

I-301

格子乱流中における辺長比の異なる角柱の渦励振に関する実験的研究

立命館大学大学院 学生員 ○西尾 一郎
立命館大学理工学部 正 員 小林 紘士

1. まえがき 渦励振は乱流中で抑制される傾向があるとされている。この現象を調べるため、一様流および乱流中で辺長比の異なる角柱を用いて応答実験を行い、特に渦励振領域に注目して乱流の振幅抑制効果を調査する。また渦励振領域での一様流中と乱流中の角柱の空力減衰の差も調べる。

2. 実験の概要 使用した風洞は、吹き出し口が $0.7\text{m} \times 1.0\text{m}$ 、測定部長さが 5m のエッフェルタイプ風洞である。風洞側壁は流れ方向に 0.5% の拡幅が施されている。測定部の入口に格子を置いて乱流を発生させ、格子より 4m 後流側に角柱を上下方向に一自由度のばね支持した。格子は厚さ 1.2cm 、幅 5cm の板を、メッシュ幅 17.5cm として組み立てたものである。模型設置位置での乱流特性として乱れ強度が 7.4% 、自己相関を積分して求めたスケールが 9cm を得た。模型は高さ $D = 40\text{mm}$ 、幅 $B = 80, 120, 160, 200\text{mm}$ 、長さ 680mm の長方形角柱とした。それぞれの角柱の構造減衰率 δ_s 、固有振動数 N は表1に示す通りであった。

3. 角柱の応答振幅 一様流中における渦励振の最大応答振幅と乱流中におけるそれを比較するため、振幅低減比 R_η を次のように定義する。

$$R_\eta = \frac{(\text{乱流中の渦励振最大振幅 } \eta_{\text{turbulent-max}})}{(\text{一様流中の渦励振最大振幅 } \eta_{\text{smooth-max}})}$$

ここに η は、振幅 a を D で除した無次元振幅である。それぞれの角柱の振幅低減比 R_η を図1に示す。 $B/D = 2$ の角柱では乱流中でも応答振幅は一様流中のそれとほとんど変わらない。そして B/D が大きくなるに従って小さくなっている。

4. 角柱の空力減衰率 δ_s ・振幅曲線 一様流中で渦励振が最大振幅となる風速とその付近の風速で角柱を強制加振した後の振幅減衰過程および固定した角柱を開放した後の振幅発達過程を観測した。これらの結果から各風速に対する各振幅の対数減衰率 δ を求めた。この δ から構造減衰率 δ_s を引取り、空力減衰率 $\delta_a = \delta - \delta_s$ を得た。その結果を図2に示す。図において V_r は、無次元風速 V/ND である。

δ_a の絶対値は、 $B/D = 2$ 場合、他の角柱に比べ小さく、しかも振幅による変化が少ないことが特徴的である。逆に応答の最大振幅は $B/D = 2$ の場合が最も大きい。

$B/D = 2$ の角柱の場合、 δ_a は乱流中であっても一様流中の角柱の δ_a と大きな差はない。振幅の小さい領域では乱流中の δ_a の方が一様流中の δ_a より小さくなる部分も認められる。角柱の構造減衰の与え方によっては乱流中の応答の方が一様流中の応答より大きくなる可能性も考えられる。これについては今後調査する予定である。

$B/D = 3, 4, 5$ の角柱の場合、乱流中の δ_a は全振幅域で一様流中の δ_a より大きくなる傾向、すなわち角柱を安定化させる傾向を持っている。一様流中の角柱の最大応答振幅を境として小振幅側では乱れによる δ_a の増大の割合が大きく、大振幅側では乱れによる δ_a の増大の割合が小さいことがわかる。乱れの振幅低減効果は振幅にも依存するものと言える。

5. まとめ B/D が大きくなるに従って振幅の低減比 R_η は小さくなり乱流の振幅抑制効果を受けやすい。 $B/D = 2$ の渦励振に関する空力特性および乱流効果は $B/D = 3, 4, 5$ とは性格を異にする。

表 1 角柱の固有振動数と構造減衰率 ($\eta = 0.01$)

B/D	構造減衰率 δ_s	固有振動数 N (Hz)
2	0.0037	5.99
3	0.0042	5.27
4	0.0036	4.98
5	0.0036	4.76

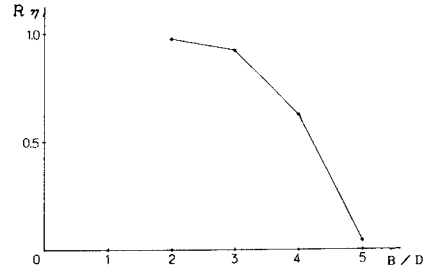


図 1 角柱の辺長比と振幅の低減比

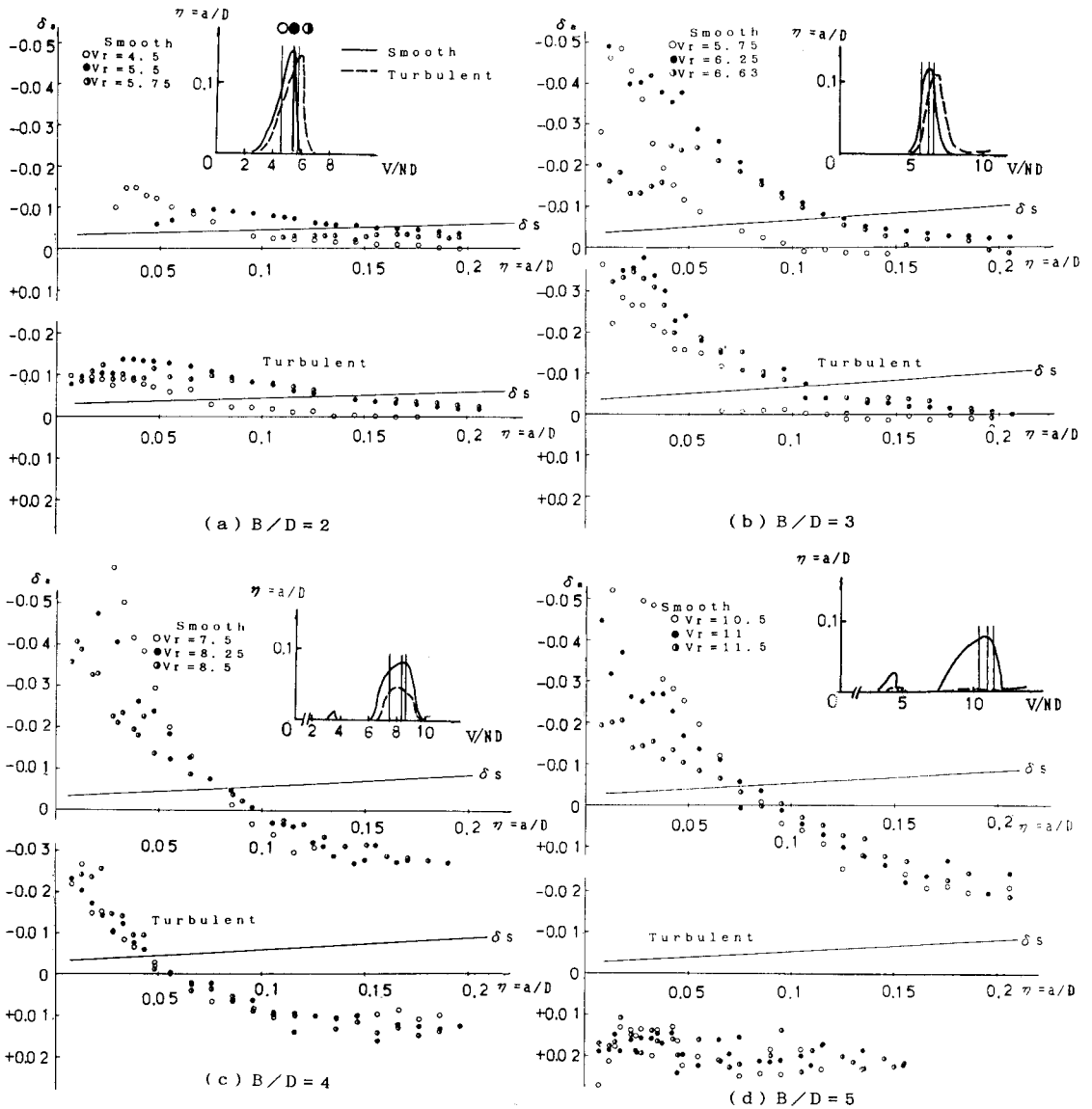


図 2 一様流中と乱流中の角柱の空力減衰