

京都大学大学院 学生員○金村 宗 京都大学工学部 正会員 松本 勝
 京都大学大学院 学生員 吉住文太 京都大学大学院 学生員 藪谷忠大
 京都大学工学部 正会員 陳 新中

1.はじめに 本研究では、前縁に鉛直可動プレートを設置した $B/D=20$ の矩形断面の非定常圧力結果 [1] をもとにして、たわみ・ねじれ間の位相差および振幅比を考慮に入れ、解析的にフラッター解析を行う。また、可動プレートと応答の位相がフラッター安定化に及ぼす役割について述べる。

2.解析における不定問題 連成フラッター解析においては、ある風速あるいは換算風速のもとで予め8個の非定常空気力係数を求めておくことが必要となる。しかし、今回の可動プレートによるアクティブ流れ制御の場合、ねじれブランチに注目した例では、 $A2^*$ 、 $A3^*$ 、 $H2^*$ 、 $H3^*$ の4個は決められるものの、他の4個は定められない。すなわち、他の4個 $A1^*$ 、 $A4^*$ 、 $H1^*$ 、 $H4^*$ はたわみ振幅（厳密には可動プレート振幅とたわみ振幅の比）と可動プレートとの位相差によって決定されるのに対し、この位相差はねじれ応答とたわみ応答の位相差が決まらないと定められない。ところがたわみ応答を求めるためには予め $H1^*$ 、 $H4^*$ を決めておくことが必要となるため、これらのフラッター解析は不定問題となる（図1参照）。このため本研究では予めたわみ・ねじれ振幅比 η_0/ϕ_0 と位相差 ψ を仮定し、 $H1^*$ 、 $H4^*$ を定め、それによって求められる η_0/ϕ_0 、 ψ が元の仮定値と一致するまで繰り返し計算することで収束解として $H1^*$ 、 $H4^*$ を決定する Step-by-step 法を用いた。

3.解析手法 固定された位相差 θ_T と位相差 ψ 並びにたわみ速度からプレートの変位までの位相差 θ_B には図1の様な従属関係があるので、位相差 ψ が決まると、それに応じて位相差 θ_B が決定される。ところが θ_B は実験で 0° から 45° ピッチで測定しているにすぎない。そこで本解析では、位相差 θ_B を持つ可動プレート付き矩形断面の変動圧力は、ある矩形断面の変動圧力に、位相差 θ_B だけずらした可動プレートのみによる変動圧力を足し合わせたもので表現されると仮定した [1]。その際、可動プレートの設置に伴い、実際の断面辺長比より小さい $B/D=12.5$ の矩形断面を足し合わせるものとした [1]。また、振幅比 η_0/ϕ_0 は実験において一定としたので任意の振幅比 η_0/ϕ_0 が求められない。そこで変動圧力係数の大きさが、相對迎角の最大値に比例するという線形性を考慮に入れて対処した [1]。以上の仮定に基づいて、位相差 ψ と振幅比 η_0/ϕ_0 を収束させながら Step-by-step 解析 (Torsional Branch) を行なった。

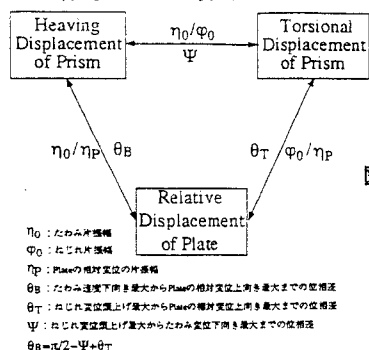


図 1

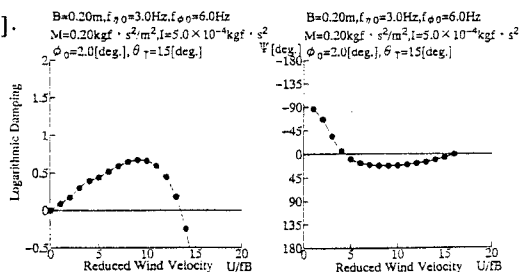


図 2

4. フラッター特性 Step-by-step 解析 (Torsional Branch) では、固定した位相差 θ_T を 0° から 15° ピッチごとに変化させ、さらに風速は無次元風速で1から1刻みで変化させた。解析結果のうち位相差 θ_T が 15° 、 105° 、 180° の場合の対数減衰曲線、ねじれ変位とたわみ変位の位相差 ψ を図2、図3、図4にそれぞれ示す。また位相差 θ_T と矩形断面に対するフラッター発現風速をプロットした図を図5に示す。図2、図4、図5より位相差 θ_T が $15^\circ \sim 180^\circ$ では、 B/D が20の矩形断面とほぼ同じ発現風速となっていることがわかる。また、図3、図5より位相差 θ_T が 105° 付近でフラッターが発現しにくい位相差となっていることがわかる。一方、図5より位相差 θ_T が $195^\circ \sim 345^\circ$ においては $B/D=12.5$ 矩形断面のフラッター発現風速をも下回っており、位相差 θ_T の取り方によって可動プレートがフラッター安定性に対し有効にも逆効果にもはたらくことがわかる。また、位相差 $\theta_T=60^\circ$ の場合の非定常空気力係数(図6)をみると、正の値となっており、たわみ振動に関する検討が必要である。このことは文献[2]と符合する。

5 結論

1. 可動プレートの動きには、フラッター振動に対して有効な位相差領域と逆効果の位相差領域とがある。有効な領域は大きく、それゆえ可動プレートの位相差設定はしやすくなるので、可動プレートの設置によるアクティブ制御はフラッター安定化に対し、有効な手段となりうる。

2. 位相差 $\theta_T=60^\circ$ では、ある限定された風速域で非定常空気力係数 $H1^*$ が正となり、たわみ振動に対して注意が必要なことを意味し、文献[2]の結果と符合する。

参考文献

- [1] 吉住文太, 松本 勝, 金村 宗, 藪谷忠大; 前縁に鉛直可動プレートを設けた矩形断面の非定常圧力特性, 関西支部年次学術講演会, 1996
- [2] 日下部毅明, 佐藤弘史, 関谷光昭; アクティブコントロールによるフラッター制振に関する実験的研究, 第13回風工学シンポジウム, 1994

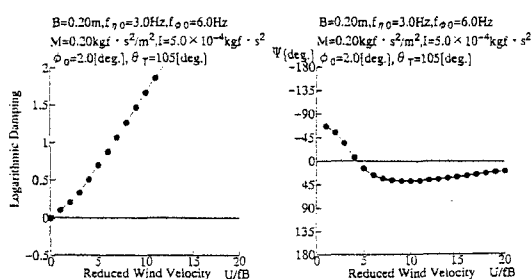


図 3

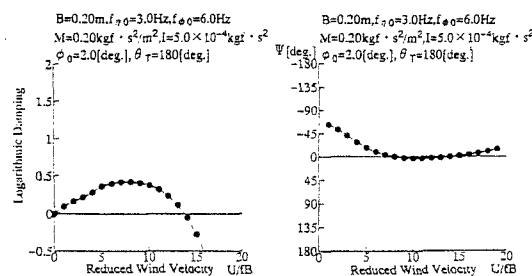


図 4

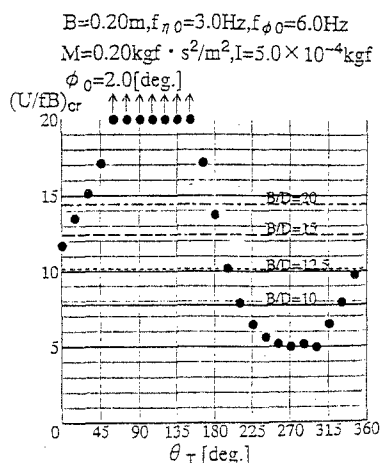


図 5

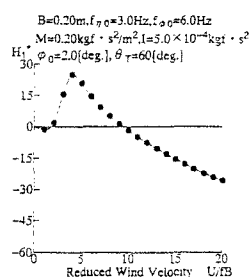


図 6