

I-326 スプリッター板付き垂直平板前縁の剥離－再付着流れの時間平均特性に及ぼす乱れの影響

九州大学応用力学研究所 正会員 小園茂平 同 中村泰治 渡辺公彦

§ 1 序： 土木構造物は大気乱流に常時さらされているので，そのbluff-body周りの平均流特性に及ぼす乱れの影響を明らかにすることは耐風設計上，重要な問題である．筆者らは，この影響を解明するため一連の実験を試みてきた^{(1)・(2)}．既報(3)では，厚板前縁の剥離－再付着流れの平均流特性に及ぼす乱れのスケール効果を調べた．前報(4)では，同じくlong bluff-bodyであり橋梁の断面などに関連の深い，スプリッター板付き垂直平板前縁の剥離－再付着流れ（以下，「ト型流れ」と称す）をとりあげ，一樣流中のト型流れの基本特性を調べ，おもに渦構造の発達する過程を加振実験で確かめた．これに引き続き，本報では乱流場中で実験を行い，ト型流れの時間平均特性に及ぼす乱れの影響を検討した．

§ 2 実験装置および方法：

高さ4m×幅2m×奥行き6mの測定部を持つ大型低速風洞装置を用いて実験を行った．図-1に実験装置の概略を示す．風路中心に2次元的に垂直平板を固定し，その後方にスプリッター板を設置した．モデル両端には端板を設置した．垂直平板の幅 $h=1.0, 1.5, 2.0, 4.0, 6.0$ cmの5種類のモデルを用い，その各サイズを表-1に示す． B （垂直平板の厚さ）と h との比0.2，および， t （スプリッター板の厚さ）と h との比0.1，を全モデルで統一した．全モデルについて，剥離泡内の主流方向圧力分布を計測した．静圧は静圧孔や静圧管（全て内径0.5mm）を併用して計測した．

乱れを生成するため次の2種類の格子を用いた．1)格子B： $M=26$ cm, $b=7.5$ cm，2)格子C： $M=60$ cm, $b=15$ cm．ここに， M はメッシュサイズ， b はバーサイズを示す．格子とモデル前面間の距離 X を調節し，約11%と6%の乱れの強さ u'/U （ u' ：速度変動）を得た．一方，格子B，Cと5種類のモデルを組み合わせ， $1.4 \leq Lx/h \leq 28.0$ の範囲の乱れのスケール比を実現した．本実験で用いた接近流れの特性値を表-2に示す．

§ 3 乱れ以外の種々の効果：

はじめに，時間平均流れに影響を与える乱れ以外のいろいろな効果を検討した．

図-2はレイノルズ数 Re （代表長 h ）に対しスプリッター板上のいろいろな位置での表面圧をプロットしたものである．レイノルズ数が約 1.0×10^4 以上で表面圧はほぼ一定である．そこで， $h \geq 2.0$ cmのモデルでは平均流速 $U=10$ m/sを用い，一方 $h=1$ および 1.5 cmのモデルでは $U=15$ m/sを原則として用いた．この時 $1.0 \times 10^4 \leq Re \leq 4.1 \times 10^4$ であった．

図-3は閉塞比 h/H に対し，スプリッター板上のいろいろな位置における表面圧をプロットしたものである；ここに， H は風路高さである．ト型流れでは厚板の剥離流れほどの閉塞効果は見られない．図の $h/H=0.25\%$ では剥離泡の長さの縮小を示しているが，この時のレイノルズ数がやや低かったため（ $h=1$ cm, $U=10$ m/s）と

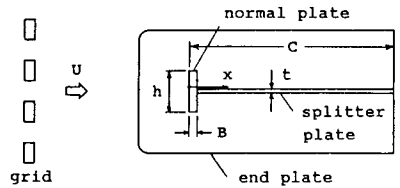


図-1 実験装置

表-1 モデル寸法（単位：cm）

h	B	t	C
1.0	0.2	0.10	20.2
1.5	0.3	0.15	30.3
2.0	0.4	0.20	50.4
4.0	0.8	0.40	60.8
6.0	1.2	0.60	91.2

表-2 乱流特性

	X/M	$u'/U(\%)$	Lx (cm)	Lx/h
grid B	8	11.2	8.4	1.4-4.2
	8	11.0	16.5	2.8-16.5
grid C	18	6.3	28.0	4.7-28.0

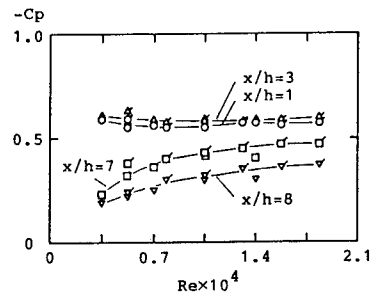


図-2 レイノルズ数効果

（○/無し， $h=1$ cm；□/付き， $h=1.5$ cm）

考えられる。本報では、ト型流れに対する閉塞効果は小さいと考え、その補正を行わなかった。なお、一樣流の実験結果は $h=2\text{cm}$ の値で代表させた。

代表的なケースについてスパン方向表面圧分布を測定し、2次元性が良好であることを確かめた。再付着長さ約 $9h$ に対し、 C/h の範囲は $15.2 \leq C/h \leq 25.2$ であるので、スプリッター板後縁から放出される渦が前縁の剥離流れに及ぼす影響は無視できると考えた。

§4 実験結果:

図-4は、近接した乱れのスケール比を持ち、強弱2種類の乱れの強さを持つ流れについて、剥離泡内の主流方向静圧分布を示す。乱れの強さが大きくなるにつれて剥離泡が縮小している。厚板の剥離流れの場合にも、同様の乱れの強さの効果が見られた⁽³⁾。

図-5は、乱れの強さ6.3%は共通で、スケール比 Lx/h が4.7と28.0の乱れについて、剥離泡内の主流方向静圧分布を示す。前縁付近ではスケール比の大きい方が、圧力が回復している。しかし、下流ではあまり差がない。

図-6は、スケール比 Lx/h をより広い範囲にとり、 $x/h=1.2$ および 6.2 位置の静圧をプロットした。図は、 $x/h=1.2$ の時、 Lx/h が10.0付近まで剥離泡の平均圧分布が一定の挙動をとり、その後わずかに一樣流の挙動に接近する傾向を示している。一方、 $x/h=6.2$ の時、本実験の範囲で明瞭なスケール効果は見られない。このような挙動は定性的には厚板の剥離流れに同様であるが、厚板の剥離流れの挙動ほど明瞭ではない。ト型流れに及ぼす乱れのスケール効果を確認する実験として、引き続き、スプリッター板厚の大きなモデル($t/h=0.5$ 程度)の流れについて、乱れのスケール効果を調べる実験を予定している。

§5 結び:

得られた主な結果は次のとおりである。

- 1) 厚板の剥離流れと同様に、乱れの強さの増大につれてト型流れの剥離泡の長さは縮小する。
- 2) ト型流れに及ぼす乱れのスケール効果については、厚板の剥離流れの時ほど明瞭な結果は得られなかった。スケール比 Lx/h が10.0付近まで平均圧分布が一定の挙動をとり、それ以上、乱れのスケール比を増すと、わずかに一樣流の挙動に漸近する傾向がうかがわれる。

<参考文献>(1) Y. Nakamura & Y. Ohya : J.F.M.,

Vol. 137, 1983. (2) Y. Nakamura & Y. Ohya : J.F.M., Vol.149, 1984. (3) Y. Nakamura & S. Ozono : J.F.M., Vol.178, 1987. (4) 小園茂平, 中村泰治, 渡辺公彦: 土木学会第42回講演概要集, 1987.

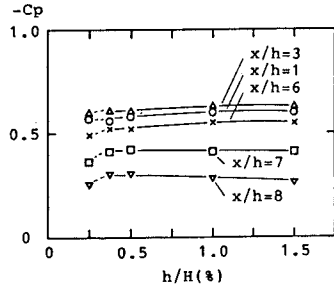


図-3 閉塞効果 ($U=10\text{m/s}$)

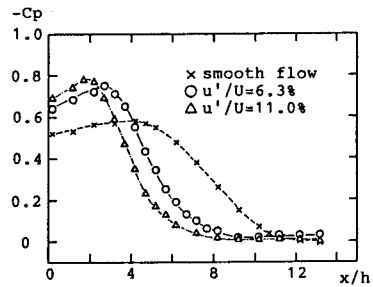


図-4 剥離泡内表面圧分布 ($\Delta, Lx/h=4.1; \circ, 4.7$)

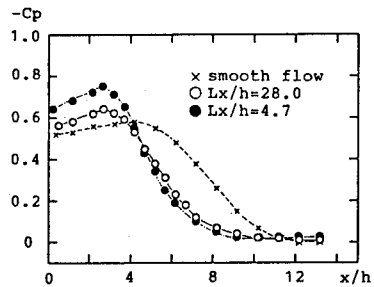


図-5 剥離泡内表面圧分布
(Grid:C, $u'/U=6.3\%$, $\circ, h=1\text{cm}$; $\bullet, 6\text{cm}$)

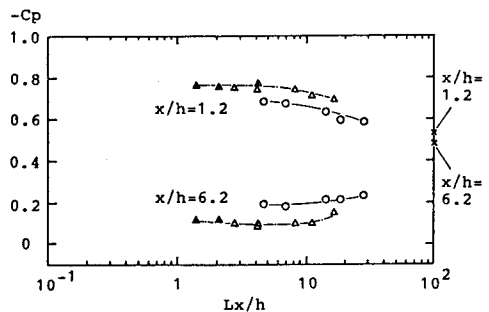


図-6 スケール効果 : smooth flow, $\times$
grid:B, Δ ; C, Δ (high u'/U)
grid:C, $\circ$ (low u'/U)