

変動風中の長大吊橋部分模型に作用する擬定常空気力 および応答に関する二つの考察

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
 京都大学工学部 正員 松本 勝
 京都大学大学院 学生員 ○ 桑島 均

§1 概説

従来より、我々は、長大橋造物、特に吊橋補剛桁に作用する空気力および、振動特性に関する報告を行なってきたが、今回は、本州四国連絡橋の一案であるトラス補剛型式の吊橋部分模型に対して、自由振動法によって、変動風中における、動的空気力および、振動特性を、風洞実験により計測した。

§2 模型および実験装置

模型は、本州四国連絡橋の一案の部分模型を用いた。以下これを 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風洞を使用した。また変動風を発生させるために、模型の上流に $40\text{cm} \times 35\text{cm}$ の格子を組んだ。応答は Spring 端のゲージより動歪計で検出し、フィルターを通してペン書きレコーダーに記録した。一方、データレコーダーにより、模型のたわみ、振れおよび風の従方向、横方向の変動成分の応答を、磁気テープに記録し、スペクトルアナライザーにより、それぞれのパワースペクトルを求めた。

§3 実験および解析

空気力の計算は次のようにする。模型の中心軸におけるたわみ変位を η 、振れ変位を φ で表わし、作用する動的揚力およびモーメントを $\dot{\eta}$ 、 $\dot{\varphi}$ 、 φ の線型結合であると仮定すれば、振動方程式は、次のようになる。

$$\ddot{\eta} + 2\zeta_{\eta}\omega_{\eta}\dot{\eta} + \omega_{\eta}^2\eta = H_1\dot{\eta} + H_2\dot{\varphi} + H_3\varphi = L/m$$

$$\ddot{\varphi} + 2\zeta_{\varphi}\omega_{\varphi}\dot{\varphi} + \omega_{\varphi}^2\varphi = A_1\dot{\eta} + A_2\dot{\varphi} + A_3\varphi = M/I_p$$

ここに、 ω_{η} : 固有振動数, ζ_{η} : 臨界減衰比 ($\gamma = \eta, \varphi$)

H_i, A_i ($i=1\sim3$): 空気力係数, m, I_p : 単位長当りの質量及び慣性モーメント
次に、振動系の対数減衰率, 円振動数, 振幅およびたわみと振れの応答間の位相差を、実験的に求めれば、自由振動法により、空気力係数を算定することができる。

§4 実験結果および考察

無次元化した空気力係数 A^*, H^* と換算風速との関係を図1~図6に示す。比較のために、定常風について得られた実験値の近似曲線を実線で示した。図よりわかるように、 H_1^*, A_3^*, H_3^* については、定常風とほぼ同じ値を示しているが、 A_1^*, A_2^* については、やや、小さい。なお、 A_1^*, H_2^* については、定常風の場合と同様に、実験値のばらつきが、大きい。図7、図8に、模型のたわみおよび振れの振動のスペクトルを示す。図7は、曲が振れフラッターが起る前の状態におけるスペクトルで、図8は、フラッター状態のスペクトルである。図よりわかるように、たわみのスペクトルは、フラッター前では、たわみの固有振動数の近くのピークが、振れの固有振動数の近くのピークより卓越して

いるのに対し、フラッター状態では、ほぼ、振れの固有振動数でピークを示している。図-9、図-10は、図-7、図-8の場合に対応する、風方向および風に直角方向の乱れのスペクトルである。これより、風方向の乱れのピークが、5~10 cycle であるのに対し、風に直角方向の乱れのピークは、ほぼ20 cycle であり、20 cycle 以上では、両者は、ほぼ等しいことがわかる。

