

自然風中における斜張橋架設系の空力弾性応答

九州工業大学・工学部○学生員 本村超多郎 正 員 久保 喜延
学生員 野上 千秋 正 員 加藤九州男

1. まえがき

現在の橋梁の耐風設計では、その耐風応答特性は風洞実験に依存している。このため、風洞実験では模型および風の厳密な相似性を必要とする。今回架設中の呼子大橋の応答を測定する機会を得たため、本報告では風洞実験における応答との比較を行ない、実橋での応答と模型実験での応答との相似性を見ることを目的としている。

2. 実橋観測と風洞実験

1) 実橋観測 観測は、図1に示す佐賀県呼子町と加部島を結ぶ呼子大橋の架設時において行なった。観測日は、1988年2月2日で冬の季節風時に観測した。また、架設状態は90%張り出しの張り出し長約110mで、応答変位測定は主塔から57mの位置で行なった。風速測定は桁上5mに設置された超音波流速計によって行なった。

2) 風洞実験 風洞は九州工業大学工学部設計生産工学科建設工学教室所属の境界層型波浪風洞を用いた。自然風のシミュレーションは、高さ70cmのスパイアと10cm x 5cm x 5cmのブロックを風洞上流に配して境界層乱流を発生させた。また、応答実験では1/121の三次元模型を用い、上記方法で発生させた乱流中において、減衰率および風の迎角を変化させて実験を行なった。実験模型は架設系の100%張り出し状態のもので、応答変位測定は、桁の先端で行なった。

3. 実橋観測および風洞実験結果

1) 自然風のシミュレーション 風洞で発生させた境界層乱流の特性値は、表1に示すものである。これによると、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する方が、乱れ強さおよび乱れスケールはやや大きくなることがわかる。また、表2の現地観測結果から、風洞実験では季節風に近い乱流が得られたと考えられる。風のスケール比は、1/200となり、模型縮尺率よりやや小さくなっている。平均流成分のスペクトルを図2に示すが、実験値および現地観測値ともにカルマンの形状に相似している。

2) 応答実験 季節風はほぼ西から吹いており、呼子大橋が南北に位置しているため、橋軸のほぼ直角方向から吹いていることがわかる。

図3は実橋の鉛直変位応答スペクトルであるが、卓越

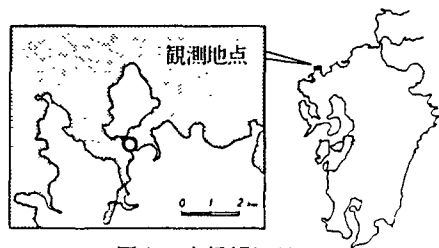


図1 実橋観測地

表1 風洞実験の乱流特性値

	ブロック	スパイア	併用
I x	8 ~ 12%	5 ~ 10%	8 ~ 15%
L x	約 30cm	約 40cm	約 50cm

表2 現地観測の乱流特性値

	季節風(冬)	台風8705号	台風8712号
I u	約 10%	15 ~ 10%	15 ~ 40%
L u	50 ~ 150m	40 ~ 200m	10 ~ 150m

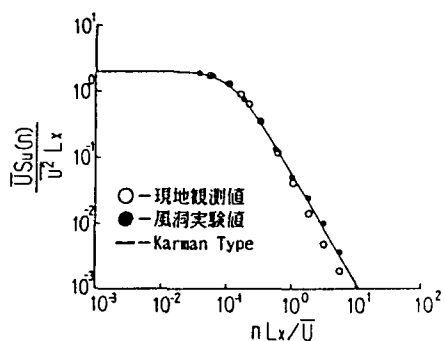


図2 平均流方向の変動風速パワースペクトル

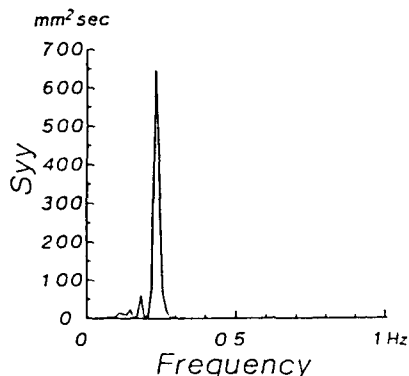


図3 実橋の鉛直変位応答スペクトル

周波数は約0.24Hzであり、逆対称一次のモードが卓越している。また、図4の模型の鉛直変位応答スペクトルも2.3Hz程度を示し、逆対称一次のモードが卓越しており、実橋のモードと対応している。

図5に実橋の鉛直ガスト応答の最大振幅および標準偏差を示す。風速の増加に伴って振幅が増大している。標準偏差も同様に増加している。また、変位測定的位置が主塔から57mの場所であり、この応答変位から桁先端での応答変位を推定すると、振動モードが逆対称一次であるので、単純比をとり、桁先端では約2倍になるであろうと考えられる。図6に模型実験の鉛直ガスト応答の最大振幅および標準偏差を示すが、風速の増加に伴い振幅、標準偏差が増加しており、実橋の応答に似ている。また、迎角の変化による最大振幅の変化は認められない。減衰率を変えた場合を見ると、減衰率が大きくなるにつれ、振幅が小さくなる。また標準偏差については、迎角および減衰率の変化に対し、あまり変化しない。

実橋と模型の最大振幅を比較してみる。実橋の対数減衰率は応答スペクトルから、 $\delta=0.06$ 以上である。実橋の最大振幅は風速 $\bar{U}=13\text{m/sec}$ で約30mmであり、これを桁先端の振幅に換算すると約60mmである。これに対し、模型は対数減衰率 $\delta=0.06$ 迎角 $\alpha=0(\text{deg.})$ のものをみると、 $\bar{U}=1.2\text{m/sec}$ で約0.4mm、実橋に換算すると約50mmとなり、模型実験では実橋の応答よりやや小さくなっている。実橋の対数減衰率は応答スペクトルから求めており、この方法では読み取り誤差を含んでいるため、実際の減衰率に精度の点で問題は残るものの、ほぼ妥当な結果が得られていると考えられる。

4. まとめ

- ・実橋および模型の卓越モードは逆対称一次であった。
- ・模型実験では迎角の変化によって最大振幅は変化しなかった。
- ・模型の応答振幅は実橋のスケールに換算すると、実橋のものよりやや小さかったが、実橋観測と風洞実験の結果との比較をすると、ほぼ妥当な結果となった。

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) 本村他: 自然風のシミュレーションと強風特性について
土木学会年講概要集第1部 昭和63年10月

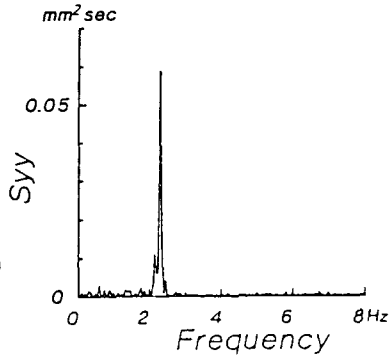


図4 模型の鉛直変位応答スペクトル

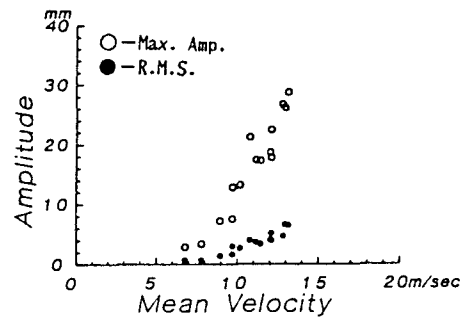
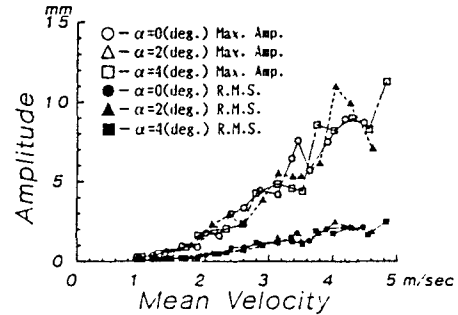
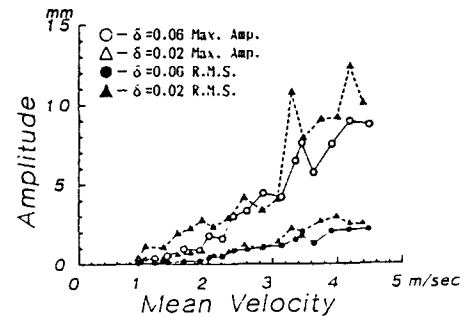


図5 実橋のガスト応答



(a) 対数減衰率 $\delta=0.06$



(b) 迎角 $\alpha=0(\text{deg.})$

図6 模型のガスト応答