

1) 構造研究グループ

1) - 4 実大強風雨発生装置及び衝撃試験装置を用いた外装材の破壊・飛散挙動に関する研究【安全・安心】

Failure and Dispersal Behavior of Exterior Cladding Materials Using a Full-Scale Wind and Rain Simulator and an Impact Test Rig

(研究開発期間 令和7年度)

構造研究グループ
Dept. of Structural Engineering

高舘 祐貴
Yuki TAKADATE

安永 隼平
Jumpei YASUNAGA

The objective of this study is to conduct impact tests on flying debris under positive pressure conditions to clarify the extent to which wind affects the velocity of these objects, and to investigate the influence of positive pressure on the failure behavior of external walls. In addition, experimental data will be collected using a full-scale severe storm generator to identify the critical wind speeds at which various objects initiate motion or overturn. Using these data, we aim to compare the behavior of flying debris calculated by discretizing the equations of motion, and to quantitatively evaluate the range and probability of debris striking surrounding buildings using probability distributions. In addition to these investigations, we will verify whether the impact force of flying debris, calculated from impulse, can be modeled as a function of the collision time Δt , the representative length L , and the collision velocity V .

【研究開発の目的】

建築物の強風被害は外装材に多く発生する。令和6年に宮崎県を中心に襲った台風及び竜巻の被害では、1000棟を超える住家被害が発生した。建築物の外装材等に被害が発生すると被害を受けた建築物の外装材が風に乗って飛散し、他の建築物に飛来物として衝突するような連鎖的な被害が発生する可能性がある。また、この場合、建築物の所有者が強風による被害者であると同時に加害者になってしまう可能性が考えられる。こうした被害を防ぐためには建築物の外装材の耐風安全性を高めると同時に、飛散する外装材等が他の建築物等の範囲などの危険性を把握しておく必要がある。外装材の性能試験のひとつである飛来物試験はASTME1996-04やASTME1886-04に位置付けられている。これらの試験では飛来物耐衝撃試験後に試験体を圧力箱に設置して耐風性能を確認するように、飛来物衝撃試験と耐風圧試験は別々に実施することとなっている。実際には風による飛来物が飛散する時は建築物には正の圧力(正圧)が作用した状態となる。

本研究では、正圧が作用する時の飛散試験を実施することで、有風下で加撃体の速度がどの程度の影響を受けるか把握し、正圧が作用することによって外壁の破壊挙動に影響があるかを明らかにすることを目的とする。それと同時に、実大強風雨発生装置を用いて様々な物体(看板などの建築物ではないが飛来物になり得るもの)がどのくらいの風速で移動・転倒するかもデータとして蓄積する。そのデータ等を活用し、運動方程式を離散化して計算することができる飛散物の挙動と比較し、確率

分布を用いて周囲の建築物に飛散物が衝突する範囲や衝突確率を定量的に評価することを目指す。これらの検討に加え、力積によって計算できる飛来物の衝撃力について、衝突時間 Δt を飛来物の代表長さ L と衝突速度 v でモデル化できるか検証する。

【研究開発の内容】

① 衝撃試験装置(エアーキャノン)を用いた性能試験

ASTM や ISO で規定されている加撃体(木材や鋼球)の衝突速度が確保されていることを確認するため、エアーキャノンの圧力の設定値と衝突速度の関係についての性能曲線を求める。性能曲線を計算する上で、バックグラウンドの風の有無が加撃体の速度に及ぼす影響を明らかにする。

② 実大強風雨発生装置を活用した飛来物の耐衝撃試験

住宅用の外装材(サイディングや窓ガラスなど)を対象として、加撃体を用いた耐衝撃試験を実施する。この時、無風時及び有風時に生じる被害のメカニズムに着目する。さらに、ロードセルを用いた衝撃力の測定を実施することで衝撃力の作用時間 Δt を飛来物の物体形状から推定できるか検証する。

③ 物体の飛散挙動の評価と飛散物シミュレーション

身の周りの看板や自転車、旗など風による力を受けて転倒・飛散するものは多い。このような身近なものが転倒・飛散する風速を実大強風雨発生装置によって測定し、飛散風速についてとりまとめる。なお、本研究課題を実施する間に施設整備が行われる可能性があるため、その間に、強風時の物体の飛散距離や飛散範囲についての情

報を収集する。飛翔体の風力特性についての十分な情報が集まれば、運動方程式を離散化して解くことで飛散物の挙動を大まかに予測することができる。また、重さや飛散物の形状（抗力係数や揚力係数）を変化させることで、飛散物の挙動を事前にシミュレーションすることができただけでなく、モンテカルロシミュレーションなどで強風時の飛散物の飛翔する範囲を示すことができると考えられる。

【研究開発の結果】

衝撃試験装置（エアークャノン）を用いて、実大強風雨発生装置を活用して風のある状態での飛来物の耐衝撃試験を実施した（図1～5）。図2に対象とした加撃体を示す。有風時及び無風時にこれらの加撃体を射出し、それらの破壊性状を比較した。破壊する加撃体の射出条件は

有風時及び無風時のどちらも変わらなかった。しかし、破壊性状を比較すると、有風時は外装材に初期変位が生じるため外装材の緊結部分が柱から剥がれる破壊モードは見られなかった（図3,4）。

なお、本研究課題の主担当者が本年9月に建築研究所を退職したため、当課題は本年度で終了することとした。

【参考文献】

- 1) 松尾 勇汰, 奥田 泰雄, 高館 祐貴, 喜々津 仁密: 飛来物衝突による板ガラスの破壊モードおよび飛散挙動に関する研究, 日本風工学会年次研究発表会梗概集, pp. 103-104, 2025
- 2) 高館 祐貴, 奥田 泰雄, 喜々津 仁密: 実大実験によるJ形屋根瓦の裏面圧の性状, 日本風工学会年次研究発表会梗概集, pp. 213 – 214, 2025



図1 実大強風雨発生装置の外観



図2 加撃体

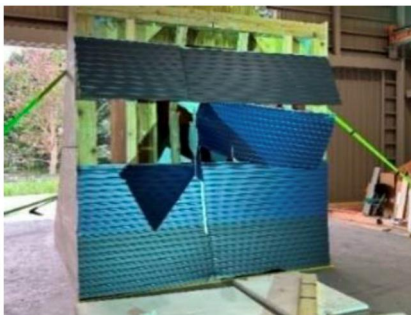


図3 無風時の破壊性状



図4 有風時の破壊性状



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

図5 衝撃試験装置（エアークャノン）による実験