

松尾橋梁(株)

学生員 ○長澤 哲之介

立命館大学理工学部

正会員 小林 紘士

1. まえがき

本研究では大阪市大正区鶴町地区に計画中の主スパン 260m のブレースドリブアーチ橋を対象とし、ガスト応答について調査を行った。一般にガスト応答照査などの動的耐風設計に用いられる風特性の推定は道路橋耐風設計便覧に従うが、本研究で対象とした橋梁周辺地形は市街地であるため、将来的に対象橋梁付近に大型の構造物が建設される可能性があると言え、局所的な地形や大型構造物などが存在する場合、その後流の気流特性は大きく変化するため、従来の道路橋耐風設計便覧¹⁾で対応できない地域が存在する可能性がある。そこで、大型構造物後流の乱流特性値の空間的な分布を風洞実験により明らかにし、それが対象橋梁のガスト応答に及ぼす影響を調査する。また、表 1 に示すように対象とした橋梁は固有値解析から水平たわみ最低次振動数 $f=0.458\text{Hz}$ と低く、またアーチリブ部において抗力係数 $CD=2.98$ と高い値を示している為、水平たわみガスト応答について調査を行った。

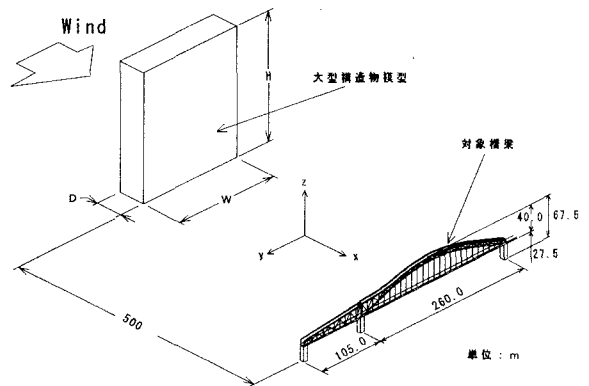


図 1 大型構造物模型及び座標系

表 1 構造特性

		アーチリブ	桁
単位重量(tf/m)		6.1	9.2
極慣性モーメント(tf ² m ² /m)		29.8	45.0
固有振動数 (Hz)	水平たわみ	0.458	
	鉛直たわみ	0.731	
	ねじれ	1.135	

2. ブレースドリブアーチ橋の水平たわみガスト応答

2. 1 大型構造物後流の乱流構造

乱流特性

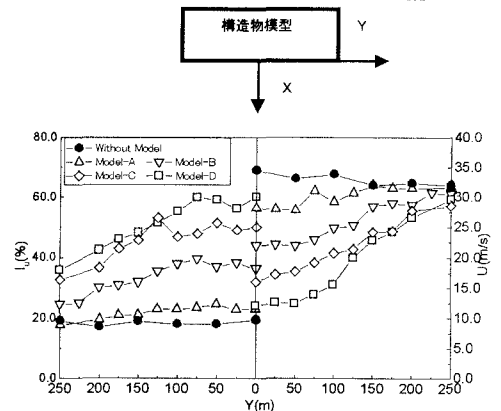
風洞実験により表 2 に示す大型構造物後流の気流測定を行った。測定ポイントは図 1 に示すように大型構造物後流の実距離 $X=500\text{m}$ において測定した。なお、実スケールとの相似則はそれぞれ縮尺比 1/500、風速比 1/7、時間比 1/71 とした。図 2 に実スケール $X=500\text{m}$ 、 $Z=27.5\text{m}$ における、それぞれの構造物模型後流の主流平均風速及び主流乱れ強度の鉛直分布を主流直角水平方向分布図を示す。図中横軸はそれぞれ主流平均風速および乱れ強度であり、実風速に換算している。これより模型幅 W が広くなるにつれ、模型設置前に比べ気流に大きく影響を及ぼしている。また、大型構造物によって形成される剥離流による主流風速の増加域は、今回確認されなかったが Model-C、D においては $Y=200\text{m}$ 以上で主流方向成分乱れ強度が模型設置前に比べ、1.5 倍近く増加しているにもかかわらず、主流方向平均風速は模型設置前の 90% 近くに回復するような領域が確認された。

変動風速パワースペクトル

図 3 に Model-C の $X=500\text{m}$ における主流方向成分変

表 2 対象大型構造物寸法 (実スケール)

	W(m)	D(m)	H(m)
Without Model			
Model-A	50.0	50.0	250.0
Model-B	100.0	50.0	250.0
Model-C	150.0	50.0	250.0
Model-D	200.0	50.0	250.0

図 2 主流直角水平方向の $U(\text{m/s})$ 、 $I_u(\%)$ 分布図
($X=500\text{m}$ $Z=27.5\text{m}$)

動風速パワースペクトル及び鉛直方向成分変動風速パワースペクトルの一例を示す。無次元化にあたっては境界層乱流の影響を受けない高さ $z=1000\text{mm}$ (風洞高さ)での風速 U_0 の分散 $\sigma_{U_0}^2$, 乱れスケール L_{u0} 及び L_{w0} を用いた。図より、主流方向成分のパワースペクトルは構造物真後ろである $Y=0\text{m}$ 付近では、模型設置前と比べほぼ変化はないが、鉛直方向成分のパワースペクトルにおいては、低周波領域において増加する傾向を示したおり、 $Y=0$ 付近において顕著である。以上の事はどの構造物模型も同じような傾向が見られた。

2. 3 ブレースドリブアーチ橋の水平たわみガスト応答

風洞実験より得られた風速データより、ブレースドリブアーチ橋を対象としてアーチリブ部の抗力ガスト応答を調査する。大型構造物と対象橋梁との配置条件は図1に示すように今回調査したのは大型構造物後流500mにおける水平たわみガスト応答である。応答解析には時刻歴応答解析によって調査し、尚ここで、各点に作用させる変動空気力は表3に示すように空力アドミッタンスならびに空間相関は準定常理論を採用し、また明石海峡大橋耐風設計要領²⁾に基づく一般的に採用されているガスト応答推定と比較する。

解析結果

図4にアーチリブ中央部の応答結果を示す。

まず、一般に採用されている方法でのスペクトル解析結果と模型設置前との応答結果を比較すると、スペクトル解析結果の方が低い値を示しているが、これは、時刻歴解析において、空間相関及び空力アドミッタンスを準定常理論を採用した事により変動抗力が過大評価されたものと思われる。次に全ての構造物模型設置後における水平たわみガスト応答の R.M.S 値は模型設置前に比べると全てのケースにおいて下回っており、Model-D においては模型設置前の約 60%となった。これは、主流平均風速が回復するような領域があるものの主流方向平均風速低下領域の方が大きい為に変動抗力が模型設置前に比べ低くなったものと思われる。

また時刻歴解析は先ほど述べたように、スペクトル解析に比べ、変動効力を過大評価しているが、全てのケースともスペクトル解析を下回るような結果となった。

3. 結論

今回の大型構造物模型後流の水平たわみガスト応答は平均風速の低下により模型設置前に比べすべてのケースにおいて低下してた。また、一般的に採用されているガスト応答推定と比べ、これらの後流域での水平たわみガスト応答もまた低下する。

今後の課題としては今回の解析においては鉛直たわみ応答については調査をしていないが、低周波領域での変動風速のパワースペクトルが増加していることから、照査する必要がある。

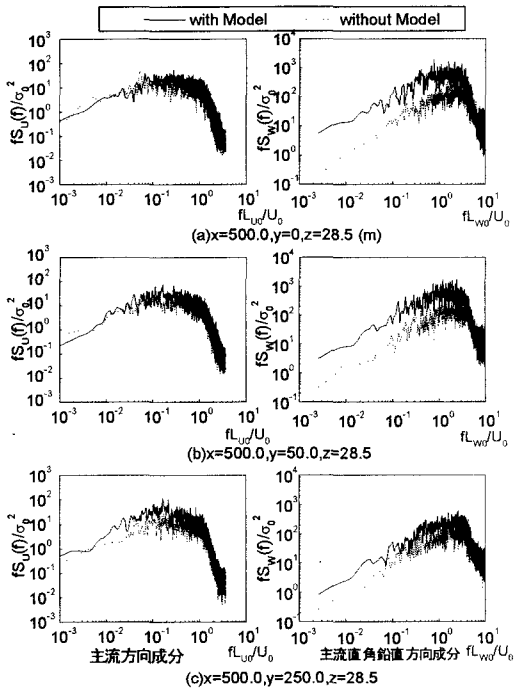


表 3 解析条件
図 3 変動風速パワースペクトル

変動風速パワースペクトル	時刻歴応答解析 (Model-C)	スペクトル解析 日野の式 (地表粗度区分IV,高さを考慮)
	実験により得られたデータ	
基本風速	風速比 1/7 により 実橋風速に換算	38.4 m/s
空間相関	準定常理論	本四耐風設計基準
空力アドミッタンス	準定常理論	Davenport 式(k=7)

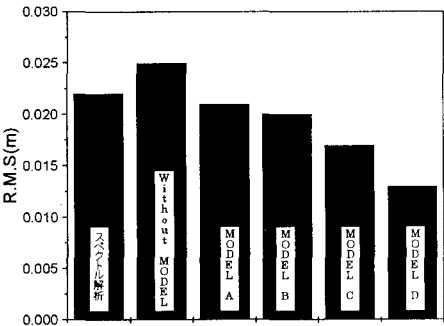


図 4 水平たわみガスト応答(アーチリブ中央部)

【謝辞】 本研究を遂行するにあたり立命館大学 4 年生三谷圭介氏に謝意を表す

【参考文献】 1) 社会法人 日本道路協会：道路橋耐風設計便覧,1991 2) 本州四国連絡公団：明石海峡大橋耐風設計要領同解説,1990.2