

I-234

2次元角柱の対風応答特性に対する風洞閉塞効果

NKK 正会員 武田 勝昭

同上 正会員 加藤 真志

1. まえがき 筆者ら¹⁾²⁾は、従来より各種構造断面の抗力係数に対する風洞閉塞効果について検討を加え、許容最大値として通常用いられている5%の閉塞率においてもブロック効果が無視できない程大きいことなどを明らかにするとともに、その簡易な補正法の提案も行っている。これらの結果から判断すれば、風洞閉塞率は構造物の対風応答特性にも有意な影響を及ぼすものと考えられるが、その重要性にも拘らず、系統だった研究がなされていないのが現状である。本研究は、このような点に着目し、基本的な断面として2次元角柱を対象として、それらの対風応答特性に及ぼすブロック効果について実験的な検討を行ったものである。

2. 風洞実験方法 2次元角柱として、高さD：幅Bが1：1および1：2の2種類の模型を製作してバネ支持実験を行い、これらの応答振幅に及ぼす風洞閉塞率の影響を調査した。実験ケースと実験条件を表1に示す。固有振動数fは全ケースを通じて一定（2.13～2.16Hz）とした。1：1角柱の構造減衰の小さい実験（ $\delta=0.0045$ 程度）ではギャロッピングに抑えられて渦励振が観測されなかったため、構造減衰の大きい実験（ $\delta=0.06$ 程度）を追加している。実験はNKKの構造物用風洞（幅2m x 高さ3m）で行い、仮設天井・床を設置して風洞の有効断面積を変化させる方法により、閉塞率（模型投影面積S/風洞断面積C）を変化させた。また、模型静止状態（迎角0°）で、おのおのの断面まわりの表面圧力分布の計測を行った。

3. 実験結果と考察 バネ支持実験の結果を図1-1, 1-2に示す。横軸は無次元風速 $V/(fD)$ 、縦軸は無次元振幅 η/D である。横軸の↑印は、実測したストローハル数から求めた共振風速（1：2角柱の場合は1/2共振）を示す。これらの図より、風洞閉塞率S/Cが5, 10, 15%と変化しても1：1角柱の応答振幅はほとんど影響を受けていないのに対し、1：2角柱の場合には、渦励振の風速-振幅図の形状やギャロッピングの振幅変動幅に有意な差が認められる。しかしながら、いずれにしても、これらの影響度は抗力係数の場合

（表2）と比べれば格段に小さく、予想外の結果である。図2-1, 2-2には、おのおのの角柱断面まわりの表面圧力分布の計測結果を示す。図中、圧力係数は $C_p=(P-P_s)/P_d$ （ P_s ：静圧、 P_d ：動圧）で定義された値である。これらの図より、閉塞率の増加とともに背圧の負圧の絶対値が大きくなり、抗力係数増加の直接的な原因となっていることが分かる。ここで注目すべきことは、閉塞率の増加とともに側圧も背圧同様大きく変化しており、渦励振やギャロッピングの振幅に影響を及ぼす要因が存在しているにも拘らず、バネ

支持実験でその傾向が認められないことである。この原因としては、最終的な応答振幅が上下面の圧力差で決まるため、ブロックに起因するおのおのの面の圧力変化分が相殺されていることが考えられる。また、僅かながら1：2角柱のほうが閉塞率の影響を受ける原因としては、この断面では剥離せん断層の再付着現象を伴っており、風洞壁の影響を受け易くなっていることなどが考えられるが、現状では推測の域を出ない。今後、流れの可視化などにより、より詳細な検討を加えてゆく予定である。

4. 結論 (1)風洞閉塞率を5～15%と変化させたとき2次元角柱の抗力係数が大きく変化する（真値に対

表1 バネ支持実験のケースと実験条件

角柱サイズ D×B (mm)	閉塞率 S/C	単位長さ当り 質量 m (Kg・s ² /m ²)	構造減衰 [対数減衰率] δ	$\frac{2m\delta}{\rho D^2}$
150 × 150	0.05	0.807	0.0043	2.6
	0.10	0.810	0.0045	2.7
	0.15	0.812	0.0046	2.8
150 × 150	0.05	0.807	0.060	3.6
	0.10	0.802	0.060	3.6
	0.15	0.812	0.059	3.5
150 × 300	0.05	0.809	0.0053	3.2
	0.10	0.802	0.0053	3.1
	0.15	0.815	0.0054	3.3

して10~37%増大)のに対し、対風応答特性は(特に1:1角柱の場合)ほとんど変化しない。(2)模型静止時の側圧は、抗力係数の変化に対応する背圧同様大きく変化しており、閉塞率の影響を明確に受けている。

参考文献 1)加藤、武田、「二次元物体の抗力係数に関する風洞閉塞効果とその補正」、土木学会論文集、第410号/1-12, 1989. 2)Kato, M. and Takeda, K., "Experimental Study on Blockage Effects for Two-dimensional Model in a Closed Wind Tunnel", 4th Asian Congress of Fluid Mechanics, 1989.

表2 抗力係数の変化

		1:1角柱	1:2角柱
閉塞率	0 (C_{DC})	2.00	1.50
	0.05	2.20	1.65
$\frac{S}{C}$	0.10	2.44	1.83
	0.15	2.74	2.05

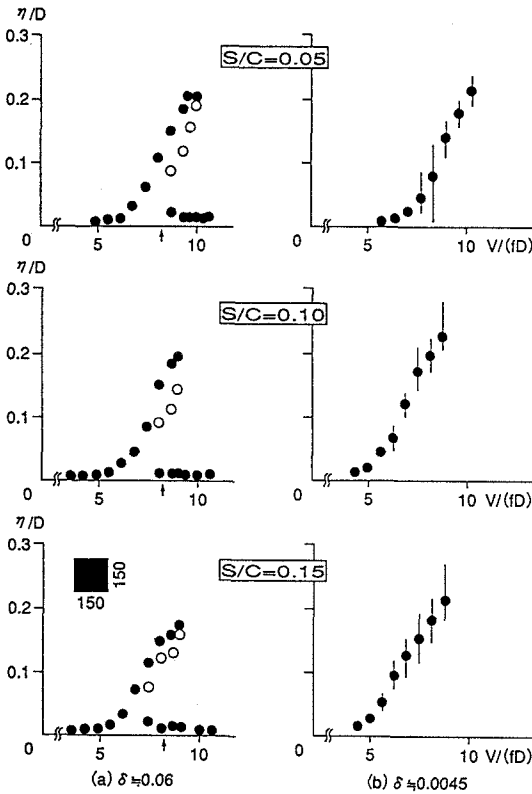


図1-1 1:1角柱の対風応答特性の変化

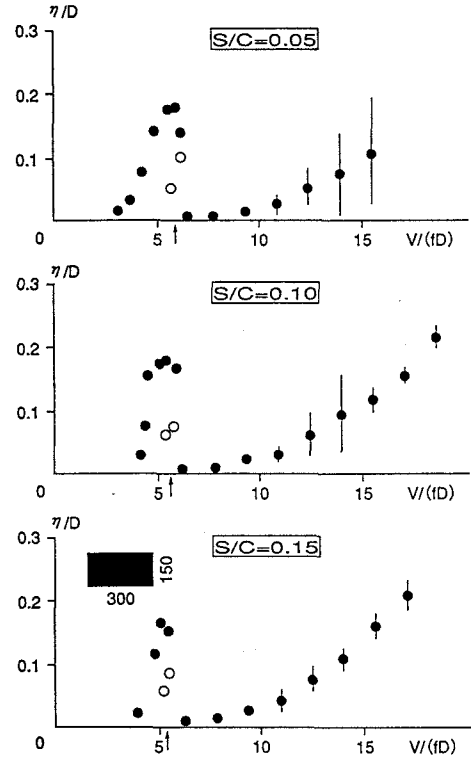


図1-2 1:2角柱の対風応答特性の変化($\delta \approx 0.005$)

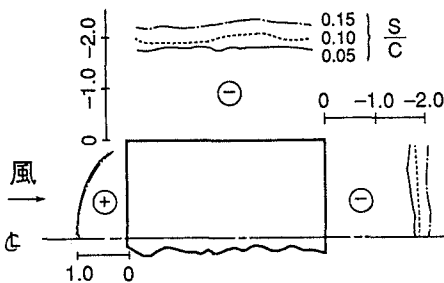


図2-1 1:1角柱表面圧力分布の変化

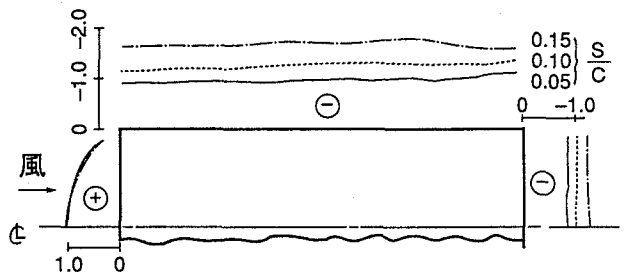


図2-2 1:2角柱表面圧力の変化