

大阪大学工学部 正 小松 定夫
立命館大学理工学部 正 〇小林 敏士
学 後藤 直幸

I. はしがき

矩形断面を有する模型を自然風中に弾性支持し、模型に作用する風圧力および模型の振動の測定を行なった。各測点の風圧力および振動の特性について調べてみた。さらに、測定された風圧力より空気を求め、不規則振動論により検討を行なった。

II. 実験方法

(1) 模型は、高さ 15 cm × 幅 50 cm × 長さ 100 cm のベニヤ板製でペンキ仕上をしてある。重量は 16.5 kg 、固有振動数は鉛直 $N_z = 2.40\text{ 1/s}$ 、回転 $N_\theta = 3.43\text{ 1/s}$ 、対数減衰率は鉛直 $\delta_z = 0.017$ 、回転 $\delta_\theta = 0.023$ である。模型の両端には長さ 36 cm のダミー模型および $60\text{ cm} \times 100\text{ cm}$ の端板を設けてある。模型設置位置は、6階建の建物の塔屋から 3.5 m の高さである。

(2) 測定器は、風圧計 29 台、変位計 2 台、グリーンバーンおよびギル風速計各 1 台である。

III. 測定解析の結果と考察

(1) 変動風圧の測定記録の 1 例を図-1 に示す。P-1 ~ P-29 は図-3 に示す位置の風圧測定値である。平均風速は 5.8 m/s 、平均迎角 7° の吹上げであった。この図から、デッキおよびボトム中央部の風圧変動が大きいことがわかる。振動波形はかなり不規則である。P-3 の風圧変動のパワースペクトルを図-2 に示す。約 0.8 1/s と 3.0 1/s 付近に大きなピークを持っている。前者は建物の影響による自然風の乱れに起因するものである。

(2) 断面の風圧分布と変動圧力の 2 乗平均とともに図-3 に示す。この図をもとに三分力係数を求めたが、風洞実験から予想される結果とは一致しなかった。風圧の 0 点がうまくとれなかったためと思われる。

(3) 模型に作用する変動空気力は図-1 に示した変動風圧を積分して求められる。変動揚力についての計算結果を図-4 に示す。模型の振動の様子は A; 鉛直と回転の混成振動、B; 回転振動および C; 鉛直振動を三つの部分に分けられる。対応する空気力もそれぞれの領域でやや異なった傾向を示している。回転振動が始まる点にあたる部分の空気力(図の D 点)は回転の固有振動数に一致し、鉛直振動の始まる点に対応する空気力(図の E 点)は風速の鉛直成分の急変にもなると急変する揚力となって現われ、いずれもそれぞれの振動を生じさせる要因となっている。B および C 領域における模型のストロークハル数はそれぞれ $N_\theta H/V = 3.43 \times 0.15 / 5.0 = 0.103$ 、 $N_z H/V = 2.40 \times 0.15 / 6.4 = 0.056$ である。

(4) 模型の応答スペクトルの数値計算を行ない、測定空気力の妥当性を検討してみた。空気力のパワースペクトルが図-5 の Δ 印で示すように特定の周波数成分を持たないランダム波であり、応答変位は $\bullet$ 印で示すように固有振動数部分にピークを有するので不規則振動論的取扱いをしてみた。応答スペクトルは模型の周波数応答関数 $H(\omega)$ を用いて $S_y(\omega) = |H(\omega)|^2 S_F(\omega)$ により求められる。鉛直振動についての計算結果は図の $\circ$ 印で示す。実測変位のパワースペクトルとよく一致している。変位の 2 乗平均は上で求めたパワースペクトルを用いて $\sigma_y = \sqrt{S_y(\omega) d\omega}$ により求められる。その計算結果は $\sigma_y = 1.32\text{ mm}$ となった。実測変位の 2 乗平均は $\sigma_y = 1.317\text{ mm}$ である。実測空気力から求めた値はこれと一致している。この実験風速における模型の振動は不規則振動論により十分説明できる。

IV. あとがき

矩形断面に自然風が作用する場合、模型の各点に作用する風圧力は特定の周波数成分が強くなる傾向がみられるが、その風圧力をもとに空気を求めてみると、特に卓越した周波数成分はみられなくなる。この理由は、各測点の風圧変動に位相差があることおよび自然風の乱れに起因する低周波成分が大きいいためその中に埋れてしまうことなどが挙げられる。不規則振動論より求めた応答変位は実験値とよく一致する。このことは本実験における空気が応答は不規則振動論で十分説明できることを示している。

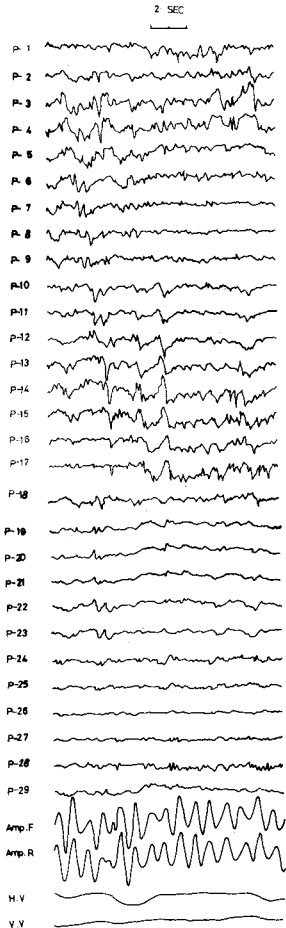


図-1 風圧記録

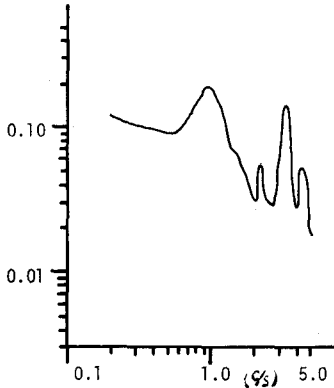


図-2 P-3のパワースペクトル

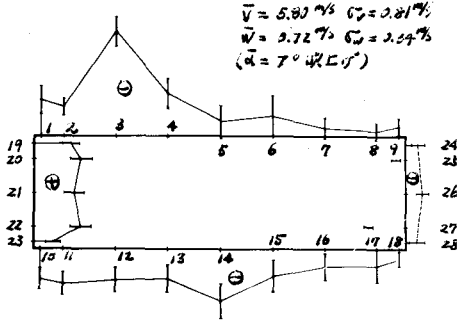


図-3 風圧分布および2点平均

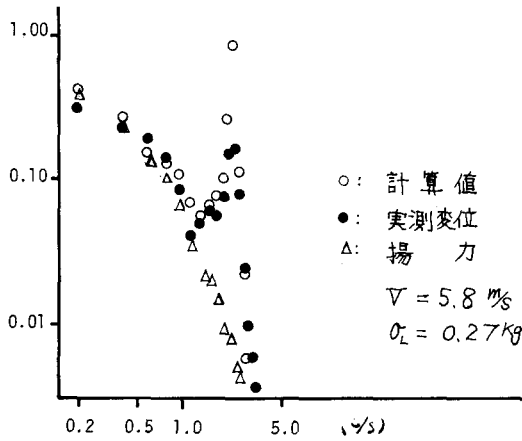


図-5 鉛直変位 および揚力のパワースペクトル

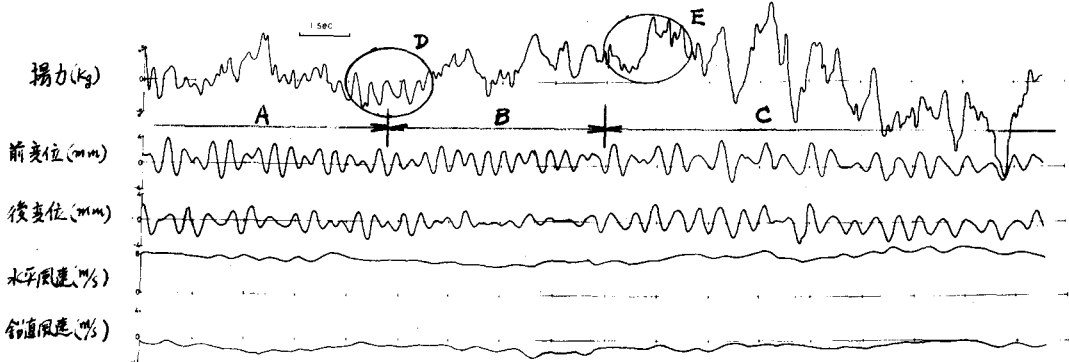


図-4 変動揚力、変位および風速記録