

長支間箱桁橋の耐風安定化対策

駒井鉄工(株) 正会員 ○木場 和義
 駒井鉄工(株) 正会員 幽谷 栄二郎
 駒井鉄工(株) 正会員 細見 雅生

1. まえがき

箱桁形式の桁橋は、近年の建設コスト縮減の要請および景観的配慮から、構造の合理化と共に長支間化が進んでいくことが予想される。箱桁のような断面形状は、気流の剥離の影響が大きく、風の作用による種々な周期の変動圧力が橋梁表面で発生している。長支間化によって構造が比較的柔なものになると、固有振動数が低くなり、風による振動現象、とくにギャロッピングとたわみモードの渦励振が大きな問題となってくる。我々は、長支間箱桁橋を対象として、風による振動、とくにギャロッピングを制御する空力制振デバイス案を各種検討し、振動の発生とデバイス選定方法および具体的な設計方法を提案することを目的として、風洞実験による検討を行っている。ここでは、各種制振デバイス案の基本的な制振効果について報告する。

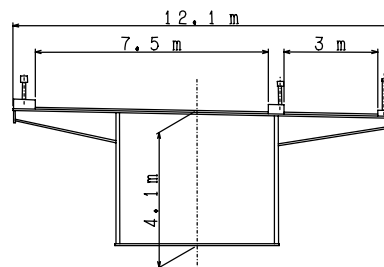


図-1 検討対象橋梁の断面図

表-1 検討対象橋梁の構造諸元

橋梁形式	3径間連続鋼床版箱桁橋
最大支間長	150m
幅員	12m
桁高	4.1m(中央径間 1/4 断面) 4m(支間中央)～6m(中間支点上) 変断面

2. 実験方法

検討対象とした橋梁は、中央支間長150mの3径間連続変断面箱桁橋¹⁾である。支間長は、固有振動数とモード質量に影響するが、実験結果を補正換算することにより、300m規模の長支間橋梁に対しても本検討結果を基本的データとして使用できると考えている。想定橋梁の断面図を図-1に、構造諸元を表-1に示す。

表-2 風洞実験模型の諸元

相似パラメータ	諸元	単位	実橋 想定値	模型 所要値
	寸法	m		1/60
慣性パラメータ	単位長さ質量	kg s ² /m ²	9963	2.768
弾性パラメータ	たわみ振動数	Hz	0.540	4.64
	ねじれ振動数	Hz	3.47	-
構造減衰	対数減衰率	-	0.02	0.02

風洞実験は、当社保有の風洞を2次元実験用風洞(測定部断面：幅1.5m×高さ2.0m)にして使用する。箱桁橋梁では、ねじれ振動数が高く、風によるねじれ振動は発生しにくいことがわかっている。ここでは、着目する振動をたわみ振動に限定し、2次元剛体模型をバネで風洞測定部にたわみ1自由度に支持する。応答特性の比較は、風による振動が発生しやすい条件すなわち、一様流、車道側風上、迎角 $\alpha=+5^\circ$ に設定して行う。風洞実験模型の諸元を表-2に示す。

3. 実験結果

(1) 基本断面の応答特性 図-2に、制振デバイスをセットしていない、基本断面の気流迎角による応答の変化を示す。気流が水平に作用する場合($\alpha=0^\circ$)、無次元化風速 $V_r=9\sim 10$ 付近で小振幅の渦励振が発生し、 $V_r=14$ 付近から応答振幅が大きくなりギャロッピングへと移行している。気流が桁に対して吹き上げの角度で作用すると($\alpha=+5^\circ$)、 $V_r=11$ 付近から急激に振幅が大きくなっている。

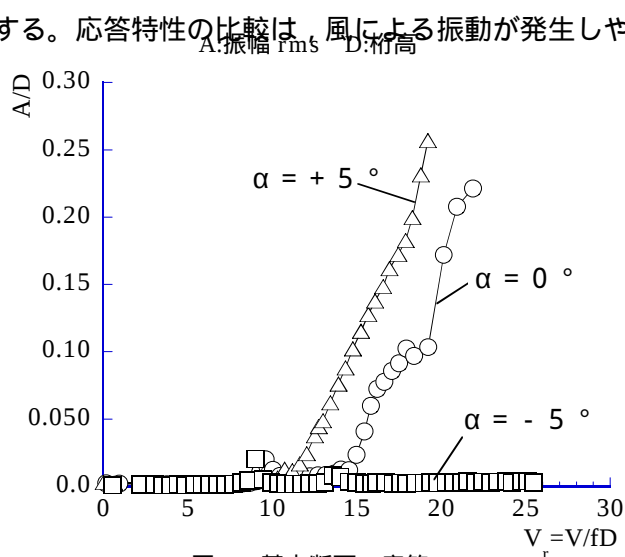


図-2 基本断面の応答

キーワード：箱桁橋，風洞実験，制振デバイス，ギャロッピング

連絡先：〒555-0041 大阪市西淀川区中島 2-5-1 TEL 06-6475-2112 FAX 06-6475-2132

(2) 耐風対策の効果 制振デバイスとして、形状、寸法、取付位置を変えて、全部で21種類の断面の応答を調べた。ここでは、そのうちの特徴的なものについての結果を示す。図-3に、桁の下フランジ側での気流の制御を目標とした制振デバイスをセットした実験結果を示す。ここに示した4つの例では、基本断面で $V_r=11$ 付近から発生したギャロッピングに対して制振効果が見られる。それぞれを比較すると、高風速域のギャロッピングに対して制御効果が大きいものでは $V_r=7$ 付近で渦励振が発生しているが、高風速域での制振効果が比較的悪いものでは低風速域の渦励振はほとんど発生していない。

(3) 下部スカートの特性 下部スカートを実橋に設置する場合、橋体との間に隙間を設けることが考えられる。そこで、実橋寸法で200mm程度の隙間を想定し、これの有無に着目した実験を行った。実験結果を図-4に示す。隙間を設けた場合には、ギャロッピングに対する制振効果はほとんど見られない。これに対して、橋体との間に隙間を空けながら制振効果を得ることを目的として、下部スカートの端部を折り曲げた変形スカートを提案した。この応答結果を図-5に示すが、ギャロッピングに対する高い制振効果が見られる。また、渦励振の振幅も他に比べて小さくなっており、優れた制振効果が期待できることが分かった。

4. あとがき

長支間箱桁橋梁の耐風安定性、特にギャロッピングの制振を目的とした空力制振デバイスについて実験による検討を行った。今回は、有効なデバイスの抽出を目的として、制振効果に着目した応答実験結果の比較を行った。提案した制振デバイスの中の数例については、ギャロッピングに対する制振効果を確認することができた。しかし、制御のメカニズムには不明な点が多く、実際の橋梁に合理的に適用するための設計手法の整理には検討課題が多い。今後は、デバイスの組み合わせの効果も含めて、形状や寸法に関する条件を詳細に設定するとともに、可視化実験などによる制御メカニズムの検討を進めていく予定である。

本研究では、立命館大学小林紘士教授から懇切なご助言、ご指導をいただきました。ここに記して、感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 川谷充郎・高橋知久・飯塚隆雄・丸山武士・伊藤匠・武伸明・西村宣男：箱桁橋梁断面における耐風安定性と制振対策，土木学会第55回年次学術講演会概要集，-B43, 2000.9.
- 2) 木場和義・幽谷栄二郎・細見雅生：箱桁橋の耐風安定化対策に関する研究，駒井技報，Vol20，2001.

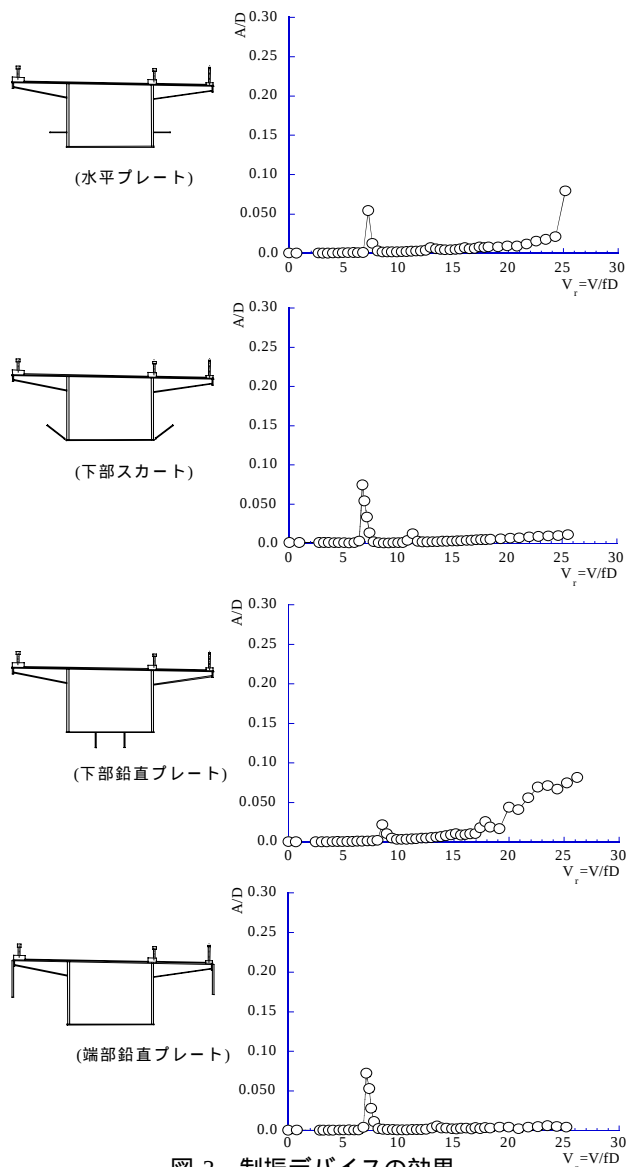


図-3 制振デバイスの効果

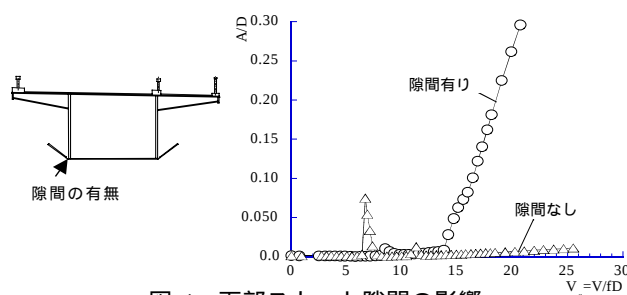


図-4 下部スカート隙間の影響

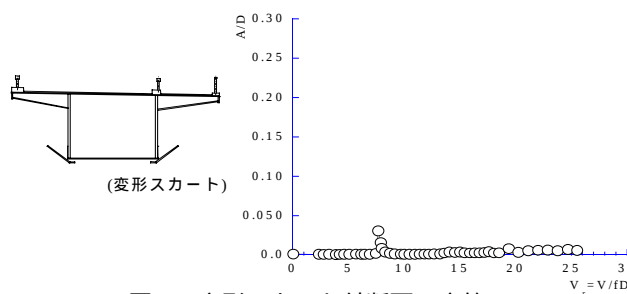


図-5 変形スカート付断面の応答