

日本鋼管(株) 正員 武田 勝昭
日本鋼管(株) 正員 園部 好洋

1. まえがき

箱桁斜張橋上部工に代表されるような bluff な構造物の耐風設計においては、比較的低風速で発生する渦励振動の特性を正確に把握することが特に重要である。このため、一般に、一様気流中においてバネ支持実験が行なわれることが多いが、この方法では自然風の乱流特性が無視されているため、実構造物の応答振幅等を正しく評価しているとは言い難い。渦励振動に及ぼす乱流効果については、従来からいくつかの研究例が有るが、未だに一般的結論は得られておらず、

より多くのデータの蓄積が必要であると思われる。本研究では、8種類の断面について3次元実験を行ない、気流の乱れ強度が渦励振動振幅等に及ぼす影響を検討したので以下に報告する。

2. 使用模型

実験に用いた8種類の模型の断面形状を図1に示す。図中、Model TZ, SH, CH, WB, HXは実際に架橋された、或は今後架橋される予定の橋梁断面を参考にして選んだものであり、Model CHには(図中左から)5×2, 6×2, 7×2mmの地覆を、その他のModel には12×3mmの地覆を取付けた。

3. 実験方法と実験条件

一様流中或は格子乱流中において3次元実験(タウトストリップ実験)を行ない、 $l/2$ 点(l :スパン長)におけるたわみ応答を測定した。タウトストリップ実験は、前回¹⁾と同様、16ピース(100mm/ピース)から成る模型を2本の平行に張られたピアノ線に取り付けて行なった(隙間1mm, $l=1615$ mm)。各模型の実験条件を表1に示す。Model TZ, SH, CH, WB, HXの実験条件は、想定した実橋の諸元を参考にして決定した。また、Model CHは左右非対称な断面なので、左右両方の風向で実験を行なった。乱流格子は、バーサイズ $b=50$ mm, メッシュサイズ $M=200$ mmのものをうい、格子と模型との距離 $x=1, 2, 2.7, 3, 4, 5, 8$ mと変えることによって、主流方向の乱れ強度 $I_u=20.1, 9.6, 7.5, 6.2, 5.1, 4.5, 3.8$ %を得た。但し、 $x=1$ m($I_u=20.1$ %)の場合には模型位置における風速分布の一樣性が極端に悪かった(± 10 %程度)ので、実験結果の考察の際には、この点に充分留意することが必要である。なお、本実験は、日本鋼管(株)技術

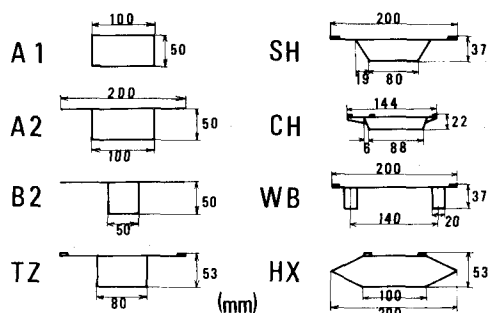


図1 使用模型の断面形状

表1 実験条件一覧表

Model (Angle of Attack)	Mass, m (kgf [*] s ² /m ²)	Freq. fo(HZ)	Structural Damping δ_0
A1(0°)	0.0867	7.14	0.01~0.025
A2(0°)	0.2542	5.48	0.015~0.03
B2(0°)	0.0898	7.13	0.02~0.045
TZ(0°)	0.1286	7.17	0.015~0.02
SH(+4°)	0.1306	7.11	0.015~0.02
CH(+7°)	0.1179	5.90	0.015~0.035
WB(+4°)	0.1214	7.36	0.015~0.025
HX(0°)	0.1235	7.16	0.015~0.035

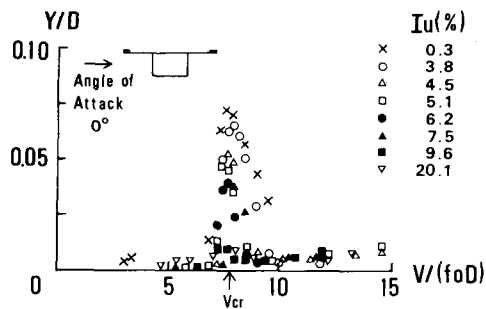


図2 Model TZの風速一応答振幅図

研究所のゲッチンゲン型風洞を用いて行なわれた。

4. 実験結果と考察

Model T Z, S H, W B, H Xの実験結果を図2～図5に示す。これらは、主流方向の乱れ強度 I_u をパラメータとして描いた風速一応答振幅図であり、横軸は無次元風速 $V/(f_0 D)$ (V : 風洞風速, f_0 : 固有振動数, D : 桁高), 縦軸は無次元応答振幅 Y/D (Y : 鉛直たわみ対称1次モード振動の $\ell/2$ 点における応答振幅の平均値) である。図中, $I_u = 0.3\%$ は乱流格子を用いなかった場合(一様流中)の測定結果であり, また V_{cr} は, ストローハル数の測定結果から計算された共振風速である。図6には, 気流の乱れ強度 I_u (%) と, 乱流効果に関する渦励振最大応答振幅比 K_R (= 乱流中の最大応答振幅/一様流中の最大応答振幅) との関係を示す。この $I_u - K_R$ 図からは, 既に述べた理由(風速分布の非一様性)により, $I_u = 20.1\%$ のデータを除外した。図2～図6により, 以下のことが明らかとなった。

① Model A 1, H Xを除く多くの断面においては, 気流の乱れ強度が渦励振応答振幅に及ぼす影響は極めて大きく, 乱れ強度 I_u が大きくなるに従って確実に応答振幅は減少する。気流の乱れ強度 I_u として10%程度を考える場合には, 一様流中で観測された振幅が乱流中で1/2以下に減少するケースが大部分を占める。

② Model A 1, H Xにおいては, 渦励振応答振幅が乱流中でもほとんど変化しない, 或は乱流中でむしろ増加する傾向が認められる。このような傾向は従来1:3矩形断面等にも認められており, 渦励振動に及ぼす乱流効果を単に振幅の「低減係数」という概念で処理することは適当でないと思われる。

参考文献

1) 武田, 藤澤, 園部 「基本矩形断面の鉛直たわみ応答振幅-2, 3次元風洞実験結果の相互比較」 第38回土木学会年次学術講演会 昭和58年9月
2) 本田, 白石, 松本 「渦励振に及ぼす乱流効果についての実験的研究」 第37回土木学会年次学術講演会 昭和57年10月

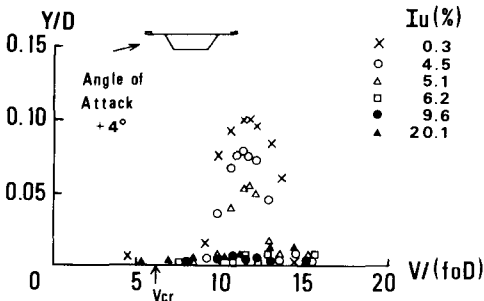


図3 Model SHの風速一応答振幅図

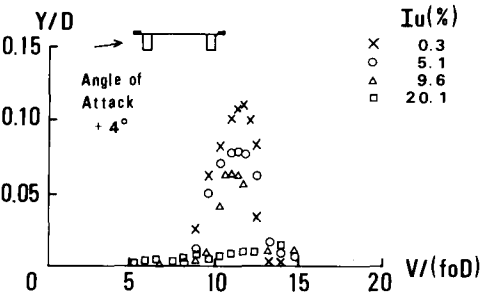


図4 Model WBの風速一応答振幅図

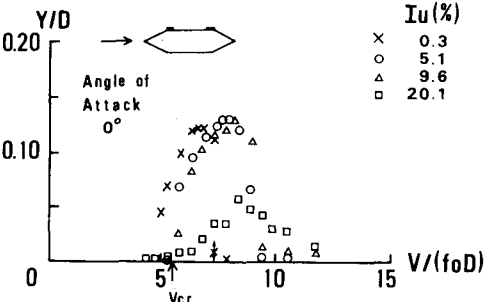


図5 Model HXの風速一応答振幅図

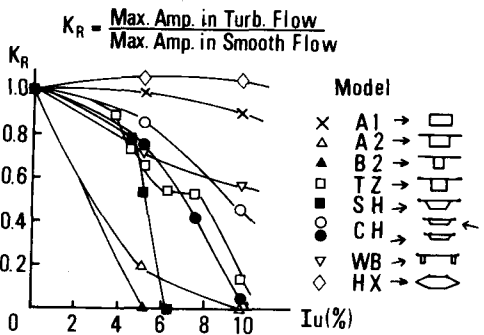


図6 気流の乱れ強度 (I_u) と最大応答振幅比 (K_R)