

大阪大学工学部 正員 小松定夫

" " 〇小林敏士

" 学生員 中山隆弘

1. 概説

図(1)に示すような鋼製タワーの風による振動性状を明らかにするため、全体模型、部分模型による風洞実験を行ない、また実物タワーの振動測定を行なった。このようなフレキシブルな構造物は風を受けると、風向方向および風向直角方向の振動を示す。

タワーの概要は、高さ80m、直径3mの鋼パイプ製で、頂部に機械室を持ち、塔体表面に取付けられたガイドレールを介してドーナツ状の客室をロープで吊して上下させるしくみになっている。塔体表面には、風による振動を軽減させる目的で50×3000×6mmのヒレを図(2)に示すように、機械室を除く塔全高にわたって溶接してある。

2. 実験

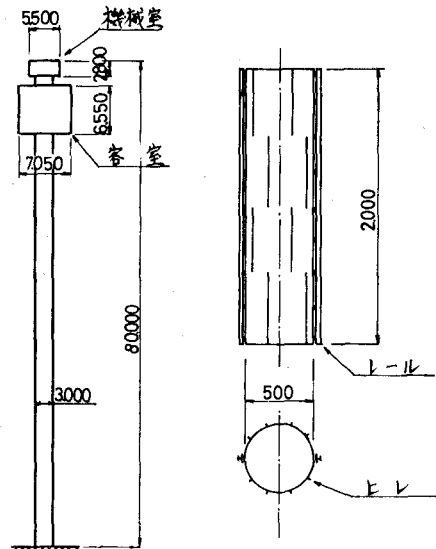
(1) 全体模型実験 ; アルミ合金製の縮尺1/30の、実物と空力弾性学的に相似な全体模型を用いて、風向方向および風向直角方向の頂部の変位、加速度、基部の軸方向ひずみを、それぞれ差動トランス、加速度計、ストレインゲージで測定した。減衰係数はタワー基部をセッコウで巻き固める事で調節した。実験レイノルズ数範囲はほぼ $Re = 3 \times 10^4 \sim 3 \times 10^5$ であった。

(2) 部分模型実験 ; 縮尺1/6の塔体の一部を取り出した長さ2mの剛体模型〔図(2)〕を4本のバネで風向方向および風向直角方向に動き得るよう支持し、それぞれ風向方向振動実験および風向直角方向振動実験を行なった。変位、加速度をそれぞれ差動トランス、加速度計で測定した。

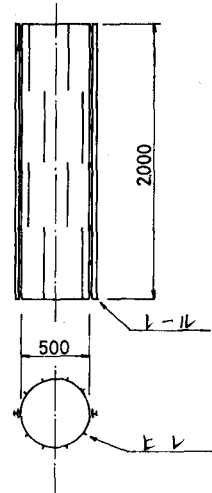
減衰係数は渦電流による制動を利用したマグネットダンパーを取付けて調節した。実験レイノルズ数範囲は $Re = 2 \times 10^5 \sim 1.1 \times 10^6$ であった。

実験項目は、ヒレの有無、風向方向に対するレールの角度： α 、客室の上下、減衰係数の大きさをそれぞれ変えたものの組合せにより決定した。

(3) 実物タワーの振動測定 ; 実物タワーについて、自由振動実験と風による振動の測定を行なった。タワーの高さをほぼ4等分する断面に、直角2方向に取付けた加速度計、ストレインゲージにより風による振動加速度、ひずみを測定し、風向風速は頂部に取付けたプロペラ型風向風速計によ



図(1)タワー



図(2)部分模型

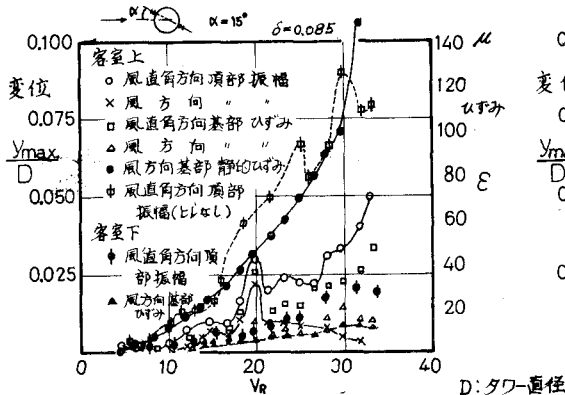
た。

3. 実験結果と考察

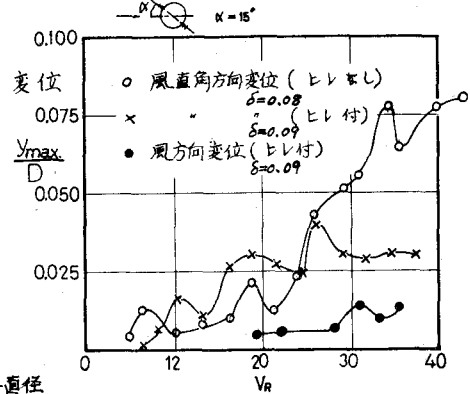
(1) 全体模型 ; 図(3)は全体模型頂部最大変位および基部最大ひずみを Reduced Velocity V_r に対してプロットしたものである。風向直角方向の振動の方が風向方向振動に比べて大きい。風向方向については静的歪の大きさに対し振動による歪はほぼ $1/10$ の量を持ち、さらに客室が下にあるときは小さな値を示し静的歪に対し数パーセントの量となっている。ヒレを取ったものは図にみられる通り振動が激しくなっている。 $V_r=20$ で観察されるピークは客室が下のとき消えている事から、客室によ、て誘起される振動であると推測される。

(2) 部分模型 ; 図(4)は部分模型の最大変位を V_r に対してプロットしたものである。この場合も風向方向に比べ風向直角方向の振動が大きくなり、ヒレを取った模型の振動が大きくなる事は全体模型の場合と同じ傾向を示している

(3) 実物タワー ; 自由振動実験の結果、対数減衰率は $\delta=0.09$ 、固有振動数は計算値の 0.42 c/sec に対し 0.45 c/sec であった。風による振動は図(5)にプロットした。静的な歪みに比べてかなり小さな値を示している。



図(3) 全体模型頂部最大変位, 基部最大ひずみ

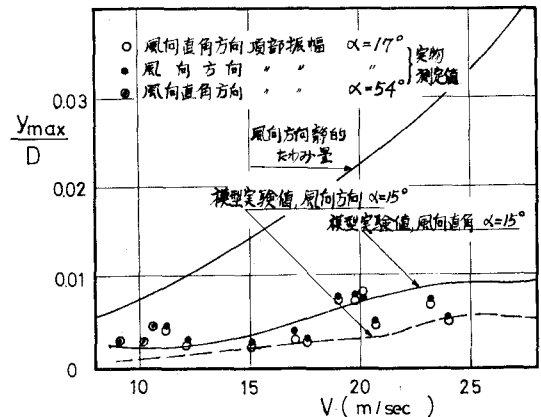


図(4) 部分模型最大変位

4. 全体模型と実物との比較検討

図(5)に見られるように、風向直角方向の振動に関しては、模型と実物とはほぼ一致しているが、風向方向に関しては実物は若干大きな値を示す。

双方のレイノルズ数を比較すると、模型の $0.7 \sim 2.0 \times 10^5$ に対し実物の場合 $2.2 \sim 6.0 \times 10^6$ とかなり差があるが、表面にヒレ、レーンが付属しているため、振動性状に対するレイノルズ数の影響はわずかであり、小さい模型による実験から実物の振動が推定され得ると考えられる。



図(5) 実物タワー頂部最大振幅