

I-110 トラス型橋梁断面に作用する動的空気力に関する二三の実験的研究

京都大学工学部 正員 工博 小西一郎
 京都大学工学部 正員 工博 白石成人
 京都大学大学院 学生員 〇桑島 均

§1 概説

従来より、曲げ揺れフラッターを起すと考えられる構造物に作用する空気力に関しては、多くの研究がなされてきた⁽¹⁾。今回、我々は、本州四国連絡橋の一案のトラス補剛型式の吊橋の部分模型に対して、自由振動法により、この断面に作用する動的空気力及び振動特性を計測し、二三の考察を加えた。

§2 模型及び実験装置

模型は、本州四国連絡橋の一案の部分模型を用いた。(これをRT-1と呼ぶ) 風洞は、京都大学工学部土木教室のエッフェル型吸込み式風洞を使用し、応答は、Spring端にとりつけたゲージにより、動歪計で検出し、ペン書きオシロレコーダーに記録した。RT-1の断面の略図及び寸法を図-1に示す。

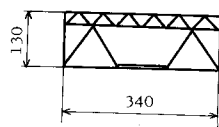


図1-1

§3 空気力の解析

模型の中心軸におけるたわみ変位を w 、揺れ変位を α で表わし、作用する動的揚力及びモーメントを F 、 M 、 α の線型結合であると仮定すれば、振動方程式は次のように表わすことができる。

$$\ddot{w} + 2G_0\omega_0\dot{w} + \omega_0^2 w = H_1\dot{w} + H_2\dot{\alpha} + H_3\alpha = L/m$$

$$\ddot{\alpha} + 2G_0\omega_0\dot{\alpha} + \omega_0^2 \alpha = A_1\dot{w} + A_2\dot{\alpha} + A_3\alpha = M/I_p$$

ここに ω_0 : 非減衰固有振動数, G_0 : 臨界減衰比 ($\gamma = \dot{w}, \dot{\alpha}$),

H_i, A_i ($i=1,3$); 空気力係数, m, I_p ; 単位長当りの質量及び質量慣性モーメント

自由振動法により、ある風速における、振動系の対数減衰率、円振動数、振幅及びたわみと揺れの応答間の位相差を、実験的に求めれば、その風速に対する、各空気力係数 A_i, H_i を求めることができる。

§4 実験結果及び検討

- (1) 応答と風速の関係 図-2 に曲げ揺れ振動時の揺れ振幅 α_0 (rad) とたわみ振幅 w_0 (m) の比と換算風速の関係を示した。また比較の為に NACA-0012 の翼型模型の実験値を同時に示した。図よりわかるように、揺れ剛性がたわみ剛性に対し大きいほど、つまり、揺れ振動とたわみ振動との固有振動数比 $\omega_{\alpha 0}/\omega_{w 0}$ の値が大きいほど、揺れ振動の方がたわみ振動より卓越してくる。また、換算風速が上昇するにつれて、たわみ振動が揺れ振動に比べて大きくなることもわかる。さらに、同一風速に対し、振幅比は変らないが、振幅の大きさの異なる数種の二自由度振動を示した。このことは、平板その他で観察されなかった現象であり、今後、これについても、若干の考察を進めようと考えている。なお、翼型模型の場合は、風速増加と共に急激に振動が発散するのに対し、RT-1 の場合は、広い範囲の換算風速にわたって、定常振動が認められた。

(2) 空気力係数と風速との関係 空気力係数 A_i, H_i を無次元化した空気力係数 A_i^*, H_i^* の実験値と換算風速との関係を図3～図8に示した。また、比較の為に、Theodorsen により導かれた、曲が振り連成振動を行なう平板に作用する空気力の理論値を、図中の実線で示した。実験結果からわかるように、RT-1 に作用する空気力係数は、平板に作用する空気力に比べて、その絶対値が、全般的に小さいことがわかる。個々の空気力係数について言えば、その絶対値について考える時、 H_1^* の実験値は、平板の理論値とよく似た値を示すが、やや小さく、 A_2^*, A_3^* の実験値は、理論値よりかなり小さくなる。また、 A_1^* は理論値よりやや小さく、 H_2^*, H_3^* はかなりばらつき理論値に一致せず、一方、 H_2^* の値は、かなり理論値に近い。以上の解析において、非連成な空気力を表わす係数 H_1, A_2, A_3 は、実際には、構造物が、自由度振動をしている時の値でなければならぬが、実験においては、一自由度振動時の値しか計測できないこと、また、空気力の連成効果を表わす係数 A_1, H_2, H_3 のうち、 A_1, H_2 のばらつきが大きいこと etc. が、今後の課題と考える。

参考文献

(1) 昭和45年度「第25回年次学術講演会講演集」I-150

(2) R. Scanlan and A. Sabzevari "Suspension Bridge Flutter Revisited" ASCE Structural Engineering Conference, 1967

