

対称半円形側線付き円柱に作用する流体力に関する研究

中電技術コンサルタント株式会社 正 〇乗越 晃
岡三興業 川原 秀樹
山口大学工学部 正 齋藤 隆

1. まえがき

前年度までに、レインバインプレーションの基礎的研究として単一半円形側線付き円柱に作用する流体力を測定した結果、側線接合位置 θ が $50 \sim 60^\circ$ では平均流体力が僅かな θ の変化により急変し、短時間の流体力の変動が非常に大きい。円柱周りの圧力分布の測定によりこの範囲の側線接合位置では、再付着流れと剥離流れの2つの流れ場が間欠的に切り替わる『双安定流れ』が生起していることが明らかとなった。単一半円形側線付き円柱周りの流況は図-1のように θ が大きくなるに伴い、再付着流れから双安定流れ、剥離流れへと変化する。



図-1 単一侧線付き円柱周りの流況

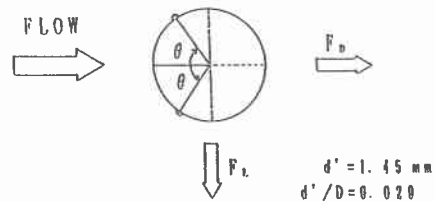


図-2 流体力の定義

今年度は、関連実験として前方岐点に対して対称に側線を接合した円柱に作用する流体力を測定した(図-2)。同様の実験を藤田氏が行っており本研究の結果と比較するとほぼ一致しているが、抗力が急変する $45 \sim 60^\circ$ のデータがはっきりしていない。本研究ではこの側線接合位置で単一侧線と同様、双安定流れが生起していることを報告する。

2. 実験装置と実験方法

実験は、断面が幅1m、高さ10cmで長さ1mの試験部を有する貫流式風洞で行った。実験に用いた円柱は直径Dが5cmの亚克力樹脂管である。側線は、前年度までの実験で揚力係数が最も著しい変化を示した高さ $d' = 1.45\text{mm}$ ($d'/D = 0.029$)の半円柱を用いた。流体力の測定は前年と同じ測定装置を用いて行い、デジタルレコーダーに記録した。

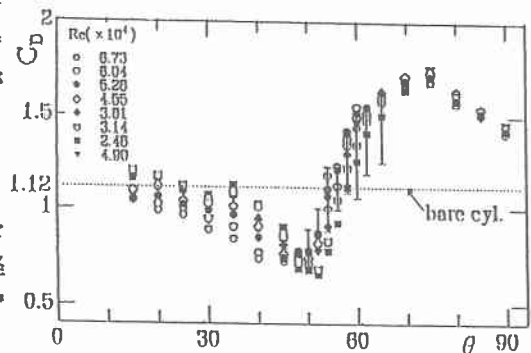


図-3 時間平均抗力係数の θ による変化

3. 結果及び考察

3.1 抗力、揚力の θ による変化

図-3、4は抗力、揚力の θ による変化を示したものである。抗力の θ による変化は単一侧線の場合と同様の傾向であるが、再付着流れが生起している時の単円柱からの抗力の減少量、剥離流れが生起している場合の増加量は、側線を対称に接合しているため単一侧線の場合の約2倍となっている。また平均抗力は $50 \sim$

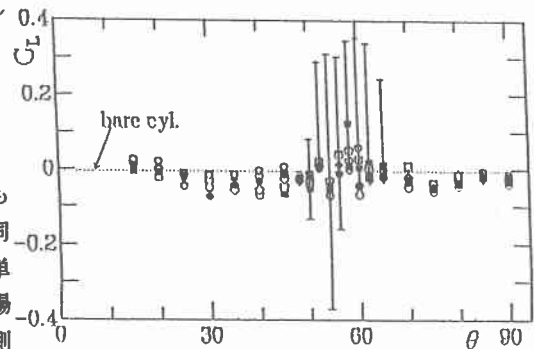


図-4 時間平均揚力係数の θ による変化

65°で急増しており図のように瞬時の大きな変動が確認された。

揚力に関しては、側線が対称に接合されているため θ の変化に関わらず、平均揚力はほぼ0で円柱には時間平均的な揚力は働いていない。しかしながら、抗力の急増する側線接合位置で図のように非常に大きな瞬時の変動が確認できた。

3. 2 揚力変動波形とその生起条件

揚力変動波形の典型的なものを示したものが図-5である。 θ が50°以下、65°以上ではType Aのような安定した波形であり、円柱に安定した流体力が作用している。抗力の急変する50°~65°でType B~Dのような変動の大きな波形が生起しており、双安定流れが生起していると考えられる。Type B, DはType Cの片方の流況の状態のみが生起している場合と考えることができる。

以上の波形の生起条件を示したものが図-6である。Type B, C, Dの双安定流れの生起条件は、単一の場合の双安定流れが生起する条件とほぼ一致しているが、若干範囲が広がっている。

3. 3 対称側線付き円柱周りの推測流況

対称側線付き円柱周りの流況を推測したものが図-7である。 θ が50°以下では円柱の両側で対称に再付着流れが安定して生起し、65°以上では剥離流れが安定して生起しているためType Aの安定した波形となり、円柱には安定した力が作用している。抗力の急増する側線位置で双安定流れと考えられるType Cの波形が生起するが、このときの流況は側線接合位置が小さい場合と大きい場合で大きく2パターンに分けられる。 θ が小さいときは(I)のように再付着流れが優勢で、間欠的に片方が剥離する流況で、 θ が大きくなると

(II)のように剥離流れが優勢で、間欠的に片方が再付着する流況となる。再付着した方に形成される側線背後の剥離渦内の負圧によって円柱は引っ張られるため、正または負の揚力が間欠的に生起する。

流れの切り替わりを判断する変動流速と同時に円柱周りの圧力を測定することにより推測流況の妥当性を確認する必要がある。

4. まとめ

得られた結果を要約すると次の通りである。

- 1) 側線を対称に接合した場合でも、平均抗力が急変するところで瞬時の流体力の変動の非常に大きな『双安定流れ』が生起する。
- 2) 対称側線で双安定流れが生起する側線接合位置は、単一側線の双安定流れの生起する側線接合位置とほぼ一致しておりその範囲は若干広がる。
- 3) 対称側線の双安定流れの流れパターンは単一側線の場合より複雑である。

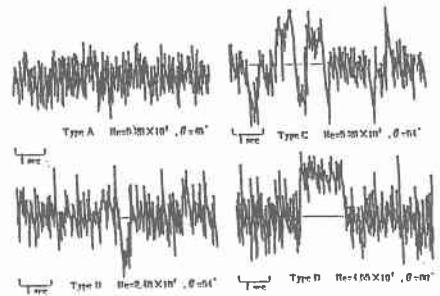


図-5 揚力変動波形

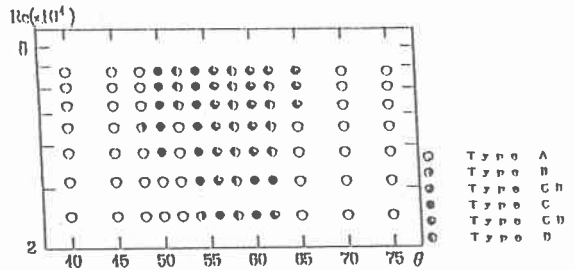


図-6 揚力変動波形 (Type A~D) の生起条件

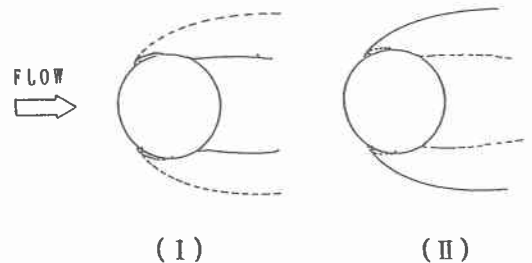


図-7 対称側線付き円柱周りの推測流況