

第 I 部門

橋梁の渦励振応答に対する高欄細部の影響に関する研究

京都大学工学部

学生員○高橋 和暉

京都大学大学院工学研究科 学生員 Yan Yuxuan

京都大学大学院工学研究科 正会員 八木 知己

京都大学大学院工学研究科 正会員 野口 恭平

1.概要

橋梁の振動応答に高欄のような詳細部が影響を与えるメカニズムは十分に検討されていない。高欄細部の形状が空力振動に与える影響を調べるために風洞でばね支持自由振動実験を行った。また、CFD（数値流体解析）において、高欄は計算負荷の低減のために空隙率に基づく多孔質体モデルの適用が進められている。その妥当性を風洞実験での結果から検討する。

2.鉛直 1 自由度振動実験概要

京都大学桂キャンパス内に設置されている風洞で端 2 箱桁断面模型を用いて風速限定型の空力振動である渦励振を対象に鉛直 1 自由度ばね支持自由振動実験を行った。模型寸法は幅 B が 348mm, 高さ D が 31mm, スパン長 L が 894mm である(Fig.1)。固有振動数は 6.13Hz, 等価質量が 4.41kg/m, 対数構造減衰率(倍振幅 2mm)を 0.015 とした。高欄の最上段の部材(主要部材)と空隙率は渦励振への影響が大きいので CFD でモデル化する際にも再現することを前提とした[1][2]。これらを変更せずに縦部材数や中間横部材数を変更した高欄(Fig.2), 中間横部材の断面辺長比 b/d や位置を変更した高欄(Fig.3)を用意した。 b と d は中間横部材の横幅と高さである。なお、高欄の中間横部材と縦部材を構成する棒材が占める投影面積は同じにしている。例えば、縦部材数が 2 倍の高欄の厚保さが半分になっている。

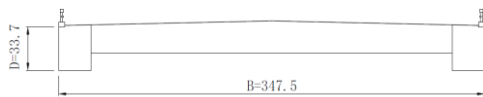


Fig.1 断面模型

3.実験結果

中間横部材が 1 本の場合に縦部材数を変化させた渦励振応答結果を Fig.4 に示す。最大振幅に大きな差がないことが分かった。これは中間横部材が 1 本のため、縦部材と太さに差があり、相対的に縦部材数の影響が小さいことが考えられる。

中間横部材が 4 本の場合に縦部材数を変化させた渦励振応答結果を Fig.5 に示す。縦部材が増えると最大振幅が大きくなることが分かる。これは部材数が増え、格子が細くなることで流下を妨げる効果が大きくなり、主要部材からの離渦の強度が増していることが考えられる。

縦部材数を一定にし、中間横部材数を変化させた渦励振応答結果を Fig.6, Fig.7 に示す。いずれの場合でも、中間横部材数が増えると最大振幅が小さくなることが分かる。この原因は、中間横部材のはく離渦が主要横部材からの離渦放出を妨げる効果が大きいことが考えられる。

Case A	Case B	Case C	Case C-2
Case A-1	Case B-1	Case C-1	Case D

Fig.3 中間横部材の形状を変化させた高欄

Case 0	Case 1	Case 2	Case 3
Case 4	Case 5	Case 6	

Fig.2 部材数が異なる高欄

(単位:mm)

中間横部材と縦部材で効果が異なる理由としては、中間横部材のはく離渦と縦部材のはく離渦では主要部材からののはく離渦との向きが異なることが考えられる。

中間横部材の位置とその断面辺長比 b/d の無次元最大片振幅への影響を Fig. 8 に示す。 b/d が同じ場合を比較すると中間横部材の流下方向の位置による影響は小さいことが分かった。また、 b/d が大きくなると最大振幅が小さくなることが分かった。これは矩形断面周りの流れ場とその断面辺長比との関係と同様に、断面辺長比が大きくなるにつれてのはく離流れが時間平均的に付着するようになることで、中間横部材周囲の流れ場と主要横部材からののはく離渦との関係が変化することが考えられる。具体的には中間横部材からののはく離渦が高欄背部の乱れを小さくなることによって模型上下の圧力差が小さくなることが考えられる。

以上の結果より、空隙率が一定の場合でも高欄細部の形状により空力特性に差があることが分かった。高欄を空隙率のみでモデル化すると高欄細部の流れの影響を再現出来ない可能性がある。しかし、中間横部材

が 1 本の場合には縦部材数による影響が小さいため、空隙率でのモデル化が可能であることが考えられる。

4. 結論

(1) 中間横部材の本数が 1 本の場合には縦部材の本数による振幅への影響は小さい。一方、4 本の場合には縦部材が増えると振幅が大きくなることが分かった。中間横部材が増えると振幅が小さくなることが分かった。(2) 中間横部材の断面辺長比が大きくなると振幅が小さくなることが分かった。一方、中間横部材の位置の影響は小さい。(3) CFD において空隙率で高欄をモデル化する際には高欄細部の影響に注意が必要である。しかし、中間横部材が 1 本の場合は再現できる可能性がある。(参考文献)

[1] Nagao, et al. (1997): Effects of handrails on separated shear flow and vortex-induced oscillation. J. Wind Eng. Ind. Aerodyn. 69–71, 819–827.

[2] Bruno and Mancini(2002): Importance of deck details in bridge aerodynamics. Struc. Eng. Int., IABSE. 12(4): 289–294.

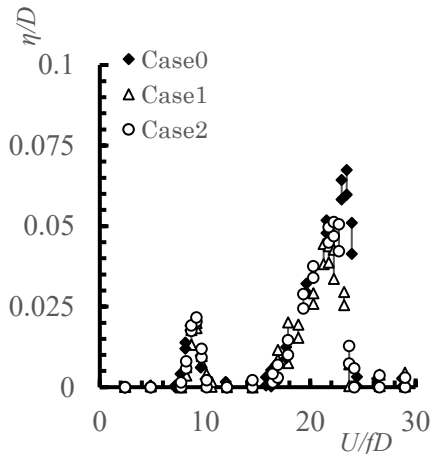


Fig.4 縦部材数の影響(横部材 1 本)

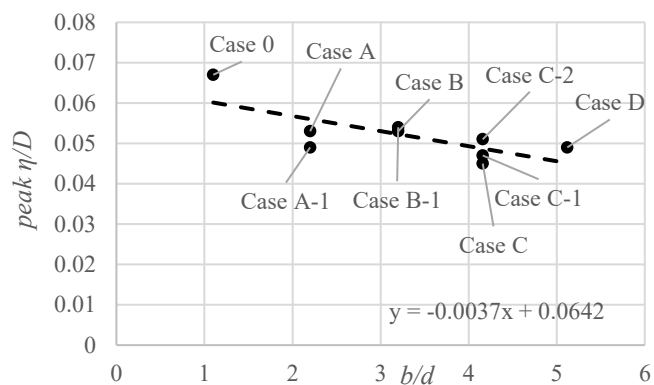


Fig.8 中間横部材の b/d と位置の影響

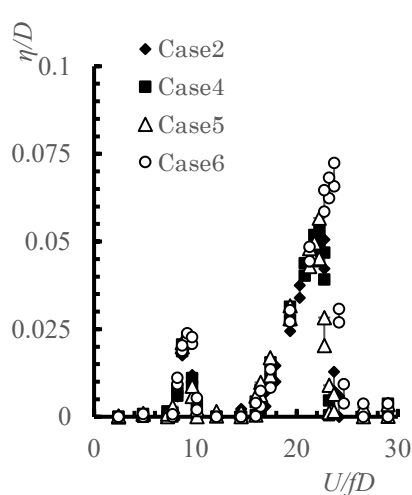


Fig.5 縦部材数の影響(横部材 4 本)

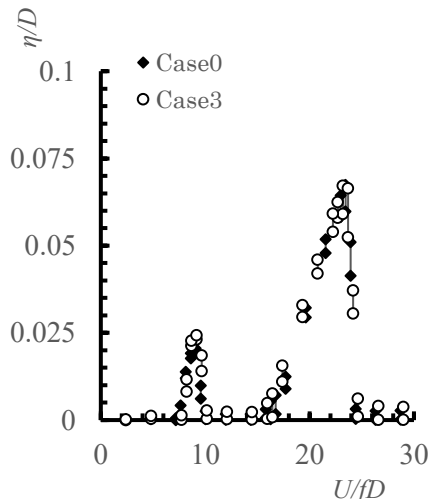


Fig.6 横部材数の影響(縦部材少)

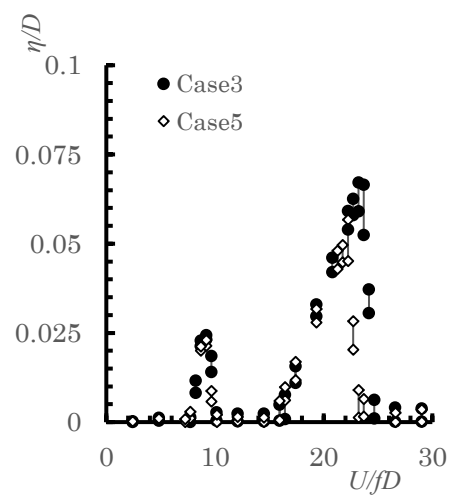


Fig.7 横部材数の影響(縦部材多)