

東京大学 工学部 正会員 ○伊藤 学
同 大学院 学生員 矢野善章

1. 内容と目的

われわれは従来構造部材に作用する風力に関心を抱てきたが、建築の分野ではそれとともに局所的な風圧分布に関する研究が行なわれている¹⁾。物体に作用する流れの圧力を一般的に計算できるのは剥離を起こさない流線形断面、あるいはレイノルズ数のごく低い場合のみである。他の場合についても何らかの仮説のもとでいくつかの方法が提議されてはいるが、背面圧を知る必要があり、後述べる流れの再附着を起す場合まじ含めた統一的处理は困難である。そこで、下流に剥離した流れに伴う bluff body の代表的なものとして長方形断面を例にとり、断面寸法比、迎角の変化に伴う圧力分布、流れの状態の変化、圧力分布と空力係数との関係などについて実験にもとづいて考察を加えた。本研究の目的は断面構造部材に作用する風力の意味、それら構造部材の風による渦励振あるいは自励振動のメカニズムなどを追究するための手がかりを得ることにある。

2. 実験の方法

東大土木工学科のエッフェル型風洞(供試部 $0.7 \times 1.8 \text{ m}$)において、傾斜型マノメータにより二次元模型表面の風圧分布を測定した。試験体は表-1に示す5種類で、こゝう平板(P)は実験の精度を確認する目的で用いた。風速は $2 \sim 20 \text{ m/sec}$ (レイノルズ数にして $3 \times 10^5 \sim 3 \times 10^6$) の範囲で変化させたが、断面の性質上流れの剥離をばほぼ一定としているため、この程度のレイノルズ数の変化は結果にはほとんど影響がなかった。模型の迎角(図-1の α)は 0° から 90° ままで変化させた。

測定結果は次に定義する圧力係数 C によって整理した。

$$C = \frac{\Delta p}{\frac{1}{2} \rho V^2}$$

こゝに ρ : 空気密度, V : 風速, Δp : 模型表面の静圧と風洞静圧との差。さらに風圧分布図に種合した式で定義される単位幅当りの空気力成分を求め、空気力係数 C_D , C_L , C_M を計算した。

$$\text{抵抗力 } D = \frac{1}{2} \rho V^2 \cdot C_D \cdot b$$

$$\text{揚力 } L = \frac{1}{2} \rho V^2 \cdot C_L \cdot b$$

$$\text{空力モーメント } M = \frac{1}{2} \rho V^2 \cdot C_M \cdot b h$$

表-1 供試模型 (図-1)

記号	b (mm)	h (mm)	h/b
P	400	10	0.025^*
B-10	300	30	0.1
B-20	300	60	0.2
B-30	300	90	0.3
B-50	300	150	0.5

*角に意味を付け平板とみなす

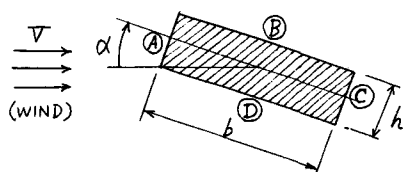
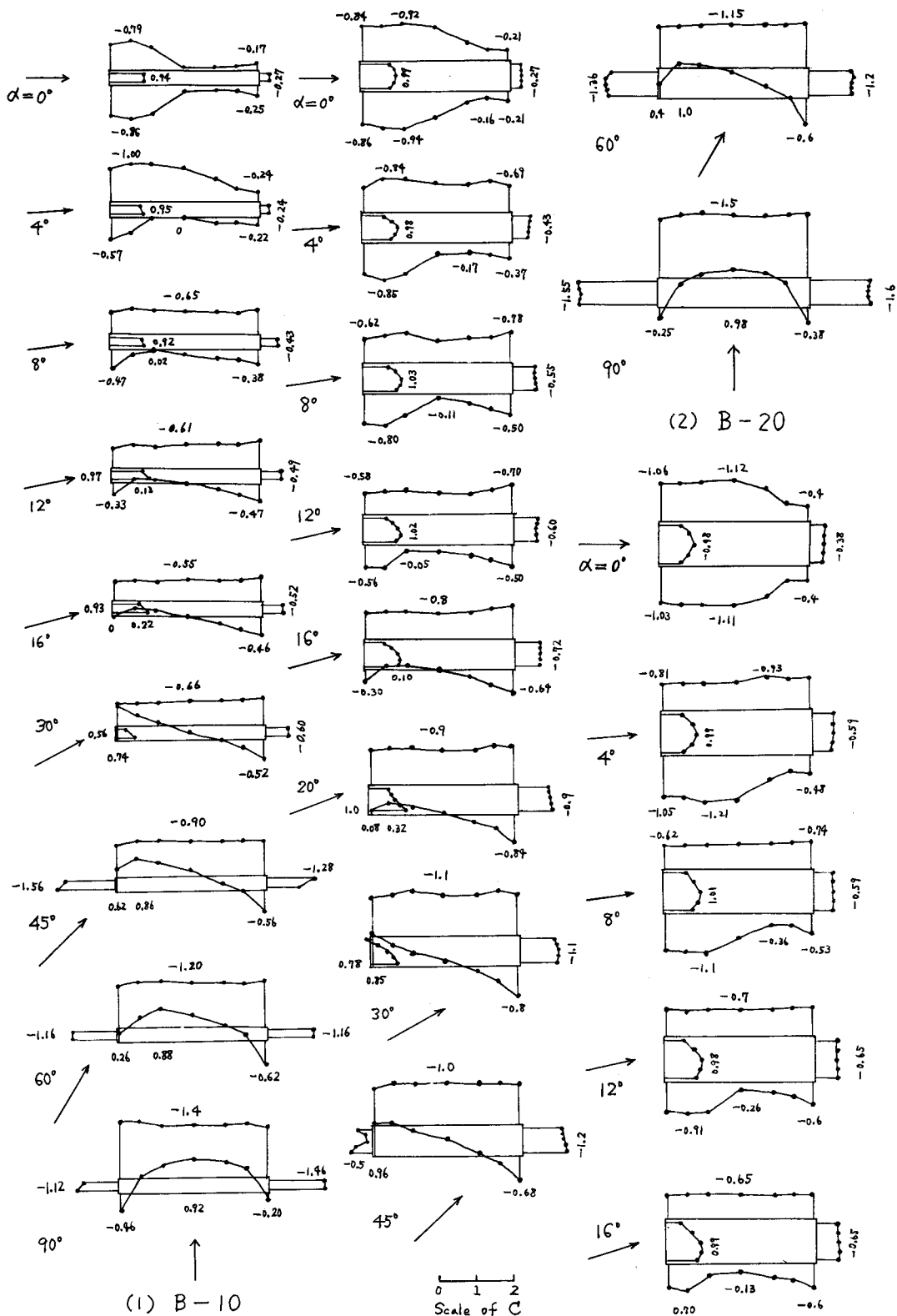


図-1 測定対象の断面

3. 結果とその考察

箱形断面供試体(B)における風圧分布の測定結果を図-2に示す。以下、物体の面を図-1の①～④の記号で呼ぶ。したがって $\alpha = 0^\circ$ では①面が、 $\alpha = 90^\circ$ では②面が風上に面することになる。



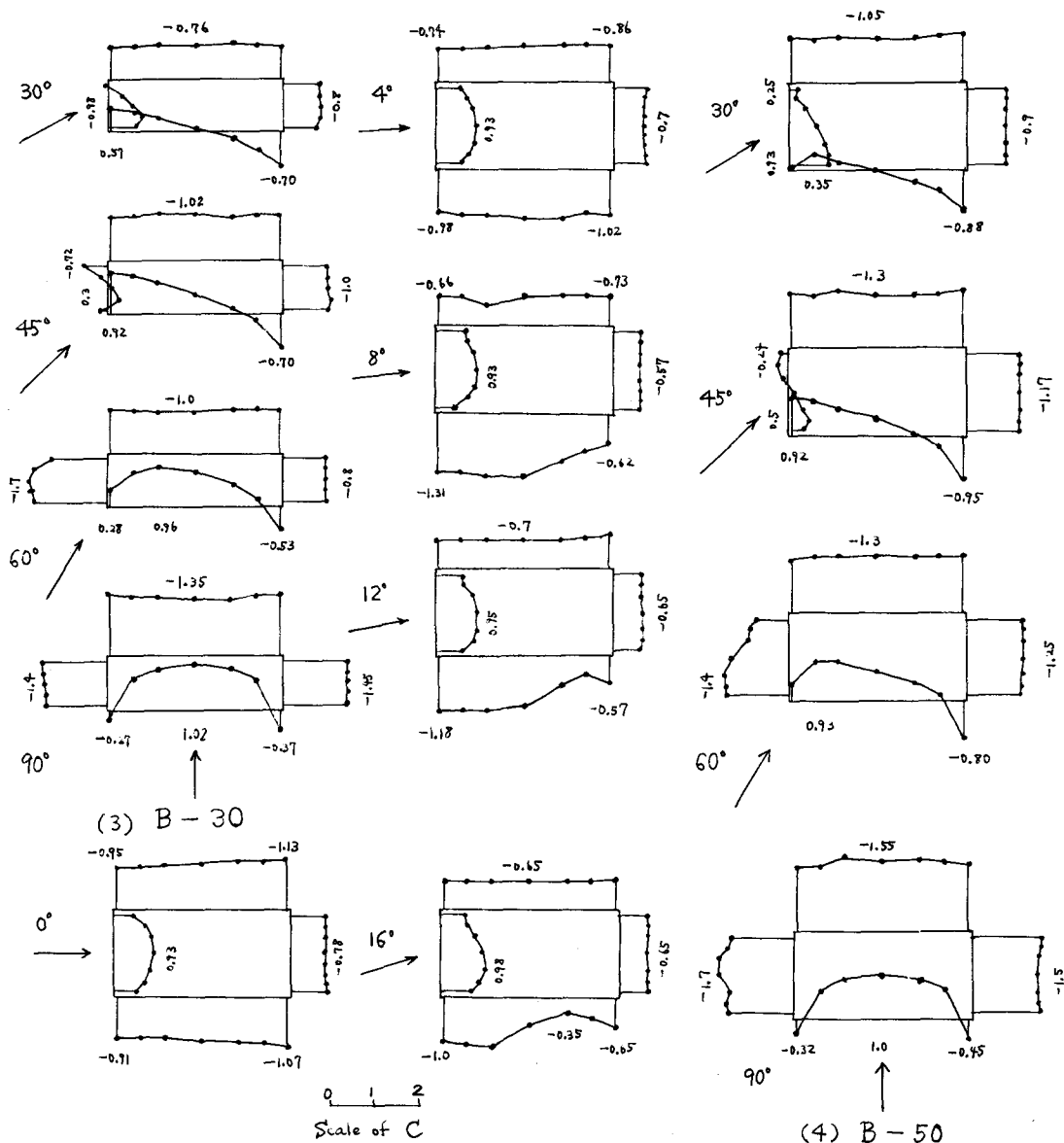


図-2 箱形断面における風圧分布実験結果

3.1 迎角による風圧分布の変化

平板では迎角 8° くらいになると剥離が生じ始め、背面④の負圧は急激に増す。その後迎角の増大により負圧は一時的に下がるが、 12° 以上になると再び増加し、その分布はほぼ一定である。 $\alpha > 30^\circ$ では流み点が表側①面にくることが認められ、圧力分布（一部を除き正）は端部付近を除いて理論値とかなりよい一致を示す。

箱形断面では水平風の場合におけるきわめて h/b の小さい断面以外は常に剥離を生ずる。また水平風に対して $h/b < 0.4$ の断面で

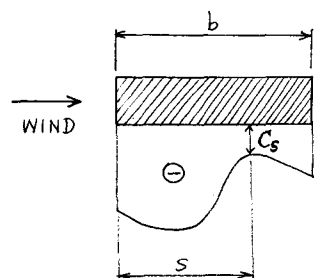


図-3 ①面の風圧分布

は側面に図-3に示すような負圧分布を生ずる。これは中口²⁾らも剥離流の再付着によるものと指摘している現象であり、筆者らが行った煙風洞実験³⁾からも裏付けられた。最小負圧 C_s の生ずる点はこの再付着点とみられる。迎角が増すと④面の圧力分布は図-3の5が減少し、 C_s が小さく次第に正圧に転ずるが、⑤面の負圧は剥離が生じた後はほぼ一様分布に近付き、かつ迎角とともに増大する。流みまが④面にくるとは h/b 小の場合約 30° 、大の場合約 45° からとみられ、ここでは $C \approx 1$ となる。流みまが④にくれば当然④面には負圧が、⑤面には正圧が現れるようになる。

3.2 断面形状による圧力分布の変化

④面の圧力分布は h/b の減少が結果的には α の増大と似た効果を示す。また図-3の S/b は α がよびその面の平均圧力とはほぼ直線関係にある。物体の背面ではほぼ一様分布の負圧が生ずるが、この圧力係数の絶対値は迎角が増大につれて増し、その度合は h/b が小さい程大きい。ただし B-50 は例外的で、 $\alpha < 10^\circ$ で負圧ははや大である。これは剥離流の再付着がないためと思われる。当然のことではあるが、一般に流れの後流中の巻き込みが大きい程負圧の大きくなる傾向が認められる。

3.3 空気力係数

図-4に示した空気力係数は風圧分布より算出したが、別に行なった静的三合力実験結果と傾向的には一致するとはいえず精度の点でまだ問題がある。揚力曲線、空力モーメント曲線の勾配が大きく負である領域は不安定現象を生ずる可能性のあることは従来の研究結果からも予想される。図-5は風向方向の物体の投影面積に因る風力係数 C_D (抵抗係数ともいう) を整理したもので、中口らの結果²⁾ とよく一致している。

1) 立川正夫, 構造物の耐風性に関する第1回国内シンポジウム論文集 (昭45.5)

2) 中口 博 他, 航空学会誌, 16巻168号 (昭43.1)

3) 伊藤・橋口, 土木学会昭44年次学術講演会

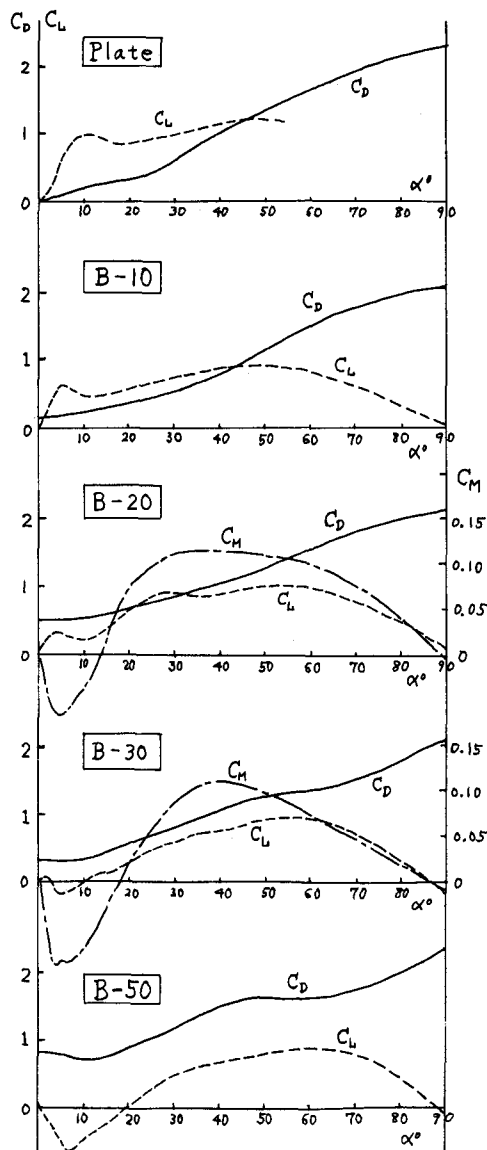


図-4 空気力係数

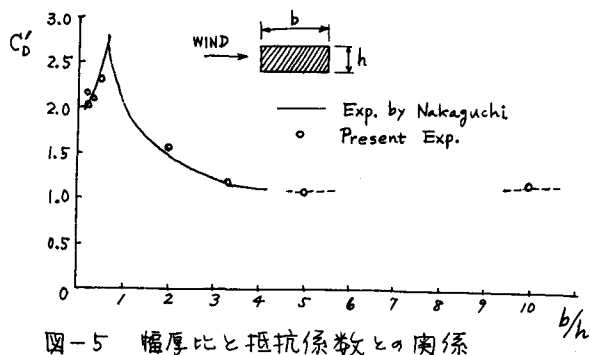


図-5 幅厚比と抵抗係数との関係