

I-397 斜張橋の架設系における耐風応答について

九州工業大学・工学部 正 員 久保 喜延

正 員 加藤九州男

学生員 野上 千秋

日本鉄塔工業(株)

正 員○本村超多郎

1. まえがき 橋梁の耐風応答特性の検討は、模型及び風を厳密に相似させた風洞実験で行なわれているのが現状であるが、実橋との対応についてはまだ多くの問題が残されている。今回、呼子大橋（佐賀県呼子町）の架設系において応答を測定し、風洞実験での応答との比較を行なった。本報告では、実橋と模型実験の応答の相関性を見ることを目的としている。また模型実験で得た空力アドミッタンスによって実橋の構造減衰率の推定を試みた。

2. 実橋観測および風洞実験結果の比較

1) 風洞内乱流 風洞では境界層乱流を発生させ、自然風との比較を行なった。乱流の発生方法はブロック、スパイア、その両方を併用したものの3種類である。自然風は呼子大橋上で冬の季節風、台風8705号および台風8712号を観測している。発生させた境界層乱流および自然風の特

性値を表1に示す。まず乱れの強さでは、主流方向、主流直角方向成分とも風洞内乱流は季節風に近いといえる。また乱れのスケールの主流方向成分と主流直角方向成分の比を見ると、ブロックあるいはスパイアを単独使用したものよりそれらを併用の方が比較的自然風の乱れのスケール比に近いといえる。自然風に対するスケール比は1/200となり、模型縮尺率が1/121であるため、風の縮尺率がやや小さくなっている。次に主流方向、主流直角方向成分のスペクトルを図1、図2に示す。主流方向では実験値および観測値ともにkärmanの式に一致している。主流直角方向では低周波数域でPanofsky&McCormickの式からはずれるが、実験値と観測値は相似していることがわかる。したがって、風洞実験では季節風に近い乱流を発生させることができたといえる。また自然風の観測場所が桁上5mであり、観測された風に桁の影響が出ていると考えられるため、風の傾斜角に着目して桁周りの乱流特性を調べた。その結果、接近流の傾斜角が $-1^{\circ} \sim +1^{\circ}$ である場合、桁上の風の傾斜角は $+2^{\circ}$ 程度であるため、観測された季節風の傾斜角は 2° 以下であったことから、実際の接近流の傾斜角は 0° 付近であったといえる。

2) 応答実験 1988年2月の冬の季節風に対して観測された実橋の応答と風洞実験結果を比較する。実橋の架設状態が、張り出し率約90%であるのに対し、風洞模型は、張り出し率 100%のものをを用いている。また、構造減衰率については

表1 乱流特性値

	現地観測乱流特性値			風洞実験の乱流特性値		
	季節風	台風5号	台風12号	スパイア	ブロック	併用
I_u	約10%	15~30%	15~40%	5~12%	5~10%	8~15%
I_w	5~9%	8~15%	10~25%	5~10%	4~6%	5~7%
L_u	50~150m	40~200m	10~150m	約40cm	約30cm	約50cm
L_w	10~20m	10~30m	5~25m	20~35cm	5~20cm	5~15cm
$L_u : L_w$	7 : 1	6 : 1	6 : 1	3 : 2	5 : 2	5 : 1

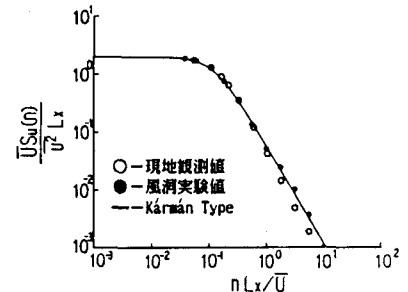


図1 主流方向パワースペクトル

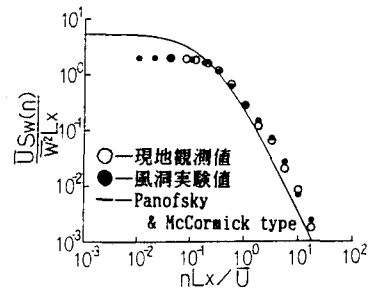


図2 主流直角方向パワースペクトル

表2 換算最大応答振幅

U (m/s)	10.2	11.1	12.1	12.1	13.1
A_o (mm)	26.4	34.8	43.0	35.6	57.4
A_m (mm)	33.9	36.3	39.9	39.9	46.0

A_o : 実橋の桁先端での換算振幅

A_m : 模型の実橋換算振幅

他の測定結果より実橋で0.06以上と報告されているため、模型ではこれを0.06とすることにした。

振動モードは水平、鉛直振動とも最低次のモードが卓越し、高次のモードは現われなかった。図3、図4に実橋と模型の鉛直ガスト応答の最大応答振幅および自乗平均応答振幅を示す。どちらも風速の増加に伴い振幅は増大し、低風速における発振は見られなかった。また、模型実験の最大応答振幅を実橋に換算し、実橋の観測値と比較した結果を表2に示す。これによると、実橋と模型実験とはほぼ10%程度の差となっているのがわかる。これらのことより、模型実験では妥当な結果が得られたといえる。

3. 構造減衰率の推定 実橋の構造減衰率の精度に若干問題があると考えられるため、変動風速から変動空力への伝達関数である空力アドミッタンスを用いて実橋の構造減衰率を推定した。この推定方法は、周波数応答関数の減衰率をパラメータとし、実験から得た空力アドミッタンスを用いて変動風速パワースペクトルから応答スペクトルを求め、実橋の応答スペクトルと比較し、そのピーク値が一致するときの減衰率をもって構造減衰率を推定するものである。図5に実験で得た空力アドミッタンスを示す。図中の実線は平板に対するHolmesのアドミッタンスである。実験値では周波数が高くなると、構造減衰率によって差が出てくるが、構造減衰率の推定においては、構造減衰率の差による空力アドミッタンスの差はないとして応答スペクトルを推定している。推定したスペクトルは図6に示すように実橋の応答スペクトルとピーク値を合わせるようにする。表3に推定した構造減衰率を示すが、これをみると $\delta_s=0.19$ を除けば、 $\delta_s=0.10$ となり、実橋が $\delta_s=0.06$ 以上と報告されていることから、この推定値は妥当であるといえる。

4. まとめ

・模型実験では風洞内の気流特性と模型の構造特性を相似させることにより、実際の現象に近い応答を再現することができた。

・模型実験で得た空力アドミッタンスを用いた実橋の構造減衰率推定法はほぼ妥当である。

参考文献

- 1) 久保他: 加部島大橋架設系の耐風特性検討報告書
昭和60年 5月
- 2) 久我他: 呼子大橋(PC斜張橋)の施工時耐風性観測
プレストレストコンクリートVol.30, No.4, 1988
- 3) 伊藤他: 耐風構造 丸善

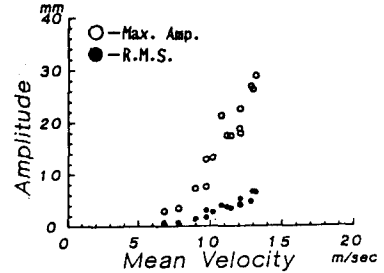


図3 鉛直ガスト応答振幅（実橋）

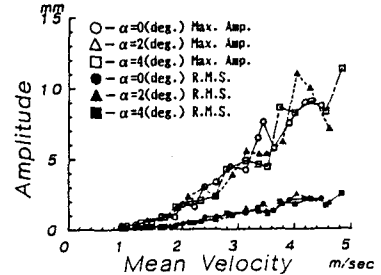


図4 鉛直ガスト応答振幅（実験模型）

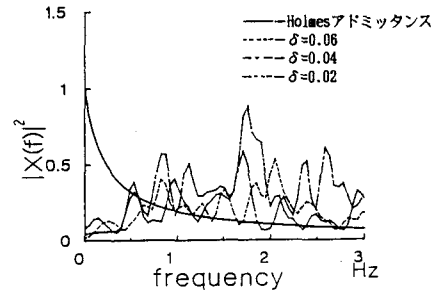


図5 空力アドミッタンス

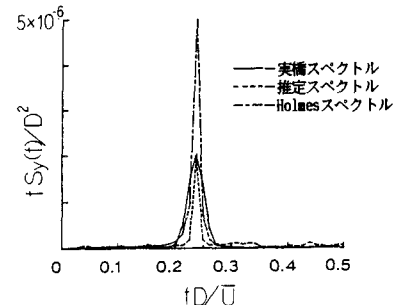


図6 応答スペクトル

表3 構造減衰率

対数減衰率 δ_s	空力減衰率 δ_a	構造減衰率 δ_s
0.14	0.0517	0.088
0.16	0.0540	0.106
0.16	0.0446	0.115
0.24	0.0498	0.190
0.14	0.0601	0.080
0.18	0.0588	0.121
0.16	0.0462	0.114