

角柱の渦励振に及ぼす乱流の効果

立命館大学理工学部 正 員 小林 敏士
 大阪大学工学部 正 員 川谷 充郎
 大阪大学大学院 学生員 ○中出 収

1. まえがき 近年、自然風を考慮した乱流中における構造物の耐風安定性に関する風洞模型実験の重要性が説かれている。本研究では矩形断面模型を用いて、渦励振に及ぼす乱流の影響を明らかにしようとするものである。乱流は格子によって発生させ、乱流特性のうち、乱れ強度 (I_u : 水平方向成分) と乱れスケール比 (L_x/B : L_x =自己相関係数による乱れスケール) とに着目する。乱れ強度は、格子のピッチ幅を変化させることによって 5~15 %までの値が得られる。一方乱れスケール比は、模型の寸法 (縮尺) を変えることで、 L_x/B の値を変化させるという方法を採用した。各々の

パラメータの渦励振に及ぼす影響について考察する。

2. 実験概要 使用風洞は幅 1.8m, 高さ1.8m の断面を有しており、実験に用いた格子はG24 (格子幅 24cm ピッチ78cm) と G12 (格子幅12cm, ピッチ45cm) の2

表-1 模型諸元

模型名	寸法 (mm) [D×B×W]	重量 kg	固有振 動数Hz	対数減衰 率
1/1-Model	60×150×1570	4.60	5.25	0.0145
1/2-Model	30×75×785	1.45	10.20	0.0044
1/3-Model	20×50×523	0.75	9.90	0.0015

表-2 気流特性

隔壁の有無・格子名	風速(m/s)	$I_u(\%)$	$I_w(\%)$	$L_{x,u}(cm)$	$L_{x,w}(cm)$
隔壁なし No-Grid	2.04	1.94	2.65	2.13	0.24
1/1-模型 G12	2.11	7.88	6.25	21.87	11.46
間隔 180cm G24	1.84	13.81	10.52	22.90	12.26
隔壁あり No-Grid	2.20	1.58	0.06	2.35	2.22
1/2-模型 G12	2.16	5.82	4.71	21.28	15.67
間隔 90cm G24	1.90	11.59	9.25	24.42	10.16
隔壁あり No-Grid	1.20	1.63	0.09	1.33	1.20
1/3-模型 G12	1.11	4.99	4.49	14.42	8.33
間隔 60cm G24	1.16	11.02	8.26	20.05	10.62

種類である。使用した模型は表-1に示す断面比 $D/B=1/2.5$ (D =高さ, B =弦長) の矩形断面3種類である。各模型は、鉛直たわみ1自由度系にばね支持した。模型に少なからず影響を及ぼす風洞壁面に生じる境界層の効果を各縮尺模型において変えないようにするために隔壁を設ける。隔壁を設けることによる気流特性の変化を確認するために、隔壁の有無による乱流特性を明確にする。この結果を基に応答実験を行い、渦励振最大振幅 (実効値) を測定した。

3. 実験結果 <1>気流特性 乱れ強度および乱れスケールの測定結果を表-2および

図-1 (1), (2)に示す。表-2で L_x は渦励振最大振幅時の乱れ特性を示している。隔壁の有無により乱れ強度に差が生じ、隔壁を取り付けることで乱れ強度が減少するという結果となった。これは隔壁による整流効果であると考えられる。一方、乱れスケールに関しては、図-1 (2) より、G24については

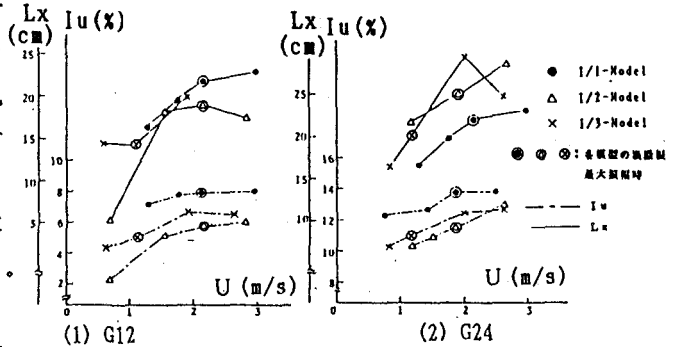


図-1 風速 vs 乱れ強度, 乱れスケール

隔壁のある場合は無い場合より乱れスケールは大きくなる傾向がある。本実験で着目した 3.0 m/s 以下の風速域では、乱れ強度、乱れスケール共に風速依存性を有している（図-1）。従って同じ格子を用いた場合でも、各縮尺模型の渦励振発生風速（風洞風速）が異なっているため、渦励振中の気流特性は表-2に示すように縮尺模型ごとに違った値となった。

〈2〉乱れ強度の影響 図-2は

1/1-Model の応答振幅実験結果である。どの気流中でも $Vr=6$ 付近で渦励振最大振幅が発生し、乱れ強度の増加に伴いその最大振幅が減少している。これを定量的に表すため次式で表される振幅比¹⁾を導入する。

$$\text{振幅比} : \eta_R = \frac{(\text{乱流中での渦励振最大振幅})}{(\text{一様流中での渦励振最大振幅})}$$

この η_R を縦軸に、乱れ強度 (Iu) を横軸にとったのが図-3である。気流の乱れ強度が渦励振の抑制効果に大きく寄与していることが確認できた。

〈3〉乱れスケール比の影響 乱れスケール比の渦励振最大振幅に及ぼす影響を図-4に示す。図中縦軸は η_R 、横軸は乱れスケール比 (Lx/B) である。各模型によって乱れ強度が変化しており、図-4から乱れスケール比の影響を考察することはできない。そこで図-3を用い、同じ乱れ強度のときの振幅比を推定して、図-5に示す。ただし、1/3-Model の場合、乱れ強度の変化に伴って乱れスケールも変化しているため、参考データとして括弧付きでプロットした。図-5(1)を見ると、乱れスケール比の増加は渦励振を抑制しているものと考えられる。また、図-5(2)では、乱れスケール比の増加に伴う振幅比の変化は顕著でない。本実験では乱れスケール比の範囲がごく僅かであり、この範囲内では乱れスケール比の効果は十分明確でない。

参考文献 1) 武田勝昭・園部好洋：気流の乱

れスケールと渦励振応答振幅，土木学会第40回年次学術講演会講演概要集I-221，1985。

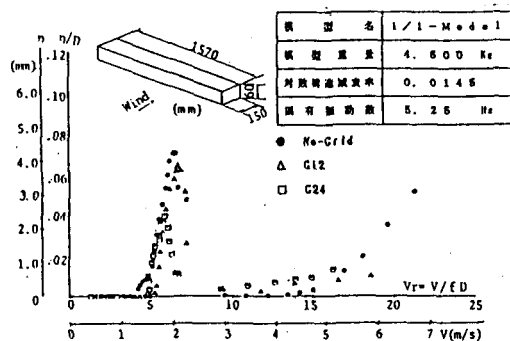


図-2 応答振幅 (1/1-Model)

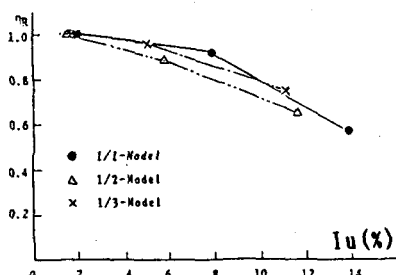
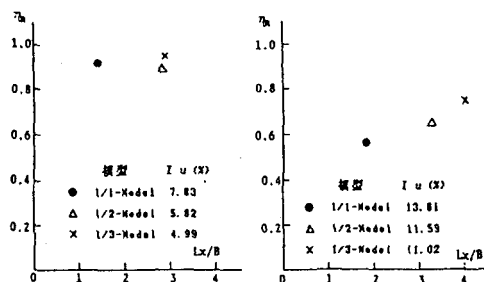
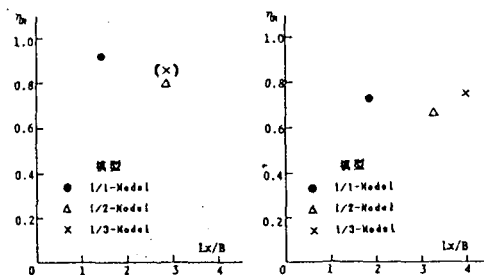


図-3 乱れ強度 vs 振幅比



(1) G12 (2) G24

図-4 乱れスケール比 vs 振幅比



(1) $Iu=7.83\%$ (2) $Iu=11.02\%$

図-5 乱れスケール比 vs 振幅比 (Iu 補正)