

園芸用ハウスの耐風性向上に向けての提案 ～風荷重の見直しと構造の改良～

社会システムコース
1095530 山崎 広富

1. 園芸用ハウスの耐風設計の現状

台風などの強風によるハウスの倒壊がしばしば発生している。強風によるハウス倒壊の原因は、設計時に用いた風荷重の妥当性と、構造の抵抗力の問題に大別される。

近年ハウスの構造的な脆弱性を改善する為の提案が幾つか報告されている。その一つに高知県と高知工科大学が高知を対象として、鉄骨補強パイプハウス（以下 AP ハウス）を対象とした改良を提案している。これらの改良案については定量的な改良効果の評価がなされていない。加えて、施工上の問題を含むことが問題とされている。

また、現在設計に用いられている風力係数の妥当性を風洞実験によって検討した報告もある。それによると、ハウス屋根面には揚力のみが作用し、設計時に用いている圧力分布を上回る圧力も部分的には観測されるが、基準分布はほぼ妥当であるということである。基準分布と実験結果の報告は両方とも、屋根面には揚力のみ発生することが報告されている。

また、ハウス改良提案の一連の流れとは直接には関係ないが、2006年7月4日に土佐山田町で竜巻被害が発生した。幾つかの倒壊例について調べた結果、屋根面が押しつぶされているような壊れ方をしているものも少なくない。これは、報告されている風洞実験結果や現行の設計基準の圧力分布と、竜巻被害の倒壊形態が整合しないことを示唆する。

2. 本研究の目的

本研究では、前述の問題を踏まえ、以下の2項目を目的とした。

(1) 構造改良案の性能評価

- ・ハウスにおける柱・横梁接合部の性能評価
- ・施工性のよい2次改良案の検討

(2) 風荷重の見直し

3. 構造の性能評価

柱・梁接合部の性能評価には、柱、梁からなるT字の試験体4種類(高知県と高知工科大学が提案したタイプ1種類、柱を梁に溶接した鋼板ではさむタイプ3種類)計24本を用いた。

図1に実験方法を示す。既存の载荷フレーム

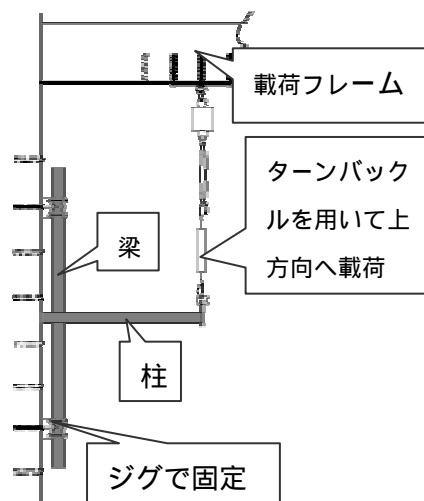


図1 実験方法

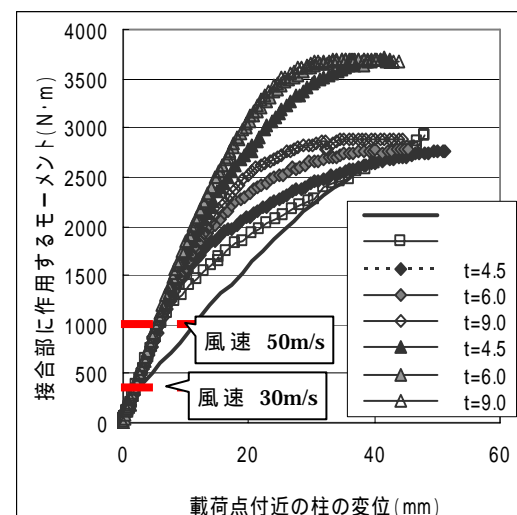


図2 実験結果

の柱に試験体の梁を固定し、柱(3点)、梁(4点)の変位を計測した。

載荷試験の結果を図2に示す。 はおよそ $350 \text{ N}\cdot\text{m}$ から変位が大きくなるものの、それ以降も一定の剛性を保っている。 、 、 では板厚によりある程度違いがあるが、 および は $2700 \text{ N}\cdot\text{m}$ 、 は $3600 \text{ N}\cdot\text{m}$ 程度までは一定の剛性を保っている。

4. 風荷重の見直し

ハウスは柔構造で変形が大きいことから、変形によって圧力分布が変化し、このような倒壊に至ると考えることもできよう。ここではハウスの変形によって、圧力分布がどのように変化するかについて解析により検討する。解析の手順は以下の通り。

構造解析によりモデル(3連棟)を大変形させる。

により得たモデルの変形形状を用いて流体解析を行う。

変形前と変形後の風荷重を比較する。

解析の結果、変形後では2棟目及び3棟目の風上側屋根面に $C_p=0.3$ の正圧分布が確認された。

5. 設計法提案の為の評価

・構造改良の評価

柱・梁接合部の強度は、設計風速が 50m/s 程度であれば、どの接合方法を用いても問題ないと思われる。また、各々の接合部は完全には剛ではないが、接合部の回転角は完全剛の梁のたわみ角に比べて15%程度で微小である。よって、これらの接合方法を用いる場合、設計では完全剛と仮定してよいと思われる。

・風荷重の見直し

変形前のモデルでは見られなかった屋根面の正圧が確認できた。このことから、屋根面が正圧により押しつぶされるような倒壊を起こす危険性が十分ある。よって、現在の微小変形を仮定した設計では危険である可能性があり、変形による圧力分布の変化も考慮した設計法が求められる。

< Abstract >

Proposal for improvement in wind resistance performance of greenhouse for agricultural use -Reinvestigation on wind load and improvement of frame structure-

Hirotoomi Yamasaki

1. Current state of wind resistance of green house

Many green houses collapse by such strong wind as typhoons every year. The reasons are divided broadly into two problems, validity of wind load used in green house design and structural resistance. In recent years, the some proposals on improving the wind resistance are reported. As one of these proposals, the structural improvement of Arch pipe houses is reported by Kochi prefecture and Kochi University of Technology. This report didn't work on quantitative research of improvement effect. In addition, there are a few problems in erection. Concerning the wind load, there was the research which investigated the validity of the wind loads on the green house by wind tunnel test. The report showed that the pressure exceeds the value shown in standard slightly. However, the loads in standard are almost appropriate. Both standard and the wind tunnel test report show that only the lift force acts on roof. On July 4, 2006, the damage due to tornado happened at Tosayamada cho. Although the damage itself does not have a direct link with this study, some collapse examples of green houses suggest that they suffered downward wind load. Thus, the reinvestigation on wind load is considered to be necessary.

2. Objectives of this study

The objectives of this study are divided into following two categories.

(1) Performance evaluation of structural improvement

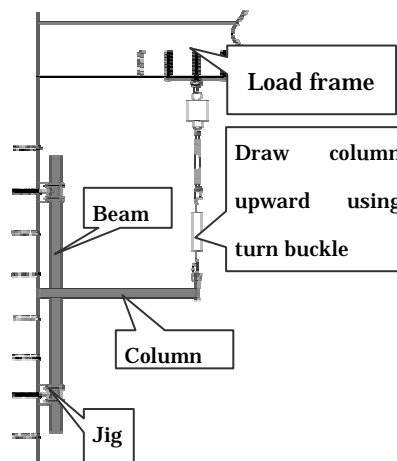
- Evaluation of structural performance of beam column joint in green house
- Examination on further improved joint.

(2) Reinvestigation on wind load

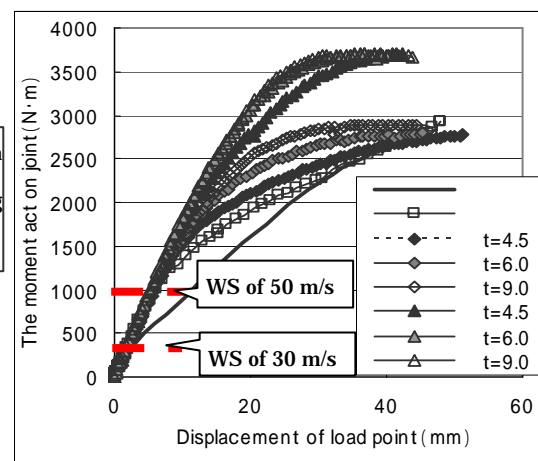
3. Evaluation on improvement of frame structure

Performance

evaluation of Beam column joint was done, using 24 T shape test models. type is proposed by Kochi prefecture and Kochi University of Technology. types are clamping connection using the diaphragm welded at



☒ 1 Test setup



☒ 2 Test result

the end of beams.

The loading test setup is shown in figure 1. T shape test model were fixed to load frame and displacement of column and beam was measured (column: 3 points, beam: 4 points).

The result of loading test is shown in figure 3.2. The displacement of type increase from 350N·m, but a almost constant rigidity is kept from them on. type and types keep a almost constant rigidity up to 2700N·m , types keep a almost constant rigidity up to 3600N·m.

4. Reinvestigation on wind load

As mentioned above, some green houses might be damaged due to the downward wind load. These damages conflict the wind load in the report, which showed that only the lift force acts on the roof. Since the green houses are very flexible structure and are apt to suffer the large deformation, the surface pressure distribution on green houses may vary with the deformation of houses. In this study, the variation of the pressure distribution of largely deformed house is investigated.

Calculation of large deformation by frame analysis.

Calculation of pressure distribution on largely deform house by computational fluid analysis.

Comparison on wind load of deformed and not deformed houses.

5. Evaluation for the proposal of green house design

- Evaluation on improvement of frame structure.

Strength of all tested beam column joint is appear to be sufficient, if the wind load at 50m/s is assumed. Test joint are not perfectly rigid. However, the rotation angle is very small. Thus in the structural design, the assumption of rigid joints can be used.

- Reinvestigation on wind load

Positive pressure was found on roof of largely deformed house. Thus, the collapse of houses due to downward wind load may occur.

The present design based on the assumption of small deformation can not ensure the safety of the house completely, and the improved design method is required, taking the effect of the deformation into account.