

飛散物の動的空気特性の直接計測システムの試作

Trial Manufacture of Direct Measuring System for Aerodynamic Characteristics of Flying Debris

○丸山 敬・松居 健人・西村 宏昭・野田 博・西嶋 一欽

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

In most cases, failures of buildings in strong wind, e.g. typhoon or tornado, are caused by flying debris. Also in most cases, the configuration of flying debris, e.g. branch, is categorized as bluff body. In order to reduce the damage to buildings caused by flying debris, evaluations of motion of debris are needed by clarifying aerodynamic characteristics of bluff body. This study aims to develop the system to measure the aerodynamic characteristics of bluff body directly. A sensor unit assembled with pressure sensors and three axis accelerometer was made and built in the rectangular shaped test body. The test body was dropped and the pressure and the acceleration were measured, while capturing the motion of the body by taking movies with cameras and conducting image analysis.

1. はじめに

台風や竜巻、突風などの強風による建物被害の多くは飛散物の衝突によるものであることが知られている。したがって、飛散物による建物被害の低減のためには飛散物の飛翔運動を精度良く求める必要があり、そのためには飛散物の空気特性を知る必要がある。しかしながら、飛散物は木の枝など流線型でない物体(ブラフボディと呼ばれる)がほとんどであり、通常これらの空気特性は物体を静止させた状態で風洞実験によって求められる。一方、実際に飛散する際には風向や飛散物の姿勢が時々刻々変化し、その状況下におけるブラフボディの動的な空気特性についてはほとんど明らかにされていないのが現状である。本研究では、近年小型化、高精度化が進んでいるセンサーや画像解析技術を用いて、飛散中のブラフボディの空気特性および運動を直接測定するための計測システムを作成した。試作した計測システムを試験体に組み込んで落下実験を行い、ビデオ映像の解析結果と比較することで、精度検証を行った。

2. 計測システムと計測方法

試作した計測システムは、圧力センサーと3軸加速度センサー、マイコン、小型電源、Wi-Fiアダプタで構成され、試験体に内蔵できる独立ユニットになっており、計測したデータは外部から無線LANを介して読み出せるようになっている。この計測ユニットを直方体(30×20×24cm³)の試験体(図1)に内蔵して風圧力および加速度を測

定した。試験体には各面に4点の測定孔を開け、向かい合う面でそれぞれが対応するように配置し、それらの差圧を計測することにより風圧力を求めた。一方、試験体の落下時の様子を2台のビデオカメラを用いて異なる方向から撮影し、画像解析ソフトを用いて3次元運動を求めた。

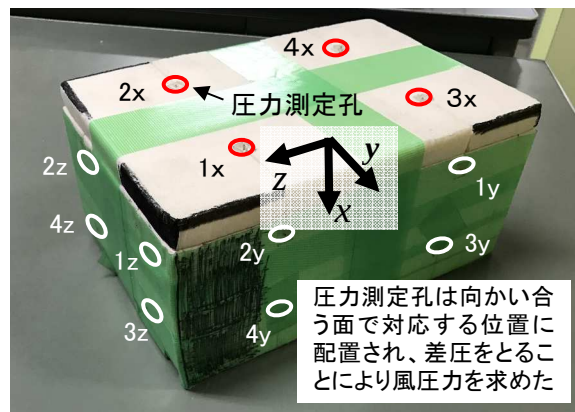


図1 試験体と加速度センサーの座標軸
(図中の記号は圧力測定位置を表す)

3. 計測結果

画像解析から得られた試験体の3次元運動を図2に示す。この場合、試験体はy軸まわりにz軸が下方に向く方向に回転しながら落下している。風圧力の時間変化(図3)をみると、0.7秒までは圧力測定位置3yを除いていずれの軸方向成分も圧力測定位置によらずほぼ同じ変化をしており、y, z軸方向の値も0近傍で、試験体の傾きは小さいまま落下している。しかしながら、0.7秒以降は

傾きが大きくなり y, z 軸方向の値も 0 から離れて大きくなっている。0.7 秒までに圧力測定位置 3y の風圧力が 0 でないことから、試験体周りの流れ場および風圧分布が x 軸に対称でないことがわかり、それによる風圧力の偏りによる回転モーメントが作用して傾きが増大し、試験体周りの流れの対称性をさらに崩して、0.7 秒以降 y, z 軸方向の風圧力の変化につながっていると考えられる。

加速度センサーで測定された各軸方向の加速度の変化（図 4）も同様の変化を示しており、落下開始と共に x 軸方向の加速度は 0 付近まで小さくなり、その後落下速度に対応した風圧力を受けて加速度も回復する。 y, z 軸方向の値も試験体の回転に伴って、変化し、その変化は、0.7 秒以降に大きくなる。

4. まとめ

飛散中のブラフボディの空力特性および運動を直接測定するための計測システムを試作し、ビデオ映像から求めた運動の記録と比較し、開発した計測システムの有効性を確かめた。今後、精度を上げるための改良を行う予定である。

謝辞

本研究は平成 28 年度科研費（16K14341）および平成 28 年度京都大学防災研究所一般共同研究 28G-10 の助成を受けたものである。また、実験にあたっては近畿大学建築学部 4 年の三好寛太君の協力を得た。

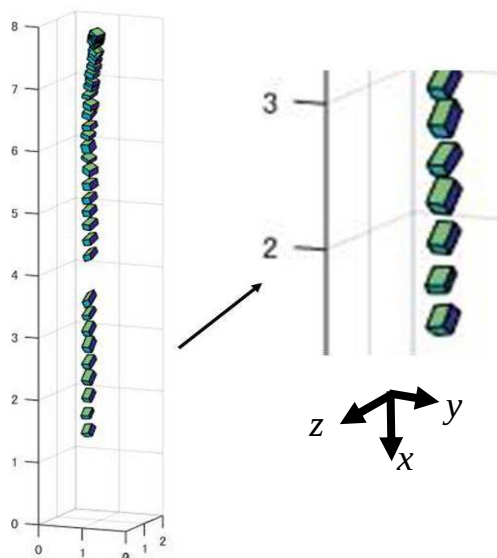
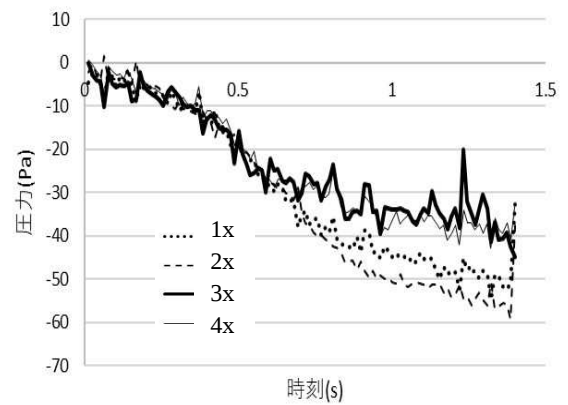
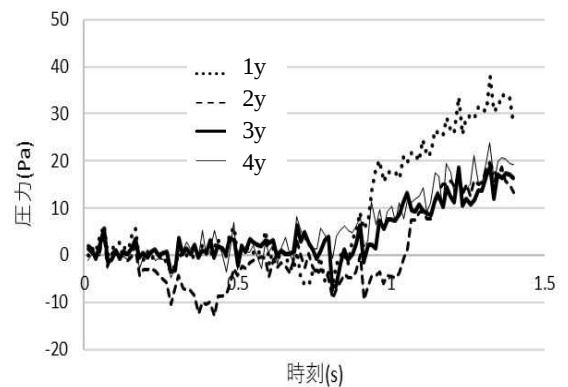


図 2 試験体の三次元運動（軸の単位は m）

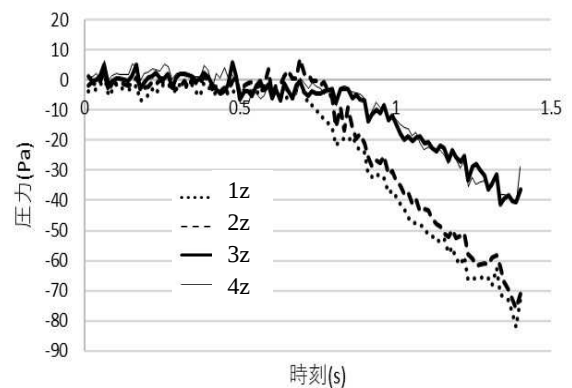
図は 1/30 秒ごとのスナップショット



X面（初めに x 軸方向を向いていた面）



Y面（初めに y 軸方向を向いていた面）



Z面（初めに z 軸方向を向いていた面）

図 3 各圧力測定位置に作用した風圧力の時刻歴

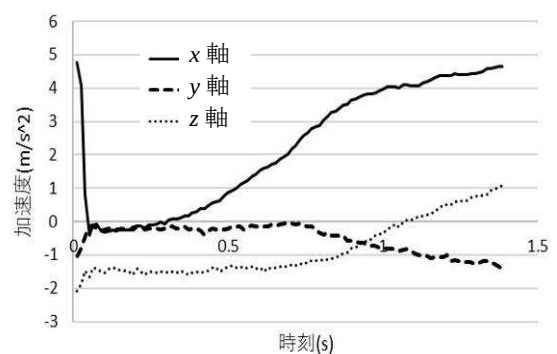


図 4 加速度センサーによる記録