

農業用木質空間トラスの構造性能の評価・分析および改善

岩手大学 学生会員 須田 陽平 岩手大学 正会員 大西 弘志
木楽創研株式会社 熊谷 秀明 KEN 設計 及川 賢治

1. はじめに

日本は世界有数の森林国で、森林面積は国土面積の3分の2を占めている。現在、森林資源は人工林を中心に蓄積し、その人工林の半数が主伐期である50年を超えている。木材需要量は燃料材が増加傾向にあり、用材等の需要量は停滞している。一方、林業従事者の高齢化率は上昇し、従事者数は減少傾向で推移している。¹⁾

今後、森林資源の循環利用のための森林の主伐、再造林と森林機能の保全のための適切な整備が必要である。そこで、豊富な森林資源の活用と林業従事者の雇用促進のため、木材を利用した農業用ハウスの開発が進められている。木質空間トラスを用いた農業用ビニールハウスはすでに岩手県内で実用化された事例がある。今後、木質トラスを用いた農業用ハウスを普及させるには、想定される利用環境における構造安全性を確認する必要がある。

本研究では、汎用数値解析を用いて部材応力を算出し、構造安全性を調べた。また、部材の配置による応力の変化を調べ、安全性の向上を検討した。

2. 解析概要

本研究では、汎用有限要素解析プログラム SOFiSTiK による数値解析を行った。木材の弾性係数を7GPa、鋼材の弾性係数を205GPaとし、梁要素によるモデル化を行った。土台との接点を固定ヒンジとし、部材同士の接点はヒンジとした。図1に農業ハウスの概要を示す。

積雪時と暴風時に分けて解析を実施し、それぞれについて検討した。荷重の設定と載荷方法は園芸用施設設計施工標準仕様書を参考にした。²⁾ 積雪時の解析では基準積雪荷重をもとに求めた積雪荷重を上弦材に分布荷重として載荷させ、暴風時の解析では設計用風速から求めた風荷重を上弦材及び側柱に分布荷重として

載荷した。

3. 構造安全性の照査

表1に示した許容応力度²⁾³⁾を使用して、安全性の照査を行った。荷重は、岩手県内で利用することを想定し、県内の積雪荷重の最大値(808N/m²)と設計用風速の最大値(38m/s)を用いた。最大応力の一覧を表2に示す。

解析結果より、積雪時に柱と上弦材で許容曲げ応力度を超過する曲げ応力が発生することが分かった。柱材では、下弦材との接合点で許容応力を超える曲げ応力が発生した。上弦材では、陸梁との接合点で許容応力を超える曲げ応力が発生した。一方で、暴風時には安全性が確認された。

表1 許容応力度

		曲げ (N/mm ²)	圧縮 (N/mm ²)	引張 (N/mm ²)
杉	積雪時	11.84	9.44	7.20
	暴風時	14.80	11.80	9.00
SR295		—	155	155

表2 最大応力一覧

		曲げ応力 (N/mm ²)	圧縮応力 (N/mm ²)	引張応力 (N/mm ²)
柱	積雪時	15.38	-1.09	0.72
	暴風時	8.92	-0.32	0.22
上弦材	積雪時	18.74	-0.96	2.24
	暴風時	6.43	-1.15	0.41
下弦材	積雪時	—	-3.10	0.64
	暴風時	—	-0.39	1.31
陸梁	積雪時	—	—	52.38
	暴風時	—	-9.60	—

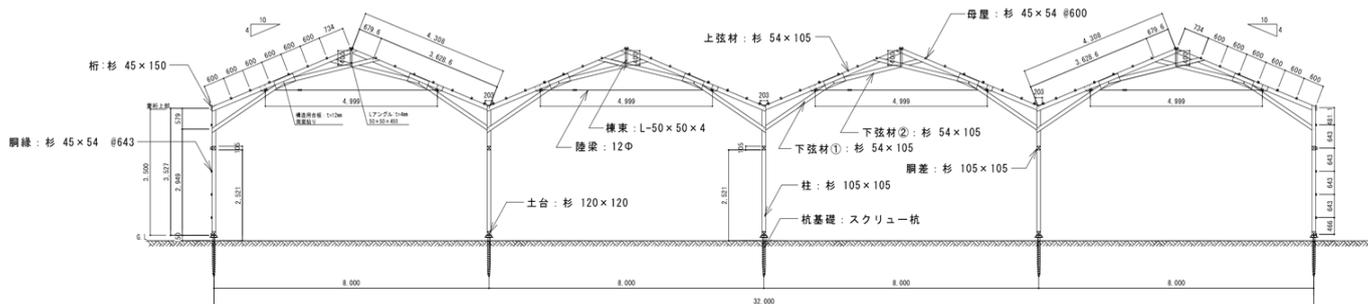


図1 農業ハウス立面図

4. 安全性向上の検討

本章では、柱と上弦材の最大曲げ応力に着目し、以下の方法で安全性の向上を検討する。

- ・ 下弦材と柱の接点位置を鉛直方向に移動させる。
- ・ 陸梁の位置を鉛直方向に移動させる。
- ・ 合板による接合位置を移動させる。

下弦材と柱の接点位置の変更による最大応力の変化を図2に示す。X軸は、図1の寸法を基準とし、鉛直上方向を正としたときの接点の変化量を表している。接点位置が下がるにつれて、陸梁の最大引張応力と上弦材の最大曲げ応力が直線的に下がる傾向がみられた。柱の最大曲げ応力は、陸梁と上弦材に比べて、緩やかに減少していく傾向がみられた。

陸梁の位置の変更による最大応力の変化を図3に示す。X軸は、図1の寸法を基準とし、鉛直上方向を正としたときの陸梁の位置の変化量を表している。柱の最大曲げ応力は陸梁の位置が高い位置にあるほど大きくなる傾向が見られた。上弦材の最大曲げ応力は、変化量0mmでピークとなり、ピークの左側では、右側よりも大きな減少傾向がみられた。右側では300mmより高くすると応力の減少割合が小さくなった。陸梁は、位置が高いほど応力は下がり、200mmから400mmにかけて大きく減少する傾向がみられた。この大きな減少は陸梁が合板接合部付近に設置されたことにより陸梁が受け持つ力が小さくなったと考えられる。

合板接合部の位置変更による最大応力の変化を図4に示す。X軸は図1の寸法を基準とし、上弦材の軸方向の変化量を表している。棟方向の変化を正とした。陸梁は-500mm付近で最大となっている。柱の曲げ応力の最大値は、変化量が負になるにつれてわずかに減少していることがわかる。加えて、-800mm付近をより左側では、減少の割合が大きくなっている。上弦材は-800mmの位置より右側では上昇傾向がみられ、左側ではほとんど変化は見られなかった。-800mm付近での変化は合板接合部が陸梁の位置と重なったからだと考えられる。

5. 結論

本研究から以下のことが結論付けられる。

- (1) 風荷重に対しては十分な部材耐力があるが、大きな積雪荷重に対しては部材耐力が不十分なため、豪雪地域に建てる際には、構造の改善が必要である。
- (2) 積雪荷重に対する改善案として、柱材と下弦材の接点を下げることと陸梁の位置を下げる事が挙げられる。

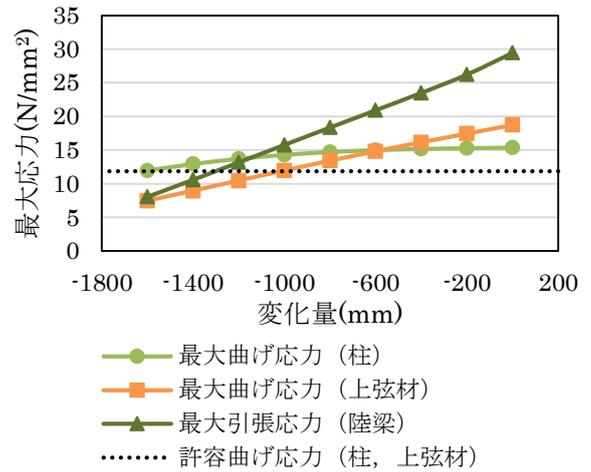


図2 下弦材と柱の接点移動後の最大応力

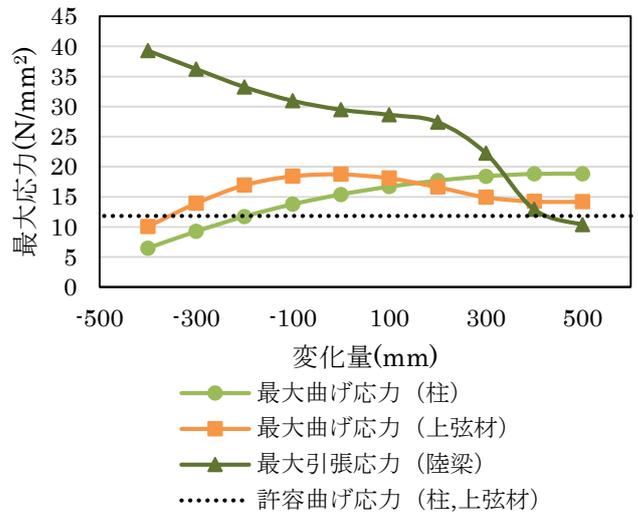


図3 陸梁の位置の移動後の最大応力

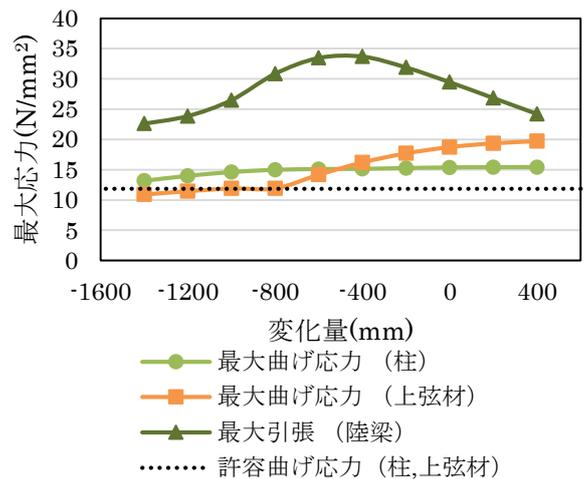


図4 合板接合部の位置変更後の最大応力

6. 参考文献

- 1) 林野庁, 「森林・林業・木材産業の現状と課題」, 2020.8.
- 2) 一般社団法人日本施設園芸協会, 園芸用施設設計施工標準仕様書, 2019.5.
- 3) 日本建築学会, 木質構造設計規準・同解説, 2018.12.