

一般共同研究（課題番号：28G-10）

課題名：竜巻等の突風による飛散物の空力特性の直接測定法の研究

研究代表者：野田博

所属機関名：近畿大学建築学部建築学科

所内担当者：西村宏昭，西嶋一欽

研究期間：平成 28 年 4 月 1 日 ～ 平成 30 年 3 月 31 日

研究場所：京都大学防災研究所，近畿大学建築学部建築学科

共同研究参加者数：7 名（所外 2 名，所内 5 名）

- ・大学院生の参加状況：1 名（修士 1 名）（内数）
- ・大学院生の参加形態【修士論文の一部として参加】

研究及び教育への波及効果について

本研究で開発された飛散物の空力特性を直接測定する手法は、実際の飛散物の空力特性を、より正確に明らかにすることが可能である。その結果、竜巻等の突風による災害の低減に資することが期待される。

研究報告

(1) 目的・趣旨

本研究は、飛散物の速度を正確に予測することを目的とし、飛散物の空力特性を直接測定する手法を開発する。強風時の飛散物は、碎石、木の枝、瓦、あるいは破損した建物部位など、いわゆる“流線型でない物体”である。今まで、“流線型でない物体”の空力特性は風洞実験により静的空力特性が調査されているが、実際の飛散物に作用する空気力は、周囲の気流性状の非定常性および自身の運動による姿勢の変化による動的効果を考慮する必要がある。そのため、飛散物の空力特性を直接測定する手法を開発する。

(2) 研究経過の概要

研究計画時には以下の 4 つの項目を挙げて研究に取り組み、概ね計画通り研究成果を達成できた。

- ①データ収集プローブならびに飛翔試験体の開発・作成
- ②画像解析による飛翔体の飛行軌跡測定
- ③飛翔試験体の静的空力特性の測定
- ④飛翔試験体の動的空力特性の測定

(3) 研究成果の概要

各項目の研究成果は以下の通りである。

①データ収集プローブならびに飛翔試験体の開発・作成

並進運動が測定可能な加速度計，回転運動が測定可能な角速度計，表面風圧が測定可能な風圧力センサー，ならびデータロガーを組み込んだ自立型計測装置を開発した（図 1）。この装置を流線型でない物体の飛翔試験体（飛散物を再現した模型）に内蔵することにより，飛翔試験体の空力特性を直接測定することが出来る。

②画像解析による飛翔体の飛行軌跡測定

市販の高精度ビデオカメラと画像解析ソフトを調査し，本研究の目的を十分達成する機能と精度を持った画像解析システムを選定・導入した。検証として，高さ約 8m から飛翔試験体を自由落下させて画像解析システムにより飛翔体の落下運動を測定する実験を実施した。

③ 飛翔試験体の空力特性の測定

自立型計測装置を立方体アクリルボックスに内蔵し、ボックスの空力特性(平均抗力係数, 平均揚力係数)を風洞試験装置により測定した。測定された空力特性は、類似の既往の実験結果と概ね良い一致を示し自立型計測装置による空力特性の測定精度が確認できた。図2に自立型計測装置によるボックスの空力特性測定状況を示す。

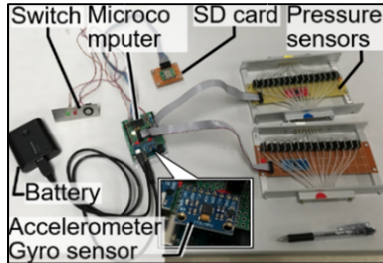


図1 自立型計測装置

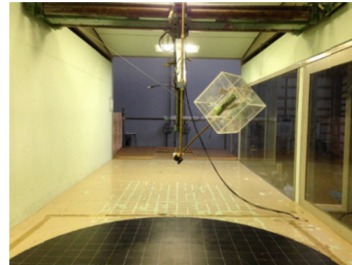


図2 風洞実験による空力特性測定状況

④ 飛翔試験体の動的空力特性の測定

初期の姿勢を変えて、高所から自由落下する飛翔試験体の動的空力特性を検証した。実験場所は、実験条件を理想化するために無風状態を確保できる但馬ドームを使用した。自立型計測装置により、高さ50mから自由落下させた飛翔試験体の姿勢と表面風圧力を測定し、動的な空力特性を検証した(図3)。併せて複数のビデオカメラによって模型の運動を撮影し、画像解析によって飛翔試験体の落下の軌跡および姿勢を算出した。検証の結果、自立型計測装置の加速度センサーと角速度センサーから飛散物の姿勢と落下の軌跡を計測することができた(図4)。更に圧力センサーと加速度センサーから飛散物に作用する風力を計測することが確認できた。

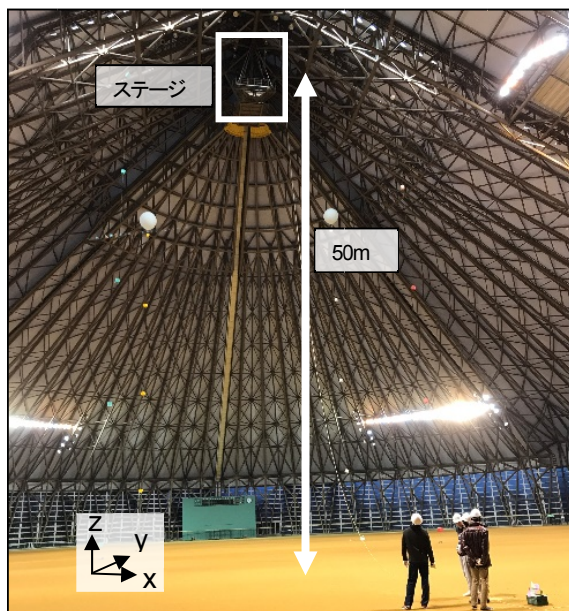


図3 但馬ドームでの自由落下実験の状況

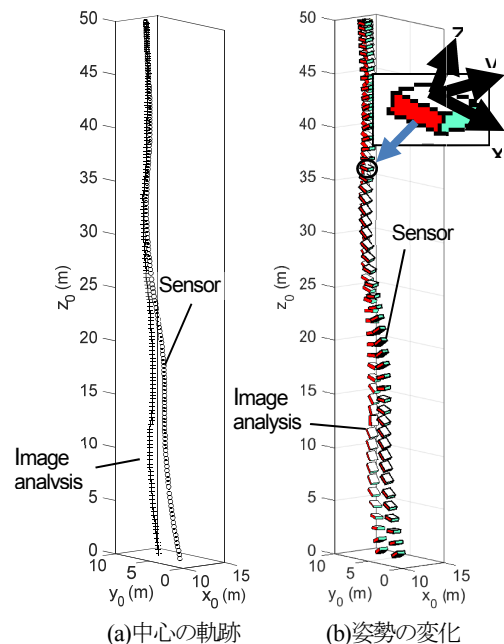


図4 飛翔試験体の落下運動

(4) 研究成果の公表

- 1) 松居 健人, 丸山 敬, 西村 宏昭, 野田 博, 西嶋 一欽: 飛散物の動的空力特性の自立型直接計測システムの試作, 日本風工学会誌, Vol.42, No.2 (No.151), 2017年4月, pp.144-145

- 2) 松居健人・丸山敬・西村宏昭, 野田博・西嶋一欽: 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, 京都大学防災研究所年次発表会, 一般公演 B31, 2018 年 2 月
- 3) 松居健人,丸山敬,西村宏昭,野田博, ドーム建物内における自立型計測装置を用いた飛散物の空力特性の直接計測の試み, 日本建築学会大会学術講演梗概集,B-1構造I, 2018年(発表予定)