

# 高さ110mの矩形平面RC造煙突の設計

平石 澄夫\*  
Sumio Hiraishi

後藤 徳広\*\*  
Tokuhiko Goto

柏木 敏広\*\*\*  
Toshihiro Kashiwagi

## 1. はじめに

煙突のように軽量で、かつ細長い構造物を設計する場合、風荷重が地震荷重を上回ることがあり、構造種別などの条件によっては、空力不安定振動が発生する恐れがある。特に矩形平面の場合、同じ見附幅の円形平面のものに比べて、低い風速で空力不安定振動が発生する。

本報では、矩形平面を有する110mのRC造煙突の設計計画について、風荷重の評価を中心に報告する。

## 2. 建物概要

対象とした建物は、高槻市ごみ処理施設の煙突である。図-1に建物形状を、表-1に建物概要を示す。

## 3. 設計計画

### (1) 設計経緯

本建物は、設計当初、脚部から頂部までを一辺7.2mの同一矩形平面で設計した。しかし、設計風速の範囲内で風荷重が地震荷重を大きく上回ることや、空力不安定振動の発生する可能性がある、などの問題が生じた。そのため、前述2.で示したように、脚部の辺長を一辺9mとし、脚部から高さ45mまで平面が縮小するような形に、また、コーナー部に直径800mmの曲面を設けるように設計を変更した。

### (2) 風洞実験

#### ①実験概要

風荷重の算定と空力不安定振動の発生の有無を確認するため、空力振動実験を行った。実験は、(財)日本建築

総合試験所の境界層風洞において行った。風向を図-1に併記する。なお、以下に述べる風速は、風洞実験から求めた建物高さの2/3の位置(高さ約74.27m)における換算風速である。設計風速は47.97m/sとした。

#### ②空力振動実験による応答

図-2に建物頂部の応答変位の軌跡の一例を示す。本建物では、風方向の応答よりも風直角方向の応答が大きいがわかる。また、風方向の最大応答と風直角方向の最大応答が同時に発生しないことがわかる。

図-3に風速による建物頂部の応答変位の変化を示す。設計風速の範囲内では、風速35m/s付近を除き、応答変位はほぼ風速の2乗に比例して単調に増加している。ま

表-1 建物概要

構造種別	内筒	鋼製円筒		
	外筒	RC造(短形中空断面)		
外筒平面	部位	高さ(m)	辺長(m)	壁厚(cm)
	頂部	111	7.2	22
	中間部	45	7.2	44
	底部	0	9.0	60

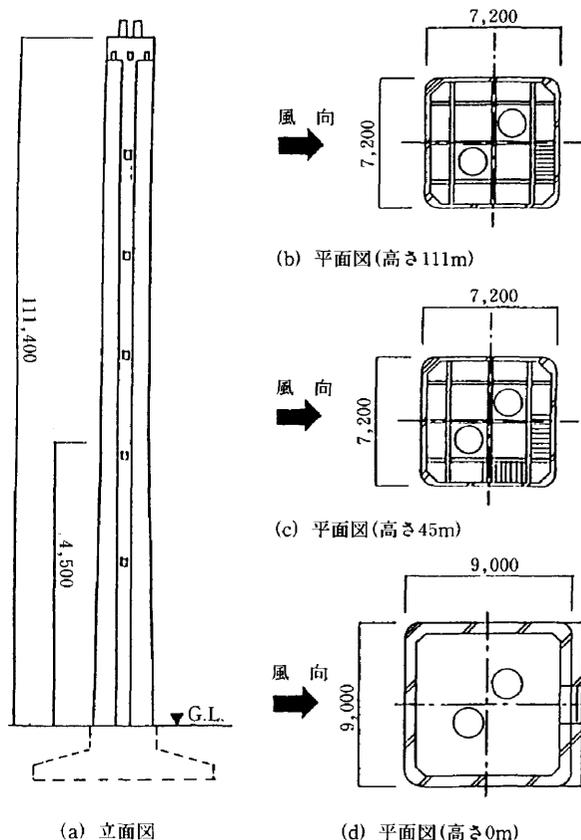
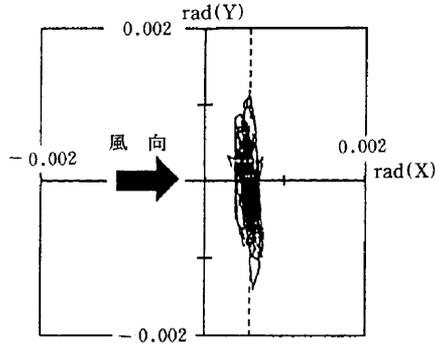
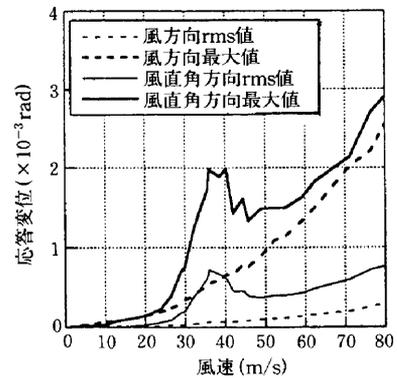


図-1 建物形状および風向

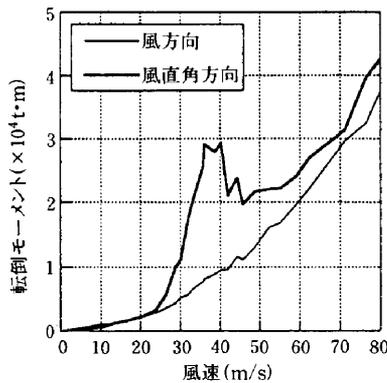
\* 建築設計部構造課係長  
\*\* 横浜(支)設計課副課長  
\*\*\* 建築設計部技術電算課副課長



図一2 建物頂部の応答変位の軌道の一例 (風速48.6m/s)



図一3 風速による建物頂部の応答変位の変化



図一4 風速による脚部の最大転倒モーメントの変化

た、設計風速より高い風速域においても、応答変位の急激な増加が見られないことから、空力不安定振動は発生しないと考えられる。

図一4に風速による脚部の最大転倒モーメントの変化を示す。設計で用いる脚部の最大転倒モーメントは、設計風速の範囲内で値が最も大きい風速約40m/sの時のものとした。

### (3) 風荷重の評価

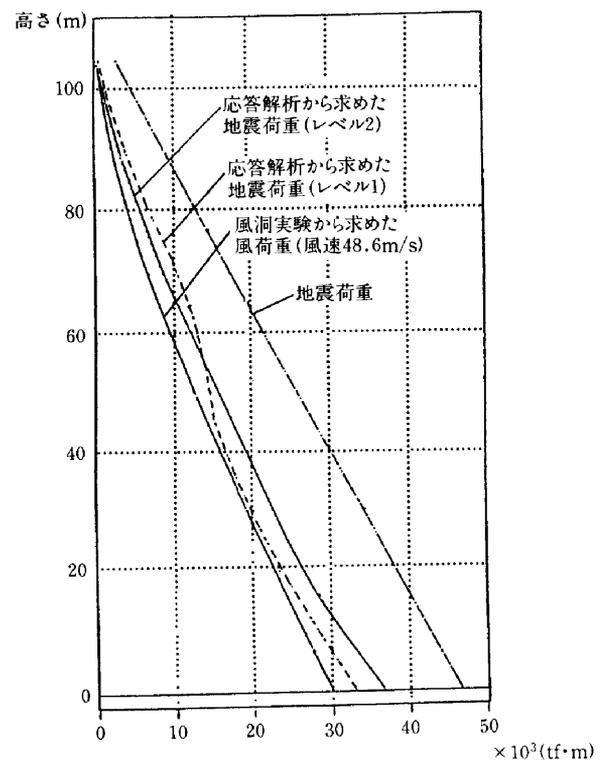
前述②で示したように、風方向の最大応答と風直角方向の最大応答が同時に発生する確率は極めて小さい。したがって、風荷重は、下式のような風方向の荷重と風直角方向の荷重を合成したものとして評価した。

$$\text{風荷重} = \text{風方向の応答のrms値から求めた荷重} + \text{風直角方向の応答の最大値から求めた荷重}$$

建物の各層における荷重は、風方向の場合は風速分布を仮定し、また、風直角方向の場合は頂部を最大値とする1次直線モード形を仮定し、算出した。

### (4) 荷重の検討

図一5に風洞実験から求めた風荷重、地震荷重および応答解析から求めた地震荷重のモーメントの比較を示す。



図一5 各荷重のモーメントの比較

風洞実験から求めた風荷重は、地震荷重を大きく下回っていた。また、応答解析から求めた地震荷重も地震荷重を下回っていた。したがって、本建物の設計用荷重は、地震荷重を用いることとした。

## 4. まとめ

本建物のような構造物の場合、机上検討により設計用風荷重を求めることは極めて困難であり、また、荷重を過剰に評価する可能性がある。したがって、基本設計の段階から風洞実験を積極的に行い、より効率的な設計を行うことが必要である。