

# 2020 年度 風工学研究拠点 共同研究成果報告書

研究分野：強風防災

研究期間：2020 年度

課題番号：20202005

研究課題名（和文）：種々の隅角部形状を有する角柱の変動風力係数およびパワースペクトル密度のモデル化に関する研究

研究課題名（英文）：Proposal of fluctuating wind force coefficient model and power spectrum density function of bluff bodies with various corner shapes

研究代表者：勝村 章

交付決定額（当該年度）： 500,000 円

※成果等の説明に図表を使用していただいて構いません。（カラーも可）

※提出して頂いた成果報告書をホームページでの公開を予定しております。

## 1. 研究の目的

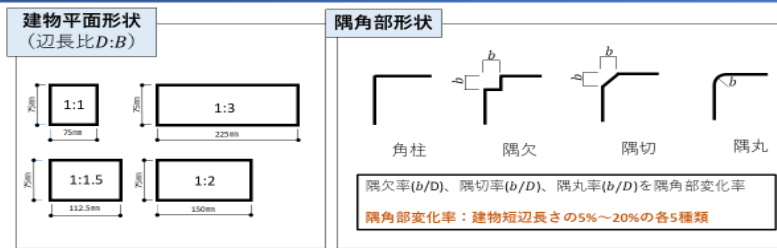
建築物の構造骨組み用風荷重を算定する際には、日本建築学会「建築物荷重指針・同解説」（以下、荷重指針）が多く用いられている。その中で、辺長比の異なる角柱の変動転倒モーメント係数のモデル式が与えられている。また、矩形断面角柱の変動風力のパワースペクトル密度のモデル化もおこなわれており、風荷重の算定に用いられている。しかしながら、これらの変動風力係数のモデル式に用いられている実験は限られた実験結果に基づいており、また、かなり以前の実験結果が用いられている。このモデル式により算定された変動風力係数が実験結果と比較して、小さめに評価されることが明らかになっている。この一因は当時の実験条件など種々のパラメータがきちんと整理できていないためだと考えられ、合理的な耐風設計を行うためにも、角柱の変動風力係数のモデル化の見直しが必要であると思われる。本研究の目的は、辺長比の異なる角柱で隅角部の形状をパラメータとした風洞実験を行い、変動転倒モーメント係数および変動転倒モーメントパワースペクトル密度のモデル化について検討することである。

## 2. 研究の方法

変動転倒モーメント係数や変動転倒モーメントパワースペクトル密度のモデル化を行うためには辺長比や、角柱隅角部の形状を変化させた非常に多くの角柱変動風力のデータベースが必要となる。そのため過去に風洞実験により測定された角柱変動風力を整理するとともに、新たに辺長比や、隅角部形状を変化させた角柱模型を作製し、風洞実験を実施することで角柱変動風力データベースの拡充を図った。

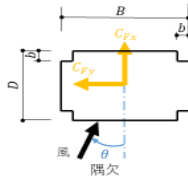
本研究では下図に示す通り、4 種類の隅角部形状、5 種類の隅角部変化率、4 種類の辺長比の計 64 種類の建物形状についての風力実験を行い、風向を変化させて風力特性を調べた。実験は東京工芸大学風工学研究センターの大型乱流境界層風洞で行った。実験風向は模型の対称形を考慮し 0～90 度まで 5 度刻みとし、実験気流は日本建築学会建築物荷重指針・同解説の地表面粗度区分Ⅳを用いた。

# 風洞実験概要



### 実験条件

幾何学的縮尺	1/300
地表面粗度区分	建築物荷重指針 IV ( $\alpha = 0.27$ )
実験風向	0~90°, 5° 刻み (辺長比D:B=1:1は0~45°)
計測時間	75秒 (実時間600秒相当を10サンプル)



# 風力の定義

風力係数 (構造軸)  
 $C_{Fx(y,z)} = \frac{F_x(y,z)}{q_w \times B \times H}$

転倒モーメント係数  
 $C_{Mx(y)} = \frac{M_x(y)}{q_w \times B \times H^2}$

振れモーメント係数  
 $C_{Mz} = \frac{M_z}{q_w \times B^2 \times H}$

$C_{F(y,z)}$ : 風力係数 (構造軸)  
 $F_x(y,z)$ : 風部せん断力[N]  
 $q$ : 風速圧[N/m<sup>2</sup>]  
 $B$ : 建物幅[m] (風向角 $\theta$ での見付幅)  
 $H$ : 建物高さ[m]  
 $C_{Mx(y)}$ : 転倒モーメント係数  
 $M_x(y)$ : 転倒モーメント[Nm]  
 $C_{Mz}$ : 振れモーメント係数  
 $M_z$ : 振れモーメント[Nm]

図1 実験条件

## 3. 研究成果

現行の荷重指針に示される変動転倒モーメントのモデル式の改良および風直交方向変動転倒モーメント係数のパワースペクトル密度の提案を最終目標として、隅角部形状・変化率、辺長比の異なる角柱の風洞実験を行った。実験で得られた3方向の風力およびその軸周りのモーメントは、下式を用いて無次元化した。得られた風力係数・モーメント係数を、風向による変化(図2)、隅角部変化率による変化(図3)、辺長比による変化(図4, 図5)などの基本的な風力特性について詳細に整理した。2021年度にこれらの実験結果および追加の実験を行い、モデル式の提案を行う計画である。

### 風力の定義

風力係数 (構造軸)  
 $C_{Fx(y,z)} = \frac{F_x(y,z)}{q_w \times B \times H}$

転倒モーメント係数  
 $C_{Mx(y)} = \frac{M_x(y)}{q_w \times B \times H^2}$

振れモーメント係数  
 $C_{Mz} = \frac{M_z}{q_w \times B^2 \times H}$

$C_{F(y,z)}$ : 風力係数 (構造軸)  
 $F_x(y,z)$ : 風部せん断力[N]  
 $q$ : 風速圧[N/m<sup>2</sup>]  
 $B$ : 建物幅[m] (風向角 $\theta$ での見付幅)  
 $H$ : 建物高さ[m]  
 $C_{Mx(y)}$ : 転倒モーメント係数  
 $M_x(y)$ : 転倒モーメント[Nm]  
 $C_{Mz}$ : 振れモーメント係数  
 $M_z$ : 振れモーメント[Nm]

### 風力の定義

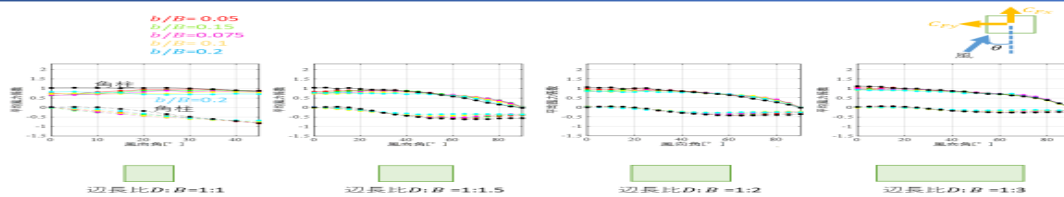
風力係数 (構造軸)  
 $C_{Fx(y,z)} = \frac{F_x(y,z)}{q_w \times B \times H}$

転倒モーメント係数  
 $C_{Mx(y)} = \frac{M_x(y)}{q_w \times B \times H^2}$

振れモーメント係数  
 $C_{Mz} = \frac{M_z}{q_w \times B^2 \times H}$

$C_{F(y,z)}$ : 風力係数 (構造軸)  
 $F_x(y,z)$ : 風部せん断力[N]  
 $q$ : 風速圧[N/m<sup>2</sup>]  
 $B$ : 建物幅[m] (風向角 $\theta$ での見付幅)  
 $H$ : 建物高さ[m]  
 $C_{Mx(y)}$ : 転倒モーメント係数  
 $M_x(y)$ : 転倒モーメント[Nm]  
 $C_{Mz}$ : 振れモーメント係数  
 $M_z$ : 振れモーメント[Nm]

## 平均風力係数の風向角による変化(隅欠建物)



(a) 辺長比 D:B=1:1      (b) 辺長比 1:1.5      (c) 辺長比 1:2      (d) 辺長比 1:3

図2 風力係数の風向角による変化