

## 渦点法による地表面近くの物体周りの流れの推定

徳島大学工学部 正 員 宇都宮英彦

徳島大学工学部 正 員 長尾文明

徳島大学大学院 学生員 ○尾立圭巳

1. まえがき 橋梁の桁下空間が狭くなったとき、橋梁に作用する動的空気力が桁下空間が広い場合と異なることが風洞実験に基づいて報告されている<sup>1)2)</sup>が、この点について基本断面を対象として渦点法によって地表面と構造物の間隔を変化させたときのフローパターン、空気力等の解析を行った。

2. 境界条件 本解析では、地表面は有限長の厚みのない地面盤で表した。また、地面盤上での渦点間隔(DS2)は正方形柱表面での間隔(DS1)の数倍にして未知量の数を減らし、間隔を広げること

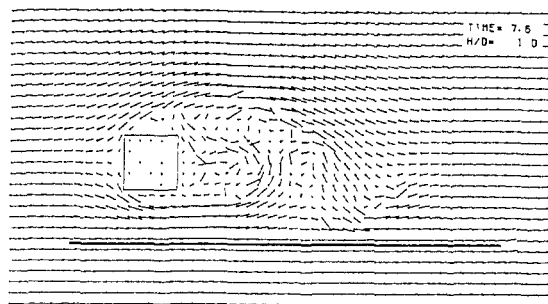
表1 解析条件

| 物体表面渦の離散化方法 | 集中渦分布法 |       | 連続渦分布法 |
|-------------|--------|-------|--------|
| CASE        | CASE1  | CASE2 | CASE3  |
| DS2/DS1     | 1      | 5     | 5      |

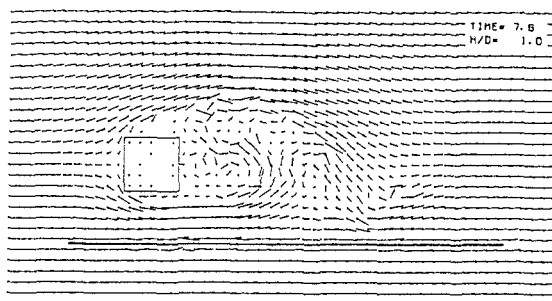
による精度上の問題を表1に示す3ケースにおいて風速ベクトルを求めることによって調べた。物体表面渦の離散化方法は、物体表面を多数の線要素に分割し、要素の接点に集中する渦点を配置させる方法(集中渦分布法)と、各線要素内で線形変化する渦を分布させる方法(連続渦分布法)の二つの方法を用いた。図1はそれぞれの風速ベクトルを示したものであるが、これによると集中渦分布法を用いたCASE1の場合の流速ベクトルは、地面盤下側での流れは定常を保っているが、CASE2の場合は地面盤下側での流れは乱れ、境界条件が満たされていないことがわかる。また、連続渦分布法を用いたCASE3の場合は、地面盤下側での流れは乱れておらず、連続渦分布法を用いることによってCASE1の5倍の間隔であるにもかかわらず、地面盤の境界条件は満たされていることがわかる。このことから連続渦分布法は集中渦分布法より、計算機の容量の制約を受けずに物体表面近傍の流速分布を精度よく求められると考えられる。

3. 実験結果との比較 図2は、地面盤と正方形柱の純間隔Hを正方形柱の一辺Dで無次元化したH/Dの変化に伴う流体諸量の計算結果と実験結果との比較を示したものである。本モデルは、定量的な比較には若干の問題はあるが、定性的な比較は可能であると考えこの比較を行ってみた。これによると実験結果はH/Dの減少に伴いどれも減少しているのに対して計算結果は全く逆の傾向を示している。この原因としては、現在までの研究から剥離渦の強さの決定方法に問題があるものと考えられる。本モデルにおいては、前縁角部において図3の辺a bに沿う境界層が剥離する結果、渦が放出されると考え、固定点Pにおける流速 $U_p$ を求め微小時間 $\Delta t$ ごとに剥離渦の強さ $\Gamma_p = (1/2)\Delta t U_p^2$ の渦点 $\Gamma_p$ を導入している。図4は流体諸量と辺a bから固定点までの距離 $\delta$ の関係を示したものであるが、 $\delta$ を小さくすると抗力係数、揚力係数の振幅、ストローハル数は大きくなる傾向があることがわかる。このことから、実験結果と一致しなかった原因は $\delta$ を固定していたことにあり、H/Dの減少に伴い $\delta$ を大きくすれば実験値に近づくことが予想できる。しかし、 $\delta$ を流れの状態によって決定するのでは適用範囲が狭いため、非定常剥離流れ全般にわたって解析できる統一的な剥離渦の強さの決定方法が必要であると考えられる。そこで、現在物体表面上の渦分布は境界層を表していると考え図5の斜線部の渦を集中させ、その渦を、その場所の誘起速度で後流中に放出する方法を考えている。図6はそのときの流体力の計算結果であり、抗力係数は実験結果とほぼ一致しており揚力係数の振幅、ストローハル数はやや大きな値を取っている。しかし、これは渦の減衰を考慮すれば実験値に近づくことは可能であると考えられ、今後この方法についてさらに検討を加える予定である。

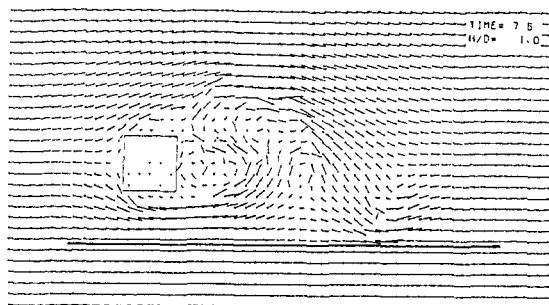
4. あとがき 今回行った集中渦分布法と連続渦分布法の比較により、連続渦分布法は物体表面の風速分布をより精度よく近似することがわかった。また、今後の課題としては、剥離渦の強さの決定方法、物体表面近くの渦点の粘性による影響の評価法を確立することなどが挙げられる。



CASE1



CASE2



CASE3

図1 風速ベクトル

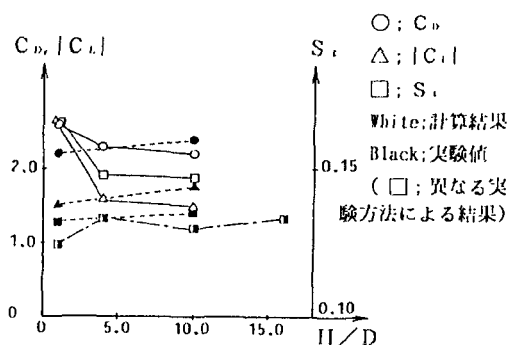
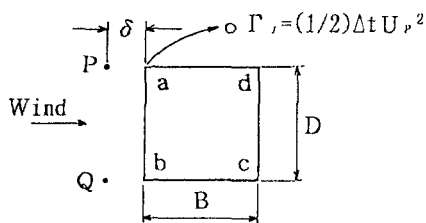
図2  $H/D$ の変化に伴う抗力係数( $C_D$ ),揚力係数の振幅( $|C_L|$ ),ストローハル数( $S_t$ )の変化

図3 剥離渦の決定方法

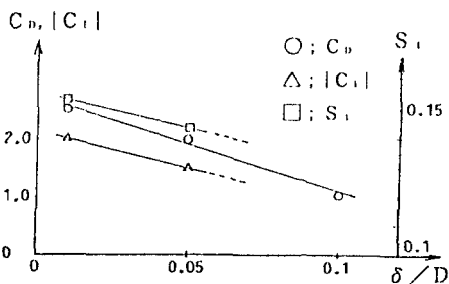
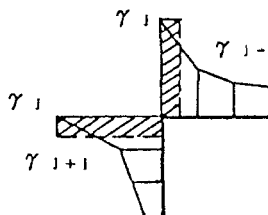
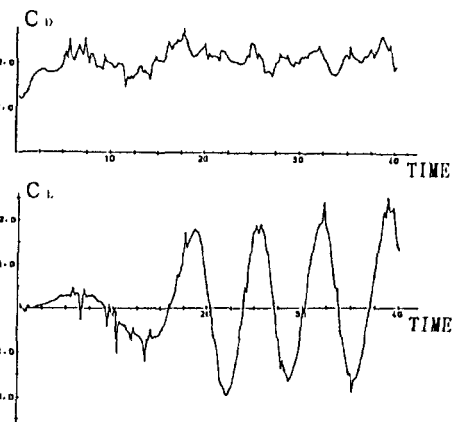
図4  $\delta$ と抗力係数( $C_D$ ),揚力係数の振幅( $|C_L|$ )ストローハル数( $S_t$ )の関係

図5 物体角部における連続渦分布の集中方法

図6 抗力係数( $C_D$ ),揚力係数( $C_L$ )の時間変化

参考文献 1)宮崎ら;土木学会第40回年次学術講演概要集、I-228、pp 455-456、昭和60年9月。  
2)宇都宮ら;平成元年度日本風工学会年次研究発表会梗概集、pp 65-66、平成元年10月。