

東京大学工学部 正員 ○伊藤 学
 全 全 下瀬 健雄
 首都高速道路公団 全 三浦 尚
 東京大学大学院 学生員 田中 宏

長スパンの吊橋や高い塔状構造物が風をうける際、もしこれらの構造物が振動状態にあれば、作用する空気力は従来測定されてきた静的な空気力とは異なる性格をもつ動的な非常空気力である。その評価はフラッターなどこれらの構造物の風による不安定現象を明らかにするためにも重要な意義を有する。

定常的に上下・回転の連成振動をしている二次元剛体に作用する空気力としての揚力およびモーメントは空力弾性理論に従えば次の式で表わされる。

$$L = \pi \rho b^3 \omega^2 \left[L_R \left(\frac{R}{b} \right) + L_\alpha \alpha \right], \quad M = \pi \rho b^4 \omega^2 \left[M_R \left(\frac{R}{b} \right) + M_\alpha \alpha \right]$$

ここに L : 揚力, M : モーメント, R : 上下変位, α : 回転変位, ρ : 空気密度, b : 物体幅の半分, ω : 角振動数であって、空気力係数としての $L_R, L_\alpha, M_R, M_\alpha$ は次のように各運動成分についてのものど、おのおの変位の位相成分(実数部)と速度位相成分(虚数部)とに分けられる。平板については周知のように Theodorsen が理論値を与えている。

$$\begin{array}{l} \text{上下振動} \left\{ \begin{array}{l} \text{揚力} \quad L_R = L_{RR} + i L_{RI} \\ \text{モーメント} \quad M_R = M_{RR} + i M_{RI} \end{array} \right. \quad \text{回転振動} \left\{ \begin{array}{l} \text{揚力} \quad L_\alpha = L_{\alpha R} + i L_{\alpha I} \\ \text{モーメント} \quad M_\alpha = M_{\alpha R} + i M_{\alpha I} \end{array} \right. \end{array}$$

したがって一般に動的空気力の各運動方向成分は変位との間に位相差 β を有する。

平板以外の各種橋梁断面に作用する動的空気力は実験によって知るほかないので、現在までにまず基礎実験として表に示す6種の模型について測定を行った。実験は幅0.7m、高さ1.8mの密閉吹出口を有する東大の空力弾性試験風洞を用いた。風速は最大17m/s、加振装置の振幅は上下方向10~50mm、回転方向3.7°~19.7°で振動数は1~24/sの範囲で変える。したがって振動数 $\omega = \omega_b / V$ (V は風速)としては0.1ないし1.5の範囲で実験した。また模型の慣性力を除き、作用する動的空気力のみを取出すためにダミーウェイトまたはダミーモデルを用いた。測定結果の代表例で次頁の各図に示すが、データ解析においては特に位相差の読取が空気力成分の計算に大きな影響を及ぼし、良い精度の結果を得るのは容易ではない。

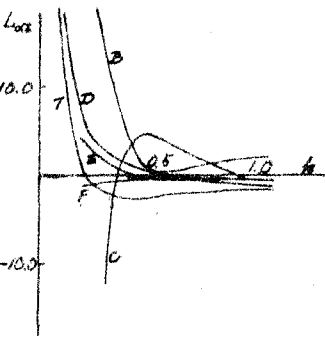
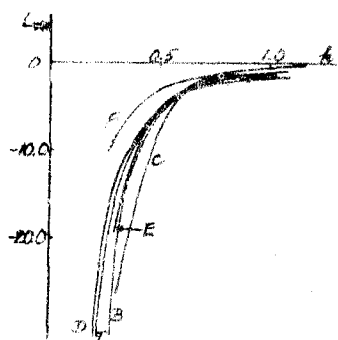
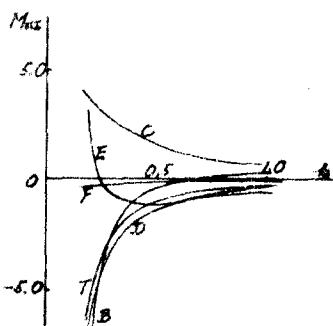
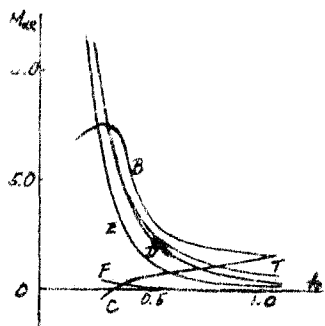
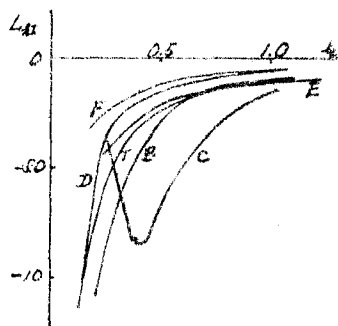
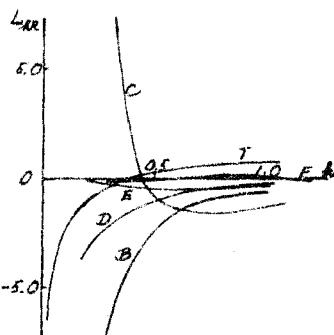
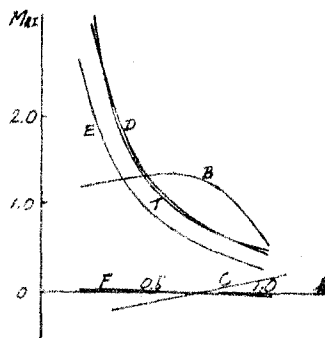
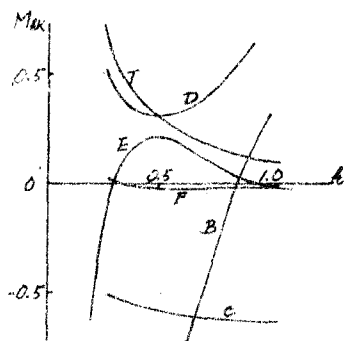
表: 実験模型(長さ69cm, 端板付)

実験結果では、概して振動振幅による影響は小さい。以下各断面の特色について簡単に考察する。

平板(A)はTheodorsen理論と比較し実験方法の精度をチェックするために行なったが、二、三の成分の値が若干異なるほかはかなり近い結果になっている。

H断面けたのうち $R/2b$ の小さいBは揚力が平板と似た傾向を示すが、モーメントはある長の間域で

記号	種別	模型幅(mm)	模型高(mm)	備考
A	平板	400	10	
B	H断面けた	350	35	$R/2b = 0.10$
C		350	87.5	$R/2b = 0.25$
D	流線形けた	400	38	
E	開床トラスけた	300	110	充実率30%
F	開床トラスけた	300	110	開床率47%



注 1. T は Theodorsen の理論値。
2. A は D に近い C の値を省略。

分異なる。揚力が振幅によって異なることは、 h が大きい所で作用力の大きくなる現象があること、 Max -図よりねじりの定常振動がかなり低周波で起る可能性があることが注目される。一方、高さの大きい C に対する空気力は平板とまったく異なる。モーメントにおいて特に著しく流れの剥離が顕著と考へられた。流線形肉断面げら D の空気力は平板と一般的傾向が類似している。特に Max , L_{AR} , Max でよく一致しており、 L_{AR} 以外はその絶対値は平板より小さい。

トラスげらでは肉床の場合傾向は平板に似るが値は概して小さい。ただ Max は振幅大きく h の小さい所で符号が逆になり C に近い性格を示すが実験誤差がある不明である。他方開床の場合モーメントが非常に小さいことが注目される。空気が小さいという空気が複雑化するため、値が不安定である。

本研究については実験装置を開発された大船教室の河島教授、木村那教授、および三菱重工業造船研究所の釜口隆宏、坂田 弘の両氏に御指導を頂いた。厚くお礼申し上げる次第である。