

日本鋼管㈱ 正員 橋本 光行
日本鋼管㈱ 正員 武田 勝昭

1. まえがき

橋梁、特に箱桁断面を有する斜張橋の耐風設計においては、低風速で発生する渦励振動の特性を把握することが重要である。自然風下の実構造物の耐風安定性を正しく評価するためには、渦励振動に及ぼす気流の乱れ効果を明らかにする必要がある。筆者らはこのような点を踏まえて、格子乱流中あるいは境界層乱流中において主として3次元実験を行い、気流の乱れ強度さらに乱れスケールと渦励振応答振幅との関係について考察を加えてきた。しかしながら、前回の報告では境界層乱流と格子乱流を単にスケールの違いだけで評価したという問題点が残ったため、本研究で再び考察を行う。さらに非定常圧力を測定することによって、渦励振応答振幅に及ぼす乱流効果のメカニズムについて考察を加える。

2. 実験方法

一様流中及び格子乱流中において2次元バネ支持実験を行い、たわみ応答を測定した。乱流格子は、バーサイズ $b = 50 \text{ mm}$ 、メッシュサイズ $M = 200 \text{ mm}$ のものを用い、格子と模型との距離 $X_G = 2.4 \text{ m}$ と変えることによって、主流方向乱れ強度 $I_u = 8.7, 5.1 (\%)$ 、主流方向乱れスケール $L_u^x = 9, 11 \text{ cm}$ を得た。実験の対象とした断面は図1に示すように、1:2矩形断面及び箱桁断面の2種類で、模型幅に対する気流の乱れスケール長を相対的に変化させるため、各々2通りの断面寸法の模型を採用した。尚、同一断面の実験条件を合わせるためにスクルートン数を等しくしてある。また、A1S及びTZSの模型には中央主流方向に十数ヶ所の圧力孔を設け、ピニールチューブで圧力計まで導き、強制加振法により非定常圧力を測定した。

3. 実験結果と考察

図2～3にA1及びTZ断面の格子乱流中における風速－応答振幅図を示す。横軸は無次元風速であり、 $V/(foD)$ (V : 風洞風速, fo : 固有振動数, D : 桁高), 縦軸は無次元応答振幅 Y/D (Y : 応答振幅の平均値) である。この応答図からは、同一

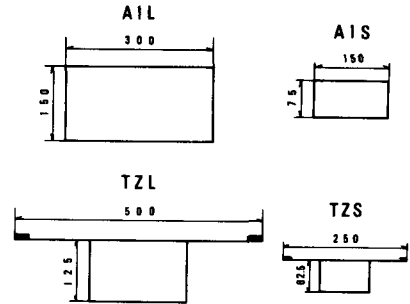


図1 使用模型の断面形状

表1 実験条件一覧表

断面形状	模型幅 B (mm)	模型高 D (mm)	質量 m ($\text{kg} \cdot \text{s}^2/\text{m}^2$)	振動数 f_0 (Hz)
A1L	0.3	0.15	1.9337	2.97
A1S	0.15	0.075	0.4828	5.97
TZL	0.5	0.133	1.9949	3.05
TZS	0.25	0.066	0.4987	6.07

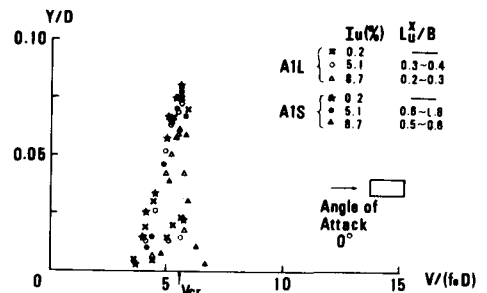


図2 Model A1 の風速－応答振幅図

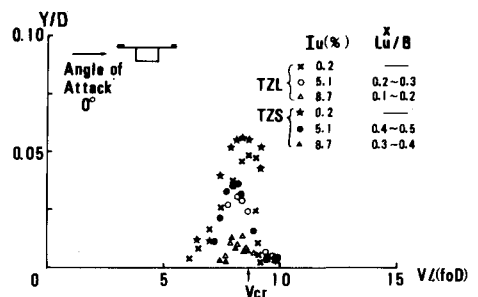


図3 Model TZ の風速－応答振幅図

の格子乱流において模型の大きさを変えることによってスケール比 L_u^x/B (B :桁幅)を変化させても、応答特性にはさほど大きな違いが見られなかった。図4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。図中には前回及び前々回の報告で得られた格子乱流中(GRID)及び境界層乱流中(TBL)でのタウトストリップ実験の結果も合わせて示してある。前回の報告では、乱れのスケールが大きい境界層乱流の方が渦励振応答振幅が大きくなるという考察がなされたが、この I_u-K_R 図からは、格子乱流中で模型の大きさを変化させても、 $0 < L_u^x/B < 1$ の範囲では乱れのスケールは応答振幅にあまり大きな影響を及ぼしていないと思われる。尚、この図から境界層乱流と格子乱流とは応答振幅低減効果に差が見られるが、今後これらの乱流特性を詳細に調べ、比較検討することによって渦励振に影響を及ぼす乱流パラメータについて検討を加える予定である。

図5～6にA1S及びTZS断面の非定常圧力分布を示す。縦軸 C_{pi} は振動速度比例成分と呼ばれるもので、振動発生の有無に継がる。圧力を測定した風速は、前述の渦励振最大応答振幅が発生する風速 V_{cr} である。A1及びTZ上面では、共に前縁側で減衰力であったものが、後縁側に進むにつれて加振力に変化している。またTZ下面での圧力は上面に比べて非常に小さいという結果も得られた。乱れを大きくすると($I_u \rightarrow$ 大)、A1、TZ共にピークが前縁側に移動しており、再付着点の前進が窺われる。また乱れの増大に伴い、 C_{pi} の絶対値が加振域及び減衰域で共に小さくなっている。図4よりTZはA1に比べて乱れの影響を大きく受けるという結果が得られているが、後縁側で加振力が再び減衰力に変化しており、再付着型であることに一因があると思われる。今後このようなデータを蓄積する必要があると思われる。

4. まとめ

本研究により得られた結論は以下のとおりである。①格子乱流中でバネ支持模型の大きさを変化させても、 $0 < L_u^x/B < 1$ では乱れのスケールが渦励振応答振幅に及ぼす影響は少なかった。②乱れの効果は剥離した流れの再付着点の前進を誘起する。また乱れにより加振力だけでなく減衰力も減少する。

<参考文献>

- 1) 武田, 園部「気流の乱れスケールと渦励振応答振幅」第40回土木学会年次学術講演会 昭和60年9月
- 2) 武田, 園部「気流の乱れ強度と渦励振応答振幅」第39回土木学会年次学術講演会 昭和59年10月

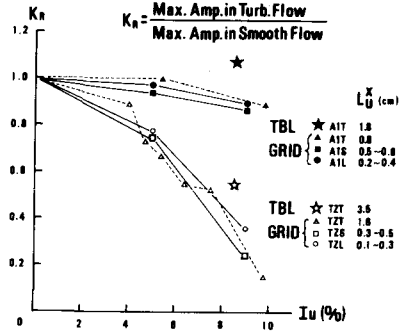


図4 気流の乱れ強度と最大応答振幅比

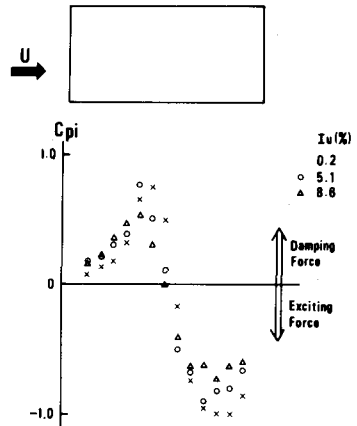


図5 Model A1S の非定常圧力分布

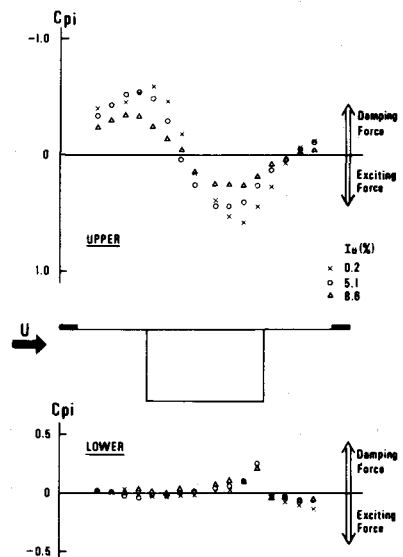


図6 Model TZS の非定常圧力分布