

日本鋼管(株) 正員 藤澤 伸光
同 上 正員 武田 勝昭

まえがき ねじれフラッタを防止する方法の1つに中央分離帯の閉塞がある(以下バリアという)。前報⁽¹⁾で、バリアにより下流側の圧力変動が減少することを報告したが、その後の研究で、バリアの作用はそれが設置される前の断面の基本特性によって異なることが明らかになったので、その概要を報告する。

使用模型 実験には弦長480mm、厚さ34mmの平板に近い矩形柱(平板)およびこれに高さ7mmのフランジを設けたもの(H型)の2種類の模型を用い、バリア(高さ30mm)の有無による圧力変化を調べた。図1はこれらの模型をねじり1自由度で自由振動させた場合の空力減衰で、両模型とも $Vr > 4$ ではバリアにより減衰が増加すること、特にH型では減衰が負から正に転じフラッタが防止されていることが判る。なお、低 Vr での減衰は若干複雑な変化を示しているが、本報では比較的高い Vr での特性に着目し、定常圧力との関係について準静的考察を試みる。

定常圧力分布 迎角 $\alpha = \pm 1.5^\circ$ および 0° における各模型上面の定常圧力係数を図2に示す。図中、LEは前縁、TEは後縁を示す。平板では前縁からの剥離による負圧が、再付着により断面中央付近で回復する。再付着の位置は迎角によって変り、 $\alpha > 0$ では下流へ、 $\alpha < 0$ では上流へ移動するため、再付着点付近では迎角によって圧力が大きく変化するが、その他の部分、特に再付着点より下流側では迎角による圧力変化は少ない。これにバリアを設けると、バリア背後で再び圧力低下が生じる。注目すべきことは、バリアより下流では迎角による圧力増減の傾向が逆転することで、迎角が負の場合の方が圧力が低下している。上流側では概してバリア設置による変化は小さい。H型では再付着による圧力回復点が大きく下流に移動する。平板に比べて全体に迎角変化に伴う圧力変化が増しているが、再付着点付近で特に変化が大きいという傾向は変わらない。バリア設置による変化は上流側にはほとんど認められないが、下流側では、再付着点移動により迎角とともに大きく増減していた圧力が、バリア設置後は迎角の影響をほとんど受けなくなり、ほぼ一定となる。

非定常圧力分布 各模型に振幅 1.5° のねじり振動($Vr = 20$)を強制的に与えた場合の非定常圧力の絶対値 C_p および変位に対する位相遅れ β を図3,4に示す。速度と同相で正のモーメントが負減衰を与えることにより、上流側では $0^\circ < \beta < 180^\circ$ 、下流側では $0^\circ > \beta > -180^\circ$ が不安定の条件となる。図3より、平板ではフラッタには至らないものの、位相の遅れた下流側の圧力は不安定要因となっている。これにバリアを設けると位相は 180° 反転し安定側となるが、これは既

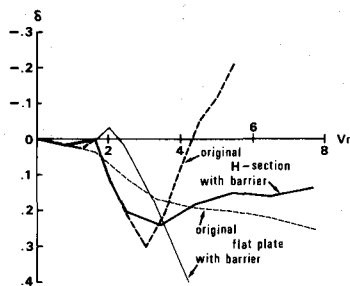


図1 空力減衰

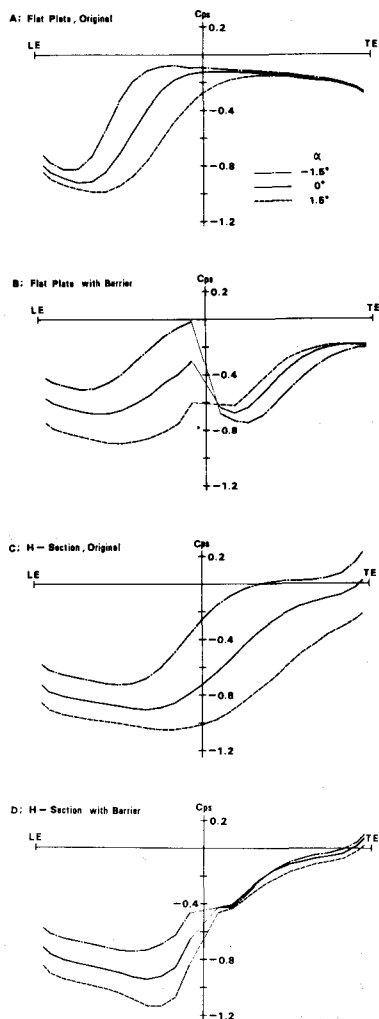


図2 定常圧力係数

述の定常圧力-迎角特性の逆転の結果として準静的に理解される。一方、H型(図4)では、バリアによる位相変化はほとんど認められず、いずれにしても下流側の圧力は不安定側に作用しているが、変動の絶対値が著しく減少するため断面全体としては不安定要素が減少して安定となる。これは、バリア背後の定常圧力が迎角によらずほぼ一定となっていることに対応するものと解釈される。

模型近傍の静圧分布 上述のように、平板、H型両模型ともバリアにより減衰が増すが、その作用は両者で全く異なる。さらに、少くとも高風速においては、バリアの作用を含めて振動時の圧力の定性的特徴は定常圧力から準静的に推定したところと良く一致する。そこで、バリアによる定常圧力特性の変化をより良く理解するために、圧力計測孔を設けた平板を流れに平行に置き、模型上方の空間における静圧分布を測定した結果を図5、6に示す。図中、横軸は流れ方向の位置、縦軸は模型上面からの距離、等高線の傍の数字は圧力係数を示す。バリアのない平板の場合、前縁剥離により圧力の低下する領域(剥離バブル)が $\alpha > 0$ では前縁から断面中央付近まで大きく広がっているのが、 $\alpha < 0$ では前縁近傍に縮小する様子が視覚的に理解されるであろう。バリアを設けると、バリアの上流側に圧力が上昇する領域が生じるとともに、その背後に別の剥離バブルが現れる。図から、このバリア前の圧力上昇および背後の低下は $\alpha < 0$ の場合に大きくなることが明らかであるが、これは前縁の剥離バブルが相対的に小さく再付着後の速度の大きい流れがバリアに当たるためと考えられ、バリア設置により定常圧力-迎角特性が逆転する所以である。一方、H型の場合は断面全体に剥離バブルが広がっているようであるが、 $\alpha < 0$ では平板と同様にバリア設置により背後の圧力が若干低下する。H型について驚くべきことは、バリアが完全に剥離バブル内にあると考えられる正の迎角でバリア背後の圧力が著しく上昇していることで、このためバリア背後の定常圧力が迎角によらず一定となる。その理由は、必ずしも明らかではないが、バリアによる乱れが再付着を促進するのではないかと想像される。

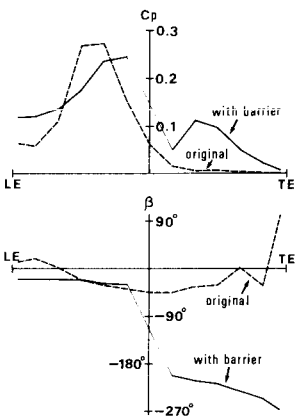


図3 非定常圧力(平板)

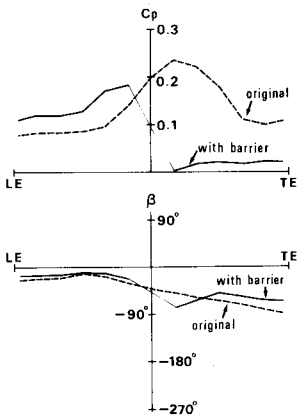


図4 非定常圧力(H型)

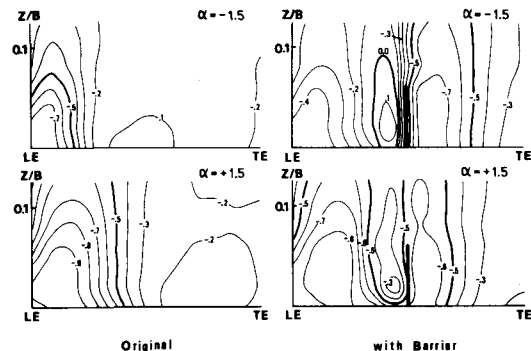


図5 静圧分布 (平板)

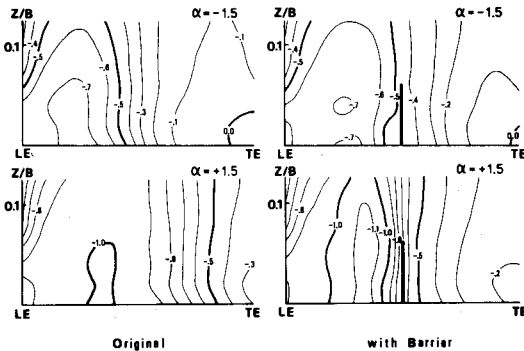


図6 静圧分布 (H型)