

## 2 主桁桁橋の空力弾性振動特性

駒井鉄工(株) 正会員 木場和義  
駒井鉄工(株) 正会員 細見雅生

立命館大学理工学部 フェロー 小林紘士  
(株)パウエンジニアリング 浮氣久範

### 1. まえがき

2 主桁桁形式の橋梁は、合理化構造形式として今後建設数が増え、適用支間長も大きくなることが予想される。しかし、この形式は従来の箱桁形式に比べねじれ剛性が小さく、また断面形状が風による影響を受けやすいことから、風による振動現象が問題となる可能性がある。本研究では支間 100m 程度の PC 床版 2 主桁桁橋の風による振動問題に着目し、基本的な耐風安定性を検討する。

### 2. 実験概要

風洞は、立命館大学所有のゲッチンゲン型風洞(幅 1.2m × 高さ 1.8m)を使用した。支間長 100m 程度の桁橋を想定して構造諸元を求め、縮尺 1/60 の 2 次元剛体模型(B/D=3.4)で実験を行った。対象とした橋梁の断面図を図-1 に示す。実橋および模型の諸元を表-1 に示す。自由振動実験は、模型をたわみ、ねじれの 2 自由度にバネ支持し、気流迎角 = 0°、±5° (吹上げ正) の一様流中で行った。非定常圧力測定実験は、模型をねじれ 1 自由度強制加振状態に設置し、床版上下面に設けた圧力孔より非定常圧力を測定した。加振条件は、加振振動数をねじれ固有振動数 (7.2Hz) に一致させ、加振振幅  $r_{rms} = 0.02(\text{rad})$  に設定した。なお、気流迎角は 0° とした。

### 3. 2 主桁桁断面の空力弾性振動特性

#### (1) 基本断面の振動特性

床版端部に地覆・高欄のない、基本断面の応答特性を図-2 に示す。応答振幅は、気流迎角の変化に敏感であり、迎角が 0° から +5° に変化すると、たわみ振動、ねじれ振動とも限定振動の振幅がほぼ倍となる。ねじれ発散型振動の発現風速も、-5° から +5° になるに従い低風速側に移行する。耐風安定性の確保にあたっては、これらの振動現象に対する対策を検討する必要がある。

#### (2) 床版端部形状が振動特性に与える影響

床版端部の形状が応答特性に与える影響を確認する目的で、床版端部に地覆、壁高欄、遮音壁を想定した部材を設置して応答を比較した。表-2 に検討した床版端部形状を示す。図-3 に、実橋寸法 1.2m の壁高欄(地覆 A)、3m の直立型遮音壁(地覆 E)を想定した部材を設置した場合の応答を、基本断面の応答と比較して示す。壁高欄の設置では、渦励振およびフラッターの開始風速に大きな変化は見られないが、遮音壁の設置によってギャロッピングの発

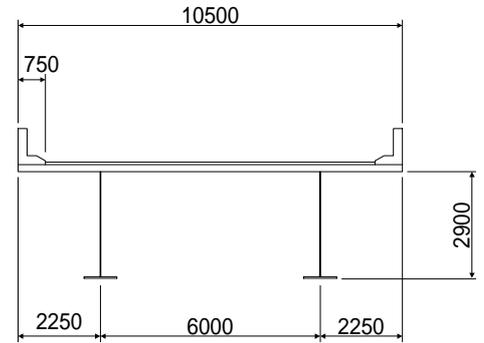


図-1 検討対象橋梁断面図(単位: mm)

表-1 実橋および模型の諸元

諸元	単位	実橋想定値	1/60 模型所要値
構造幅	m	10.500	0.175
単位長さ質量	N・s <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	18.94 × 10 <sup>3</sup>	5.261
単位長さ極慣性モーメント	N・s <sup>2</sup>	184.7 × 10 <sup>3</sup>	0.01425
たわみ振動数	1/s	0.755	4.53
ねじれ振動数	1/s	1.07	6.42
構造減衰 (対数減衰率)	-	0.02	0.02

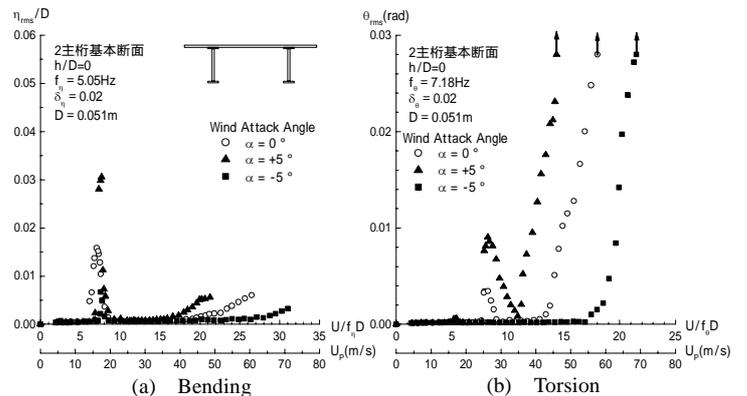


図-2 2主桁基本断面の風速 - 応答振幅特性

表-2 床版端部の形状

名称	模型寸法(mm)	形状図
基本断面	地覆無し	
地覆 A (壁高欄)	(h × b) 19 × 5	
地覆 B	10 × 7	
地覆 C	10 × 10	
地覆 D	4 × 10	
地覆 E (遮音壁)	50 × 4	

キーワード：2 主桁橋，風洞実験，端部形状，耐風性，渦励振

連絡先：〒555-0041 大阪市西淀川区中島 2-5-1 TEL 06-6475-21112 FAX 06-6475-2132

現風速が低風速化する。床版端部形状による渦励振振幅の変化を図-4に示す。床版端部に比較的高さの低い突起がある場合に、たわみ、ねじれ振動とも渦励振振幅が大きくなる傾向がある。

(3) 主桁をトラスとした場合の応答

耐風対策に関する資料を得ることを目的として、主桁の腹板を充実率42%のトラス構造として応答特性を調べた。図-5に、気流迎角0°の条件で床版端部の形状を変化させた場合の応答の比較を示す。図-3と比べると、ねじれ振動においては渦励振の発生が抑えられフラッターの発現風速が高風速側に移行する。たわみ振動については、床版端部に何も無い基本断面では渦励振の発生がなくなるが、端部の形状を変えると大きな渦励振が発生する。端部形状の高さが1.2mよりも3mの方が、渦励振の振幅が小さくなる傾向は充腹桁の場合と同様である。

4. ねじれ振動の発生に関する検討

床版上下面の非定常圧力を測定し、変位と変動圧力の位相差と振動1周期間の無次元仕事Wを求め、ねじれ振動の発生状態を検討した。

図-6に2主桁基本断面の床版上面の非定常圧力特性を示す。位相差は模型中央付近まではば一定値を示し、後縁側で位相遅れ(が+)の方向に変化している。また風速の上昇に伴い、位相進みの側に全域にわたって変化している。仕事分布はU/fD=15以上で前縁側の圧力の位相進みと後縁側の位相遅れにより床版両側で励振力が働く傾向を示し、ねじれフラッター-が発現する状態を示している。風速の上昇に伴い、後縁側の励振力のピークは後縁側に移行すると同時に減衰力として作用する領域が広がる。このため、U/fD=20付近で最も不安定化し、これを越えると励振力が小さくなると推定される。床版下面では、上流側で励振力が発生していた。

5. まとめ

主桁間隔6mの2主桁橋の応答は、気流迎角の影響を強く受け、吹き上げ角の方が不安定化の傾向を示す。また、床版端部に地覆、壁高欄など比較的高さの低い突起がある場合は、渦励振振幅が大きくなる。

ねじれフラッター-の発生には、床版上面前後縁側両方の励振力が寄与していると推定される。床版上面の無次元仕事の分布は風速で変化しており、U/fD=20付近で最も不安定化する。

謝辞 本研究の実施で、田中久美子君(立命館大学大学院学生)の協力を得たことに感謝します。

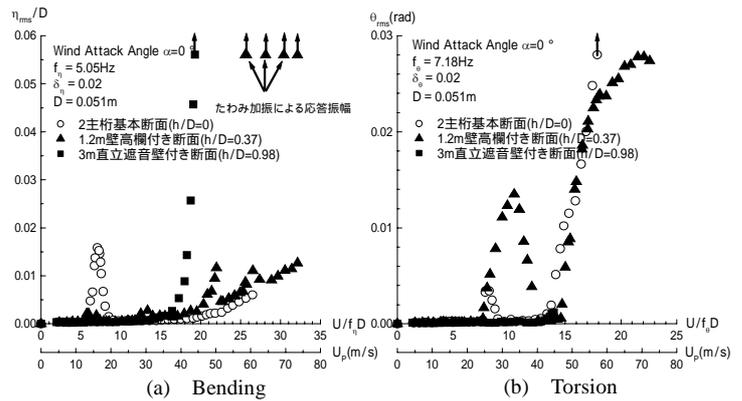


図-3 床版端部形状による応答の比較

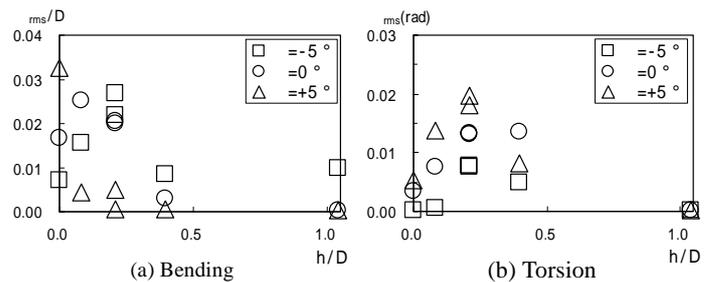


図-4 床版端部形状による渦励振振幅の変化

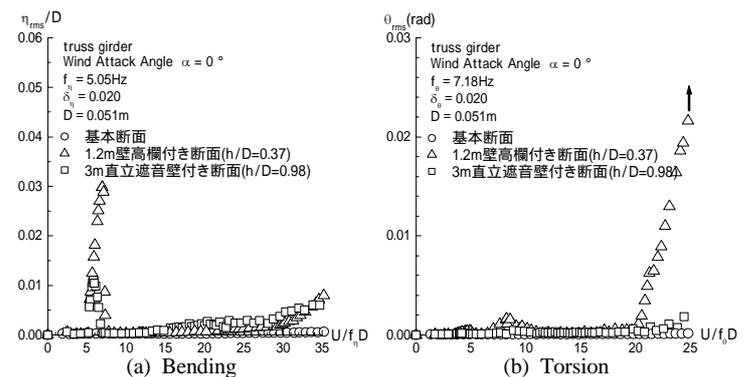


図-5 トラス(充実率42%)主桁の応答

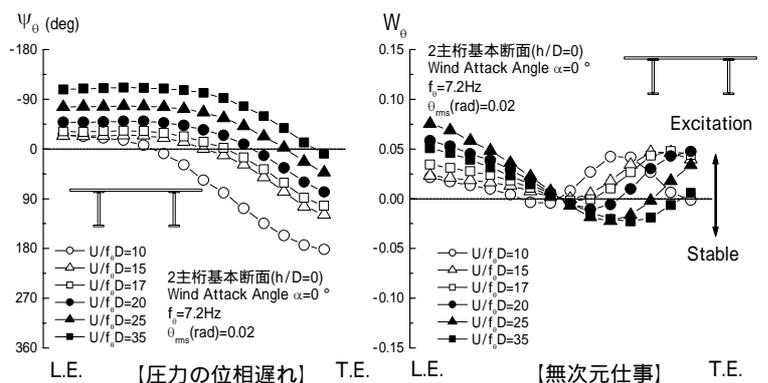


図-6 2主桁基本断面の非定常圧力特性[ねじれ1自由度, 上面, 迎角 = 0°]