

建設省土木研究所 正員 佐藤弘史
 建設省土木研究所 正員 ○福田 誠
 建設省土木研究所 正員 横山功一

1. まえがき

長大橋梁の風による鉛直たわみ振動（ギャロッピング、パフエッティング）に関連の深い変動揚力は構造物の振動に伴い発生する成分（自動成分）と構造物の振動にかかわらず発生する成分（強制成分）とに大別されるが、いずれも接近流の乱れの大きさによりその特性は変化する。そこで、乱れのほとんどない一様気流中および格子により発生させた乱流中においていくつかの橋桁断面に作用する自動的な揚力および強制的な揚力を測定した。

2. 格子乱流の特性

使用した風洞は土木研究所の非定常空気力風洞であり、乱流発生のために用いた格子はメッシュサイズ 0.25 m, バーサイズ 0.05 m である。乱れの強さは $I_u = 6.2\%$, $I_w = 5.0\%$, 乱れのスケールは $L_x^u = 0.09$ m, $L_x^w = 0.04$ m, $L_y^u = 0.04$ m, $L_y^w = 0.04$ m であった。

3. 変動揚力の測定方法

当研究室所有の非定常空気力検出器を用い、模型を静止あるいは模型幅員の 1% で鉛直たわみ方向に強制加振させ、乱れのほとんどない一様気流中あるいは 2 で述べた特性をもつ乱流中で、変動揚力を測定した。模型を強制加振させる場合には、検出器のカウンターウェイトの大きさおよび位置を調整し、慣性力を除去し、空気力のみを検出するようにした。加振振動数は 0.1 Hz ～ 5.0 Hz まで 0.1 Hz きざみに変化させそれぞれ 100 周期分以上ずつ測定し以下の解析に用いた。このとき、空気力と同時に模型の振動変位も光学式変位計により計測した。

変動揚力の自動成分は (1) 式により、無次元化質量 σ ($= m / \rho B^2$, ここに、 m ; 単位長さあたり質量、 ρ ; 空気密度、 B ; 幅員) と空力減衰 δ_a との積の形で表現した。

$$\sigma \cdot \delta_a = \frac{I_m (H_{Lh})}{(8 \pi f_r^2) (1 / 2 \rho U^2 l)} \quad (1)$$

ここに、 $I_m (H_{Lh})$; 振動模型に作用する変動揚力 l と振動変位 h との周波数応答関数 H_{Lh} の虚数部、 f_r ; $f B / U$, f ; 振動数、 U ; 平均風速、 l ; 模型長

変動揚力の強制成分については、動圧、模型幅、模型長で無次元化し、パワースペクトル密度関数 (S_{CLCL})、および、標準偏差 (C_L) の形で表現した。

4. 変動揚力の特性

測定した箱桁断面形状、変動揚力の自動成分 ($\sigma \cdot \delta_a$)、強制成分 (S_{CLCL} , C_L) を図に示す。図より以下の特性が読み取れる。

- (1) 桁高の比較的高い断面は、一様気流中では高風速で負の空力減衰が作用するが、格子乱流中では空力減衰が正から負となる風速が高まる。
- (2) 偏平な断面あるいはトラス橋桁断面では、自動的な変動揚力は一様気流中と格子乱流中とでほとんど変化しない。
- (3) 格子乱流中での強制的な変動揚力は、断面が偏平になるほど小さくなる。

