

I - B30

非定常空気力強制振動法における測定方法の比較

- 風速固定と振動数固定 -

石川島播磨重工業 正員 岩崎 徹 石川島播磨重工業 正員 徳重雅史
 石川島播磨重工業 正員 松田一俊 石川島検査計測 柚井義勝

1. はじめに

橋桁に作用する非定常空気力係数は断面形状、迎角、レイノルズ数（以下 Re 数）および換算振動数 k ($k=fB/U$, f : 物体の振動数[Hz], B : 物体の代表長[m], U : 風速[m/s])の関数である。

非定常空気力を風洞実験で測定する場合、その測定方法は図-1 のように分類できる。強制振動法において換算振動数 k を変えるには振動数 f または風速 U を変化させる必要がある。振動数固定で測定された非定常空気力は測定時の風速が変化するため Re 数が変化する。一方、風速固定で測定された非定常空気力は換算振動数によらず Re 数は一定である。本研究では分離2箱桁タイプの2次元橋桁模型を用いて風速固定と振動数固定の2種類の方法で測定した非定常空気力係数を比較検討したので報告する。

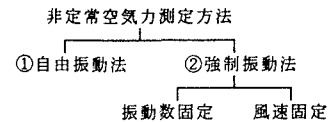


図-1 非定常空気力測定方法

2. 風洞実験

2. 1 実験装置

実験は弊社技術研究所所有の構造物安定性風洞（1.5m 幅×2.5m 高×8m 長）を用いて行われた。実験に使用した2次元橋桁模型の断面図を図-2に示す。風洞気流は一樣流とし、模型の迎角は+3°とした。この迎角を選んだ理由は別途行ったばね支持実験においてフラッター風速が+3°付近で急変したためである。すなわち断面まわりの流れ場が敏感で振動数固定と風速固定の差による影響が非定常空気力係数に現れやすいと予想されたためである。

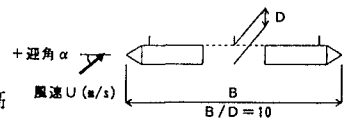


図-2 橋桁模型断面図

2. 2 実験条件

実験条件は次のようにして決定した。最初に2 Hz(= f const.)で振動数固定の測定を行った。得られた非定常空気力係数を用いて2次元フラッター解析を行った結果、フラッター発現時の換算振動数 k_{cr} として $k_{cr}=0.132$ が得られた。風速固定法における固定風速 $U_{const.}$ は、 $U_{const.}=f_{const.} \times B / k_{cr}$ から求めた。実験条件を表-1に示す。振動数固定、風速固定のそれぞれの方法で非定常空気力(Drag, Lift, Moment)を測定し、Theodorsen 関数を用いた2次元平板剛翼の非定常空気力係数と同じ形で無次元した。

表-1 実験条件

測定方法	振動数固定		風速固定	
加振種類 (加振片振幅)	鉛直たわみ加振 (B/100)	ねじれ加振 (1°)	鉛直たわみ加振 (B/100)	ねじれ加振 (1°)
振動数 f [Hz]	2 (= f const.)		0.9 ~ 3	
風速 U[m/s]	4 ~ 16		7.4 (=U const.)	
換算振動数 k (=fB/U)	0.062~0.247		0.062~0.199	
Re 数(=UD/ν)	1.4×10 ⁴ ~5.5×10 ⁴		2.5×10 ⁴	
(記号) B:模型桁幅[m] D:模型桁高[m] ν:動粘性係数[m ² /s]				

3. 実験結果

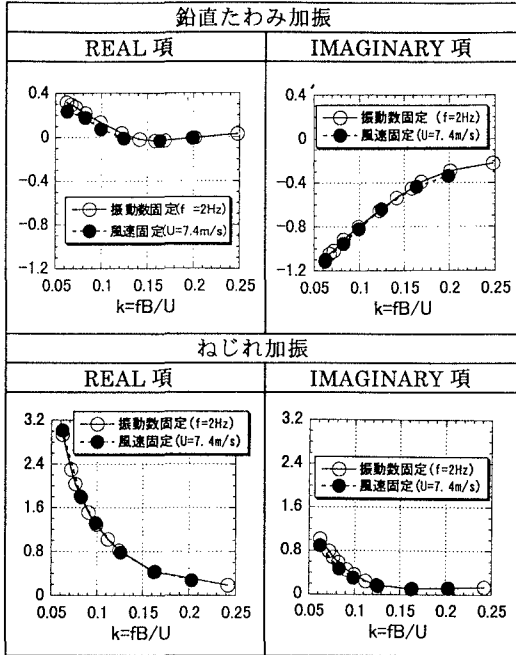
図-3に非定常揚力係数 C_{LR} , C_{LI} 、図-4に非定常空力モーメント係数 C_{MR} , C_{MI} の実験結果を示す。

キーワード 風洞試験 非定常空気力係数 強制振動法 レイノルズ数 フラッター

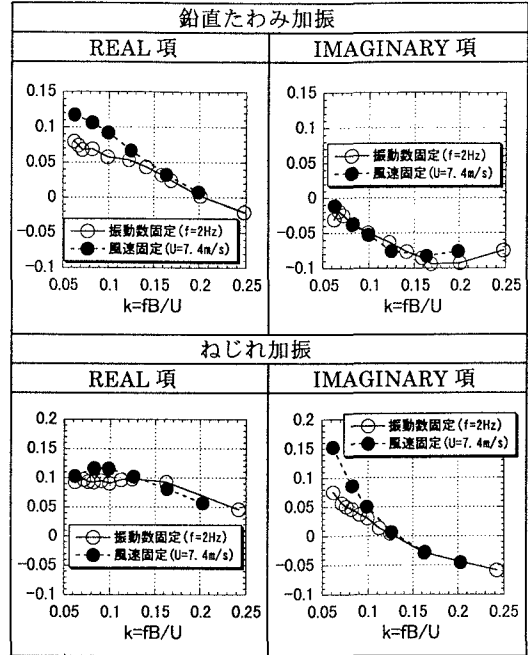
連絡先 石川島播磨重工業株式会社 技術研究所 流体・燃焼研究部

〒235-8501 横浜市中区磯子区新中原町1番地 TEL 045-759-2135 FAX 045-759-2185

非定常揚力係数は鉛直たわみ、ねじれ加振ともに振動数固定と風速固定の結果はほぼ一致している。一方、非定常空力モーメント係数では、換算振動数 k が低い領域において振動数固定と風速固定の間に差が現れている。



図－3 非定常揚力係数 C_L



図－4 非定常空力モーメント係数 C_M

4. 考察

非定常空力モーメント係数において風速固定と振動数固定の結果に差が現れた。原因として Re 数により、模型断面周りの流れ場が変化していることが考えられる。矩形並列断面にねじれ 1 自由度振動を与えた研究例¹⁾において本研究と同様に同一の換算振動数に対して Re 数を変えて非定常圧力を測定した実験が行われている。その結果によると風上側断面の変動圧力の物体変位に対する位相が、同じ換算振動数でも Re 数によって変化することが報告されている。

また、静的な空気力特性としては分離 2 箱桁の空力モーメント係数が風速によって大きく変化することが報告されている²⁾。

以上のことから、分離 2 箱桁の空気力特性は Re 数の影響を敏感に受けやすい断面であると考えられる。

5. 結論

振動数固定と風速固定の各強制振動法において測定した非定常空力係数を比較した。

- (1) 非定常揚力係数については風速固定と振動数固定で測定された各係数はほぼ一致した。
- (2) 非定常空力モーメント係数については低い換算振動数の領域において差が認められた。この原因として Re 数の影響が考えられる。

本実験は模型断面周りの流れ場が不安定であると予想された迎角 $+3^\circ$ にて行ったが、流れ場が安定な迎角についても測定して Re 数の影響を調査する所存である。

参考文献

- 1) 京都大学大学院工学研究科環境地球工学専攻気圏工学講座、(社)システム総合研究所：長大橋梁の耐風安定性評価と空力振動制御に関する研究，本州四国連絡橋公団委託研究成果報告書，1997。
- 2) 山田正人、宮田利雄、山田均：超長大スパン新形式補剛桁構成案の空力弾性特性について，土木学会第 52 回年次学術講演会概要集 I - B57，1997。