

立命館大学大学院 ○扇本 剛

立命館大学大学院 奥村 学

立命館大学理工学部 小林絃士

1. まえがき 橋梁の空力弾性応答に対する各種の乱流パラメーターの影響に関する知識は蓄積されてきている。乱流パラメーターのうち、空間相関の影響についてはまだ未知の部分が残されているものと言える。本研究では長さの異なる模型を用いて風洞実験を行い、橋軸方向の空間相関の影響について調べる。

2. 実験方法 実験は幅2.4m、高さ1.8m、長さ13.2mの境界層風洞内でスパイアおよび粗度ブロックを用い、境界層乱流を生成した。生成された気流のパワースペクトル(鉛直成分)の一例を図1に示す。図の横軸は無次元周波数で f は周波数、 B は模型幅、 U は風速である。縦軸は基準化パワースペクトルで S_w は鉛直成分の変動風速のパワースペクトルである。アクティブ乱流りのパワースペクトルも波線で示した。境界層乱流の鉛直成分乱れスケールは $L_w=0.09m$ となり、アクティブの場合の $L_w=0.24m$ に比べ小さい値となった。この乱れスケール L_w の違いが本研究で対象とする模型の応答に及ぼす影響について数値的に検討した。その結果を図2に示す。横軸は鉛直方向の乱れスケール、縦軸は曲げ応答のR.M.S.値を模型幅で除したものである。風速 $U=4.0m/s$ 以下ではほぼ影響がないといえるが、それ以上の高風速においては応答を過小評価してしまう傾向にある。

実験に使用した模型は図3に示した $B/D=5$ の矩形断面模型及びその両端にフェアリングを設けた $B/D=8$ の六角形断面模型である。本研究では $L=300mm, 1800mm$ の2種類を用い、模型長の影響を調べた。模型は鉛直曲げ振動、ねじれ振動の2自由度で振動するようばね支持した状態で実験を行った。模型の構造諸元を表1に示す。なお、境界層乱流中とアクティブ乱流中で相似性が保てるよう構造諸元を決定した。

3. 実験結果

a) 気流の空間相関 風洞内で得られた鉛直成分の変動風速のコヒーレンスを図4に示す。横軸は周波数、縦軸はコ・コヒーレンスを示

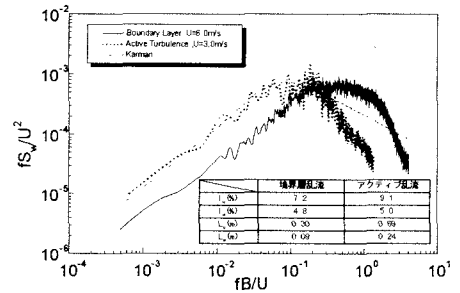


図1 変動風速のパワースペクトル

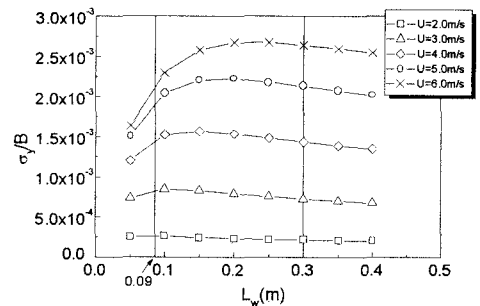
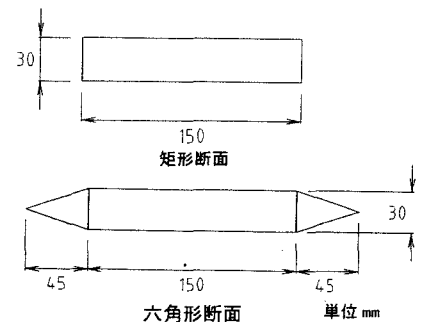
図2 乱れスケール L_w の影響

図3 模型断面図

表1 模型諸元

		L=300mm		L=1800mm	
		矩形断面	六角形断面	矩形断面	六角形断面
重量 (Kg/m)		15.148	15.148	2.525	2.525
極慣性モーメント (Kg・m ² /m)		0.446×10^{-2}	0.446×10^{-2}	0.446×10^{-2}	0.446×10^{-2}
振動数	たわみ (Hz)	2.65	2.64	3.12	3.12
	ねじれ (Hz)	6.47	6.43	6.47	6.67
構造減衰	たわみ (Hz)	0.019	0.018	0.019	0.020
	ねじれ (Hz)	0.017	0.018	0.021	0.018

す。破線はKármánの式による近似曲線である。風速の測点間隔 $dL=0.100\text{m}$ 以上のコヒーレンスは負の値をとる部分が多くなった。そのため $dL=0.100\text{m}$ 以上の測点間隔のデータについては全周波数領域において $\text{co-coh}(f)=0.0$ を使い、ジョイントアクセプタンスの算定を行った。

b) 空力アドミッタンス 風速 $U=4.0\text{m/s}$ のもとで測定された曲げ応答をもとに揚力の空力アドミッタンスを求めた。その結果を図5に示す。横軸は無次元周波数、縦軸は空力アドミッタンスを示す。矩形断面の結果について言うと、 $L=300\text{mm}$ の場合には、空力アドミッタンスはほぼ平坦である。模型の固有振動数付近の周波数で大きなピークが出現しているが、現在その原因は調査中である。 $L=1800\text{mm}$ の場合 $fB/U=10^{-1}$ 付近を中心に、上に凸の形状を成す傾向が見られる。六角形断面の空力アドミッタンスも $L=300\text{mm}$ の場合ほぼ平坦で、 $L=1800\text{mm}$ の場合 $fB/U=10^{-1}$ 付近で上に凸となり、矩形断面の結果ほどはっきりとした変化は見られなかったが、傾向としては同様のものではあった。このような傾向を示す原因としては、模型長が短いときには比較的空間相関の高い値を用いて空力アドミッタンスを評価するが、模型長を長くすると空間相関の低い部分を多く取り込んで空力アドミッタンスを評価している（図4参照）。そのため両者の空力アドミッタンスに違いが現れたものと考えられる。剥離流の影響を受けやすいと考えられる矩形断面模型では、その結果がより顕著である。

また、アクティブ乱流で用いた模型の断面形状については図3に示したものと同一のもので、模型幅は矩形断面が $B=100\text{mm}$ 、六角形断面が $B=160\text{mm}$ 、模型高さは両断面とも 20mm のものを使用している。アクティブ乱流と境界層乱流の空力アドミッタンスの結果は矩形断面、六角形断面共に異なる傾向を示した。これは、気流の空間相関、模型長、パワースペクトルなどの違いによるものと考えられる。これについてはさらに慎重に検討していく必要がある。

4. 結論

- 空力アドミッタンスは模型長に影響を受けることが分かった。これは空間相関及びその評価による影響であると考えられる。
- 境界層乱流中で求めた空力アドミッタンスはアクティブ乱流中における結果と形状が異なる。風洞実験により空力アドミッタンスを算定するには気流特性、模型長などをさらに慎重に検討する必要がある。

4. 結論

- 空力アドミッタンスは模型長に影響を受けることが分かった。これは空間相関及びその評価による影響であると考えられる。
- 境界層乱流中で求めた空力アドミッタンスはアクティブ乱流中における結果と形状が異なる。風洞実験により空力アドミッタンスを算定するには気流特性、模型長などをさらに慎重に検討する必要がある。

謝辞 本研究を遂行するにあたりご協力をいただいた立命館大学学部生の寺岡毅氏に感謝致します。

【参考文献】 1) 小林, 畑中, 奥村: 橋桁基本断面の空力アドミッタンスに関する実験的研究, 土木学会第52回年次学術講演会講演概要集, 平成9年9月

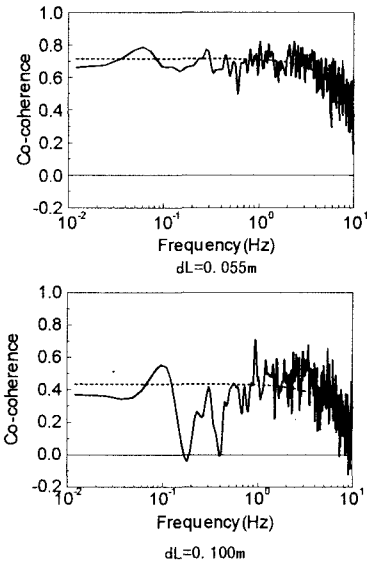


図4 変動風速のコ・コヒーレンス

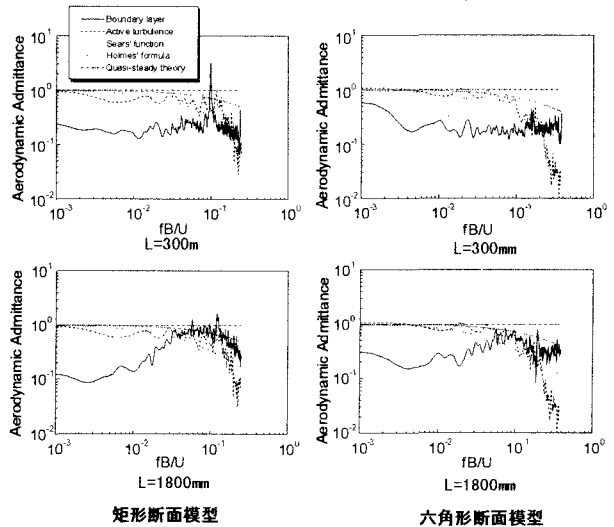


図5 揚力の空力アドミッタンス