

立命館大学理工学部 学生員○新田吉伸

立命館大学理工学部 正 員 小林紘士

1. まえがき 長大吊橋を経済的に作る手段として、橋梁断面を偏平断面にすることによって軽量化をはかることが考えられる。しかし、そのような偏平断面を採用することによってフラッターが低風速で発生するようになり、フラッター現象が大きな問題となる。この問題についての対策の一つとして、補助翼を用いた空力的アクティブコントロールによってフラッターを制御することが考えられ、補助翼の設置により、耐風安定性を保ち、橋梁の軽量化を実現できるものと思われる。

そこで本研究では、補助翼を有する2次元模型による風洞実験を実施し、その効果について調べた。

2. 実験 補助翼によるフラッターコントロールを実験的に確かめるために2次元模型による風洞実験を行った。模型は図1に示すものを用いた。補助翼は桁の内部に埋め込んだ直流モーターにより駆動させた。補助翼の運動のコントロールはパソコンを用いたデジタル制御によって行った。図2に示されるように模型断面を与える時、補助翼角度は次式のように模型変位に比例させ、位相差を持って運動させる。

$$\alpha_1 = K_1 \frac{h_1}{b} e^{i\theta_1} \quad \alpha_2 = K_2 \frac{h_2}{b} e^{i\theta_2}$$

ここに、 K は制御倍率、 θ は変位に対する位相角、 i は虚数であり、添字1,2は、それぞれ上流翼、下流翼に対するものである。

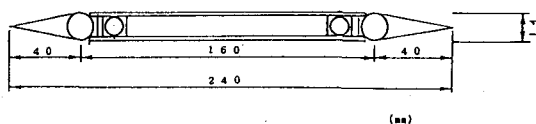


図1 模型断面

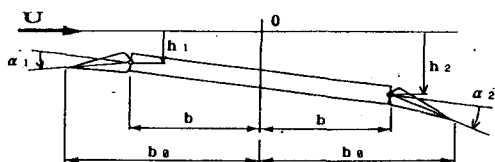


図2 補助翼によるフラッターコントロール

3. 結果 いくつかの実験ケースのうち、フラッター制御効果が確認されたケースは、 $\theta_1 = \pi/4$, $\theta_2 = \pi/2$, $\theta_1 = -\pi/2$, $\theta_2 = \pi/2$ であった。図3に $\theta_1 = -\pi/2$, $\theta_2 = \pi/2$ の応答を示す。これによると、無制御時のフラッター限界風速より、倍率を適切に選定することによって約2倍近く限界風速を引き上げることができ、ダイバージェンスにより実験不能になった ($U/\omega b_s = 5.4$)。また、図4に補助翼の制振効果を調べた応答記録の例を示す。これは、 $\theta_1 = -\pi/2$, $\theta_2 = \pi/2$ の実験ケースにおいて無次元風速 $U/\omega b_s = 3.1$ (U は、風速、 ω はフラッターが生じているときの振動数、 b_s は図2に示した寸法) のときに制御を行わなければフラッタ

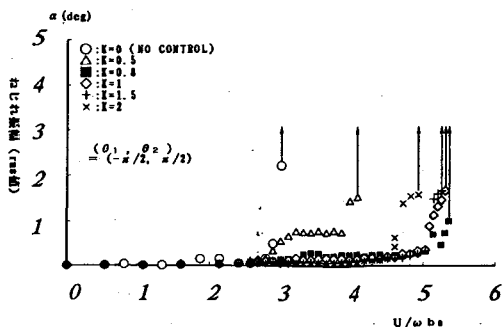


図3 模型の応答

ーが生じるが補助翼による制御を開始すればフラッターは安定化することがわかる。 $\theta_1 = -\pi/2$ $\theta_2 = \pi/2$ のときのフラッター限界風速 U_F を制御倍率 $K_1 = K_2 = K$ をパラメーターとしてフラッタ理論に基づいて³⁾ 計算した。計算結果を曲線で、また実験による U_F を△印で図5にプロットした。ここではねじれ振幅の rms が 0.5° 以上をフラッターと定義した。計算値と実験値は必ずしも合致していないが、倍率 K が1を越えると十分な安定効果が得られることがわかる。

4. 結論 適切な位相角 θ と倍率 K を選定することにより、補助翼を用いて限界風速を高めることが可能であることが確認された。

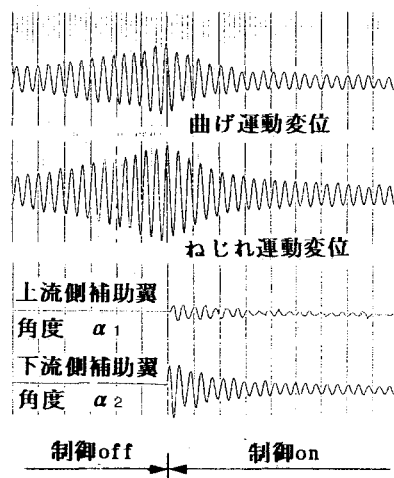


図4 補助翼の制御効果

($U/\omega b a = 3.1$, $K=1$, $\theta_1 = -\pi/2$ $\theta_2 = \pi/2$)

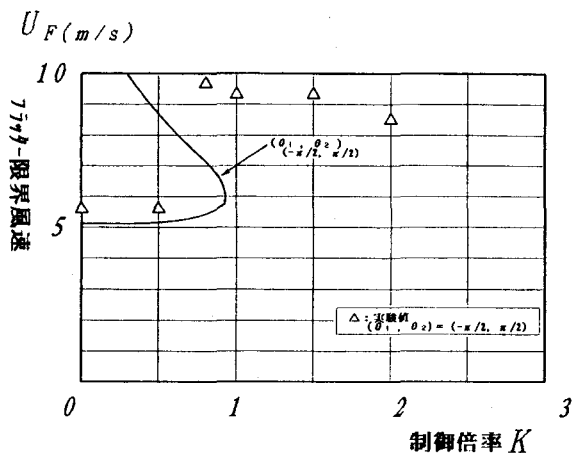


図5 フラッター限界風速の理論値と実測値

参考文献 (1) 永岡弘、小林紘士：長大橋梁のアクティブフラッターコントロールに関する研究、土木学会第44回年次学術講演会、平成元年 (2) 中辻 亘、小林紘士：長大橋梁の風による振動の空力的アクティブ制御、土木学会第48回年次学術講演会、平成5年 (3) Robert H. Scanlan, Robert Rosenbaum : introduction to the study of Aircraft Vibration and Flutter、THE MACMILLAN COMPANY