

I-313 箱桁橋の耐風設計に影響を及ぼす要因について

建設省土木研究所 正員 横山功一

建設省道路局 正員 中神陽一

建設省土木研究所 神崎一夫

1. まえがき

近年、箱桁橋はその適用スパンを伸ばし、それに伴い耐風性が検討されるようになった。長大箱桁橋の耐風性が懸念される理由としては、同規模の斜張橋と同じような構造特性を有するに對し、空力的にみて劣っていると考えられたためである。従来の検討では本四連絡橋・耐風設計基準に準拠し、一様流中での風洞実験を基本としている例が多く、通常渦励振とギャロッピングが問題となる。ここでは箱桁橋の耐風設計に影響を及ぼす構造減衰と自然風の特性について影響度を調査し、耐風設計の留意事項としてとりまとめた。

2. 構造減衰の影響

従来、箱桁橋の構造減衰は、データも乏しく本四基準に準じて $\delta = 0.02$ と考えるが通例であった。しかし最近では実橋での実測データが蓄積されて来ている。現時点までに得られた箱桁橋の構造減衰データを斜張橋のデータと対比して図1に示す[1]。この図より、箱桁橋の構造減衰は $\delta = 0.06 \sim 0.11$ となっており、斜張橋と比較してかなり大きい事が分かる。

図2は一様流中の一箱桁断面の風洞実験結果より、 Sc 数($m\delta/\rho B^2$)と渦励振振幅の関係を示したものである[2]。構造減衰の渦励振に及ぼす影響は、 Sc 数、桁高比(桁高 D /幅員 B)によっても異なるが、渦励振を抑制する効果があり、 Sc 数の小さな領域でみられた大きな渦励振は、構造減衰が大きい場合には急激に低下することが分かる。一方、ギャロッピングに対しては、構造減衰はその発振風速を高める効果があるが、影響度合は比較的小さいと考えられる。

3. 自然風の乱れの影響

一様流中および乱流中において、全橋弾性模型を用いた風洞実験を実施した。実験の対象は三径間連続鋼二箱桁橋(最大支間長150m)で、乱流は床面にスパイアーとブロックを設置して発生させた。架橋地点での風観測結果と風洞風について表1に特性を対比させた。また図3に風速のパワースペクトルを比較した。乱れのスケールやスペクトルの低周波数領域でやや違いが現われているが、おおむね両者はよい一致を示しているものと考えられる。

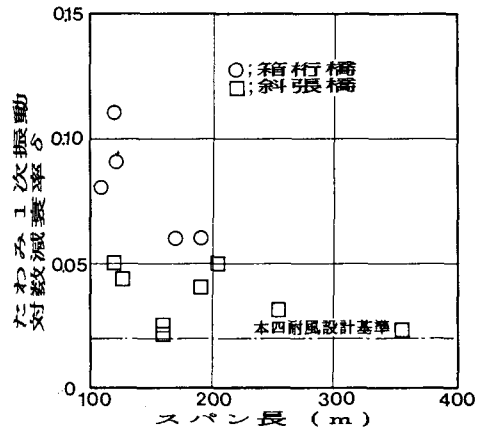


図1 構造減衰実測結果

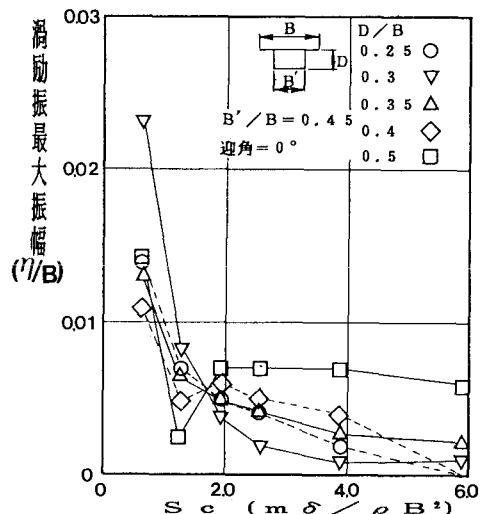
図2 Sc 数($m\delta/\rho B^2$)と渦励振振幅の関係

図4に $\delta = 0.02$ のケースの一様流中および乱流中の中央径間1/2点のたわみ振動応答を幅員Bで無次元化して示す【3】。一様流中では $V/NB = 2$ 付近で渦励振が、 $V/NB = 5$ 付近でギャロッピング

が現われる。一方、乱流中では渦励振は消滅し、またギャロッピングも発現しなくなりパフェティングに代わる。図中に参考として、乱れの小さな乱流中における応答も併記した。この場合は、渦励振は振幅が小さくなるものの消滅せず、高風速での応答も異なっている。

したがって、自然風とほぼ相似した乱流中でのこの実験結果からは、渦励振、ギャロッピングの発現可能性は少なくなり、耐風性上問題となるのはパフェティングであることが分る。

4. 箱桁橋の耐風設計の留意事項

以上より、箱桁橋の耐風設計にあたって留意すべき事項を以下にとりまとめる。

- (1) 箱桁橋の構造減衰は、最近の実測結果から充腹断面を有する斜張橋を上回るものと考えられ、適切な設計値を設定する必要がある。
- (2) 一様流中と乱流中では箱桁橋の応答に大きな差異がある。したがって、箱桁橋の耐風性を評価する場合、一様流中のみならず乱流中での結果を考慮する必要がある。その場合、主としてパフェティングが問題となろう。
- (3) 自然風中の乱れの影響を考慮するには、架橋地点の風の特性把握が必要である。

参考文献

- 1) 横山, 中神; 箱桁橋の耐風設計, 土木技術資料V o 1. 28, No. 5, (1986, 5)
- 2) 横山, 中神, 福富; 一様流中および乱流中の箱桁断面の空気力特性調査, 土木学会年譜I (1986, 11)
- 3) 建設省土木研究所; 札幌大橋耐風性調査, 土研資料No. 2293, (1986, 1)

表1 現地風と風洞風の対比

	乱れ強さ [%]		乱れのスケール [m]	
	主流方向 I_u	鉛直方向 I_w	主流方向 L_x	鉛直方向 L_z
現地風	10 ~ 12	4 ~ 5	80 ~ 180 (平均約 110 m)	
風洞風	11 ~ 12	7 ~ 8	80 ~ 90	20 ~ 30

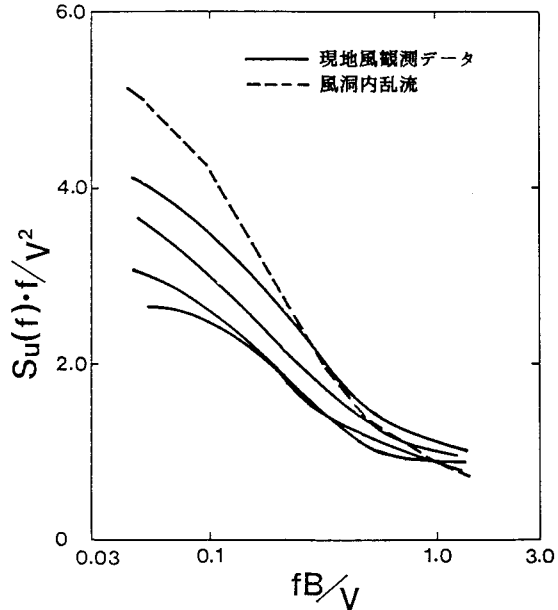


図3 風速のパワースペクトル

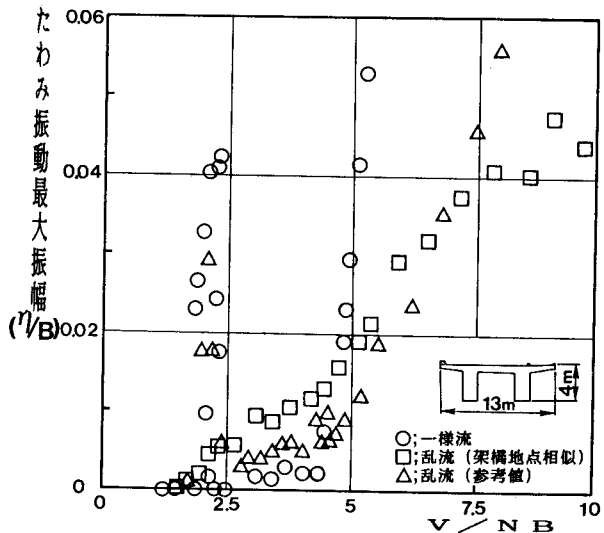


図4 一様流中および乱流中の応答