

石川島検査計測(株)

鈴木利彦

石川島橋梁重工(株) 正員 樋上勝一

1. まえがき

充満桁橋梁の耐風安定性を評価する上で、自然風下における橋脚振特性を知ることが重要であるが、気流に含まれている乱れが橋脚振応答に及ぼす影響についてはまだ不明な点が多く残されている。そこで、基本的な充満断面を対象として、乱流中での橋脚振応答振幅を乱れ強さと乱れスケールをパラメータとして調べ、一樣流中での応答と比較する風洞試験を実施した。試験の結果、乱流中では振幅が顕著に増大する現象が認められたので、以下にこの現象を中心に報告する。

2. 試験方法と条件

試験の対象とした断面は矩形断面(○-断面)とこれにフェアリングを付けた偏平六角断面(F-断面)の2種である(図-1)。試験は鉛直たわみ振動のみを対象とした。検討は主に2次元模型によるが、現象を確認する意味で3次元模型も用いた。模型に関する条件は表-1に示すとおりであるが、○-断面のスクリーン数は橋脚振現象とギャロピング現象とを分離するため、F-断面より大きい値となり、ている。乱流は、サイズの異なる3種の格子と1種の積丹形状とにより、発生させ、これらの発生装置と模型との距離を変化することにより、特性の異なる乱流場を得た。乱流特性を図-2に示す。鉛直方向の乱れ強さは主流方向とほぼ同じであり、スケールは主流方向の約 $1/2$ となっている。

3. 結果と考察

図-3に2次元模型で得られた各断面の乱流中応答振幅と一樣流中応答振幅の比 R を示す。これから、乱流特性が橋脚振振幅に及ぼす影響について次のことが言える。

断面形状に対する影響 乱れは○-断面に対して振幅を抑制する効果を持つが、F-断面に対しては逆に振幅を増大させる方向に作用する。これらの作用は断面/幅員の大きい断面に顕著に現われる。従って、乱流は、特性が同じでも、その影響は断面形状によって異なる。

乱れ強さ I_u の影響 F-断面の乱流中応答は、一樣流中の応答を上回り、F-1断面は乱流場③で $R=1.64$ 、F-2断面は乱流場②で $R=1.36$ という大きいピーク値を示す。乱流場③の I_u は高々6%であり、②の I_u は8%である。このような小さな I_u で R がピークを示すこと、さらに、 R 値が高範囲の I_u に対して1を上回り、ていることから考え、乱れは本質的にF-断面の応答を増大させているのではなく、一樣流中では断面周りの流れ模様が不安定に振動振幅を抑制しているが、乱れが入ると、この不安定性が解除され、その結果振幅が増大するという解釈も出来る。一方、○-1断面は $I_u=5\%$ までは $R=1$ を保つようであるが、 I_u が高くなると振幅は減少する。○-2断面はスクリーン数が高いため、一樣流中で認められた振動は全ての乱流場で消滅する。このような2次元模型で認められた現象を確認する意味で行な、3次元模型試験の結果を図-4に示す。3次元模型においても R 値の絶対的な大きさは異なるものの I_u に対する R の変化は同じ傾向が認められる。F'-1断面で R 値が2次元模型試験の値より大きくなっているのは、一樣流中の振幅(無次元振幅)がF-1断面の約6割程度であり、このことによる。

乱れスケールの影響 スケールの影響は乱れ強さに見られたような傾向的な変化は認められず、今回対象としたスケール/断面幅の範囲内においては、乱流中応答は乱れ強さによるコントロールされていると言える。

スペクトル分布の影響 乱流場②、④、⑤のスペクトル分布を図-5に示す。これらの乱流場において、各断面の R はほぼ同じ値を示すが、橋脚振が顕現した $9/11$ に対する各乱流場のスペクトル分布は相対的にずれている。このことは、乱流中応答が模型周波数近辺の乱れエネルギーに左右されないこと、さらに模型周波数に対する乱れエネルギー周波数成分の分布に依存しないことを示していると考えられる。

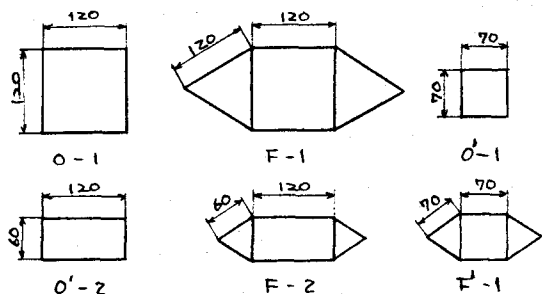


図-1 試験対象断面

表.1 試験条件

模型	模型長(m)	振動数(Hz)	スリット数
O-1	1.2	3.436	12.1
F-1	1.2	3.266	1.1
F-2	1.2	3.406	1.1
O'-1	2.29	3.608	14.5
F'-1	2.29	4.176	1.2

スリット数
= $\frac{ms}{PBD}$

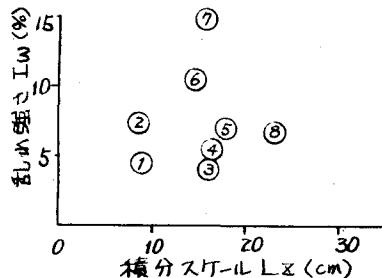
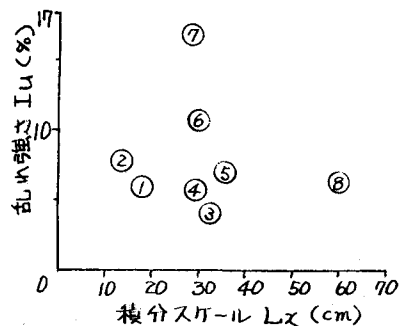


図-2 試験で用いた乱流特性

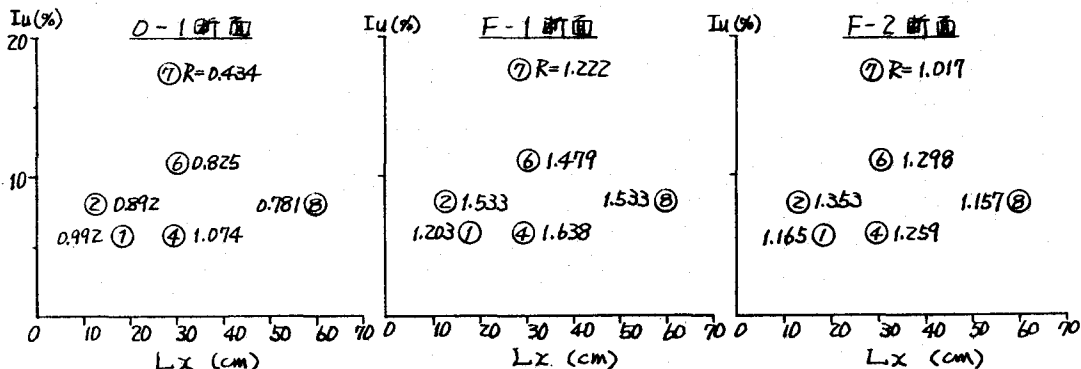


図-3 乱流中(RMS)振幅/一様流中(RMS)振幅比 R (2次元模型)

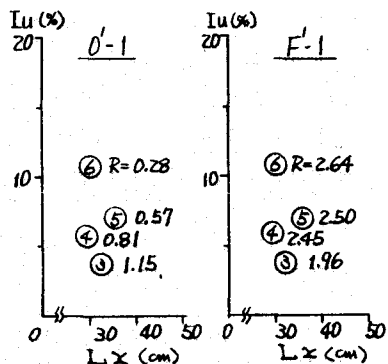


図-4 3次元模型試験結果

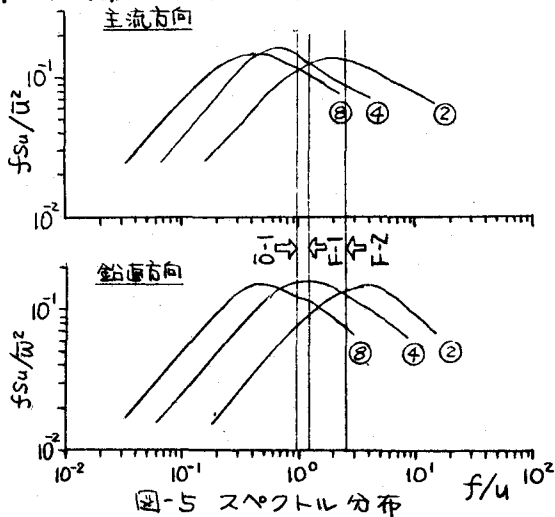


図-5 スペクトル分布