され，データレコーダに記録された．パワースペクトルはFFTアナラ

*九州大学教授，応用力学研究所
†九州大学助手，応用力学研究所
‡文部技官，九州大学応用力学研究所

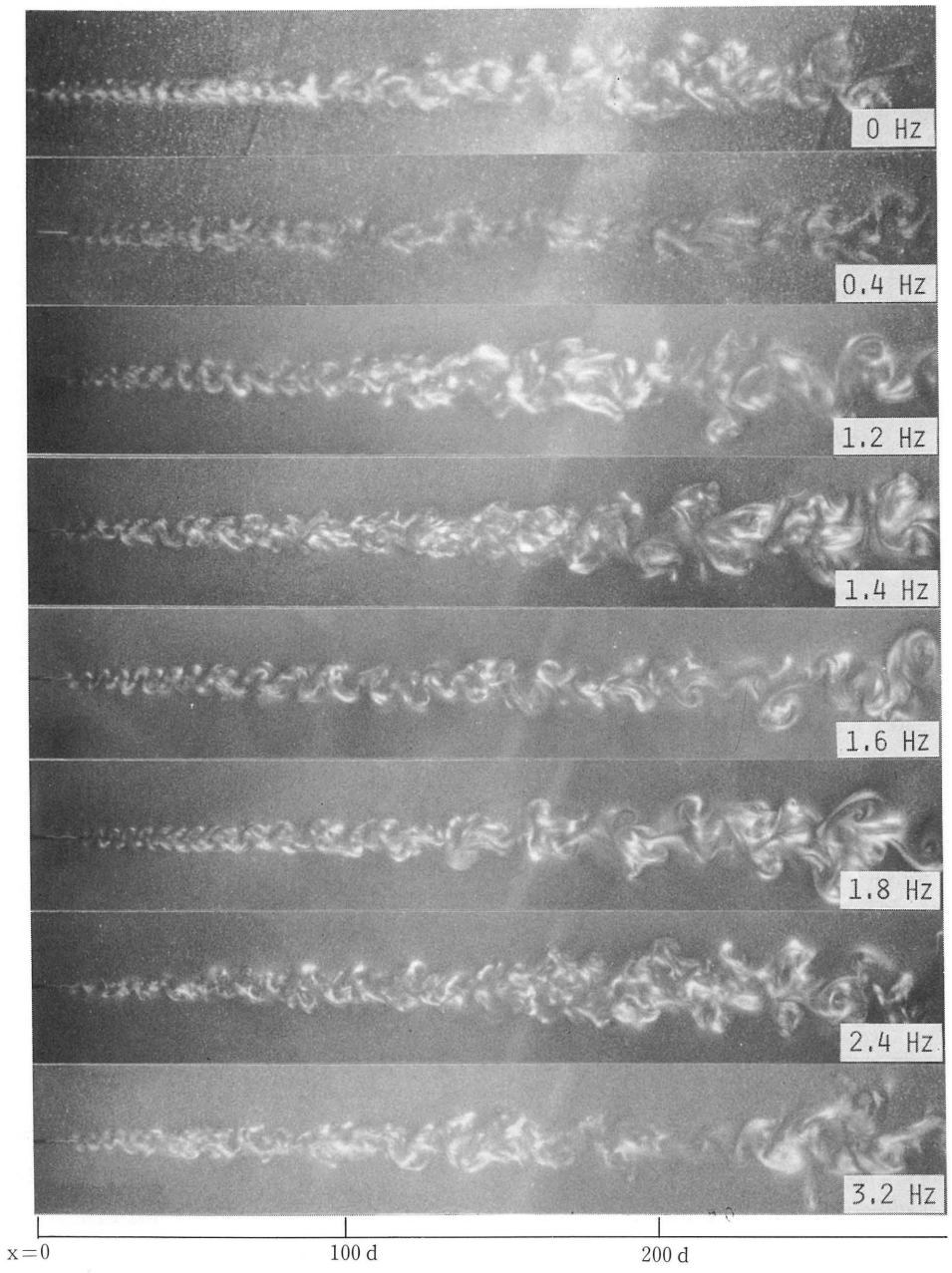

図1　加振円柱の後流（$R=240$）

イザを用いて求められた．

3. 実 験 結 果

図1は加振周波数による後流の変化を示す．円柱直径 $d=0.50$ cm，速度 $U=5.03$ cm/s，レイノルズ数 $R=240$，振幅 $a=0.10$ cm，加振周波数の範囲 $f_c=0-3.2$ Hz である．

円柱近傍（円柱後方 20 d 位まで）において，加振しない場合（$f_c=0$ Hz）に発生するカルマン渦列の振動数は約1.9 Hz であるが，1.4−2.2 Hz の範囲でロッキング現象[2]が起る．そして，ロッキングの外れる周波数付近で後流はカオス的挙動を行う．しかし，それ以外の周波数では加振の影響はほとんど現われない．ただ，加振周波数が 2.2 Hz よりも大きくなるにつれて，発生するカルマン渦列の振動数は加振

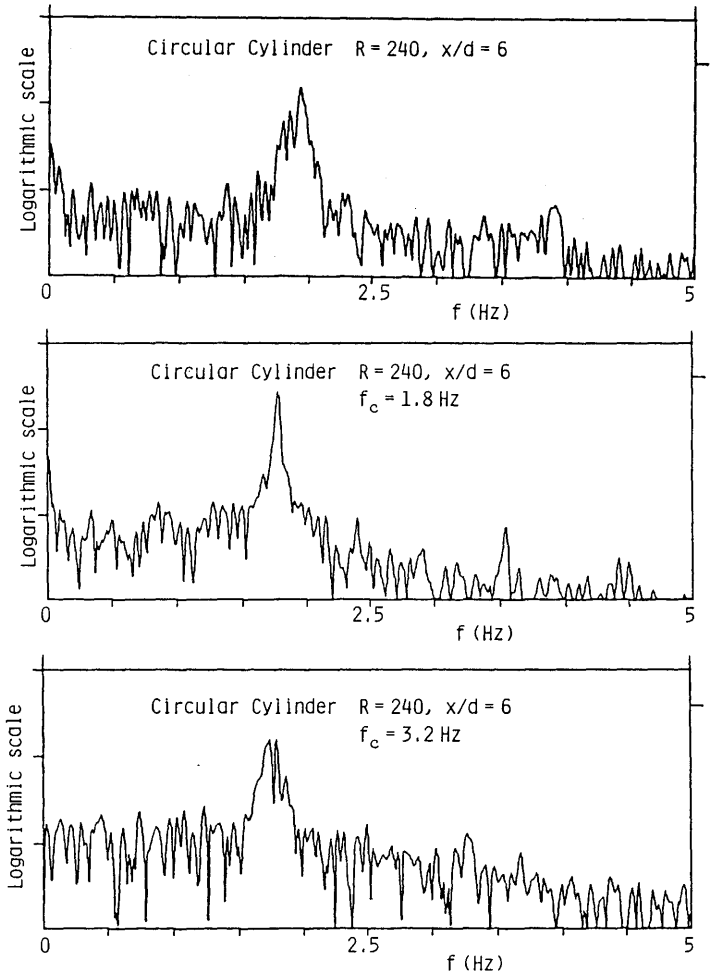

図2　後流中の速度変動のパワースペクトルの加振周波数による変化（$x/d=6$）

しない場合よりも低い方へ少し移動する．

円柱近傍でロッキングされた後流の波動運動は下流でロッキングが外れて波長が長くなり，流れ模様は不規則性が強くなる．一般に，後流中の任意の場所において最も支配的な波動運動の波長はその場所の後流幅に大体等しい．

図2は円柱近傍における流向変動のパワースペクトルの加振周波数による変化の例を示す．測定場所は後流中心線上の円柱後方6dの位置である．一番上は加振しない場合(f_c=0 Hz)であり，中央はロッキング状態 (f_c=1.8 Hz)，一番下はロッキングが外れた状態 (f_c=3.2 Hz) である．注目すべきことは，パワースペクトルは常に強い連続スペクトル成分を持ち，それはロッキングの有無によってほとんど変わらないことである．一方，ピーク成分の方はロッキング状態のときにピーク幅がかなり狭くなることが分る．

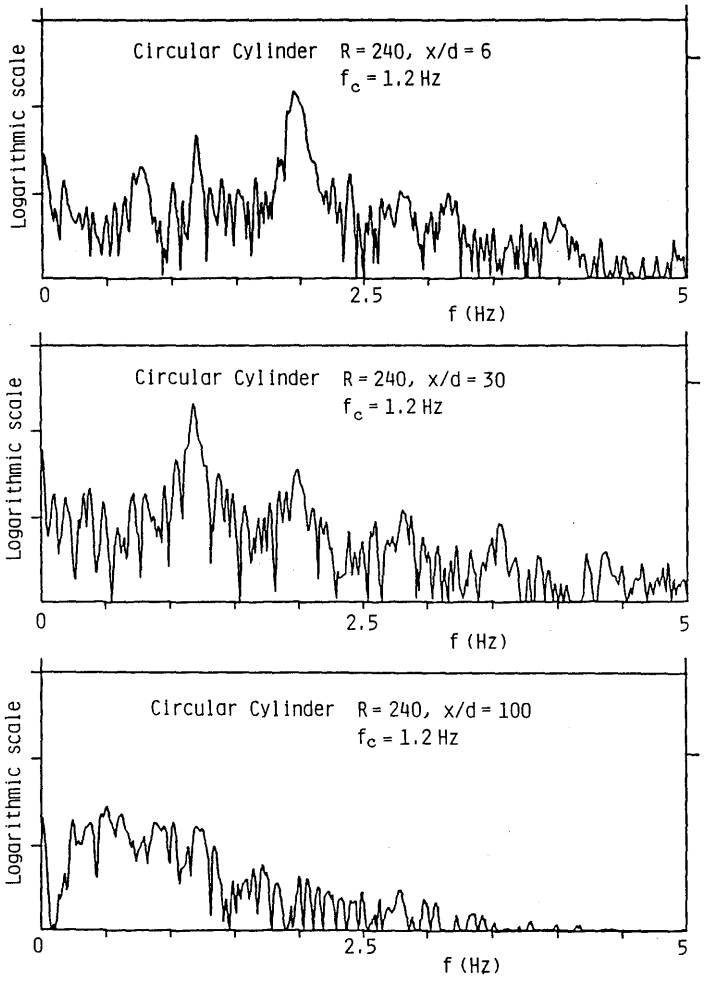

図3　後流中の速度変動のパワースペクトルの下流方向への変化 (f_c=1.2 Hz)

図3はロッキング領域よりも少し低い周波数の攪乱（f_c=1.2 Hz）を加えた場合のパワースペクトルの下流方向変化を示す．円柱からの距離 $x=6d$ と $30d$ の場合を比較して，1.9 Hz のピークは下流に向かって減少するのに対して，1.2 Hz のピークは増幅されることが分る．そのことは図1の写真にも明瞭に現われている．パワースペクトル及び写真から判断して，$x=30\,d$ におけるロッキングの周波数範囲は 1.0−1.8 Hz である．すなわち，円柱からの距離が大きくなるほど，ロッキングの周波数範囲は低い方へ移動する．

4. 結　　論

一様流中に置かれた円柱（$R=240$）を流れに直角な方向に振動させて（振幅 $a=0.2\,d$），後流の不規則性に及す周期的攪乱の効果を流れの可視化法及び熱線流速計技術を用いて調べた．その結果，周期的攪乱はロッキング現象を引き起すが，速度変動のパワースペクトルの連続成分に対してはほとんど影響を与えないことが判明した．

謝　　辞

原稿の作製を手伝ってくださった石村京子さんに感謝する．本研究は文部省科学研究費補助金総合（A）により行われた研究の一部である．

文　　献

1) 種子田定俊，天本　肇，石井幸治：カルマン渦列の不規則性，九州大学応用力学研究所所報 63 号（1986）15.

2) Honji, H. and Taneda, S.: Vortex Wakes of Oscillating Circular Cylinders, Rep. Res. Inst. Apll. Mech. 16 No. 54 (1968) 211.

（昭和 61 年 10 月 22 日　受理）