

矩形断面の渦励振力に関する基礎的研究

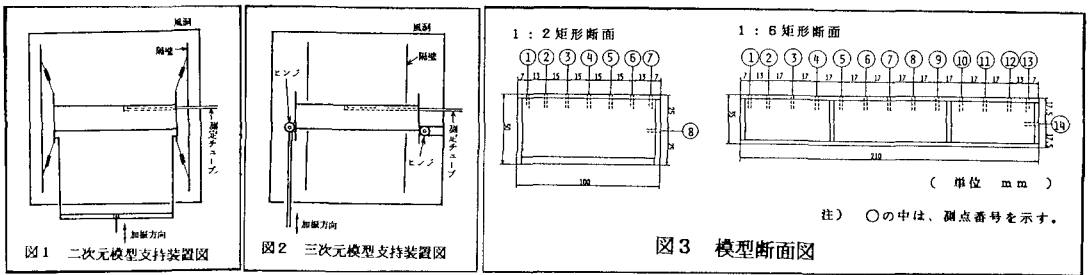
徳島大学 工学部 正 員 宇都宮英彦
 徳島大学 工学部 正 員 長尾 文明
 徳島大学 大学院 学生員 ○高島 秀明

1. まえがき

筆者らは、1:2矩形断面、1:6矩形断面を用いて自由振動法により二次元(2D)、三次元(3D)模型の渦励振応答特性を調査し、三次元模型の応答を、二次元模型に作用する空気力の振幅依存性を考慮して推定したが、実測値と推定値は空気力特性が一致していない¹⁾。これは、なんらかの三次元的流れの存在が応答に影響を与えていると考えられる。そこで、本研究では、模型周囲の表面圧力を測定することによって、断面にかかる渦励振力を求め、二次元、三次元模型を用いた場合の空気力の相違、三次元的な流れの有無を調べ考察を加える。

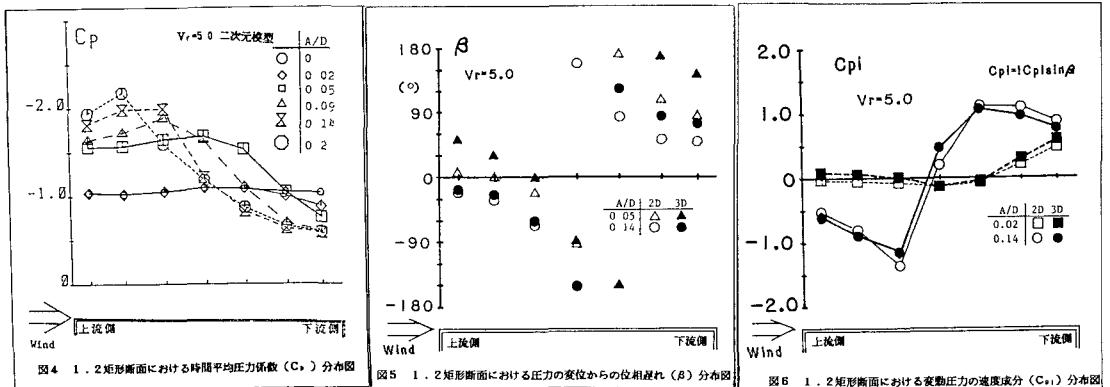
2. 実験の概略

今回の実験では、模型の幅員方向に作用する空気力(表面圧力分布)を強制振動法により調べた。二次元模型は通常のパネ支持形式で(図1参照)全体を平行移動させるように加振し、三次元模型は片持形式である(図2参照)。これは、橋軸方向の勾配が、断面周囲の橋軸方向の流れを発生させ、二次元的な流れの場を形成しないことについて、その可能性を検討するための最も簡単な模型であることから採用された形式である。用いた模型の断面図を図3に示す。



3. 実験結果および考察

まず、1:2断面について考える。図4、5、6は幅員方向の各測点に対する時間平均圧力係数 C_p 、変動圧力の位相遅れ β 、変動圧力の速度成分 C_{pi} の分布図である。ここで、 C_p は平均的流れの様子を、 C_{pi} は非常定空気力の速度成分(正のとき励振力、負のとき減衰力)を意味する。図4より、大振幅では前縁で渦の剥離パブルが形成され、後縁で圧力が回復しており剥離流れが再付着する流れ、静止時や小振幅では、全測点でほぼ同一の値を示しており、流れが断面に付着しない流れになっていることがわかる。



三次元模型の定常振幅を二次元、三次元模型に作用する空気力を用いモード解析法によって求めた結果(図

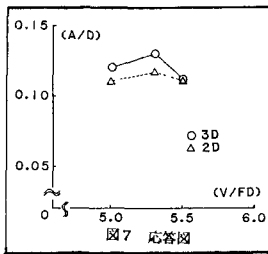


図7 応答図

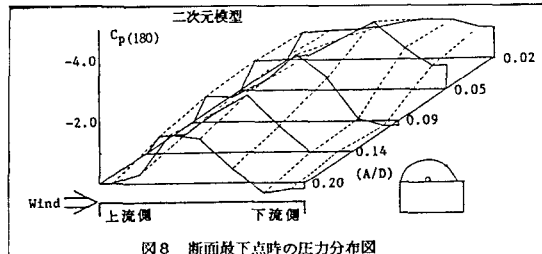


図8 断面最下点時の圧力分布図

7) より、三次元模型に作用する空気力による応答が大きくなっている。この原因として、圧力のなす仕事の直接原因である C_{p1} の正の領域（励振域）の増加、つまり変動圧力と変位の位相差の影響が考えられる。図5より、大振幅において位相遅れが大きくなり、二次元と比較して三次元模型の位相差は、振幅に無関係に位相遅れが大きくなる。これは、三次元効果により大振幅の影響を受けていると考えられる。ここで、断面が最下点（渦が C_{p1} の符号の変化点付近を流れているとき）に変位した時の瞬間圧力分布を図8に示す。この図をみると、 C_{p1} の符号の変化点付近の圧力は、変位振幅が大きいほど高い。圧力差があると高压部より低压部に向かって流れが生じることより、この付近での大振幅から小振幅への流れが考えられる。これにより、三次元模型による C_{p1} の符号の変化点が二次元模型を用いた場合に比べて前縁側により、励振域が増え、三次元模型に作用する空気力を用いた推定応答が大きくなると考えられる。

次に 1:6 断面について考える。図9、10は、図4、6にそれぞれ対応する。図9より、 C_p は、振動の有無に関係なく、圧力回復が断面中央部以後に存在する。この断面は、振幅によらず再付着する流線を描くことがわかる。図11は、変動圧力のなす仕事を示している。これによると、二次元模型では、振幅がある程度大きくなると変動圧力のなす仕事が減少するが、三次元模型では増加するという違いがみられる。これは、図10において、三次元になると C_{p1} が前縁の一部を除いてほぼ一致し、特に、中央付近の減衰域において大振幅時の C_{p1} の成分の減少が原因と思われる。これについて、前縁部の流れは、Leading edgeに支配された流れであり、三次元効果はあまりみられず、再付着後に、三次元効果により均一化してくると考えられる。この現象が、二次元、三次元との空気力の違いを生じさせると考えられる。

4. まとめ

1:2 矩形断面では、静止中と振動中との空気力特性が異なり、同一風速に対して二つの流れの型の存在が考えられる。1:6 矩形断面では、空気力特性に変化はみられず常にほぼ同じ流れの型である。また、二次元、三次元模型では、両断面とも空気力の違いがあり、二次元模型の応答より、空気力の振幅依存性によって三次元模型の応答を求めると誤差が生じる。今後の研究課題として、断面まわりの流れの可視化によって流れの様子をみる必要がある。

最後に、本研究遂行に際し、多大な援助を受けた川田工業（株）畠山圭司氏に謝意を表わす。

参考文献 1) 宇都宮英彦、長尾文明、畠山圭司：部分模型の有効性に関する基礎的研究、昭和60年度日本風工学会年次研究発表会 梗概集

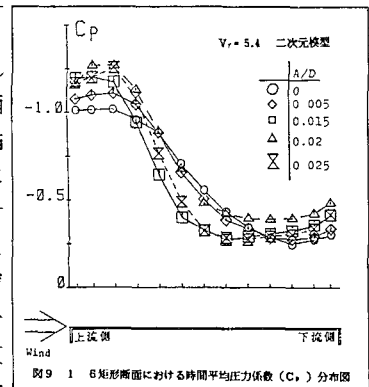
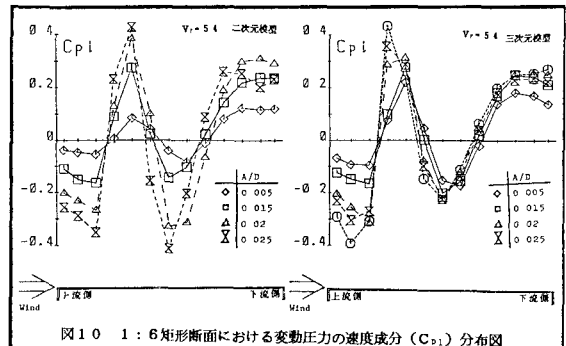
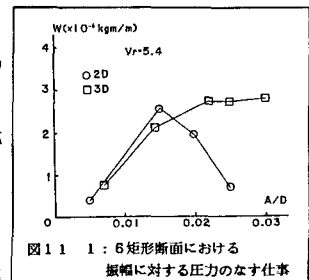
図9 1:6 矩形断面における時間平均圧力係数 (C_p) 分布図図10 1:6 矩形断面における変動圧力の速度成分 (C_{p1}) 分布図

図11 1:6 矩形断面における振幅に対する圧力のなす仕事