

細幅箱桁断面の基本的な耐風特性について

(社)日本橋梁建設協会 正会員 ○峯田 敏宏 井上 浩男
同 小山 明久 宮崎 正男

1. はじめに

細幅箱桁橋の耐風安定性については、未だ系統的な検討が行われていないため、その基本的な耐風応答特性の把握が不十分であるのが現状である。ここでは、細幅箱桁橋の総合的・系統的な耐風応答特性把握のための第一段階として、二次元部分模型による2自由度ばね支持風洞試験を行い、細幅箱桁断面の基本的な耐風応答特性把握を試みた。

2. 風洞試験計画概要

風洞試験には、3径間連続細幅箱桁橋（径間構成は65m+80m+65m）の標準断面¹⁾（総幅員11.5m、桁高2.9m）を用いた。一般図および断面図をそれぞれ図-1、図-2に示す。振動諸元については、資料1)では求められていないため、類似規模の橋梁諸元を参考に新たに算出した。また、風洞測定部断面（2m(W)×3m(H)）を考慮し、模型縮尺を1/40とした。風洞試験条件として実橋の振動諸元と試験値を表-1に示す。対数減衰率については、参考にすべき実橋データが十分でないことから、道路橋耐風設計便覧²⁾にある対数減衰率 δ ($0.75/\sqrt{L}$, L : 最長径間長) = 0.083 よりも安全側となる条件で耐風特性把握を行うこととし、迎角(α°)については、標準的な $-3^\circ \sim +3^\circ$ の範囲とした。なお、耐風安定性を判断すべき風速範囲は、対象とする橋梁の架橋地点により異なるため特定できないが、ここでは実橋換算風速80m/sまでの風速範囲とした。

3. 風洞試験結果

風洞試験は、対数減衰率(δ)、迎角(α°)および自由度(たわみ・ねじれの2自由度 or たわみ1自由度)をパラメータとして計13ケース実施した。試験結果の一例として、図-3、図-4に $\delta=0.04$, $\alpha=0^\circ$ でのたわみ、ねじれの応答特性を示す。たわみでは顕著な渦励振は確認されず、実橋換算風速で75m/s付近から発散振動が見られた。ねじれについては高風速域でヒステリシス的な渦励振が確認されたが、発散振動は見られなかった。試験条件が資料2)で設定される対数減衰率よりも安全側であることから、今回検討した細幅箱桁断面の耐風安定性については問題ないことを確認した。

次に、細幅箱桁の断面形状としての空力的な特性把握のため、対数減衰率を小さくして試験を行った。素見結果の一例($\delta=0.02$)を図-5、図-6に示す。たわみ(図-5)では、20m/sを超えた付近で渦励振の発現が確認されると共に、80m/sを超える高風速域でたわみ発散振動の発現が確認された。見かけ上、 $\delta=0.04$ の時より発散振動の発現風速が高くなったが、後述のねじれ振動の発現により、たわみの発現が抑制された結果と考えられる。この風速域で振動を拘束した後に自由振動状態とするゼロ発振状態を観測すると、まずたわみ振動が発現し、その後、ねじれ振動振幅の増大に従ってそのたわみ振動が収まる現象が確認された。ねじれ(図-6)

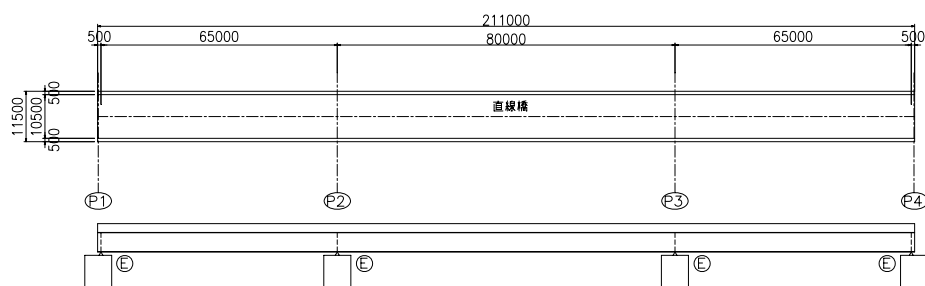


図-1 細幅箱桁橋一般図¹⁾

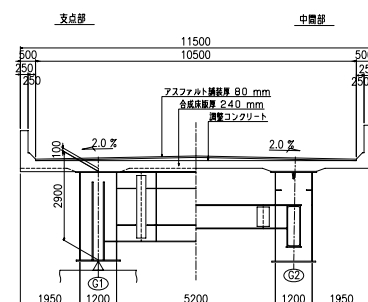


図-2 細幅箱桁橋断面図¹⁾

キーワード：細幅箱桁，風洞試験，渦励振，ギャロッピング，フラッター

連絡先：〒456-0032 名古屋市熱田区三本松町1番1号 日本車輛製造株式会社 鉄構本部 設計部 TEL 052-882-3415

では、55m/s 付近から渦励振と考えられる振動が発現し、100m/s 近い高風速域ではねじれの発散振動も確認された。高風速域ではたわみとねじれが干渉しており、現象が複雑になっているが、低風速域の振動は減衰の増加に逆比例して減少するという渦励振の特徴を備えている。一方、高風速域の振動(特にたわみ振動)は、減衰にそれほど依存性がなく発現しており、ギャロッピングである考えられる。

4. まとめ

細幅箱桁の基本的な耐風特性把握を目的に風洞試験を行った。以下に結果をまとめる。

- ① 最長径間長 80m の細幅箱桁橋の耐風性は問題ないと考えられる。
- ② 今回の細幅箱桁断面形状、振動諸元では、対数減衰率が小さくなると、たわみとねじれが空力的に複雑に干渉する現象が見られる。

本試験では、標準的な断面を持つ細幅箱桁についてその耐風安定性を調べたが、さらに長支間になると桁高が高くなり断面形状としての空力特性が低下する可能性があることや、振動諸元(振動数、対数減衰率)が危険側に移っていくことから、今後も系統的な検討を続けていく必要がある。

参考文献: 1) 細幅箱桁橋のコンセプトと設計例, 平成16年12月, (社)日本橋梁建設協会, 2) 道路橋耐風設計便覧, 平成3年7月, (社)日本道路協会

表-1 細幅箱桁風洞試験諸元

項目	実橋	試験値
支間長	65m+80m+65m	1,590mm(模型長)
縮尺		1/40
幅員(代表幅B)	11,500mm	287.5mm
主桁高	2,900mm	72.5mm
代表高(D)	4,354mm	108.9mm
同軸中心(下フランジ下面より上方)	2,770mm	69.3mm
単位重量	16.6tf/m	10.33kgf/m
極慣性モーメント	23.2tf・s ² ・m/m	0.009036kgf・s ² ・m/m
たわみ振動数:f _η	1.17Hz	3.03
ねじれ振動数:f _θ	2.28Hz	5.90
振動数比:f _θ /f _η	1.95	1.95
たわみ減衰率:δ _η		0.01~0.08
ねじれ減衰率:δ _θ		0.01~0.08

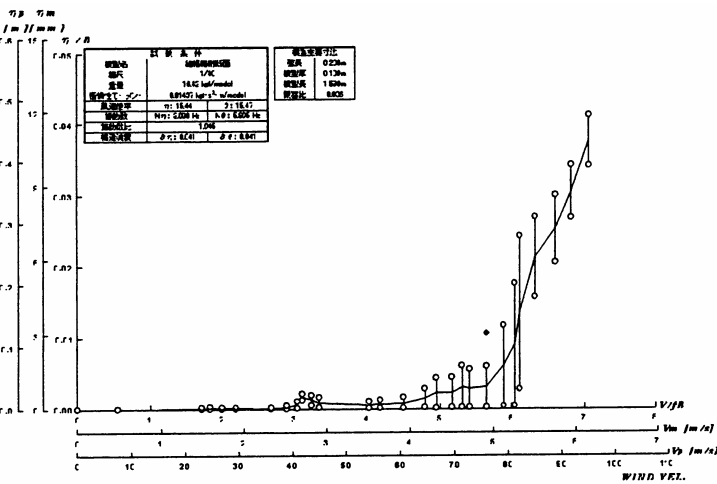


図-3 V-A η 特性図(細幅箱桁 α=0°, δ=0.04, 一樣流)

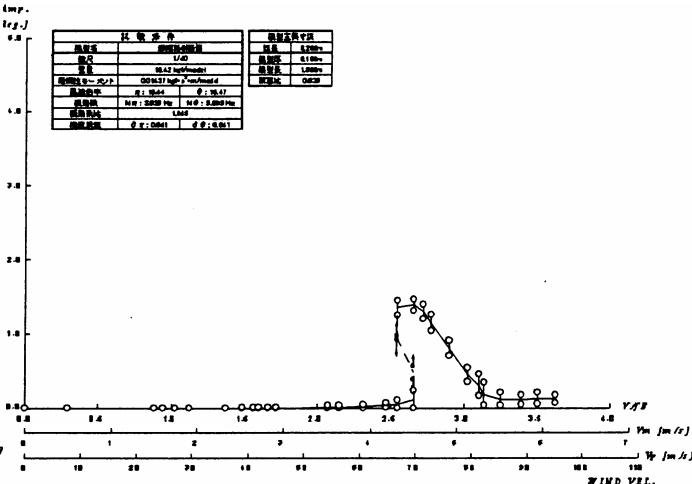


図-4 V-A θ 特性図(細幅箱桁 α=0°, δ=0.04, 一樣流)

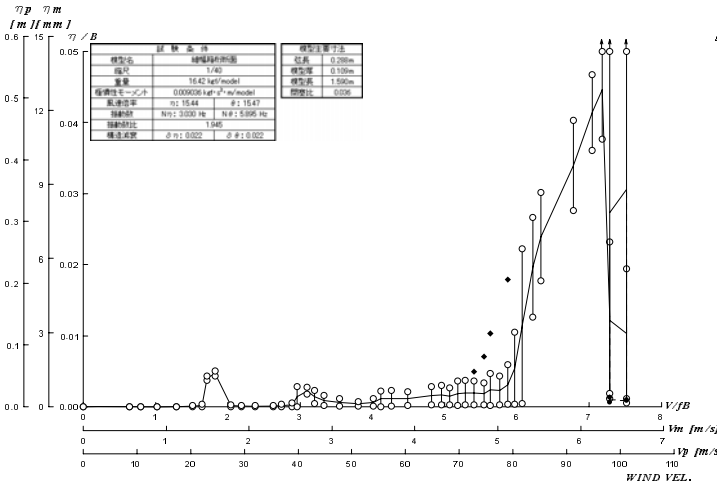


図-5 V-A η 特性図(細幅箱桁 α=0°, δ=0.02, 一樣流)

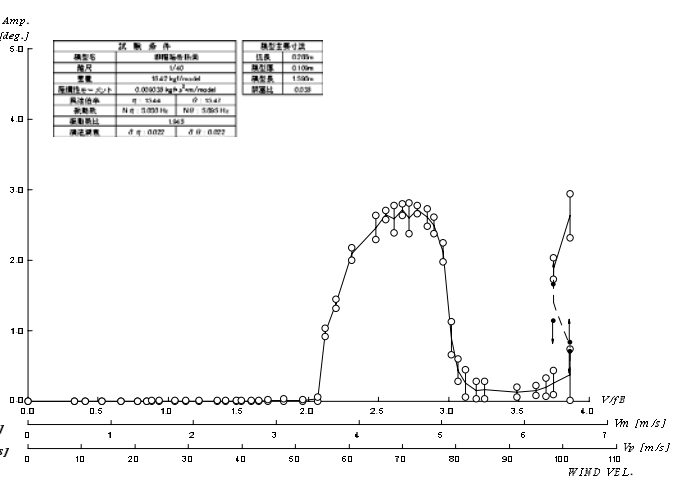


図-6 V-A θ 特性図(細幅箱桁 α=0°, δ=0.02, 一樣流)