

令和 3 年 6 月 14 日現在

機関番号：52601

研究種目：奨励研究

研究期間：2020～2020

課題番号：20H00984

研究課題名 低コストで後付け可能な農業施設・家屋用対暴風減災システムの開発

研究代表者

中村 源一郎 (NAKAMURA, GENICHIRO)

東京工業高等専門学校・その他部局等・技術職員

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 480,000円

研究成果の概要：暴風による家屋根、ビニールハウス等の損壊防止のため、既存の屋根等に翼や柱状の構造物と付加し暴風制御する試みを行った。一様な強風中にある切妻屋根2階建て家屋の南側屋根前縁や棟堤に角柱、円柱、翼状の構造物を付加し検討した。シミュレーションによれば一部条件で、屋根の破壊原因と考えられる南側傾斜、北側傾斜の圧力に変化がみられ、検討構造物の付加が、屋根材を剥がす力や、揚力発生を抑制し屋根材の剥離を防ぐ可能性が示唆された。今後は製作風洞による流れの可視化を試み、現象の観察・解明、効果的な構造物形状の検討を進めたい。

研究成果の学術的意義や社会的意義

気候変動による大都市や農業地域への台風・暴風の襲来に伴う暴風は、農業ビニールハウスや家屋屋根を損壊し、経済活動、食糧生産の停滞を招く。被害頻度の高い地域においては高性能住宅や、屋根材の強接着等で対策してきたが経済的負担が大きく、昨今被害が増えている一般地域では普及しにくいと考えられる。本研究により、屋根への構造物や翼の付加が強風に変化をもたらすことがわかり、大幅な構造変更不要で追加施工できると考えられる翼や柱状の構造物の付加による屋根損壊被害軽減の可能性が示唆された。

研究分野：機械工学

キーワード：減災 屋根の破壊

1. 研究の目的

気候変動による大型台風は、家屋屋根や農業ビニールハウスを損壊し、反復する被害は人、国を疲弊させる。RC陸屋根や、屋根材の強接着等は暴風に有効だが経済負担が大きく、建売住宅等に多いスレート葺屋根は軽く耐震性に富むが比較的暴風に弱く、ビニールハウスも同様に壊れやすい。本研究は、既存の屋根等に翼や柱状の構造物と付加し、暴風を制御し、屋根材の剥離、ビニールハウス等の破壊を抑制する試みである。既存建物の構造や性能を変えず、安価単純なものを目指す。

2. 研究成果

(1) 研究概要

今日まで、暴風による屋根等の破壊については多くの研究が行われ、暴風により生ずる正負圧等による破壊、破損窓からの吹込みによる破壊など形態は様々であり、これに屋根性状、3次元的風向、風力、地勢、階高等が関係している。本研究では単純化し、主に、南からの暴風(50m/s)を想定し、南北に対称な26度傾斜を持つ切妻屋根総2階建てモデル(図1)が一様な流れにある場合について付加構造物の検討を行うため、コンピュータシミュレーション、可視化用風洞製作及び実験用3Dプリント模型製作を行った。

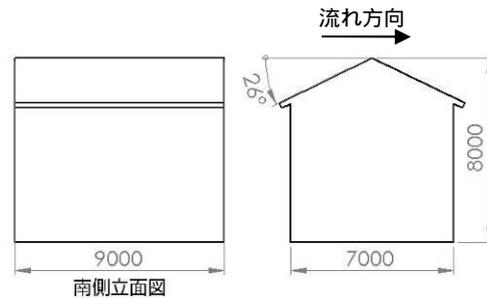


図1 家屋基本モデル

(2) 方法

付加構造物は、障害物形状および、翼形状について検討した。障害物形状は、屋根南側前縁に、a.角柱(図2)やb.円柱(図3)を東西方向屋根全幅に等間隔で配したもの(高さ1000mm、幅及び直径100~1000mm)とした。翼形状は、単純平板翼(翼弦長1000mm、翼幅8800mm、翼角を水平面から-45°~45°程度、シミュレーション結果の検証は-39°~39°)について、c.屋根棟包上部(図4)に配したものと及び、d.屋根南側前縁(図5)に配したものを検討した。

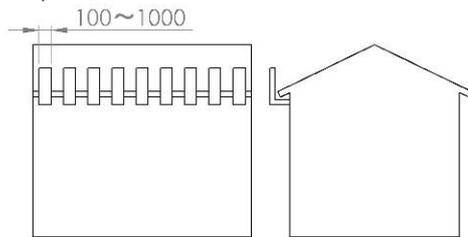


図2 a.角柱の付加構造物

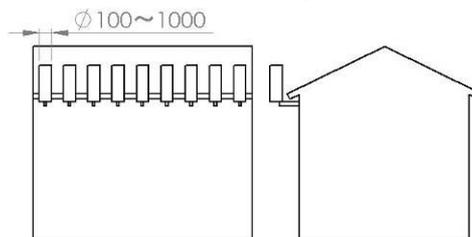


図3 b.円柱の付加構造物

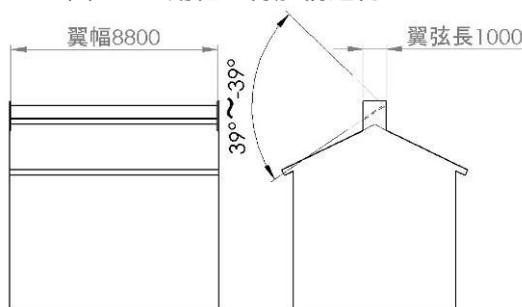


図4 c.屋根棟包上部配置翼

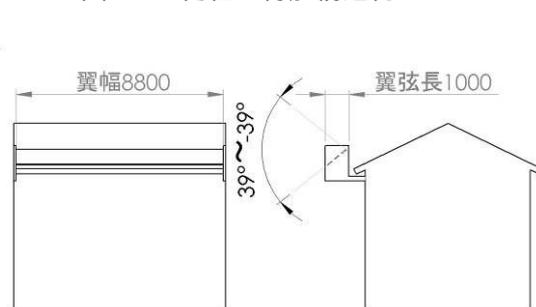


図5 d.屋根南側前縁配置翼

(3) 検証結果

シミュレーション

上記モデルについてまず、地面に平行な風速50m/sの一様な流れに家屋がある条件についてシミュレーション(AutoDeskCFD2020)を行った。防風を直接受ける南側傾斜については、防風による高圧力が屋根の破壊につながると仮定、付加構造物によって静圧が低下するか調べた。また、暴風が棟包を超え北側傾斜に流れ込む際に屋根面から流れが剥離し低圧となり、屋根の剥離につながると仮定し、同じく静圧の上昇に着目した。シミュレーションによる南側傾斜の静圧平均値を図6に示す。付加構造物の無い基本モデルの静圧と比較すると前縁の付加構造物a.の直径200mmを除くa.b.の残り全条件、前縁翼角度15度以上で静圧が減少した。a.b.については、付加構造物正面における圧力損失、構造物後部に発生する渦、翼については強制的な上向き

流れにより圧力が低下したと考えられ、屋根損傷の改善の可能性が示唆された。同様に北側傾斜の静圧について図7に示す。ほぼすべての条件において、基本モデルに比べ静圧の上昇がみられた。付加構造物後流に渦が発生し、流速が低下し圧力が上昇したと推測され、北側傾斜の屋根剥離の軽減の可能性が示唆された。

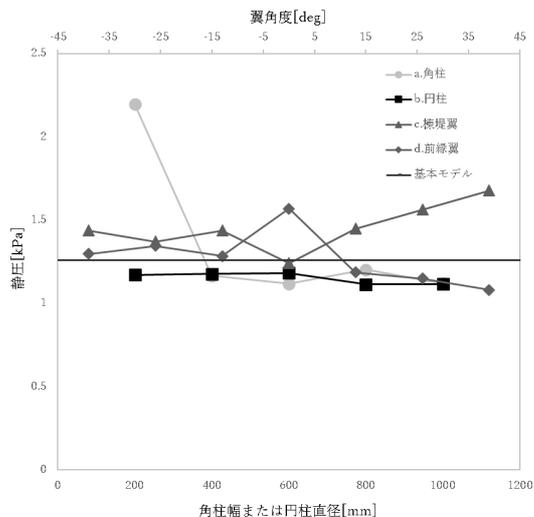


図6 南側傾斜の各条件における静圧風洞実験

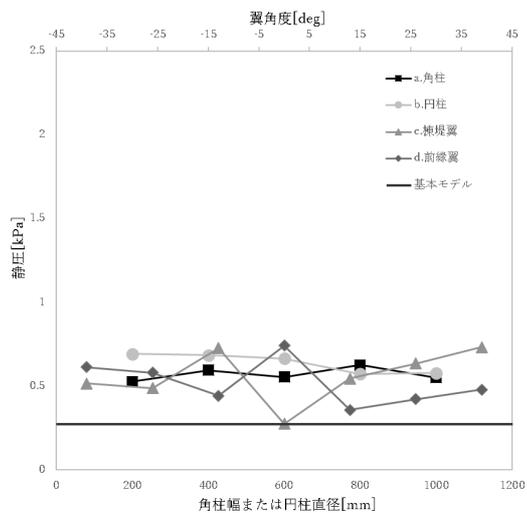


図7 北側傾斜の各条件における静圧

現象の可視化のために風洞を製作した。原寸家屋モデルに対し、3Dプリンタで製作できる1/50～1/100程度の実験模型(図8)を考えると相似則により必要な流速を達成することは難しいが、煙による流れの可視化のため現有風洞よりも高速な風洞を目指し、各胴分割移動可能な簡易吸込み式風洞を製作した(図9)。風洞寸法[mm]及び仕様は、吸込み及び吸出し口寸法: 910×910、縮流胴長: 1820、整流胴長: 1820、観測胴長: 1000、観測胴寸法: 300×300、全長6460、送排風機 68[m³/min]×6台、観測胴中央部風速は約20[m/s](手製簡易ピトー管にて)である。しかし整流機能に不備があり安定した可視化が達成できなかったため今後調整し必要な性能の達成を目指す。



図8 3Dプリントモデル(1/100)



図9 製作した簡易風洞

(4)今後の展開

今回検討した真南から吹く風に正対した建物に対する地上に平行で一定な流れは、自然の防風の一形態かつ一定の時間に限る条件である。実際の防風は、およその風向はわかるものの、上下左右に変化し損壊に至る風向は他に多数存在し、地形や屋根形状、階高による影響もある。困難ではあるが、他条件、ビニールハウスに対しても減災効果のある付加構造物の検討も進めていきたい。

主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

研究組織（研究協力者）

氏名	ローマ字氏名
----	--------