

園芸用ハウスの耐風性能に関する研究

香川大学大学院 学生会員 ○山本 佑人
 香川大学工学部 正会員 松島 学
 香川大学大学院 学生会員 柴北 哲也
 香川県農業試験場 非会員 森末 文徳

1. はじめに

香川県では、特産品としてミカンの改良に力を注いでいる。摘果の終わる10月から収穫時期である冬までの間、園芸用パイプハウスを利用して果実を雨から防ぎ、糖度の向上を図る試みがなされている。園芸用ハウスは、果実を雨から守ることを目的とするため、ビニールで被覆されるのは、屋根部分のみであり、側面は吹き抜けになっており、風の影響を受けやすい形状になっている。本研究は、構造解析による園芸用ハウスの耐風性評価を行うとともに、園芸用ハウスの載荷実験を実施し、解析の妥当性を検証したものである。

解析対象は、図1のように、2m間隔で主パイプに補剛パイプを沿わせ、剛性を高めた園芸用ハウスである。主パイプが外径25.4mm、内径24.2mm、補剛パイプは外径20.3mm、内径19.1mmである。補剛パイプと主パイプは47mm離し、一組につき11ヵ所を接続部品で留めた。以下、主パイプのみをシングル、主パイプ+補剛パイプをダブルと呼ぶ。ダブルの断面を図2に、実際に設置した補剛パイプを図3に示す。

2. 載荷試験

実験器具を取り付けた状態を図4に示す。載荷はハウス頂点に設置した荷重計に取付けたカゴにおもりを1kgずつ載せていくことで、下向きの荷重をかけた。載荷は弾性変形範囲内で行い、シングルの場合は10kg、ダブルの場合は30kgまで載荷したのち、除荷した。載荷実験の結果を図5に示す。

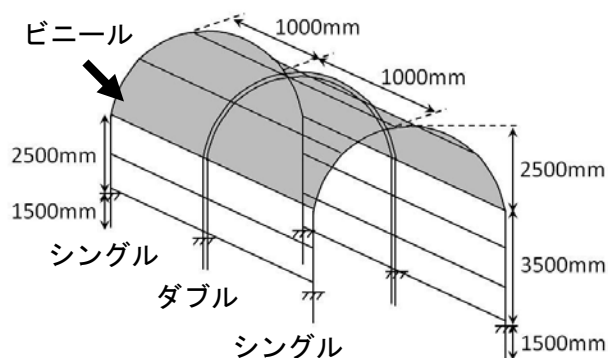


図1 実験に使用した園芸用ハウス

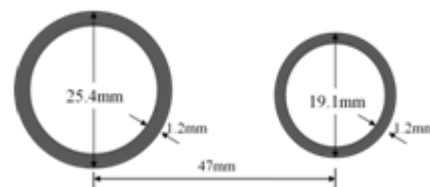


図2 主パイプと補剛パイプの断面

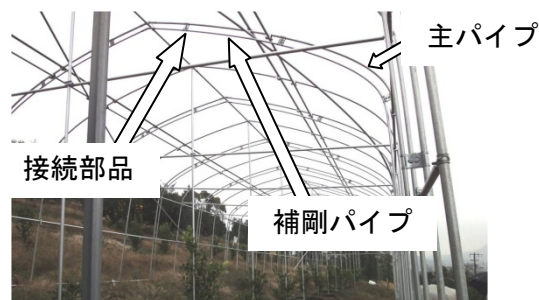


図3 主パイプに接続された補剛パイプ

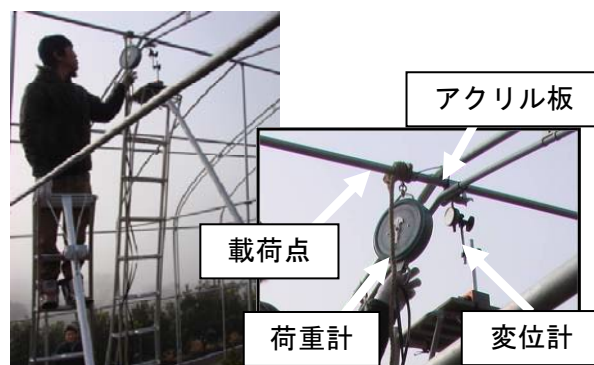


図4 実験器具の取り付け

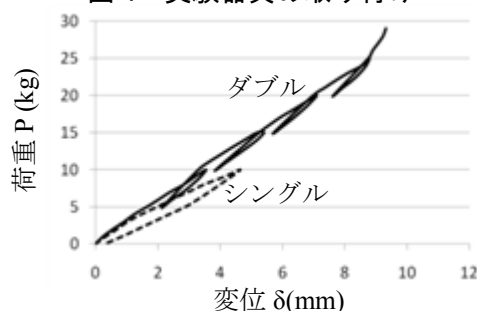


図5 載荷実験の荷重-変位曲線

3. パイプハウスのモデル解析

解析におけるパイプ部材は、BEAM要素でモデル化した。降伏応力度の設定は、弾性座屈を考慮し、通常の降伏強度を低減し、使用した。解析では、一組の柱部材と屋根部分のみの二次元モデルを基本とした。解析では、ハウスの奥行き方向の影響を考慮するもの

と考慮しないものの2種類に分類した。奥行き方向の考慮とし、ハウスの頂点を通る奥行き方向の直管の剛性がハウスのモデルに反映するように、**図5**のようにモデル化した。接地部分の拘束条件は、ハウスのフレームの剛性が地盤の剛性に比べて、大きければピン、小さければ全拘束として2つに分類した。地盤の剛性に比べてフレームの剛性が大きければ、載荷時もハウスのフレームが変形せず、根入部分が自由に回転する考え、ピンとした。全拘束は、フレームの剛性が小さくフレームが変形し、根入部分は動かない場合の拘束条件とした。奥行きの考慮の有無と拘束条件の組合せにより、以下の解析ケースを考えた。

①シングルの場合

case1-A：奥行きの影響は無視、拘束条件はピン。最も基本的な組合せ。

case2-A：奥行きの影響を考慮、拘束条件はピン。奥行きを考慮するため、**図5**に示すように、長さ1000mmの単純梁が頂点部分に付属しているモデルとした。

case2-B：奥行きの影響を考慮、拘束条件は全拘束。シングルでは、フレームの剛性が地面の剛性に比較して小さいと考え、全拘束とした。

②ダブルの場合

case1-A：奥行きの影響は無視、拘束条件はピン。基本の組合せ。ダブルは地盤の剛性に比べてフレームの剛性が大きいと考え、拘束条件をピンとした。

case2-A：奥行きの影響を考慮、拘束条件はピン。シングルと同様に、モデルの頂点部分に長さ1000mmの単純梁が付属させ、奥行きを考慮した。

各組合せでモデル化したパイプハウスを**図6**に示す。解析における載荷は、**図6**に示す丸で囲んだハウスの頂点部分に、矢印の示すように鉛直下向きに強制変位させて行った。

4. 解析結果と実験結果の比較

シングルにおける解析と実験の荷重-変位関係を**図7**に示す。拘束条件がピンの場合、奥行きの考慮の有無にかかわらず、結果の差が大きくなっているのに対し、全拘束した**case2-B**は実験結果に近い値を示した。シングルのフレーム剛性は地盤の剛性と比べて小さいことが裏付けられた。

ダブルにおける解析と実験の荷重-変位関係を**図8**に示す。拘束条件としてピンのみを考えたダブルの場合は、奥行きを考慮した**case2-B**の解析と実験の荷重

-変位曲線が同程度の傾きを示している。実物のハウスには、解析でモデル化していない横方向部材があり、解析モデルより剛性が高いと考えられる。横方向部材の剛性を考慮すれば、両結果の荷重-変位曲線はほぼ一致おり、解析は実挙動をよく模擬しているといえる。拘束条件をピンとしたダブルの解析が実験と近い結果を示したことから、補剛パイプによりハウスの剛性が向上したといえる。

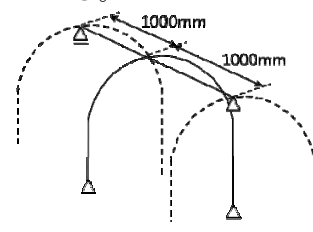


図5 奥行きを考慮した場合のモデル

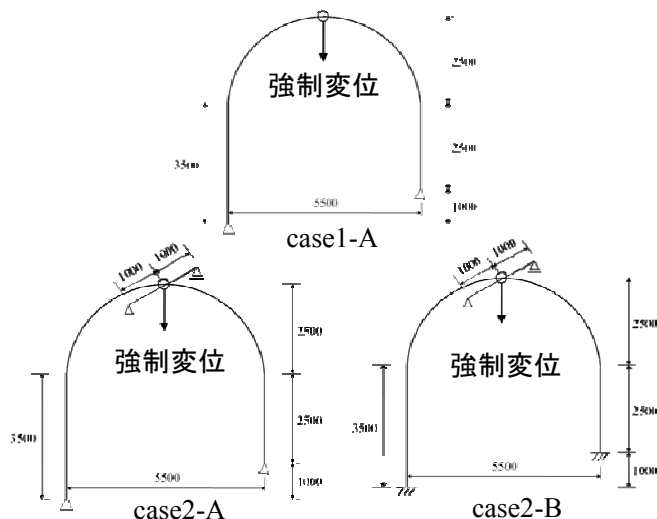


図6 パイプハウスの解析モデル

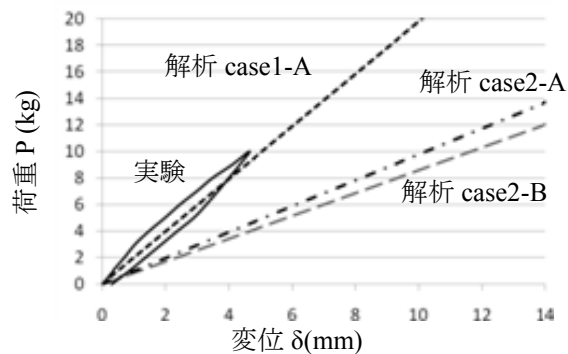


図7 シングルの荷重-変位関係

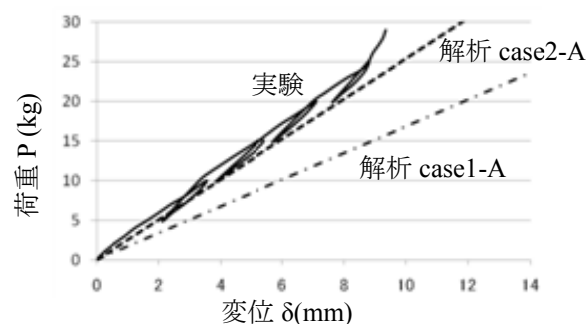


図8 ダブルの荷重-変位関係