12. 風洞実験法

樋上 琇一*

Yuichi HIKAMI

12.1 端版の必要性

端版の有無によって、振動応答現象が異なってくる例を傾斜円柱の渦励振現象で示す。

中川 [1] らは、バネ支持された円柱の自由振動模型において、 $f_v/f_{cn}=2\sim3$ (f_v : 渦流出周波数, f_{cn} : 円柱の固有振動数) の風速で生じる振動 [2] [3] は端版を付けられない状態で発生し、端版を付けるとこのような振動が生じないことを報告している。 $f_v/f_{cn}=2\sim3$ の振動は、模型を風路壁外でバネ支持した際に模型を貫通させるための穴 (間隔) の影響を受け、模型端部において流れが一様となっていないために生じていることを後流特性により明らかにしている。

図12-1-1 風速と振幅の関係 (傾斜角 72°)

* 石川島播磨重工業(株)技術研究所流熱部
Ishikawajima-Harima Heavy Industries Co., Ltd.
RESEARCH INSTITUTE HEAT & FLUID DYNAMICS DEPT.

図12-1-2 後流のパワースペクトル分布 (傾斜角 72° , 風速 9.4m/s)

参考文献

- [1] 中川, 岸田, 五十嵐, 「傾斜円柱の振動と後流特性」風洞 No.2, 1984 大阪大学 工学部
- [2] Durgin, W. W. ほか, 「Lower Mode Response of Circular Cylinders in Cross-flow」
J. Fluid Eng. (ASME), 102 (1980, 6)
- [3] 白樫ほか, 「弾性支持された円柱の流体力学的振動に関する研究」日本機械学会講演論文集,
820-14 (1982, 10)

12.2 地面効果

(1) 地面近傍に位置する2次元円柱の C_d と C_L ESDU [1]

(2) 橋梁補剛桁の空力特性におよぼす桁下空間の影響

Wardlaw [2] はPapineau Bridgeの風洞実験において桁下空間が鉛直たわみ渦励振の振幅に対する影響を明らかにしている。また, 宮崎 [3] らは2箱桁断面を対象として, 桁下空間と渦励振/ギャロッピング特性の関係を明らかにしている。

図12-2-1 Papineau Bridge

図12-2-2 Papineau Bridge, effect of height

図12-2-3 断面形状

図12-2-4 応答に及ぼす桁下空間の効果

図12-2-5 渦励振のピーク振幅の変化

図12-2-6 ギャロッピングに対する効果
($A/H=0.1$ を与える $U/f \cdot H$)

参考文献

- [1] ESDU, Mean force pressures and flow field velocities for circular cylindrical structures, ITEM No. 80025, Engineering Sciences Data unit, London, 1981
- [2] WARDLAW R. L., Some approaches for improving the aerodynamic stability of bridges road decks, International Conference on Wind Effects on Building and Structures, 1971
- [3] 宮崎ほか, 箱桁橋の空力特性におよぼす桁下空間の効果, 土木学会第40回年次学術講演会, 1985

12.3 閉塞効果の修正法

(1) ESDU [1]

ESDUは閉塞型測定洞を用いたBluff Bodyの実験に対して、抗力補正方法の適用範囲を区別している。区別は閉塞率と模型の幾何学的形状の単純／複雑で行っている。

参考文献

- [1] ESDU, "Blokage corrections for bluff bodies in confined flows", ITEM No. 80024, Engineering Science Data unit, London, 1980

(2) 閉塞率と模型Aspect Ratio の関係

Pass [1] らは比較的大きい閉塞率に対する補正法をMomentum Balance Methods によって開発している。その開発過程における風洞実験で風軸にNormalに置かれた平板に対する閉塞率補正係数は閉塞率とAspect Ratioの両諸元によって決定されることを明らかにしている。

風洞中心に置かれた模型平板

Corrected
 $K_c = \text{Base pressuer factor}$
 $\theta = 1/(K_c^2 - 1)$

図12-3-1 Comparison of ADF blockage factors with values given by Maskell

風洞壁に接して置かれた平板

$K = \text{Uncorrected base pressuer factor}$

図12-3-2 Comparison of ADF and Krishnaswamy data for plates adjacent to the tunnel wall

参考文献

- [1] C.Q.Pass, A wake blockage correction method for small subsonic wind tunnels,
AIAA-87-0294

12.4 乱流シミュレーション

橋桁などの構造物断面の渦励振特性は乱れの影響を強く受ける。武田 [1] , BRIDGE AERODYNAMICS [2] は橋桁に生じる渦励振の振幅は乱れ強さとともにその振幅は低減することを示している。

乱流風洞実験の気流に関する相似則として下記の三つが一般的に挙げられている。

- (a) 風速の鉛直プロファイルの相似
- (b) 乱れ強さの相似
- (c) 模型寸法／乱れスケール比

空力弾性全体模型実験では上記三相似条件で模型固有振動数における乱れP. S. D. 値は実橋のそれを相似していることになる。しかし、剛体二次元バネ支持実験では模型固有振動数を任意に選択できるため、P. S. D. 値に関する相似を忘れがちとなる。

参考文献

- [1] 武田ほか, Prediction of vortex-induced vibration for practical design of box-girder bridges, International Conference on Wind Engineering, 1987
- [2] Institution of Civil Engineers , “BRIDGE AERODYNAMICS” , 1981