

立命館大学大学院 学生員 ○村井茂樹
 駒井鉄工(株) 正会員 木場和義
 立命館大学理工学部 正会員 小林紘士

1. はじめに

近年、建設コスト削減という社会的要請により少数主桁形式の橋梁の建設が相次いでいる。プレートガーダーによる少数主桁橋は、ねじれ剛性が小さく耐風安定性の確保が問題となってきた。そこで本研究では、特に 2 主桁形式橋梁に着目し、高欄・防音壁付加による断面変化が渦励振振幅に与える影響を考え、その傾向を把握する。

2. 実験概要

2 主桁橋の支間長は 100m 程度を想定し、構造諸元を求め縮尺 1/60 の 2 次元剛体模型で実験を行った。対象とした模型断面を図 1 に示す。自由振動実験は、たわみ・ねじれの 2 自由度でばね支持し、気流迎角 $\alpha = 0^\circ$, $\pm 5^\circ$ の一様流中で行った。構造諸元値は表 1 に示す。各種高さを有する高欄・防音壁の寸法を表 2 に示す。

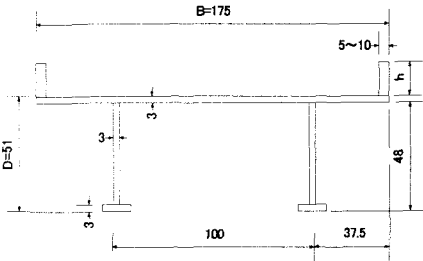


図 1 模型断面

3. 実験結果

①基本断面の振動特性¹⁾

床板端部に高欄・防音壁のない基本断面の応答を図 2 に示す。横軸に示す無次元風速 $V_{r,pk} = V/(fD)$ とする。ここに V は風速、 f はたわみ、またはねじれ振動数、 D は桁高である。応答振幅は気流迎角に敏感であり、迎角が負から正に変化すると、たわみ振動、ねじれ振動とも渦励振

表 1 想定橋梁の構造諸元

橋梁形式	実橋/模型 諸元値
支間長	100 m/1.10m
幅員	10.5 m/0.175m
桁高	2.9 m/0.048m
桁間隔	6 m/0.100m
フランジ幅	0.85 m/0.014m
単位長さ質量	18.946tfm/5.212kgfm
単位長さ慣性モーメント	1847.6tfm ² /0.1416kgfm ² /m
たわみ振動数	0.755 Hz/5.05Hz
ねじれ振動数	1.072 Hz/7.18Hz
たわみ構造減衰	0.02/0.02
ねじれ構造減衰	0.02/0.02

表 2 高欄・防音壁の寸法

タイプ	寸法(高さ×幅)mm
A	19×5
B	10×7
C	10×10
D	4×10
E	25.5×5
F	33×5
G	41×5
H	50×4

の振幅が大きくなる。ねじれ発散型振動の発現風速も迎角が負から正になるに従い低風速側に移行する。耐風安定性の確保に当たってはこれらの対策を検討する必要がある。

②床板端部の高さが振動特性に与える影響

床板端部の形状が応答特性に与える影響を確認する目的で、床板端部に壁高欄、防音壁を想定した部材を設置して応答を比較した。各高さの高欄・防音壁を設置した模型の応答も図 2 に示す応答と類似のものであった。ただし $h/B =$ の場合のみ 2 風速域でたわみ渦励振が発生した。ここでは渦励振にのみ着目する。

(1) たわみ振動について

たわみ渦励振の最大振幅と h/B の関係を図 3 に示す。ここで h は高欄・防音壁高さ、 B は模型幅である。各迎角ともに h/B が小さい値をとるときに大きな振幅が現れる。 $\alpha = +5^\circ$ のときは $h/B = 0.02$ より大きくなると振幅はほとんど観測されなかった。一方 $\alpha = 0^\circ$, -5° のときは $h/B = 0.11$ において振幅が小さくなる傾向がみられた。 h/B がその値より大きくなると再び振幅は大きくなった後、小さくなる。しかし、最大振幅は $h/B = 0.02$, 0.06 のときよりも小さい。

(2) ねじれ振動について

ねじれ渦励振の最大振幅と h/B の関係を図 4 に示す。最大振幅は、各迎角ともに h/B が 0.02~0.1 の間にありときに比較的大きい値をとる。各迎角とも $h/B=0.19$ で振幅が小さくなる。その後 $\alpha=0^\circ$ では振幅はほとんど観測されなかったが、 $\alpha=+5^\circ, -5^\circ$ に関しては、再び大きな振幅をとった後、 $h/B=0.3$ で再び小さくなる。

それぞれ、たわみ、ねじれ両振動に関して、渦励振の振幅が小さくなる h/B の値がみられた。たわみ、ねじれについて同時に比較的小さい振幅となる高欄・防音壁の高さは $h/B=0.3$ で、そのとき $\alpha=-5^\circ$ のときのたわみ応答のみとなっている。

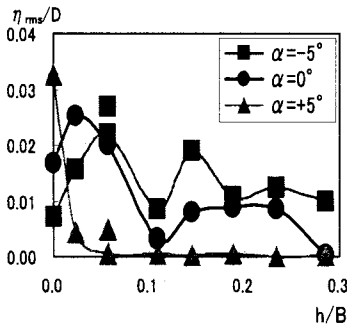


図 3 たわみ渦励振
最大振幅と h/B の関係

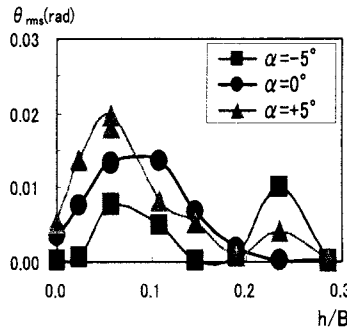


図 4 ねじれ渦励振
最大振幅と h/B の関係

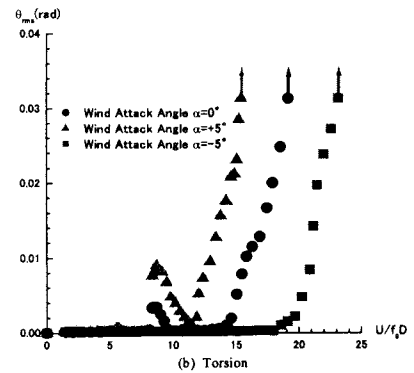
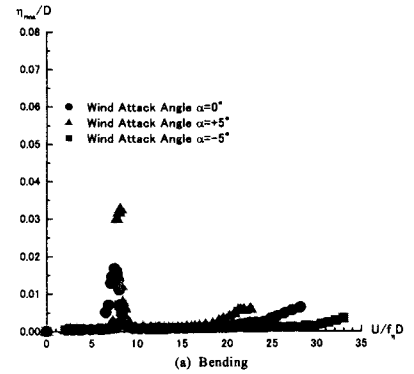


図 2 基本断面の応答特性

③ h/B と渦励振振幅が最大となる風速 $V_{r,pk}$ との関係

たわみ渦励振の振幅が最大となる風速 $V_{r,pk}$ について調べ、 h/B に対してプロットした結果を図 5 に示す。ここで、無次元風速の計算式では、迎角、高欄・防音壁高さによらず一定値 D を用いてある。図から次の 2 種類の特性が認められる。すなわち、 $h/B=0\sim0.11$ の領域では、 $V_{r,pk}$ は h/B にほぼ比例して高風速となってきた。 h/B が 0.15~0.3 の領域では、 h/B によらずほぼ同じ $V_{r,pk}$ の値をとる。両者の渦励振の発生機構が異なるものと推察される。今後検討したい。

4. まとめ

本実験により、渦励振に関して安定な高欄・防音壁の高さは、たわみに関しては $h/B=0.1$ 、ねじれに関しては $h/B=0.2$ である。また、たわみ・ねじれの両振動が同時に比較的小さくなるのは $h/B=0.3$ のときである。これを実橋に換算すると、約 3 m の高さの防音壁に相当する。たわみ渦励振の応答が最大となる風速は、端部構造の高さの低い領域と高い領域で異なる傾向を示す。

<参考文献>

1) 小林, 木場, 細見, 浮気: 土木学会第 57 回年次講演会(2002) 2 主版桁橋の空力弾性振動特性

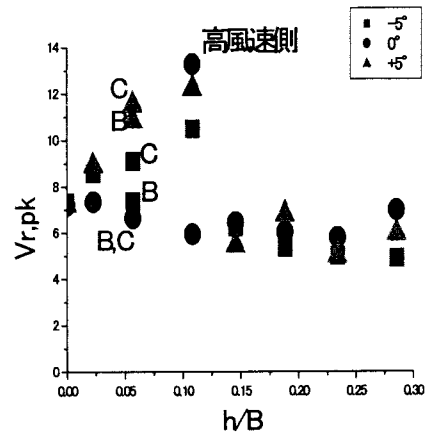


図 5 $V_{r,pk}$ (たわみ渦励振)と h/B の関係