

壁面近傍に置かれた円柱周りの流れ

(株) ニュージェック 正員 ○赤松利之

(株) 日本水工設計 井本芳樹

山口大学 正員 斎藤 隆

1. まえがき

壁面と鈍い物体との間の流れの干渉問題は工学上重要課題であるとし、昨年からこの研究を進めてきた。昨年度は流体力・圧力測定による諸特性の変化の挙動を明らかにした。

本研究では、円柱と壁面の間隔の変化による円柱周辺の流況を明らかにするために、壁面近傍に置かれた円柱周辺の流況を熱線流速計によって測定し、円柱背後の流れ分布特性について検討し、昨年度の結果との関連性について検討した結果について報告したものである。

2. 実験装置と実験方法

実験風洞は、測定部断面が高さ10cm、長さ100cm、幅100cmの貫流式風洞である。流速分布測定に用いた熱線流速計は、X型プローブを使用した。プローブは長さ50cmのサポートに接続し、風洞測定部下流側から挿入し前後左右可動式となっている。図-1は円柱と壁面の位置関係を示したものであり、円柱径を D (5cm)、円柱と壁面の間隔を S とし、座標軸は円柱の中心を原点とし流れ方向をX軸、流れに対して直角方向をY軸とした。また、実験は装置及び検定の都合上、レイノルズ数(46000)一定で $S/D=0.0, 0.2, 0.7, 1.0, 2.0$ について測定を行った。なお、本文中の図には、紙面の都合上 $S/D=0$ のみを載せてある。

3. 実験結果とその検討

主流方向の速度成分(U 成分)を主流速度 U_0 (11m/s)で除した値をプロットしたものが図-2である。まず $S/D=0.0, 0.2$ では、 $U/U_0=0.1$ と小さい流速域が円柱後方まで生じており、とくに壁面付近で流速が減少している。この理由として考えられるのは、昨年の結果より、 $S/D=0.0, 0.2$ では、円柱背後に独立した剥離領域が形成され、その剥離域内の逆流の影響であると考えられる。また、 $S/D=0.2$ では、壁面と円柱のすきま流れによって流速が速くなっていることがわかった。 $S/D=2.0$ では、 $U/U_0=0.1$ という小さい流速域は存在せず、壁面のない場合、つまり単円柱の流速分布とほとんど同じ様な分布形状となっていることがわかった。しかしながら、円柱後方壁面付近で流速は減少する。これは、壁面から発達する境界層の影響ではないかと考えられる。

図-3は主流方向の乱れ強度分布を示しており、どの場合においても、最大乱れ強度は20%弱であるこ

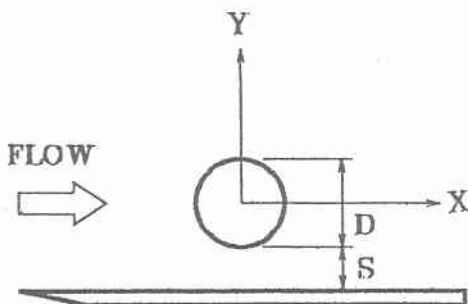


図-1 記号説明

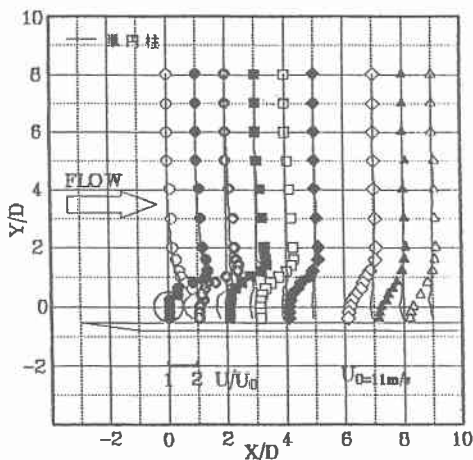


図-2 流速分布 ($S/D=0$)

とがわかった。しかしその最大乱れ強度を示す位置は、 S/D によって異なっていることがわかる。 $S/D=0$ では、円柱から剥離した流れ付近であり、 $S/D=0.2$ では、 $S/D=0$ と同様円柱から剥離した流れ付近と、円柱と壁面の間を通った流れで太きくなっている。しかし、 $S/D=0.7, 2.0$ では円柱後方壁面付近で大きくなっている。また、主流に対して直角方向の乱れ強度分布は、主流方向の乱れ強度と同じく $S/D=0.7$ で乱れが大きくなっているということがわかった。この $S/D=0.7$ で乱れが大きくなっている理由として、昨年の結果より、流体力測定によって得られた揚力の変動強さが $S/D=0.7$ で最大値を示しており、渦放出による変動が一番大きいことから、このような大きな乱れが生じているのではないかと考えられる。また、主流方向の乱れ強度分布で見られた壁面付近での乱れの増大は、主流と直角方向の乱れ強度分布では、反対に壁面付近で減少していた。

図-4は、Reynolds応力分布を示しており、全体的にみると、 $S/D=0.7, 2.0$ では、 $X/D=2$ 付近で最大値をとっているのに対して、 $S/D=0.0.2$ では、 $X/D=8$ とかなり後方で最大値をとっている。また、Reynolds応力の値の大きさは、速度勾配の大きさに依存していることが、先に示した流速分布の図からもわかる。また $S/D=0$ の場合、他の場合せん断層が2つ存在するのに対し、せん断層は一つしか存在しないということがわかった。

熱線流速計を用いて流速測定を行い、得られた $U \cdot V$ 成分により流れ関数 Ψ を求め、各断面 (X/D) が値が同じ場所を線で結び流線を描いた。図-5によると $S/D=0.0.2$ では、円柱から剥離した流れは、壁面に再付着することがわかった。

4. まとめ

熱線流速計によって円柱付近の流速を測定し、円柱背後の流れ分布特性について検討した結果を要約すると次の通りである。

1) $S/D=0.0.2$ では、円柱背後の剥離域内では流速及び乱れは、小さくなっていることがわかった。

2) 乱れ強度分布より、 $S/D=0.7$ で大きな乱れを生じていることがわかり、昨年の結果の揚力変動係数が $S/D=0.7$ で最大値をとるということと一致した。

3) 流れ関数より算出した流線によって、円柱周りの流れが把握できた。

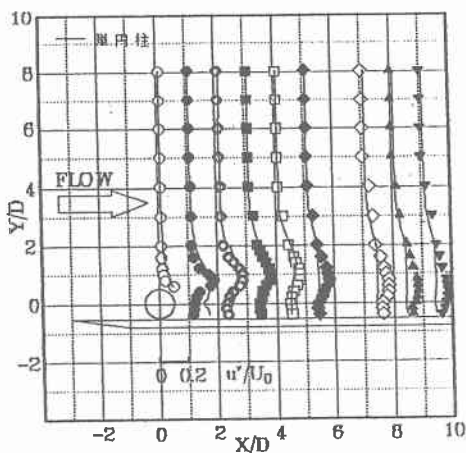


図-3 乱れ強度分布 ($S/D=0$)

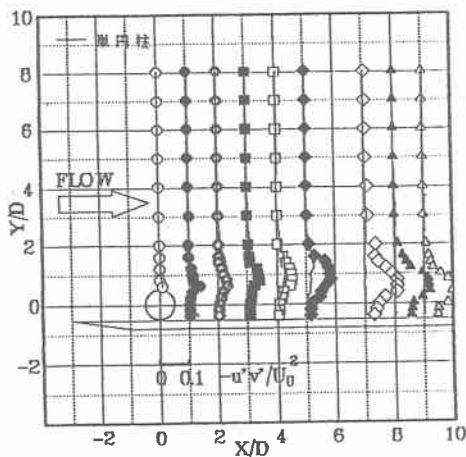


図-4 Reynolds応力分布 ($S/D=0$)

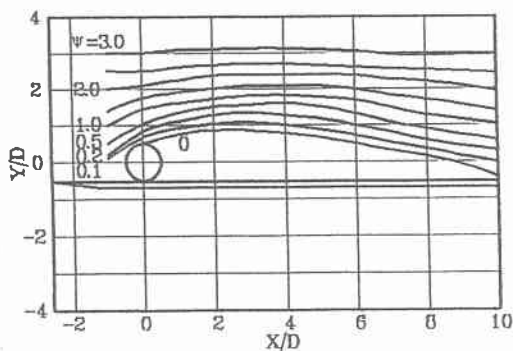


図-5 流れ関数 ($S/D=0$)