

境界層前縁からの距離と円柱洗掘の関係

神戸大学 正 崑 源亮

富士通コム 正〇 西田 丹夫

日水コン 正 谷 尻 和彦

1. まえがき

円柱まわりの局所洗掘に関してはすでに多くの実験がなされ、その最大洗掘深と流れの特性を示す水理諸元との関係はほぼ明らかになっている。しかしながら、そのとき用いる水理諸元はおもに流れの平均的特性を示すものがほとんどであり、流れの微視的特性による洗掘深の変化に関してはほとんど研究がなされていないのが現状である。

本研究では流れの微視的特性を変化させるため、境界層流れを作り、前縁からの距離と洗掘特性に関する実験を行った。

2. 実験装置

実験にあたり、水路を2層にし、完全な境界層流れを作り出した。その概略を図1に示す。境界層前縁より22cm, 97cm, 125cm, 240cmの所において洗掘深測定の実験を行った。もちいに円柱径は2.6cmで平均粒径は $d_{50} = 0.6\text{mm}$, $d_{90} = 1.0\text{mm}$ の2つについて実験した。また洗掘深測定部以外の水路床には実験に用いた粒径と同じ粒径の砂をほりつけた。流速分布の変化の状態は $d_{50} = 0.6\text{mm}$ について測定したものと境界層外流速を無次元化し図2に示す。図2に示す流速分布は円柱の位置において、円柱を水路に設置しない場合のものであり、円柱を設置した場合流速センサーにより流れの状態が乱れるため、行っていない。流速分布を測定したのち円柱を所定の位置に設置し、洗掘深を連続して洗掘開始後1時間後まで測定した。

3. 実験結果と考察

$d_{50} = 0.6\text{mm}$, $d_{90} = 1.0\text{mm}$ の砂を用いた洗掘の時間変化とそれぞれ図3, 図4に示す。この結果は鈴木の結果¹⁾と同様になる。またこの図に示す1時間後の洗掘深は著るかに発表²⁾した結果と同じことを示していると考えられる。つぎに固定床において、総圧と水位を円柱前面中央断面の0.5cm, 1.5cmのところで測定したもののスペクトルとそれぞれ図5, 図6に示す。この0.5cmの地点は馬蹄型渦が変動している範囲内で、1.5cmのところは馬蹄型渦の変動範囲外である。この2つの図より馬蹄型渦の変動に卓越周波数があることがわかる。この卓越周波数はRakkoの述べている円柱の場合におけるストロハル数が0.2となること³⁾と、総圧、水位を測定したときの流れの渦軸近傍の流速を用いたカルマン渦の流出周波数と一致することがわかった。このことは出力500mWのレーザ光を一方向に広げ円柱前面中央断面に照射することによって確認した。

つぎにこの渦軸の位置が変動した時の流れを上記のレーザ光を用いて、液中粒子と写真撮影したもので求めた流速分布図(図7, 図8)によると、流れも渦軸の変動にしたがって大きく変動していることがわかる。

これらのことより図3をその流速分布図(図2)より求めた河床近傍の平均流速と用いてカルマン渦の周波数を求め時間軸を無次元にしたものを図9に示す。この図より明らか

に局所流場の時間スーアルは渦軸後部のカルマン渦の周波数によって規定されていると考えられる。



図 1

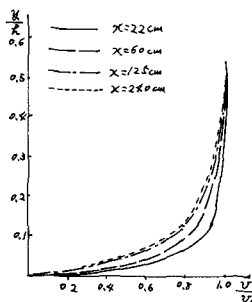


図 2

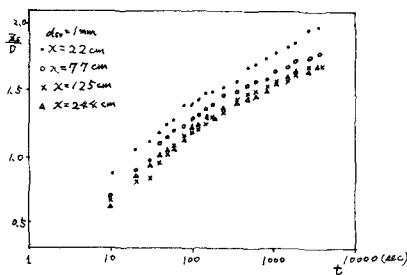


図 3

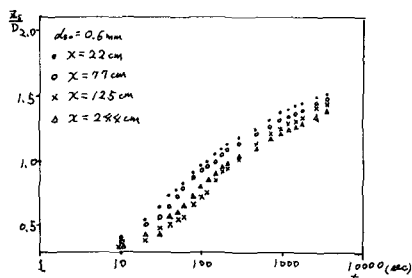


図 4

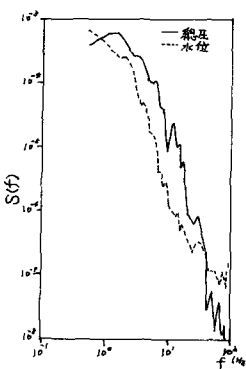


図 5

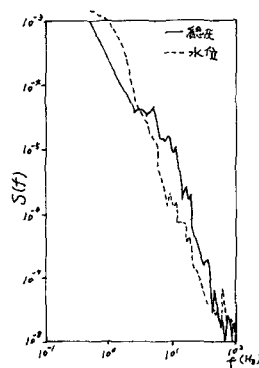


図 6

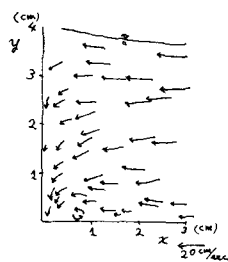


図 7

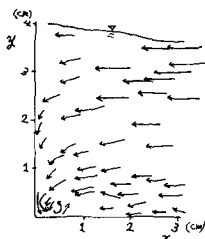


図 8

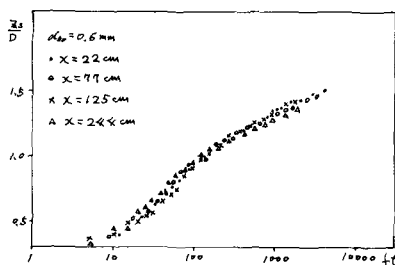


図 9

参考文献

- 1) 中川・鈴木：円柱橋脚周辺における局所流場に関する実験的研究 関西学講 1971
- 2) 梶・梅田西田：流れの変化による円柱周辺の流場 土木学会年講 1973
- 3) Roshko : Experiments on the flow past a circular cylinder at very high Reynolds number. Nov. 1960 Fluid Mechanics