

(Ⅱ-19) 振動流中における固定円柱及び渦励振動円柱の後流渦について

防衛大学校土木工学教室 学 生○重野元伸

〃 〃 正 員 林建二郎

〃 〃 正 員 藤間功司

〃 〃 正 員 重村利幸

1. はじめに

筆者らは、波動場における柱状海洋構造物の作用揚力に対する応答振動（渦励振動）問題において重要な流れと物体との相互作用効果を明らかにすることを目的として、一様振動流中で渦励振動している円柱に作用する流体力に対する検討を行ってきた。その結果、流れと振動する円柱との相互作用効果により、KC数が小さな領域($5 < KC < 8$)では、共振状態で渦励振動している円柱に作用する流体力は、その円柱が固定されている場合よりも増加することを明らかにした¹⁾。本研究は、この相互作用現象をさらに詳しく把握することを目的として、このKC数範囲で渦励振動している円柱回りの流況観察を行ったものである。

2. 実験方法

実験には、渦励振動円柱に作用する流体力の測定を行った場合と同じ装置を用いた¹⁾。実験装置の概略を図-1に示す。水平方向に正弦的に振動する振動台上に設置された水槽内に、a) 円柱（外径 $D=3\text{cm}$ 、長さ $l=49\text{cm}$ ）を水平に剛結して設置した場合（固定円柱）と、b) 振動流の主流方向と直角な方向（揚力方向）にのみ振動を許す様に設置した場合（渦励振動円柱）の2通りのそれぞれに対して、円柱回りに生じる流れの可視化を行った。

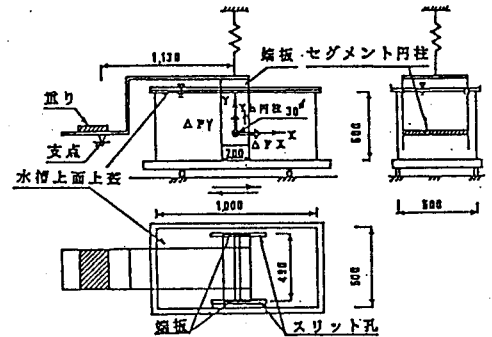


図-1 実験装置の概略

実験に使用した振動流のKC数は、5, 6.3, 7.1, 8.4の4通りである。流れの可視化用のトレーサーにはガラス粒子（比重0.98~1.02, 平均粒径 60μ ）とポリスチレン粒子（比重1.05, 平均粒径 1mm ）を用いた。流況の撮影にはビデオカメラを用いた。

3. 結 果

前報¹⁾では、固定円柱及び共振状態で渦励振動している円柱のそれぞれに対し、振動流の主流方向に作用する流体力（ ΔFX ）及び主流方向と直角な方向に作用する流体力（ ΔFY ）に関する実験を行った。その実験で得られた円柱振動量 Y_h の無次元値 Y_h/D と、 ΔFY 、 ΔFX の増幅率 $M1, M2$ （ $M1$ =共振時の ΔFY /固定時の ΔFY 、 $M2$ =共振時の ΔFX /固定時の ΔFX ）のKC数に対する変化を図-2に示す。 $5 < KC < 10$ の範囲で増幅率が高いことが分かる。

図-3は、 $KC=5, 6.3, 7.1, 8.4$ の場合における、固定円柱及び共振状態で渦励振動している円柱の回りに生成・発達する円柱後流渦の挙動を模式的にそれぞれ示したものである。これら図中、実線は順流時における渦挙動を、破線は逆流時における渦挙動をそれぞれ示す。振動円柱の場合には、円柱

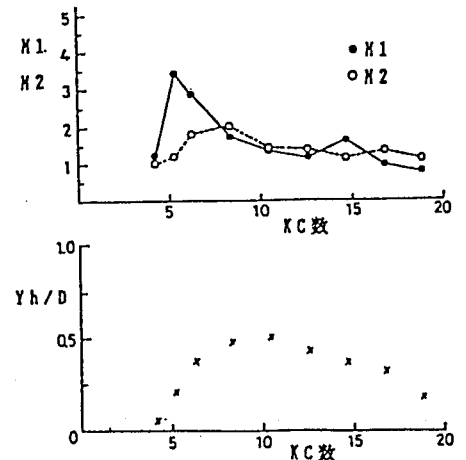


図-2 増幅率 $M1, M2$ とKCの関係

の上・下側最大振動位置をそれぞれ記入している。

a) $KC=5$ の場合

固定円柱の場合、順流時の流れは円柱の上側と下側から同時に剝離し巻き込みを生じる。下側からの巻き込みにより形成される渦は、主流が順流から逆流に移行する直前に最も発達する。主流が順流から逆流に移行すると、この渦は上側からの巻き込みと合流し円柱の下側に沿う流れとなる。同様な現象が逆流時の場合にも生じる。(流れは、上下非対称、左右ほぼ対称)。振動円柱の場合にもこれと同様な現象が生じる。(流れは、上下非対称、左右ほぼ対称)。

b) $KC=6.3$ の場合

固定円柱の場合、 $KC=5$ の場合と同様に、円柱の下側からの巻き込みにより形成される渦は、 $KC=5$ の場合よりも大きく成長し、掃き出される。順流から逆流に反転する前に、渦は上からの巻き込みと合流し、一挙に大きく成長する。主流が逆流に移行すると、この渦は円柱の上下2方向に分かれる流れとなる。同様な現象が逆流時にも生じる。

(流れは、上下非対称、左右ほぼ対称)。振動円柱の場合、円柱振動量は、 $KC=5$ の場合よりも増加しているが、渦の生成・発達過程は固定円柱の場合と同様である。(流れは、上下非対称、左右にほぼ対称。

c) $KC=7$ の場合

固定円柱の場合、上側からの巻き込みと、下側からの巻き込みはそれぞれ渦を形成する。下側からの巻き込みにより生成された渦が発達する過程で、上側からの巻き込みによる渦が別に形成される。続いて、発達過程である下側からの渦が大きく成長し終わる。主流の方向が逆転すると、上側からの渦は円柱に沿う上下2方向に分かれる流れとなる。下側からの渦は円柱の下側に沿う流れとなる。(流れは、上下非対称、左右ほぼ対称)。振動円柱の場合、渦の生成発達過程は $KC=6$ の振動円柱の場合と類似し、固定円柱の場合と異なっている。(流れは、上下非対称、左右ほぼ対称)。

d) $KC=8$ の場合

固定円柱の場合、順流時の渦の生成・発達過程は $KC=7$ と同様であるが、渦の掃き出しが更に大きくなる。一方、逆流時の渦の生成・発達過程は $KC=6$ の場合とよく類似している。(流れは、上下非対称、左右非対称)。振動円柱では、円柱の振動量は更に増える。 $KC=7$ の場合と異なり上側からの巻き込みと、下側からの巻き込みは、それぞれ別個に渦を形成する。従って、渦の生成・発達過程はこの KC 数における固定円柱の場合と似通ってくる。しかし、左右の非対称性は、固定円柱の場合よりも薄れてくる。

4. おわりに

以上は、共振状態で渦励振動している円柱と流れの相互作用効果を、円柱後流渦挙動の面から評価することを試みたものである。円柱の振動に伴う円柱後流渦挙動の変化は観察できた。この変化と円柱に作用する流体力の増幅率 $M1$ 、 $M2$ との関連については今後の課題としたい。

参考文献：1) 林、萩原、藤間、重村：振動流中で渦励振動している円柱の作用流体力評価について、

土木学会第44回年講、PP.634-635, 1989.

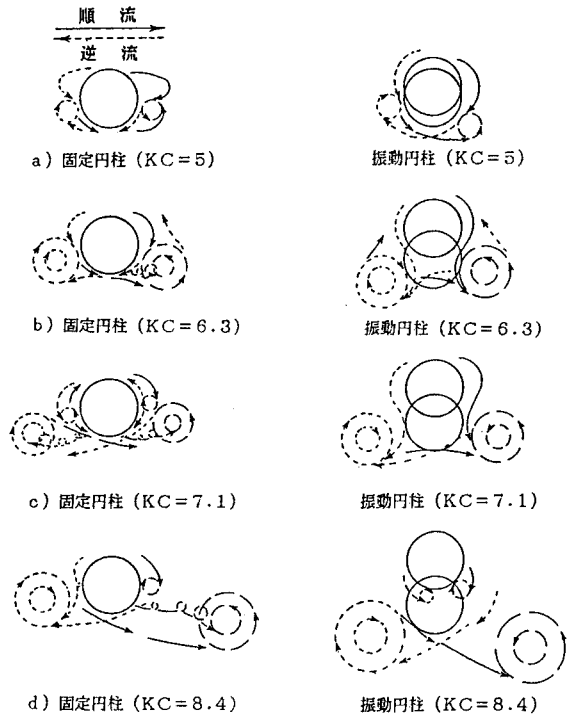


図-3 円柱後流渦の挙動