

II-310

対称に側線を接合した円柱に作用する流体力

中電技術コンサルタント 乗越 晃
山門大学 齋藤 隆 河元 信幸

1. はじめに

単一側線を接合した円柱に作用する流体力ならびに円柱周りの流れを実験的に検討し、側線を接合する位置によつて側線背後に独立した剥離域を形成する再附着流れと側線頂から流れが剥離する剥離流れとが間欠的に替わり、流況の変化に伴い流体力が大きく変化する双安定流れが生起することを、双安定流れが生起する様な場合には、ケーブルの振動による迎角の変化でもつて振動を増幅する様に揚力が作用することから、小さな側線が円柱・ケーブルの振動に重要な役割をもつことを明らかにしている。この様な揚力を相殺する方法として対称に側線を配置することが考えられるが、さらに複雑に流れ場が変化することも予測される。熱伝達管の効率向上を目的として対称に側線を接合した円柱に作用する流体力を藤田氏¹⁾が測定し、円柱表面圧力分布形状が3種類の分類され、側線位置の僅かな違いで流れの状態が再附着流れから剥離流れへと変わり抗力が急変することを明らかにしている。側線位置によつて抗力が急変する状態についての検討は行われてなく、単一側線による実験結果との対照して双安定流れが生起していると推測される。本研究は、この推測を確認するために、側線の接合位置を細かく変化させて流体力を測定し、検討したものである。

2. 実験装置と実験方法

実験風洞、実験円柱、流体力測定装置は単一側線付き円柱についての実験で使用したものである²⁾。

側線形状は単一側線の場合との比較、藤田氏の実験結果¹⁾との比較が容易な様に半円形と円形で、半円形の高さは1.45mmで、円形の径は1.0mmと1.5mmである。

3. 実験結果とその検討

抗力係数（図-1）：本実験での結果である白描点に記してある縦線は円柱からの渦放出の2倍程度以上の高周期成分を除去した抗力の変動範囲である。抗力係数が急変する前後で藤田氏らの実験結果（黒描点）と若干の差が見られるが、全体として一致している。

単一側線付き円柱と較べて単円柱の抗力係数からの差が約2倍と大きくなっている。

揚力係数（図-2）：抗力係数と同様に高周波成分

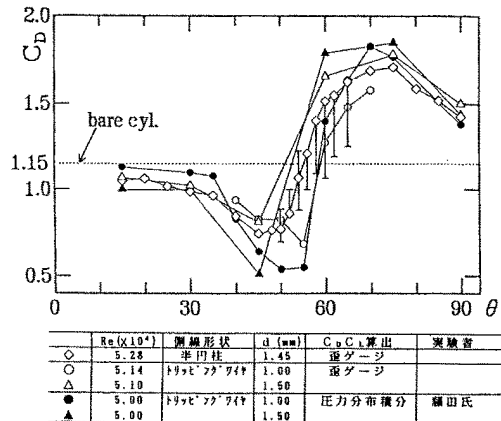


図-1 抗力係数

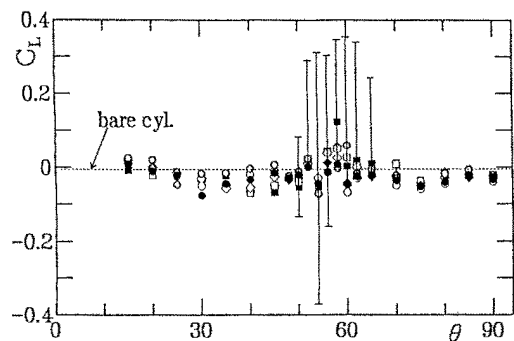


図-2 揚力係数

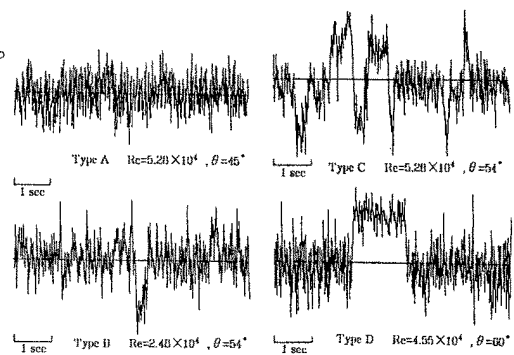


図-3 揚力の変動波形

を除いた揚力の変動範囲を縦線で示している。抗力係数が急変する範囲で揚力の大きな変動が生じている。

揚力の変動波形(図-3): 十分長い時間での平均揚力は0である。変動波形は、側線の接合位置が 45° 以下である場合と、 70° 以上である場合とにみられる

Type A とした安定した変動波形と側線の接合位置が $45^\circ \sim 70^\circ$ の範囲でみられる Type C との2種類に分けられる。同じ Type A の変動波形であつても、側線の接合位置が 45° 以下である場合での流れは側線背後に剥離泡が形成される再付着流れの状態であり、 70° 以上である場合での流れは側線頂から流れが剥離している剥離流れである。後者は側線位置が抗力の急変するところにおいてみられ、短時間の平均値が正、0、負となる3段階の揚力が間欠的に変化していて、各々に対応して異なる3種類の流況が予測される。すなわち、側線頂からの剥離流れが再付着する点と円柱表面から再剥離する点とが近いので、側線背後の圧力が円柱からの渦放出による圧力変動を受けて、背後における剥離泡の形成と消滅とが間欠的に生じていると推測される。Type B、D の波形は僅かな対称設置の精度によるものと考えられる。

特異変動波形の生起条件(図-4): 揚力の低周波成分の変動を高周波成分の変動強さを閾値として上述した各変動波形が生起する条件を調べた。単一側線付き円柱での双安定流れの生起領域に較べて特異波形が生起する領域は若干広がっている。

揚力の変動周期(図-5): 揚力の卓越周波数と円柱径とで定義した St 数の側線接合角による変化は、抗力の値と同じ傾向を示している。単一側線付き円柱の場合に較べて値の変化する割合が約2倍である。

抗力係数と背圧係数との関係(図-6): 図中に点線で示した領域は藤田氏らの実験結果である。本実験結果でも抗力係数と背圧係数の絶対値とは近似的に一致していて、背圧を測定するだけで抗力係数の近似値が得られる。

4. まとめ

安定した流体力の変動波形を示す再付着流れと剥離流れとの間に流れパターンの変化に伴い揚力の短時間平均値が間欠的に3段階変化する特異現象が存在する。

参考文献

- 1) 藤田秀臣、高浜平七郎、川合忠雄: 日本機械学会論文集(B編)、50巻、453号、pp.1275-1284、1984
- 2) 斎藤 隆、乗越 晃、多和芳雄、赤松利之: 水工学論文集、第38巻、pp.469-474、1994

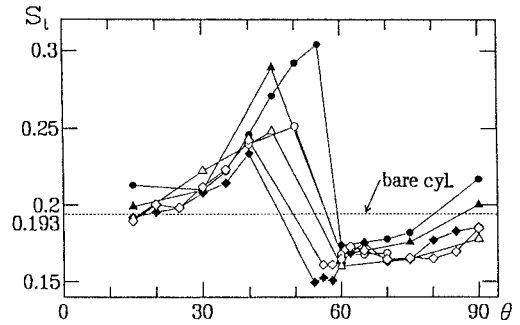


図-4 St 数と接合位置との関係

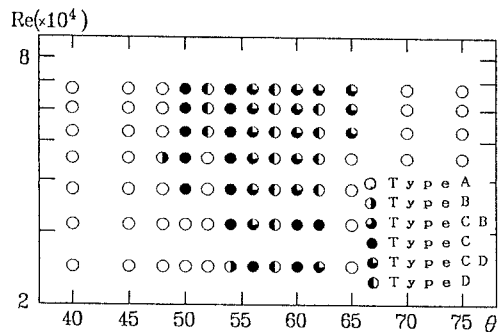


図-5 特異変動波形の生起条件

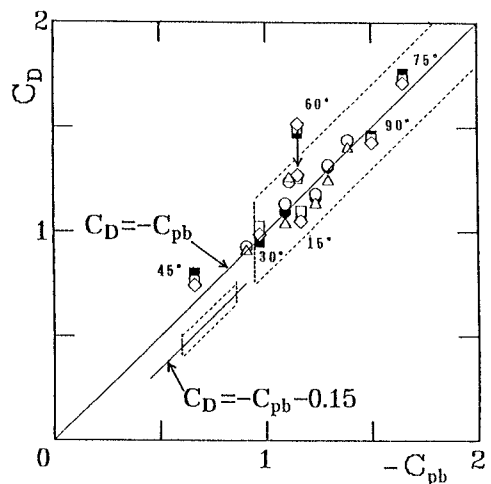


図-6 抗力係数と背圧係数との関係