

ドーム建物内における飛散物の動的空力特性の直接計測の試み Experiment of Direct Measuring of Aerodynamic Characteristics of Flying Debris in a Dome

○松居健人・丸山 敬・西村宏昭・野田 博・西嶋一欽

○Kento MATSUI, Takashi MARUYAMA, Hiroaki NISHIMURA, Hiroshi NODA, Kazuyoshi NISHIJIMA

In many cases, damage to buildings during strong wind is caused by flying debris. Aerodynamic characteristics of debris in static condition have already been measured, however, there is little information about aerodynamic characteristics of flying debris. The authors developed a direct measuring system on aerodynamic characteristics of flying debris. This study aims to measure aerodynamic characteristics of three types of debris, which are particle, plate-like and stick-like models in a dome that has the enough height and windless condition. A measuring probe assembled with pressure sensors, three axes accelerometer and three axes gyroscope is mounted inside of each type of model. After models are dropped from about 50 meters height, differential pressures acting on the surface of a model, acceleration and angular velocity can be measured. At the same time, movies of falling models are captured by six video cameras located at three positions.

1. はじめに

台風や竜巻などの強風による建物被害には飛散物の衝突による被害が多いことが知られている。飛散物の衝突による建物被害を低減させるためには、飛散物の空力特性を明らかにし、建物衝突時の姿勢や速度を精度良く求めることが必要である。一様流中に固定された飛散物の空力特性を計測する研究は行われているが、実際の飛散物は時々刻々と風向、風速が変化する中で自身も姿勢を変えながら飛翔するため、刻々の空力特性を求めることは困難であり、ほとんど行われていない。著者ら(2017)¹⁾はこれまで、飛翔する物体の空力特性を直接計測するシステムを作成し、実際に計測を行ってシステムの有用性を検証した。

本研究では十分な高さをもったドーム建物内で飛散物の空力特性を直接計測し、飛散物の刻々の抗力係数の変化を求めるためのデータ、すなわち飛散物表面に作用する差圧力、加速度、角速度を計測することを目的とする。

2. 実験概要

本実験は図1に示すようなドーム建物内で行われた。3種類の飛散物の模型をドーム内部にある高さ約50mのステージから無風状態で自由落下させた。Wills, et.al(2002)²⁾によると、飛散物は塊状、平板状、棒状の3種類に大別される。本実験ではWillsらの大別に基づいて立方体、平板状、棒状の3種類の飛散物模型をスタイロフォームで作製し

た。各模型には圧力センサー、三軸加速度センサー、角速度センサーとこれらと制御するマイコン、小型のバッテリー、計測データを保存するためのSDカード、計測開始用のスイッチからなる計測プローブが内蔵されている。図2に平板状模型の形状と加速度、角速度の軸および回転方向の定義、内蔵された計測プローブを示す。模型表面にはx軸、y軸方向にそれぞれ8対16点、z軸方向に13対26点の圧力測定孔があり、正対する測定孔間の差圧力を計測した。また落下する落下の様子を複数台のビデオカメラで撮影した。

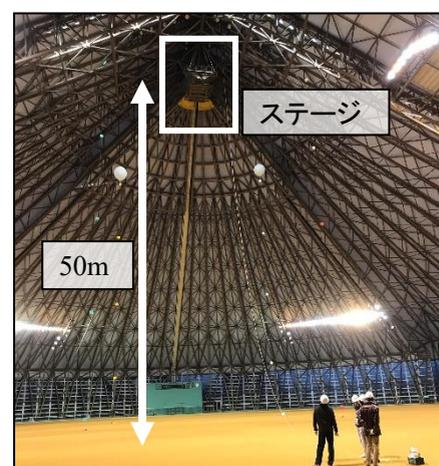


図1 ドーム建物内部

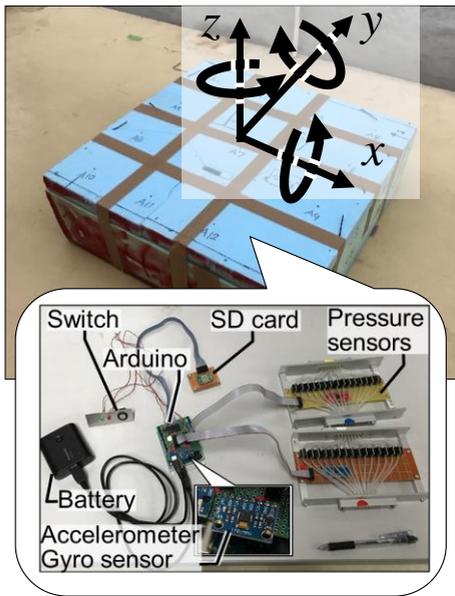


図2 用いた模型と内蔵された計測プローブ

3. 実験結果

平板状模型を落下させたときの加速度センサー、角速度センサーから得られた結果の時間変化を図3に示す。目視ならびにカメラ映像から、この模型は水平の姿勢で落下しはじめ、その後、揺らぎながら落下するのが観測された。加速度の結果(a)をみると、 z 軸方向の加速度は落下開始直後0近くになるが、3.0 sec以降では平均的に1Gとほぼ等しい値になった。また、 x, z 軸方向については周期的な加速度の変化がみられた。角速度の結果(b)をみると、 y 軸まわりの角速度が周期的に変化した。図4に示す差圧力の時間変化についても x 軸方向及び z 軸方向に周期的な差圧力の変化が捉えられた。以上の結果から模型は時間経過に伴って鉛直方向に空気力を受け、終端速度に達したと考えられる。また、 x, z 軸方向に模型が周期的な空気力を受け、 y 軸まわりに揺らぎながら落下していることが分かる。センサーで捉えられた模型の運動はカメラ映像から観測された模型の運動とも対応している。

4. まとめ

本実験では3種類の飛散物モデルを約50mの高さから落下させ、その時の加速度、角速度、および模型表面の差圧力を計測することができた。

謝辞

本研究は科研費16K14341および平成29年度京都大学防災研究所一般共同研究の助成を受けたものである。本実験にあたって、兵庫県立但馬ド

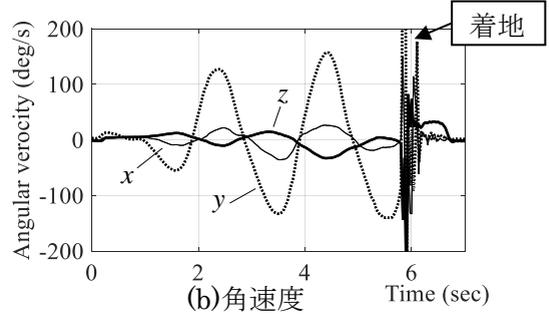
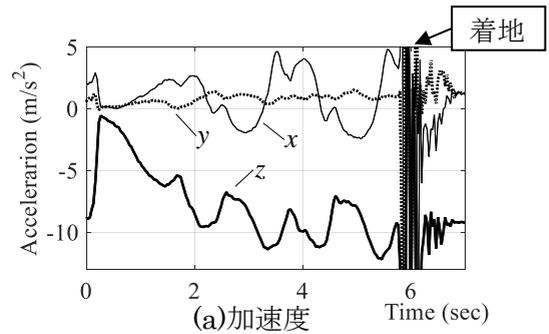


図3 加速度(a)と角速度(b)の時間変化

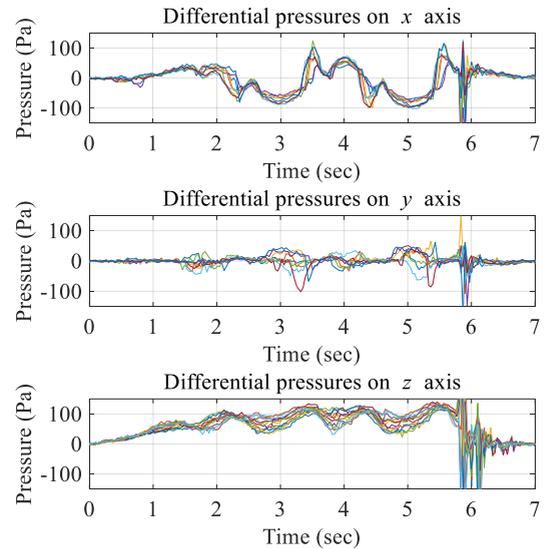


図4 差圧力の時間変化

ムから実験場所の提供を受けた。また近畿大学建築学部4年の木村優太君をはじめ同大学の学生及び京都大学の大学生、大学院生からの協力を得た。

- 参考文献
- 1) 丸山敬, 松居健人, 西村宏昭, 野田博, 西嶋一欽(2017), 飛散物の動的空力特性の直接計測システムの試作, 京都大学防災研究所年報, No. 60, pp. 523-530.
 - 2) J. A. B. Wills, B. E. Lee, T. A. Wyatt(2002), A model of wind-borne debris damage, Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, Vol. 90, No. 4-5, pp. 555-565.