

I-107 箱型構造物のまわりの流れに関する一実験

九州大学 応用力学研究所 正員 中村泰治
九州大学 応用力学研究所 正員 O溝田武人

1. はじめに

断面比1:2を有する箱型構造物の耐風安定性を調べるために、まず、静止模型についてその三分力試験、模型周辺の流れの煙による観察、および熱線流速計による後流の速度変動の計測を行なったのでこれらの結果を報告する。

2. 風洞および模型

実験は九州大学応用力学研究所の台風災害実験用風洞装置(高さ×横×長さ=2m×4m×6m)を用い、模型は高さ×横×長さ=77cm×15cm×30cm木製三次元矩形柱であり、風洞床部と模型の間の空気の流入を避けるため、模型下面に地面板として56cm²の円板を取り付けた。模型表面は艶消シカラスプレーを吹き付け平滑化した。

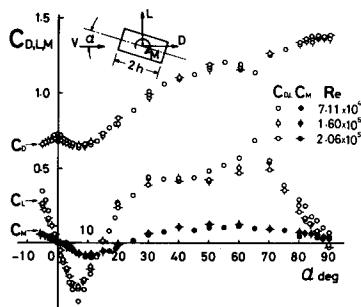
3. 実験結果

(3-1)三分力試験結果: 静止模型に作用する空気力を、天秤を用いて測定した結果を第1図に示す。空力係数の定義は次式による。

$$C_{DL} = \frac{D, L}{\frac{1}{2} \rho V^2 (2h) L}, \quad C_M = \frac{M}{\frac{1}{2} \rho V^2 (2h)^2 L}, \quad (M \text{ は模型中心回りの})$$

$2h = 0.30 \text{ m}$
 $L = 0.77 \text{ m}$

第1図によると、箱型構造物では剥離点が固定しているため、実験の範囲でRe数の着しい影響は見当らない。C_Dは、α=0°においてC_D≒0.7から減少し始めα≒3.5°で最小値になる。その後、迎角の増加とともに単調に増加するがα≒60°付近でわずかに減少したの

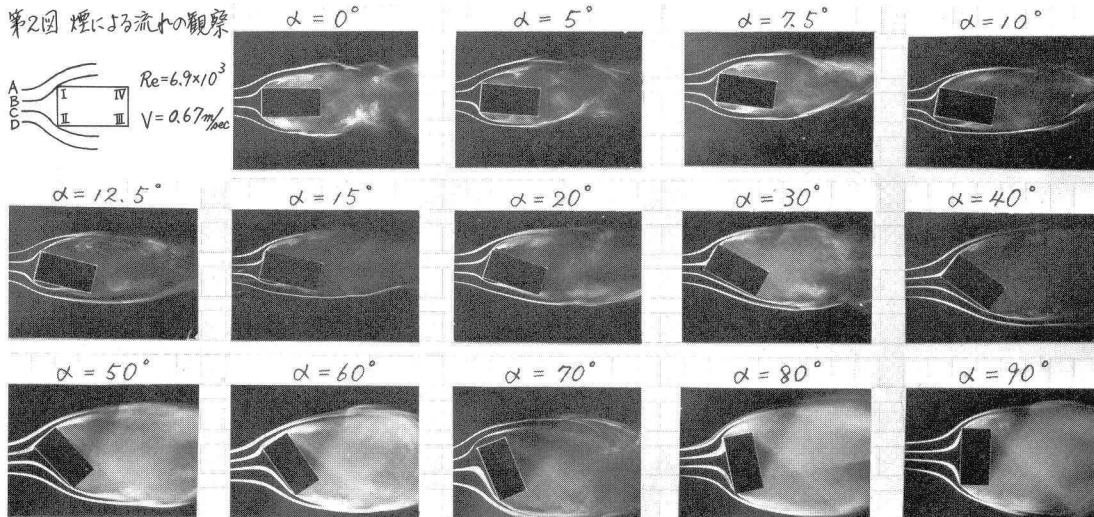


第1図 空力三分力特性

ち再び増加し、α=90°ではC_D≒1.38になる。一方C_Lについてはα=0°より迎角を増すとほぼ直線的に揚力は減少し(負の揚力傾斜)、α≒3.5°で最小値になり、以後正の揚力傾斜へと移行する。α=30~50°の間ではC_Lは変化しない。α=50~60°でC_Lは再び増加し始めるが、α≒65°から再び負の揚力傾斜を持つ。C_Dの測定結果を他の二次元模型についての実験^{1), 2)}と比較すると、α=0°の場合はよく一致しているが、α=90°の模型については、我々の結果は、かなり低い値を与える。後者の場合は流れの三次元効果が着しいものと思われる。

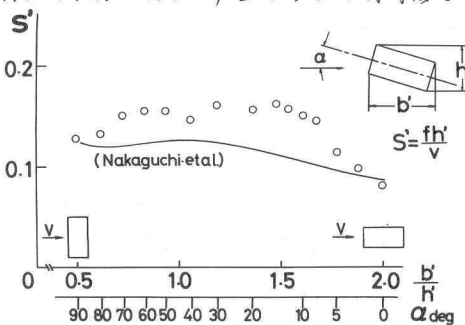
(3-2)流れの観察: 模型の周囲の流れを煙観察した結果を第2図に示す。煙は、流動パラフィンを Preston-Sweeting Type の煙発生器³⁾により霧化し、模型の前方約30cm、模型中央の高さに翼型(NACA 0021)を設置し、その翼型に取り付けた4本のノズル(3mmφ)から流した。なお翼型表面に発達した境界層は、剥離前に吸込穴から吸い込み、翼の後流を安定させた。流れ観察の場合、Re=6.9×10³であって、平板の実験⁴⁾によればRe>3×10³ではC_D, SのRe数による変化はなく一定であるので、我々の実験においても、煙観察における流れの様子は三分力特性測定時に対応すると思えよう。

第2図 煙による流れの観察



$\alpha = 0^\circ$ では角 I, II で流れは剥離する。この剥離後、模型後方において規則的な渦列を形成することが観察された。 $\alpha = 5^\circ$ では、角 II で剥離したことを示す流線 C は $\alpha = 0^\circ$ のときに比較して模型側面により接近するが、未だ再付着はしていない。そのことは、毛糸法による逆流域の観察からも推定された。この場合流線 C は大きい曲率をもって角 II を曲る。従って II-III 面に大きな負圧を生じ、負の揚力を発生する。このことはすでに他実験^{5), 6)} により示されている。 $\alpha = 7.5^\circ$ になると、流線 C は、角 III 付近で再付着する。更に $\alpha = 10^\circ$ では、流線 C は II-III 面上で再付着しており、再付着点は、迎角の増大と共に角 II の方向へ移動する。以上の事柄は、毛糸法によっても確認された。再付着点の後方面は圧力が上昇する^{5), 6)} ので再付着点の角 II への移動は、揚力傾斜の負から正への逆転をもたらすことになる。 $\alpha = 30^\circ \sim 50^\circ$ においては、I-II 面、II-III 面で剥離しない。 C_L 曲線がこの間で平坦になっていることは、興味深い。更に $\alpha = 60^\circ$ では流線 B' 明らかなように、角 II で剥離が発生し、II-I 面上で再付着している。このとき C_D 値は低下し、一方 C_L 値は増加する。

(3-3) ストローハル数の測定: 模型後流に熱線プロブを置き、後流渦の周波数を調べた。風速は、5 点 (3, 4, 5, 6, 7 m/sec) に変化させ、渦周波数-風速グラフ(直線性は良好)の傾斜からストローハル数を求めた。第3図にその結果を示す。但し、流れに直角及び平行な投影長さ、 b' をとりそれらを基準にして結果を整理した。中口等の流れに平行に置かれた二次元模型の実験結果⁷⁾ と比較すると、迎角 $0^\circ, 90^\circ$ の場合は良く一致するが、その他の場合は一致しない。



第3図 迎角～ストローハル数

4. 結語

迎角変化に伴う揚力特性、抗力特性の特徴的な変化は、流れの剥離、再付着と深い関連を持つ。

1) 中口他, 航空学会誌, 16巻, 168号(1968年1月); 2) 例えば, Noel K. Delany, NACA, TN 3038(1953); 3) J.H. Preston, N.E. Sweeting, R. & M. No. 2023(1943); 4) 高田, 乱流実験シンポジウム(昭和44年); 5) G.V. Parkinson, Wind Effects on Buildings and Structures, Symposium(1963); 6) 伊藤・矢野, 土木学会講演会(昭和45年)。