

1) - 6 屋根ふき材等の被害発生メカニズムに関するフィージビリティスタディ 【安全・安心】

Feasibility Study on a Mechanism of Damage to Roofing Materials

(研究開発期間 令和3年度)

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

奥田泰雄
OKUDA Yasuo

高館祐貴
TAKADATE Yuki

The aim of this research is verifying of the performance of the high wind and rain generator, clarifying what can be done as research on the wind resistance performance of exterior materials using the high wind and rain generator, and examining of the direction of R & D to be proposed in the next fiscal year including in fifth midterm plan period.

【研究開発の目的及び経過】

近年、台風による建築物の強風被害が多く発生している。建築物の強風被害では屋根ふき材や窓ガラスや外壁の損傷、破壊といった外装材の被害が非常に多いのが特徴である。これまで外装材の耐風性能に関する試験装置には、動風圧試験装置（圧力箱、サッシ・外壁用）や繰り返し引き上げ加力装置（屋根瓦用）、砂袋による静的載荷試験などがあるが、これらは建築物に作用する風圧力などを圧力や力に代替させて試験を行うものであり、実風速レベルの強風を実物外装材の試験体に作用させ、破壊するまで実験を行うような装置はこれまで国内にはなかった。建築研究所では、令和2年度の大型施設整備として、強風雨発生装置が整備されることになった。今回の整備により、70m/s以上の風速が出せるように改修（ほぼ新設）した。

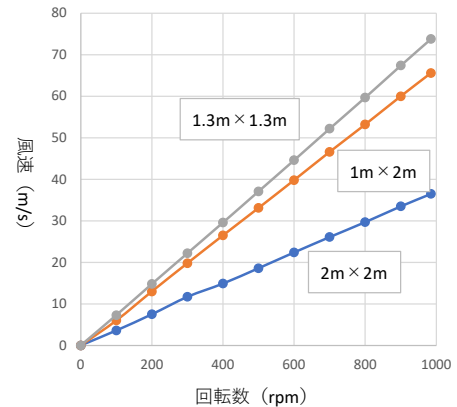
本研究は、強風雨発生装置の性能検証を行い、強風雨発生装置を用いた外装材の耐風性能に関する研究としてどのようなことができるかを明確にし、次年度（第5期中期計画期間）以降に提案する研究開発の方向性について検討するものである。

【研究開発の内容】

1) 強風雨発生装置の基本性能検証

強風雨発生装置自体の基本性能（風速、降水強度）は製造業者により検証した（図1）。装置の吹き出し口での風速は装置の電動機の回転数とほぼ比例し、3種類の吹き出し口の大きさで、風速が変化する。1.3m×1.3mの吹き出し口では、最大73m/sの風速が出せることが分かった。また、吹き出し口断面での風速分布の偏差が1%以内に収まりほぼ一様であることが分かった。

基本形状である直方体試験体（幅0.91m、高さ2mの正四角柱、19風向）表面に作用する風圧分布を計測し



風速分布測定結果（等高線）

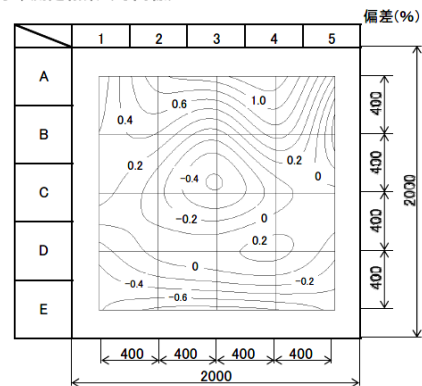
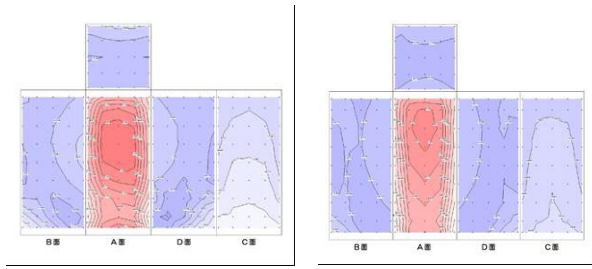


図1 回転数と風速の関係と風速分布

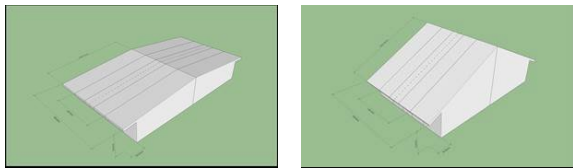
(図2(a))、縮尺1/10の模型を用いた乱流境界層風洞での実験結果と比較し、本装置と乱流境界層風洞での圧力分布(図2(b))とほぼ一致することを確認した。この結果から、直方体試験体まわりの流れは風洞実験と概ね相似な流れになっていると考えられる。



(a)実大強風雨発生装置 (b)乱流境界層風洞 (縮尺 1/10)
図2 直方体試験体の風圧分布

2) 強風雨発生装置による試験

当初計画では、屋根試験体、窓サッシ試験体、外壁試験体について検討する予定であったが、屋根試験体について検討した。幅2種(2mと1m)、屋根勾配2種(1寸勾配(5.9°)・5寸勾配(26.6°))の屋根勾配試験体を製作し(図3)、実大強風試験装置で1寸勾配屋根試験体の屋根面・壁面に作用する風圧を計測した。さらに、縮尺1/10の風洞模型(軒高さ50、100、150mmの3種)を製作し、乱流境界層風洞で計測した風圧結果と比較した(図4)。



(a) 1寸勾配(5.9°) (b) 5寸勾配(26.6°)
図3 屋根試験体

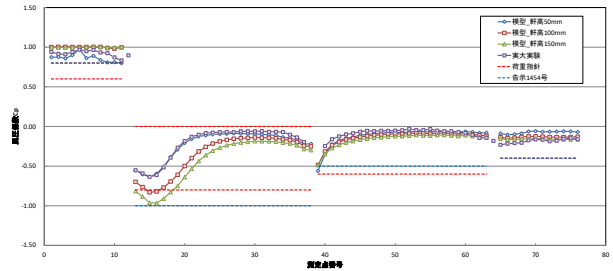
幅100mm(実大1m)では、実大強風雨試験装置と乱流境界層風洞での風圧実験結果はほぼ一致した。軒高さを高くすると、屋根面風上側の負圧が大きくなる傾向があるが、風下面、壁面の風圧分布には大きな差がなかった。また、比較に告示や学会荷重指針での風圧係数も参考に示したが、告示は実験結果をほぼ安全側で評価しているが、荷重指針では危険側になる場合がある。

幅200mmでは、軒高さを変えるとアスペクト比(試験体の高さとの比)によって屋根面、風上壁面の風圧分布が変化した。今後実施する実大強風雨試験装置での結果が風洞実験結果をどのように対応するのか確認する。

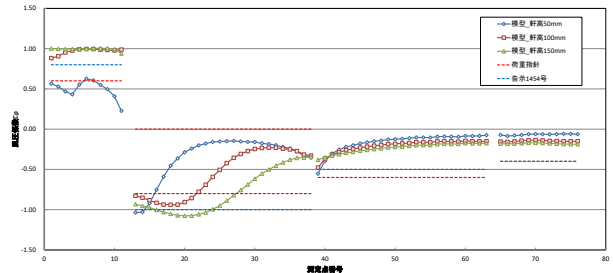
少なくとも幅が100mm(実大1m)、風向0°であれば、風洞実験と相似な流れになっているものと考えられ、瓦などの実物大の屋根ふき材を試験体に設置することが可能と考えられる。

3) 外装材の耐風性能に関する研究の検討

上記のような実験結果を踏まえ、強風雨発生装置の標準



(a) 1寸勾配(幅100mm) 風向0°



(b) 1寸勾配(幅200mm) 風向0°

図4 屋根面と壁面の風圧分布
(実大強風雨試験装置と乱流境界層風洞)

試験規格や強風雨発生装置による外装材の耐風性能に関する研究の方向性について検討し、次期課題で以下のサブテーマで研究を実施することにした。

1) 実大強風雨発生装置による屋根ふき材の破壊メカニズムの解明

- ・瓦などの実際の屋根ふき材を屋根用試験体に設置し、1枚の屋根ふき材の表裏に作用する風圧性状を把握し、屋根ふき材のはく離・飛散(破壊)する過程を高速度カメラで撮影し、被害発生メカニズムを検討する。
- ・高速カメラはレーザ変位計やひずみ計の電圧変化をトリガとして動作させる。
- ・散水装置を用いて、降水によるPIV(粒子画像流速)で、屋根面上の流れの計測を行う。

2) 実大強風雨発生装置による外壁材の飛来物衝突試験方法の開発

- ・実大強風雨発生装置の吹き出し口付近に強風を吹かせた状態で飛来物を固定し、飛来物を開放することで外壁試験体等への飛来物の衝突現象を再現する。
- ・飛来物の飛翔状況や衝突状況を高速度カメラで撮影し、飛翔・衝突速度を換算する。

【参考文献】

- 1) 奥田泰雄：強風被害軽減に資する建築研究所の取り組み 特集 最近の風水害・津波災害の対策、建築防災、2021.9