

I-477 非定常空気力に着目したフラッター安定化策についての考察

京都大学大学院 学生員○浜崎 博 京都大学工学部 正 員 松本 勝
 京都大学工学部 正 員 白石成人 宮 地 鐵 工 所 正 員 小林裕輔*
 京都大学大学院 学生員 川合吉弘 (*研究当時 京都大学大学院)

1. 序

古代ローマ時代水道橋として発達した橋梁も今や高強度鋼の開発により明石海峡大橋に代表されるような超長大橋が可能となった。それに伴い風による動的振動対策の超長大橋の設計・施工における重要性が極めて高くなってきている。

本研究では、フラッター安定性の高いことが以前から指摘されている楕円断面⁽¹⁾の非定常空気力特性を明らかにし、さらに楕円と類似した圧力特性を持つ断面中央に突起(以下、センターバリアと呼ぶ)を設けた矩形断面を用いて強制加振実験及び自由振動実験を行うことによりフラッター安定性への非定常空気力係数の役割について考察を行った。

2. 楕円のフラッター安定性に関する実験及び考察

Fig.1に示す楕円断面を用いて1自由度ねじれ/たわみ強制加振実験を行い非定常圧力及び位相差を測定した(Fig.2)。これより非定常空気力係数を求め(Fig.3)、複素固有値解析を行うことによってフラッター振動数及び対数減衰率(Fig.4)を求めた。Fig.4より楕円断面のフラッター発現風速は $B/D=20$ の矩形断面とほぼ同等であり、断面辺長比が3であることを考慮すると、矩形断面に比べて著しくフラッター安定性が向上しているといえる。Fig.2より断面側面上で前半と後半の2カ所で変動圧力係수에ピークが存在し、また位相差も前縁から後縁までほぼ一定で変化しないことから、断面側面上に2つの内部循環流が存在しているものと考えられる。これによりよりフラッター安定性に大きく寄与するといわれる非定常空気力係数 $A_2^{* (2)}$ を導く $\tilde{C}_{pA_2^{* (3)}}$ が前半部と後半部で相殺されて小さくなりフラッター安定性が向上したものと思われる。

3. センターバリア付き矩形断面のフラッター特性

楕円断面側面上での2カ所の内部循環流がフラッター安定性に大きく寄与することをふまえて、Fig.1に示すようなセンターバリア付き矩形断面を用いて楕円断面同様に1自由度ねじれ/たわみ強制加振実験及び複素固有値解析を行った。 $B/D=20$ についてはセンターバリア高さの影響について考察するために $h/D=0.5, 1.0$ の2種

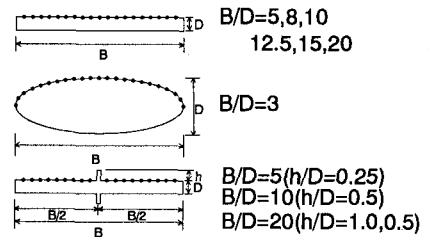


Fig.1 Model configurations

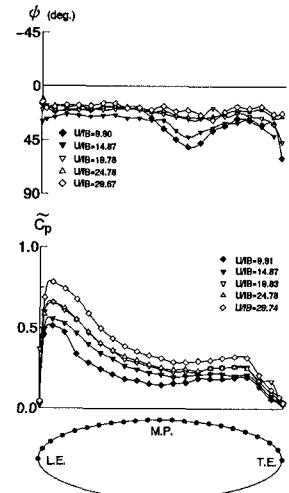


Fig.2 Magnitude $\tilde{C}_p$ and phase difference ϕ for ellipse (1DOF Torsional)

類のセンターバリアをもつ矩形断面について1自由度ねじれ／たわみ強制加振実験及び複素固有値解析解析を行った。Fig.3に非定常空気力係数 A_2^* 、風速一減衰率をFig.4、変動圧力係数・位相差をFig.5に示す。Fig.4よりセンターバリア付き矩形

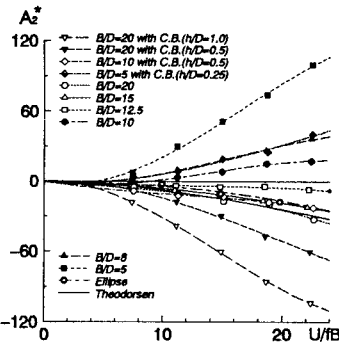


Fig.3 Aerodynamic derivative A_2^*

断面は同じ断面辺長比を持つ矩形断面に比べてフラッター安定性が著しく向上していることがわかる。また2種類のセンターバリアを持つ $B/D=20$ のセンターバリア付き矩形断面に注目するとセンターバリアの高さが高い方がフラッター安定性が向上する傾向が認められた。Fig.5よりセンターバリア付き矩形断面側面上においても楕円同様変動圧力係数のピークが2カ所みられ2つの内部循環流が存在していることが確認できた。さらに位相差に注目すると前縁部から中央まで徐々に遅れセンターバリアを境に 180° 遅れる傾向がみられる。このことより楕円断面後半部において $\tilde{C}_{pA2^*}$ が負方向に大きくなり A_2^* の負の絶対値が大きくなり、フラッター安定性が向上したものと考えられる。

4. 結言

以上より、断面側面上に2つの内部循環流が存在することによりフラッター安定性が向上することが分かった。このことより楕円及びセンターバリアが有用なフラッター安定化策であると考えられる。

しかし一方、楕円についてはレイノルズ数効果、センターバリア付き矩形断面については受風面積の増加による抗力の増大など考慮すべき問題があり今後の研究課題となっている。

参考文献

- 1) Roy Richardson: Radical Deck Designs for Ultra-Long Span Suspension Bridges, 13th IABSE Congress Report, pp. 901-904, Helsinki, 1988.
- 2) Scanlan R.H.: The Action of Flexible Bridges under Wind, Part I (flutter Theory), Journal of Sound and Vibration, 60-2m pp. 187-199, 1978.
- 3) 松本 勝・白石成人・新原雄二・小林裕輔・秋山真吾: 各種矩形断面のFlutter derivativesに関する実験的研究, 日本風工学会誌, 1993年

$B=30.0\text{m}$, $f_{\text{no}}=0.2144\text{Hz}$, $f_{\text{po}}=0.5708\text{Hz}$
 $M_y=1.998 \times 10^3 \text{kg} \cdot \text{s}^2/\text{m}^2$, $I_x=1.087 \times 10^5 \text{kg} \cdot \text{s}^2$

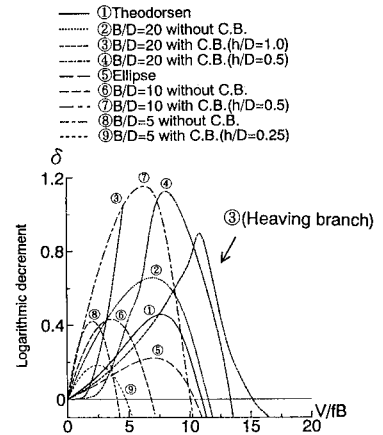


Fig.4 $V-\delta$ diagrams for various sections

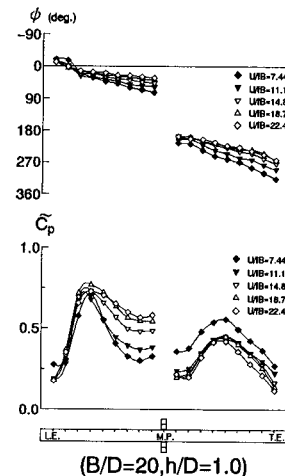


Fig.5 Magnitude $\tilde{C}_p$ and phase difference ϕ for rectangular section with C.B. (1DOF Torsional)