

三角形側線付き円柱に作用する流体力に関する研究

山口大院 学 ○北島 亮

大林組

多和 芳雄

山口大工 正 斎藤 隆

1. はじめに

前年度、側線付き円柱に作用する流体力を測定して流体力が間欠的に矩形波状に変化する条件を明らかにし、この領域での抗力と揚力の相関関係から双安定流れと予測した。

本研究では、円柱表面圧力分布を測定することで、双安定流れであると確認したことを報告するものである。

2. 実験装置と方法

実験を行った風洞、ならびに円柱は昨年度の実験と同じである。

用いた側線は高さ1.5mmの直角三角形である。

側線は高さ1.5mmの三角形で行った。また、円柱表面圧力分布の測定は、応答性の高い圧力素子を用いた圧力計 (TEAC XT-190-5G) で行った。圧力測定孔 $\phi=1\text{mm}$ である。流体力の矩形波状に変化する場合に円柱の側線側の斜め後方に熱線流速計を設置した。

(測定円柱の後端から6mm下流、側端から11mm外側) また Re 数は47000程度で行った。熱線流速計の出力が高速時と低速時に分け平均の円柱表面圧力分布を測定した。両図を参考にして表面圧力分布の測定は再付着流れ、剥離流れ、双安定流れである図-3の×印の角度 ($35^\circ, 49^\circ, 60^\circ$) で行った。

3. 実験結果とその検討

圧力測定の結果は図-4である。縦軸が圧力係数 C_p 、横軸が測定孔位置 ϕ 、鎖線が側線位置、●が側線がある側、○が側線がない側の圧力分布となっている。図中の実線は単円柱での圧力分布である。

θ が 35° の場合 (再付着流れ)、側線上流での圧力上昇と、側線の下流で強い負圧が見られ、 60° 付近で再付着した後、 110° 付近で円柱からの流れが剥離している。背圧は単円柱の場合より高くなっている。背圧が高くなることから抗力 ($CD=0.8067$) は小さくなり、側線背後の大きな負圧により大きな揚力 ($CL=-0.3172$) が側線側に発生する。

θ が 60° の場合 (剥離流れ)、側線の上流で圧力上昇が見られ、側線背後から円柱後端までほぼ一定の値となっていて側線頂から流れが剥離し後流域を形成していることが明かである。背圧は側線側、側線無し側でほぼ同じとなっている。側線より上流側での表面圧力が増大しているため抗力 ($CD=1.325$) が単円柱より大きくなり、同時に側線がない方向に小さな揚力 ($CL=0.1229$) が発生する。

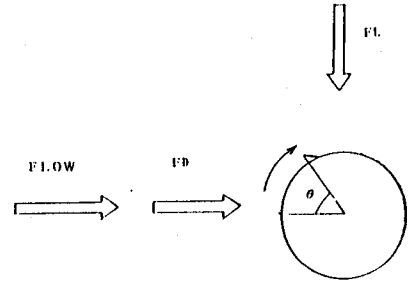


図-1 記号説明

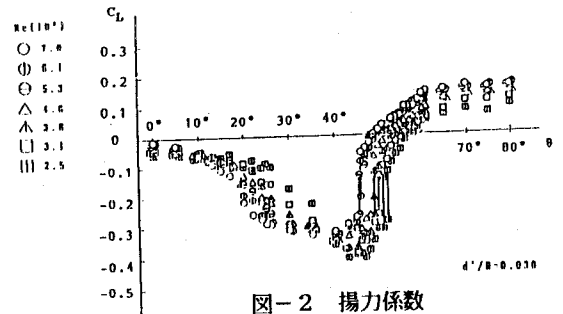


図-2 揚力係数

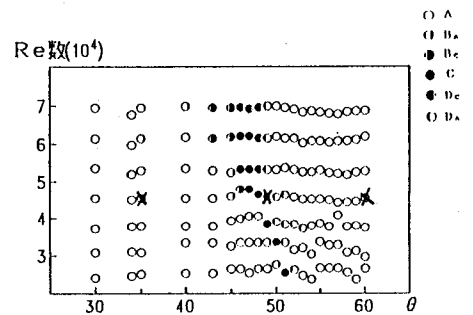


図-3 流れパターンの生起条件 ($d'/D=0.03$)

θ が 49° の場合(双安定流れ), 円柱斜め後方に設置した熱線流速計の出力が高速時間帯と低速時間帯とに測定圧力を分けてそれぞれの平均圧力分布を示したのが図-4(c), (d)である。

側線頂から流れが剥離した後流域を形成する場合, 熱線流速計は後流域内で低速出力となり, 再付着流れでは熱線流速計は後流域外に位置するため高速出力となる。このことから(c)は再付着流れの状態, (d)は剥離流れの状態, それぞれ(a), (b)と類似の圧力分布形状となっている。

また, 図-2の▲の描点は圧力分布から算出した揚力係数と, 流体力で流体力測定から得られた揚力係数がほぼ一致している。

St数とRe数の関係は図-5である。この図から再付着流れでは約0.21, 剥離流れが約0.18, 双安定流れでは, 0.21から0.18に切り替わっていることが分かる。

4. まとめ

圧力測定の結果, 流体力測定結果から予測された側線背後で再付着する再付着流れ, 再付着流れと側線から剥離する剥離流れが間欠的に瞬間的に変化する双安定流れ, 側線から剥離する剥離流れの3つの流況が確認することができた。

また, 渦放出によるSt数が再付着流れと剥離流れではことなることも明らかにした。

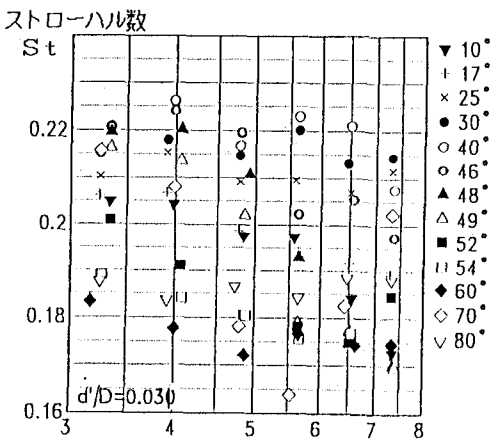
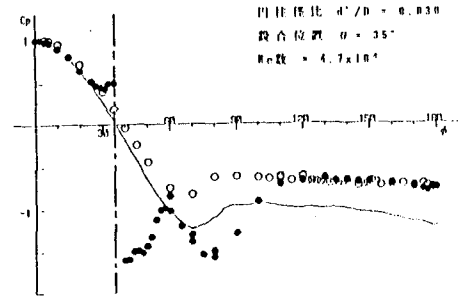
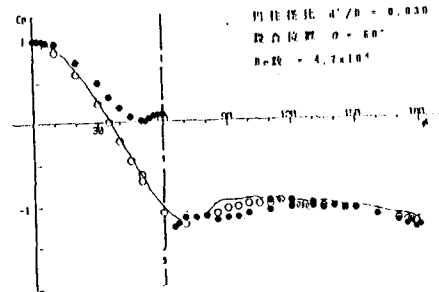


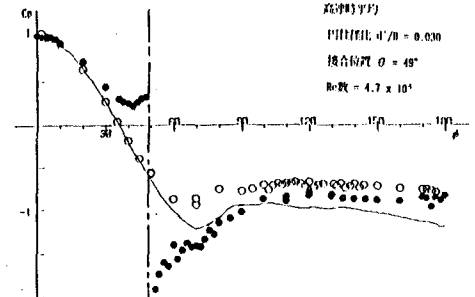
図-5 St数とRe数の関係



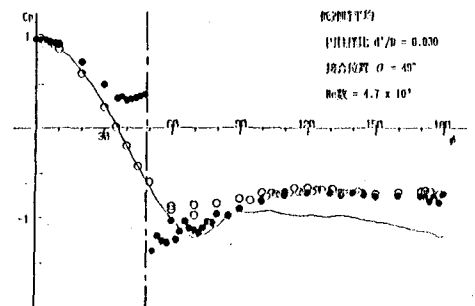
(a) 再付着流れ



(b) 剥離流れ



(c) 双安定の高速時



(d) 双安定の低速時

図-4 圧力分布