

箱形断面模型の自然風応答に関する研究

立命館大学理工学部
ク正 小林紘士
学。後藤直幸

I. はしがき

自然風による構造物の応答を推定する場合、その外力をどのように評価するかということとは、難しい問題である。従来、構造物の自然風応答を推定する方法は、風速の変動、系の応答関数および空力増幅関数を用いて統計的に推定する方法が一般的であった。しかし、空力増幅関数の算出が難しく、これにより結果の信頼性はうすい。また、箱形断面構造物では、風速変動による変動空気力の他に隅角部などから発生する渦による空気力が発生するが、この種の空気力は計算に入れることもできない。本研究では、構造物に作用する外力を直接測定し、構造物の自然風応答について調べることを目的として以下のような実験を行なった。

II. 実験方法

実験に使用した模型は、桁高×幅員×長さ＝ $0.15\text{ m} \times 0.50\text{ m} \times 1\text{ m}$ の箱形充満断面を有する2次元部分模型である。これを5階建建物屋上に支持トラスを組み、スプリングで吊した。

模型の中央横断面上に28個の風圧測定孔を設け、導圧ビニールパイプで風圧計に接続し模型に作用する風圧力を測定した。また、模型の変位は差動トランス、風速はクリーンベンチおよびギル風速計を使用した。模型の鉛直たわみ振動数は 2.47 Hz 、対数減衰率は 0.041 であった。測定した風圧力を模型全表面にわたって積分することにより空気力を求めた。これを風圧分布法と呼ぶことにする。

III. 解析結果および考察

模型の自然風による応答は鉛直たわみ振動がほとんどであったので、鉛直たわみ振動に対応する空気力すなわち揚力について解析を行なった。

(1) 風圧分布法で求めた揚力と、そのときの模型の変位応答の実測図を図-1に示す。この図から、模型の変位応答は揚力の変動とともに不規則に変動している状態がわかる。

(2) 次にこれらのスペクトルと、水平風速、鉛直風速のスペクトルを図-2に示す。これらのスペクトルを見ると、まず揚力と鉛直風速では全体的な形状は似ているが、スペクトルのピーク位置が異なっている。鉛直風速のピークは建物によるものであろうと思われる。また、風速のスペクトルピークの全くないところ(2 Hz 付近)で揚力はピークがある。これは隅角部から発生した渦などにより生じたものであると思われる。これらのことを考えると、応答を推定する場合に自然風の変動のみを考慮するだけでは無理があるように思われる。次に同図より揚力と変位のスペクトルを見ると、揚力のスペクトルでは、模型の卓越振動数成分に相当する成分は見あたらぬ。

(3) 測定空気力の信頼性をみるために、空気力を用いて応答スペクトルを計算し、実測応答スペクトルと比較してみた。これを図-3に示す。この結果、両者のスペクトルはよく一

致し、風圧分布法により求めた空気力は、かなり信頼性があるのではないと思われる。

(4) さらに模型の運動方程式に、実測外力を作用させて変位応答のシミュレーションを行った。実測変位と計算変位を図-4に示す。この図を見ると、大まかな変動状態はかなり一致しているが、部分的には差異が認められる。この原因として考えられることは、2次元模型であるにもかかわらず、風向の変化による3次元的影响を防ぎきれなかったためであると思われる。

Ⅳ. あとがき

構造物に作用する外力を直接測定し、構造物の応答の推定を試み次のようなことがわかった。

(1) 風圧分布法は有効な方法であると思われる。

(2) 自然風中での模型の応答を推定する場合、風向の変化、すなわち3次元的影响を考慮しなければいけないと思われる。

(3) 風圧分布法の精度を上げるには、風圧測定孔の数をふやせばよい。

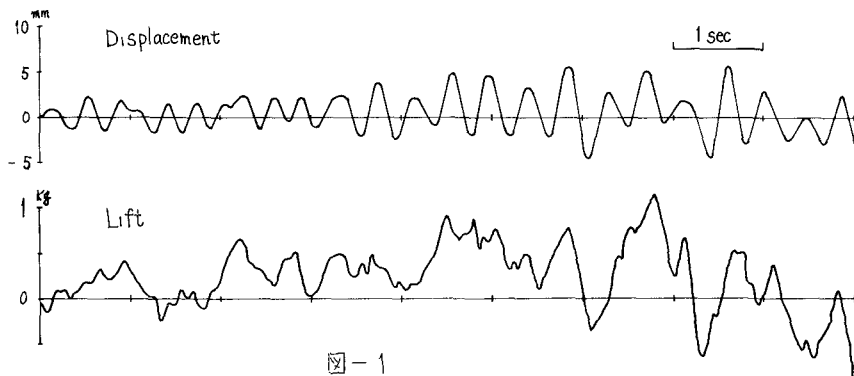


図-1

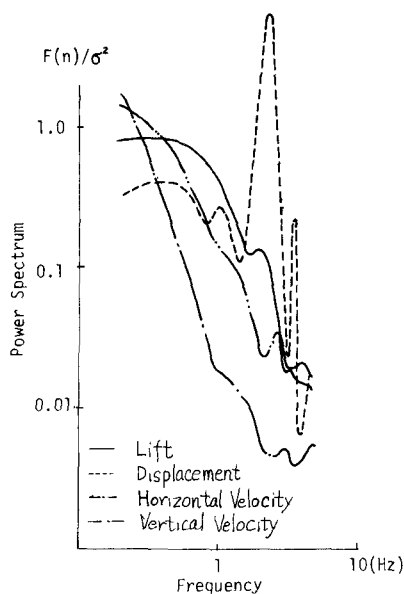


図-2

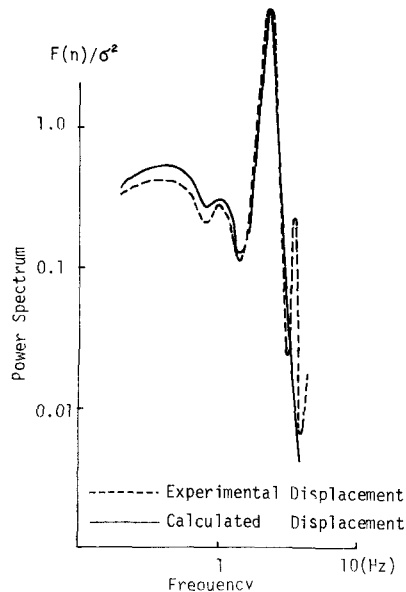


図-3

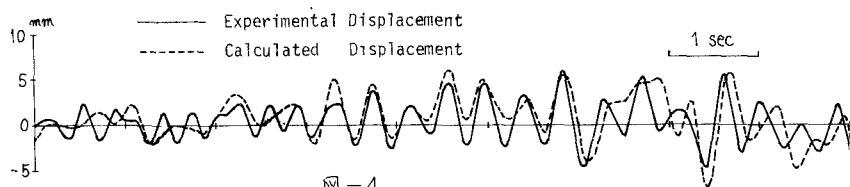


図-4