令和5年度　第11回　愛媛県木材協会通常総会
場所：東京第一ホテル松山

# 無垢材による20m超スパントラスへの挑戦

愛媛県林業研究センター
玉置　教司

令和５年５月30日（火）

# 目次

- はじめに
- 県内でのトラス開発　媛トラスの経緯など
- スパン20m超トラスの開発について
  （一社）中大規模木造プレカット技術協会　受託試験
- まとめ

スパン20m超トラスの開発について
令和３年度　林野庁事業
　木材製品の消費拡大対策事業のうち　CLT建築実証支援事業
　　CLT等木質建築部材技術開発・普及事業

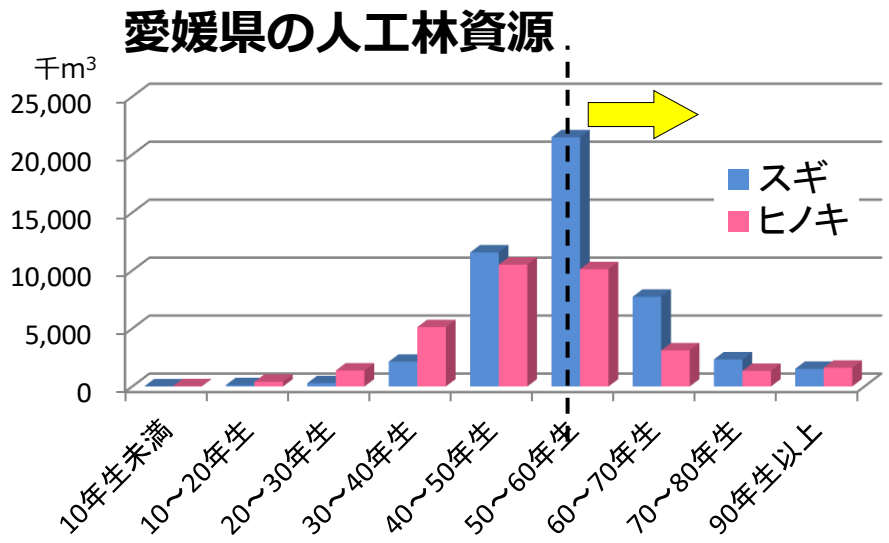
　一般社団法人中大規模木造プレカット技術協会　代表理事　稲山　正弘
【非住宅木造建築物等に必要な国産材CLT等部材技術開発事業及び普及事業】
　愛媛県林業研究センター：トラスの載荷試験について受託研究
　“出展：（一社）中大木造プレ技会　資料“　：同会の資料です。

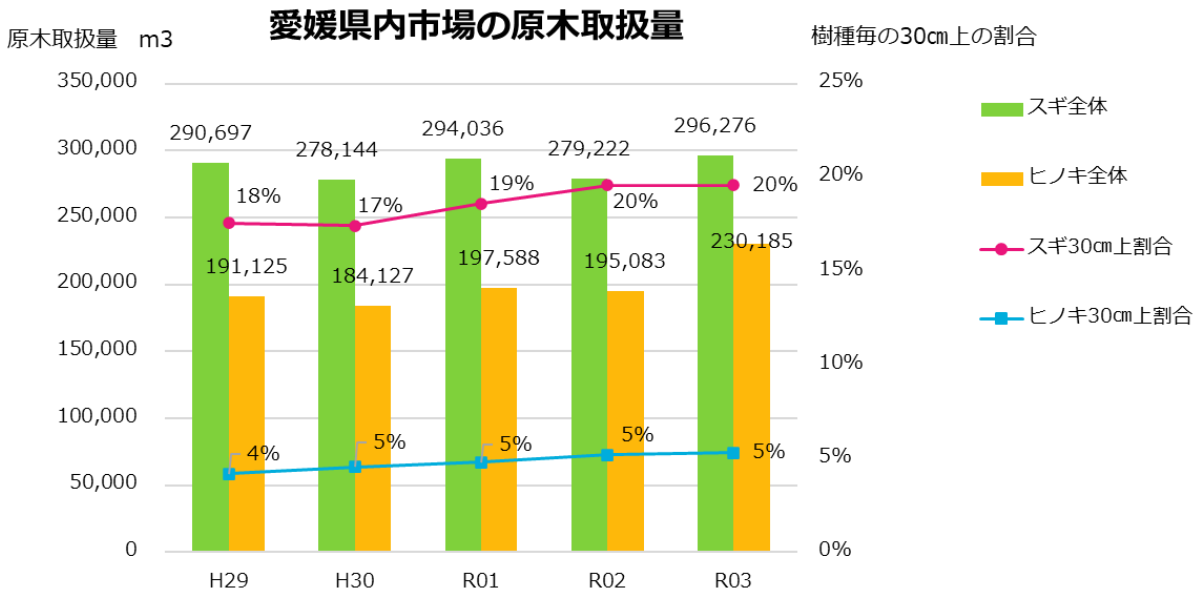
# はじめに

・**スギ・ヒノキの大径化**　ピーク：50～60年生 ⇒ 60～70年生

・**大径材の生産量は増加**　**スギ流通量の約15～20%**

令和３年愛媛県スギ生産量約30万m³



# はじめに

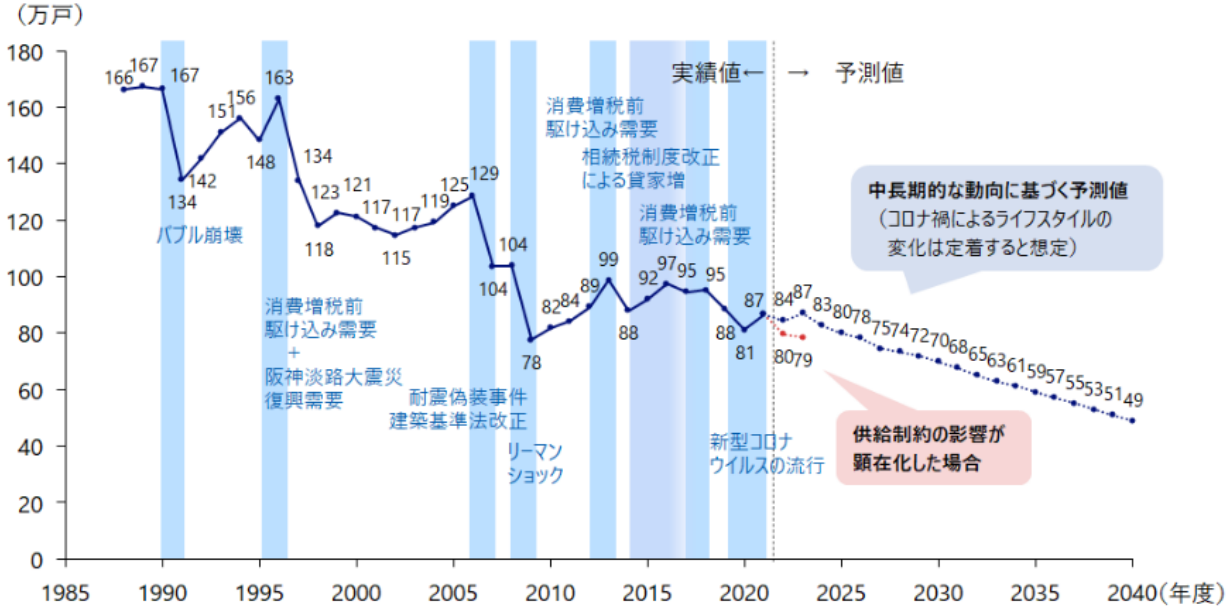
- **住宅着工数が減少**

  2021年　87万戸/年　　⇒ 2040年予測　約49万戸/年

  住宅着工の約半分木造

- **製材品等の産地間競争が激化**

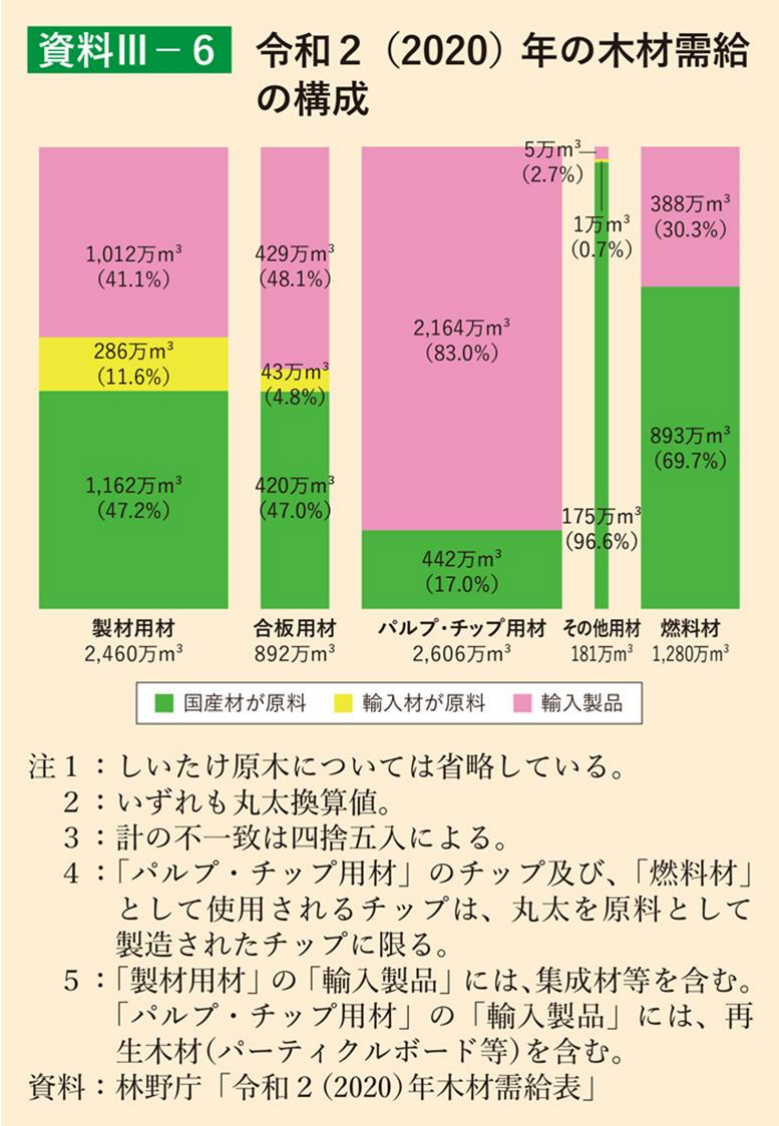
新設住宅着工戸数の実績と予測




出典：（株）野村総合研究所

出所）実績値は国土交通省「住宅着工統計」より。予測値はNRI。

木材自給率
R02
2020年
41.8%




注１：しいたけ原木については省略している。
　２：いずれも丸太換算値。
　３：計の不一致は四捨五入による。
　４：「パルプ・チップ用材」のチップ及び、「燃料材」として使用されるチップは、丸太を原料として製造されたチップに限る。
　５：「製材用材」の「輸入製品」には、集成材等を含む。「パルプ・チップ用材」の「輸入製品」には、再生木材（パーティクルボード等）を含む。
資料：林野庁「令和２（2020）年木材需給表」

出典：令和３年度林業白書

# はじめに

- **スギ・ヒノキの大径化**

  ピーク：50～60年生 ⇒ 60～70年生

- **大径材の生産量は増加**

  **スギ流通量の約15～20%**

  令和３年愛媛県スギ生産量約30万m³

- **住宅着工数が減少**

  2021年　87万戸/年

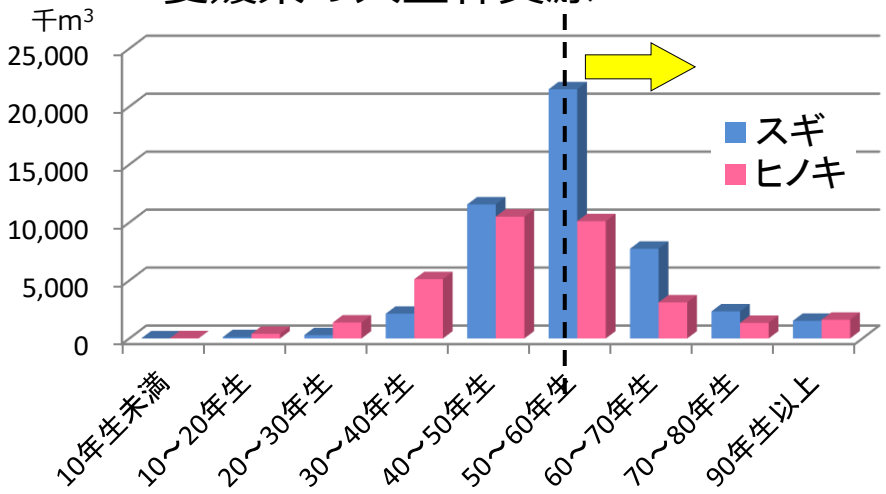
  ⇒ 2040年予測　約49万戸/年

  住宅着工の約半分木造

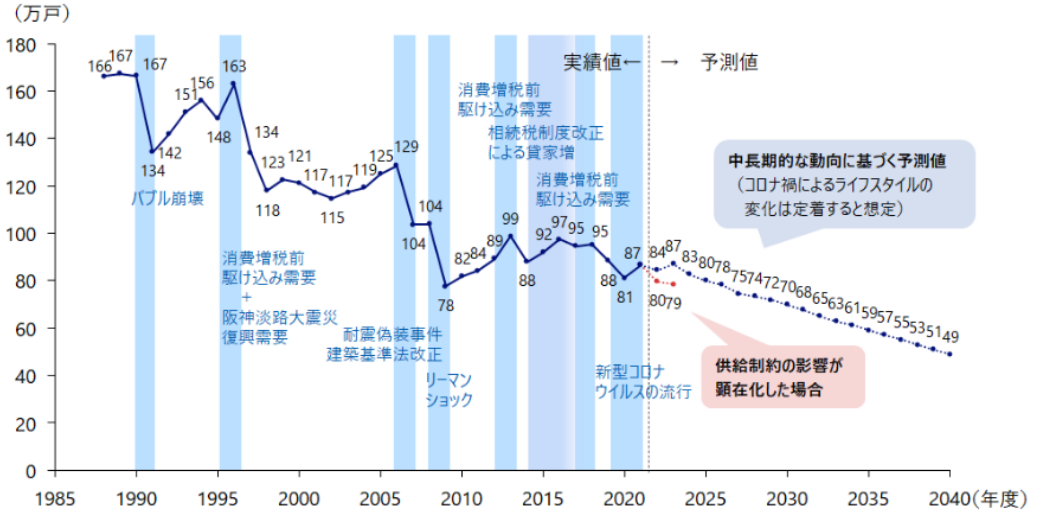
- **製材品等の産地間競争が激化**

**非住宅建築への木材利用**

愛媛県の人工林資源



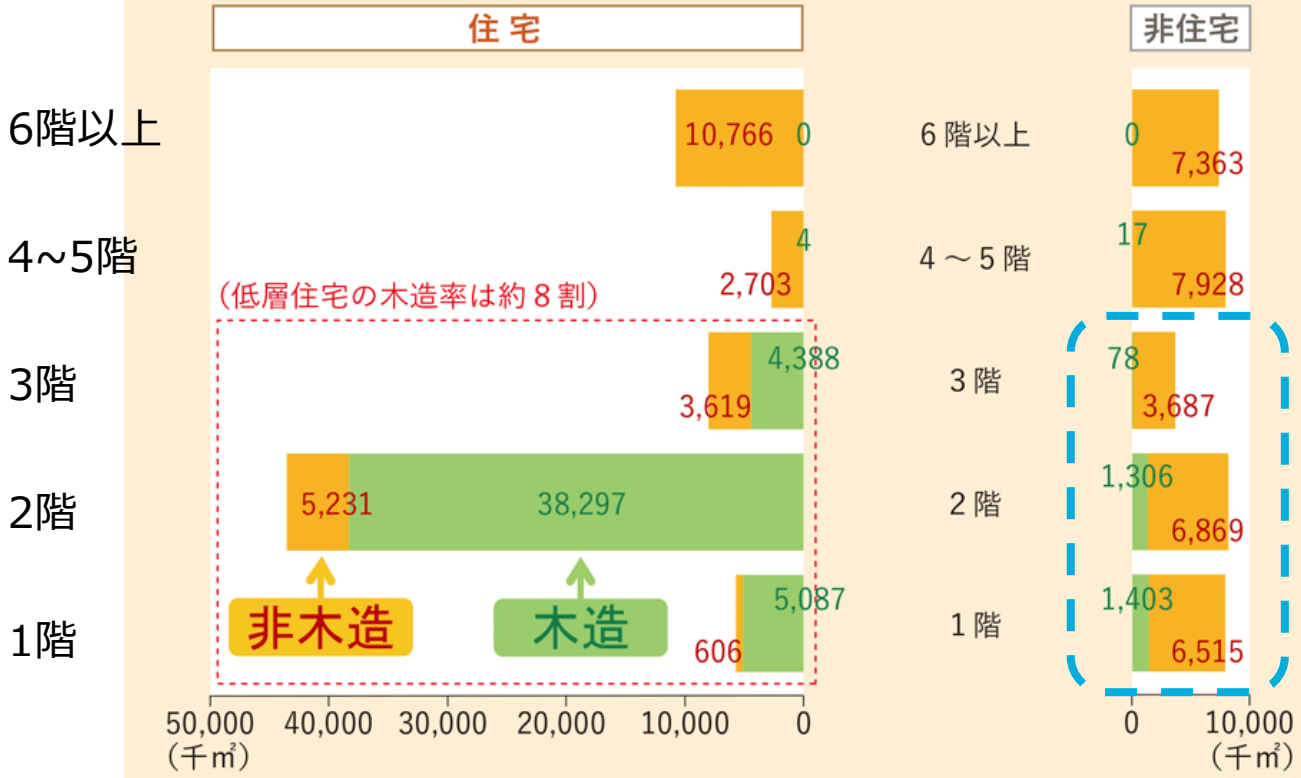

新設住宅着工戸数の実績と予測




資料：（株）野村総合研究所　　出所）実績値は国土交通省「住宅着工統計」より。予測値はNRI。

# 非住宅建築の需要とは、、

**資料 特２－６** 用途別・階層別・構造別の着工建築物の床面積




注：「住宅」とは居住専用住宅、居住専用準住宅、居住産業併用建築物の合計であり、「非住宅」とはこれら以外をまとめたものとした。

資料：国土交通省「建築着工統計調査2021年」より林野庁作成。

**木材需要**
**期待・伸びしろ**

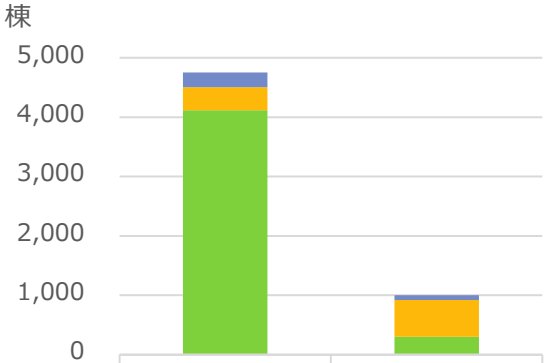
低層非住宅建築は鉄骨造が圧倒的多数

出典：令和３年度林業白書

# 愛媛県内　建築物の着工状況

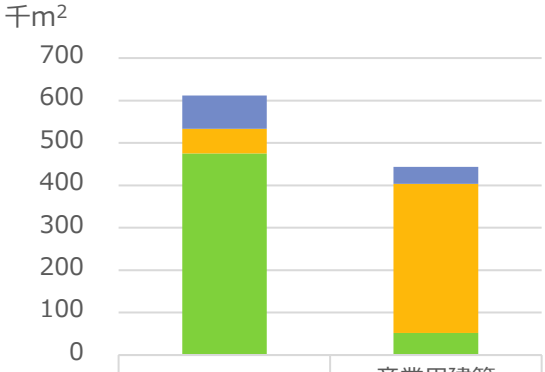
## 愛媛県内　構造別、用途別の建築物の着工統計

令和４年度 建築物着工棟数



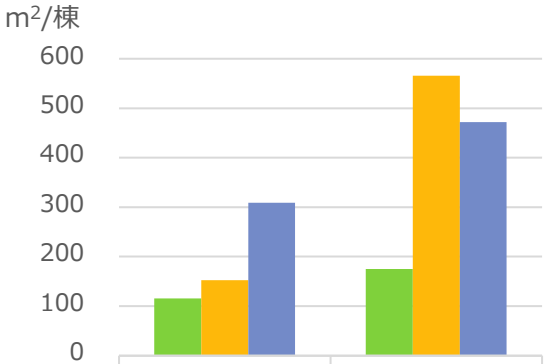

| | 住宅計 | 産業用建築物計 |
|---|---|---|
| その他 | 253 | 84 |
| 鉄骨造 | 384 | 622 |
| 木造 | 4,119 | 297 |

令和4年度 建築物着工床面積




| | 住宅計 | 産業用建築物計 |
|---|---|---|
| その他 | 78 | 40 |
| 鉄骨造 | 58 | 352 |
| 木造 | 475 | 52 |

令和4年度 建築物着工 平均床面積




| | 住宅計 | 産業用建築物計 |
|---|---|---|
| 木造 | 115 | 175 |
| 鉄骨造 | 152 | 566 |
| その他 | 309 | 472 |

産業用建築物の平均床面積
442m²/棟

出典：令和４年度　国土交通省建築着工統計

令和元年度

# 媛トラス

県内で供給可能な部材
県内で加工可能な仕口
県内の設計業者で対応

中大規模建築用木造トラス
「媛トラス」ガイド
HIME Truss - Guide

媛トラス発案者
ご指導していただいた講師の方々
中大規模建築用木造トラス
「媛トラス」ガイド
HIME Truss - Guide
一般社団法人 愛媛県木材協会
TEL 089-948-8973
http://ehimewoodpage.com

# 新日本建設（株）　木材加工場

工場棟　建築面積847m$^2$　　最高高さ　10.75m

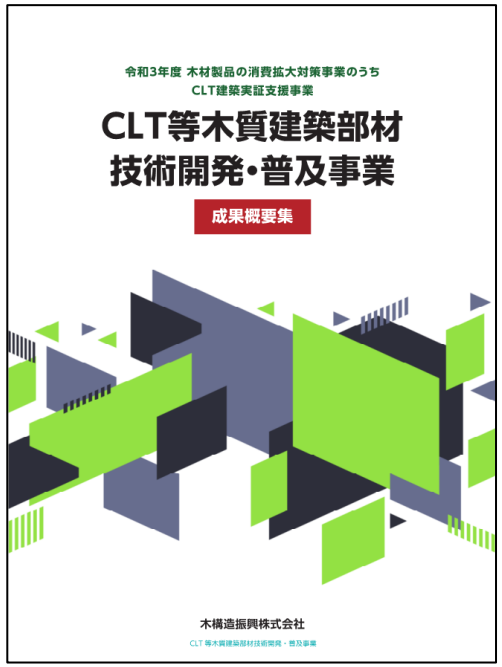
トラスの仕様
　スパン22.2m　高さ3.86m
　上弦材 120×420mm 2本抱合せ　ヒノキ集成材Ｅ105-Ｆ300
　下弦材 120×330mm 2本抱合せ　ヒノキ集成材Ｅ105-Ｆ300

令和4年5月13日
媛トラス　12m
性能確認載荷試験

# 20m超スパン対応
# JIS仕様トラスの継手仕口の開発

令和３年度　林野庁事業
　木材製品の消費拡大対策事業のうち　CLT建築実証支援事業
　　CLT等木質建築部材技術開発・普及事業

成果報告会にて発表された資料
資料：（一社）中大規模木造プレカット技術協会




資料：（一社）中大木造プレ技会

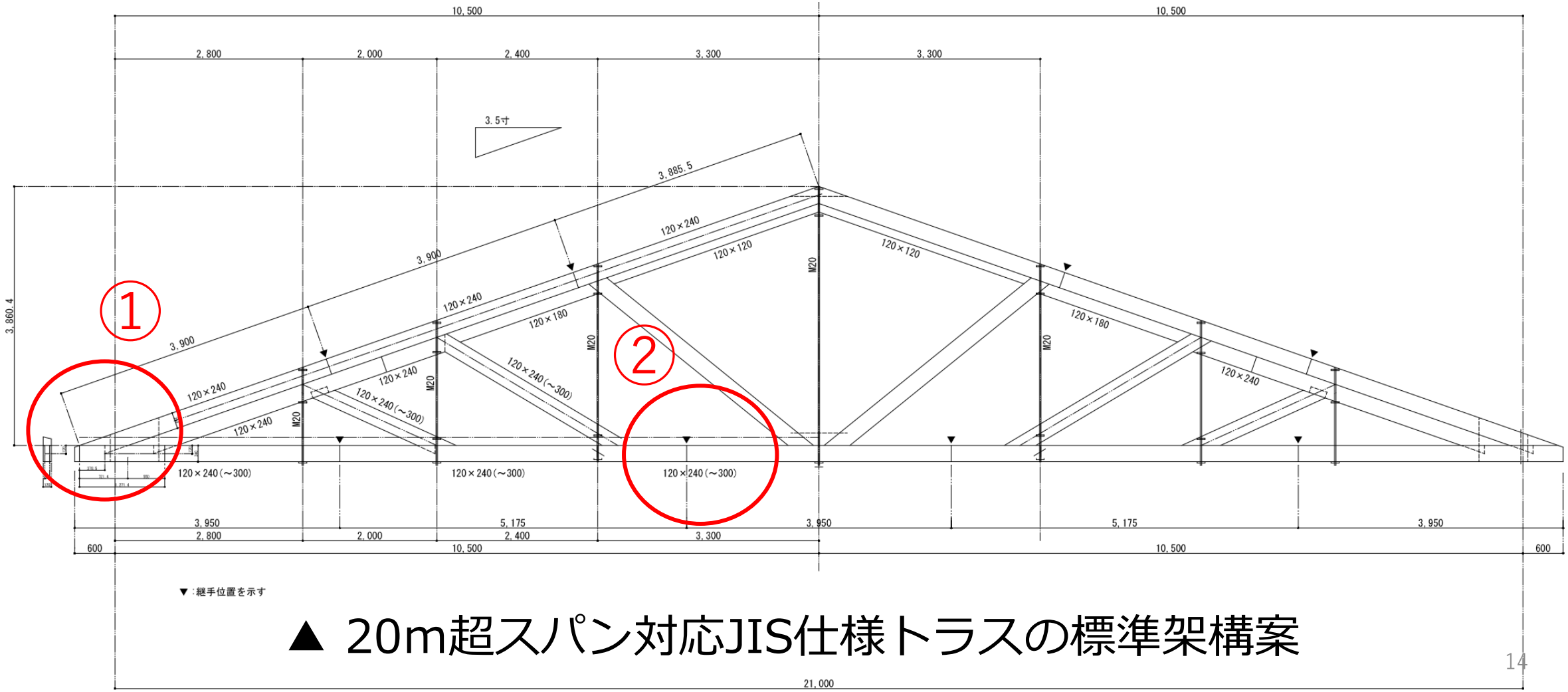
# 載荷試験の一部を公開実施

稲山先生や田尾氏（試験体設計担当）の説明状況

# 20m超スパン対応JIS仕様トラスの継手仕口の開発

① 2段重ね三角ホゾ嵌合接合による合掌尻接合部
② 斜めビス打ち高耐力引張継手

資料：（一社）中大木造プレ技会

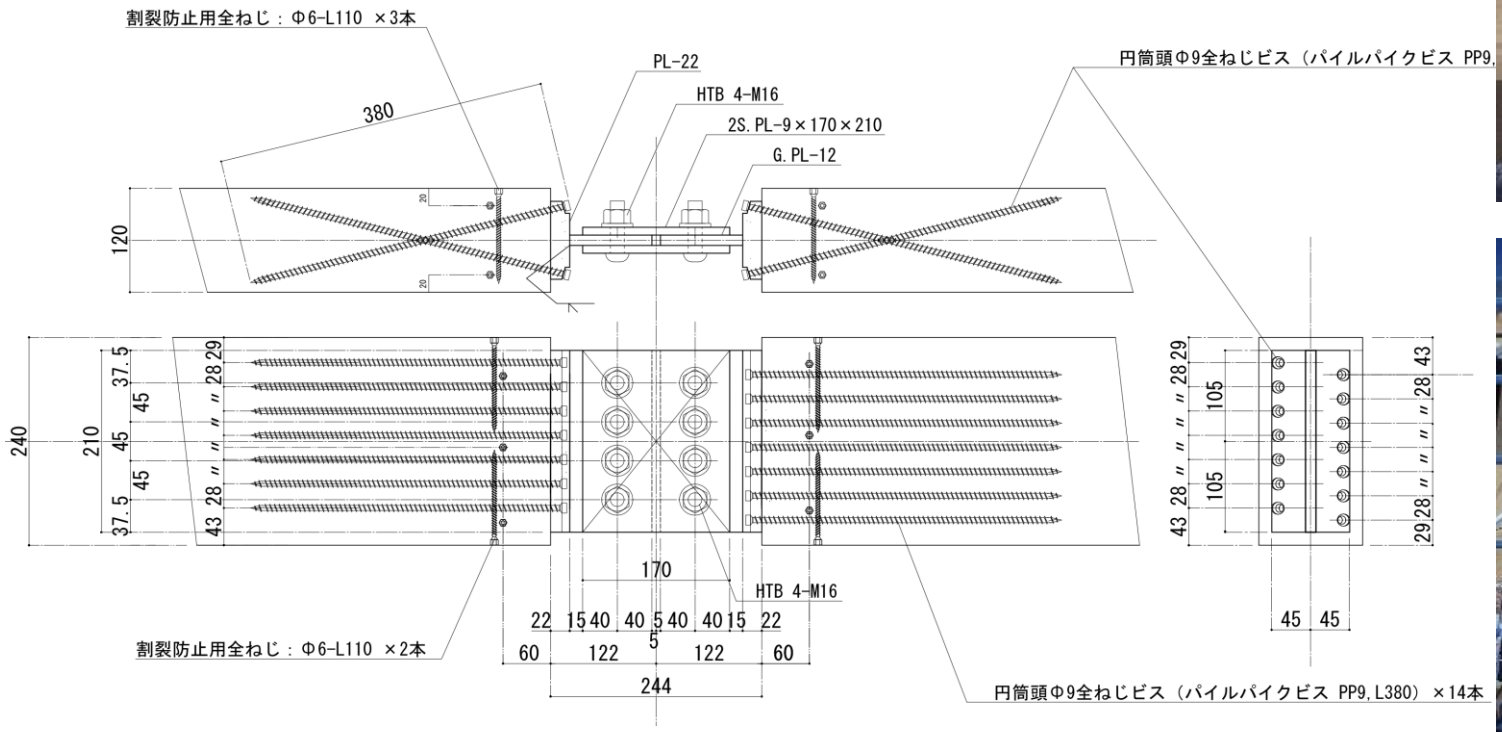


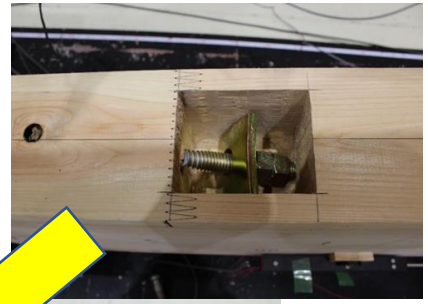

▲ 20m超スパン対応JIS仕様トラスの標準架構案

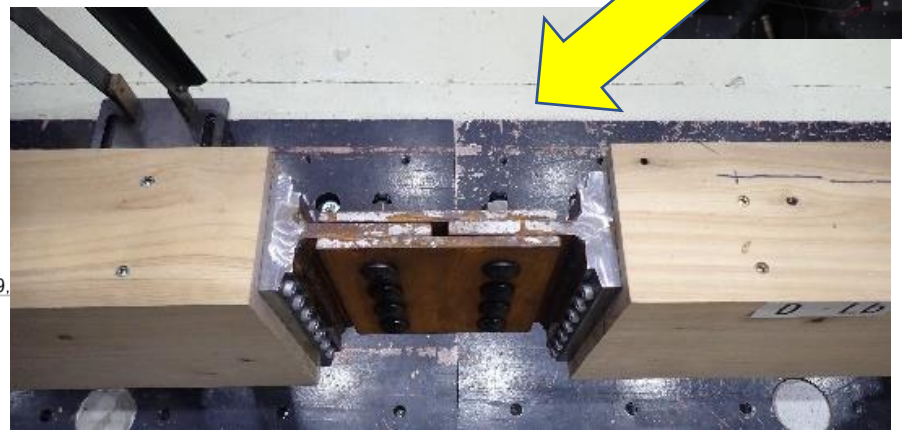
# 20m超スパン対応JIS仕様トラスの継手仕口の開発

① 2段重ね三角ホゾ嵌合接合による合掌尻接合部

② 斜めビス打ち高耐力引張継手



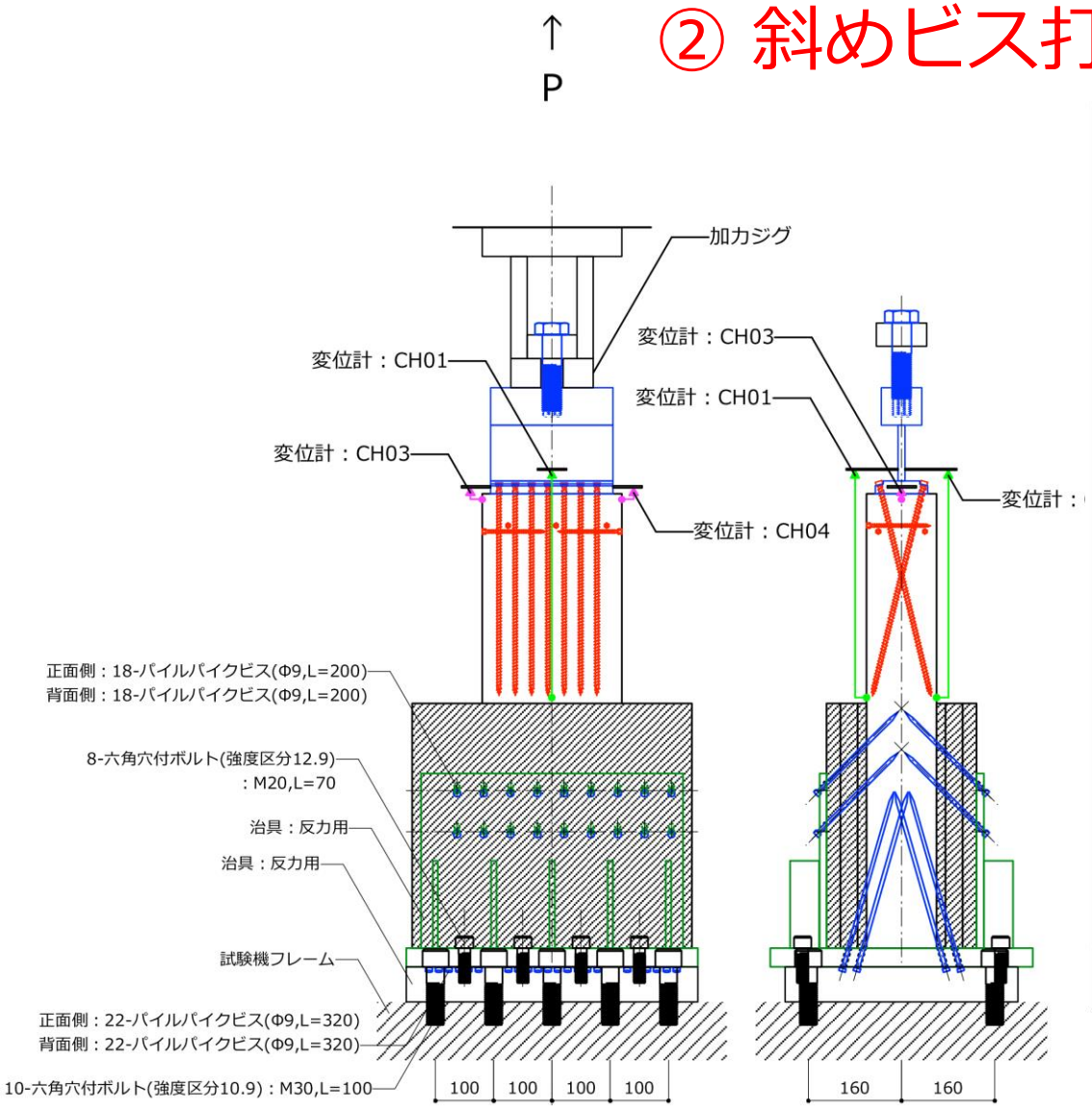


資料：（一社）中大木造プレ技会

# 20m超スパン対応JIS仕様トラスの継手仕口の開発

① 2段重ね三角ホゾ嵌合接合による合掌尻接合部

② 斜めビス打ち高耐力引張継手



木口割裂　　木口割裂

資料：（一社）中大木造プレ技会

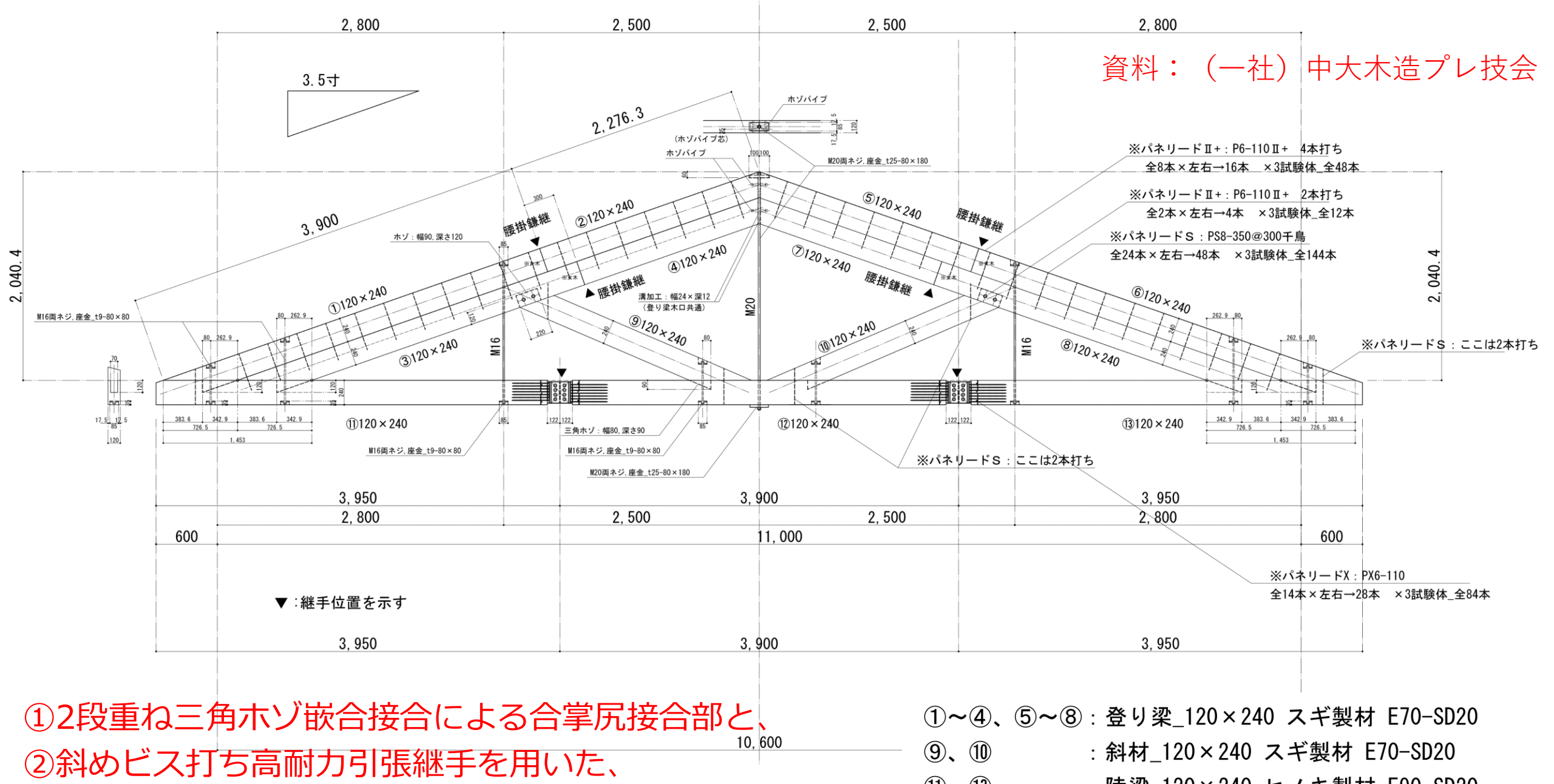
# 20m超スパン対応JIS仕様トラスの継手仕口の開発

## ① 2段重ね三角ホゾ嵌合接合による合掌尻接合部
## ② 斜めビス打ち高耐力引張継手

①2段重ね三角ホゾ嵌合接合による合掌尻接合部と、
②斜めビス打ち高耐力引張継手を用いた、
縮小スパン（10.6mスパン）木造トラス試験体による静的加力実験を実施して力学的性能を検証
（試験場所：愛媛県林業研究センター・木材実験棟）

資料：（一社）中大木造プレ技会

資料：（一社）中大木造プレ技会




①2段重ね三角ホゾ嵌合接合による合掌尻接合部と、
②斜めビス打ち高耐力引張継手を用いた、
縮小スパン（10.6mスパン）木造トラス試験体図

①～④、⑤～⑧：登り梁_120×240 スギ製材 E70-SD20
⑨、⑩　　：斜材_120×240 スギ製材 E70-SD20
⑪～⑬　　：陸梁_120×240 ヒノキ製材 E90-SD20

（※登り梁上下は相互にビスで緊結）

# 20m超スパン対応JIS仕様トラスの継手仕口の開発：

① 2段重ね三角ホゾ嵌合接合による合掌尻接合部

② 斜めビス打ち高耐力引張継手

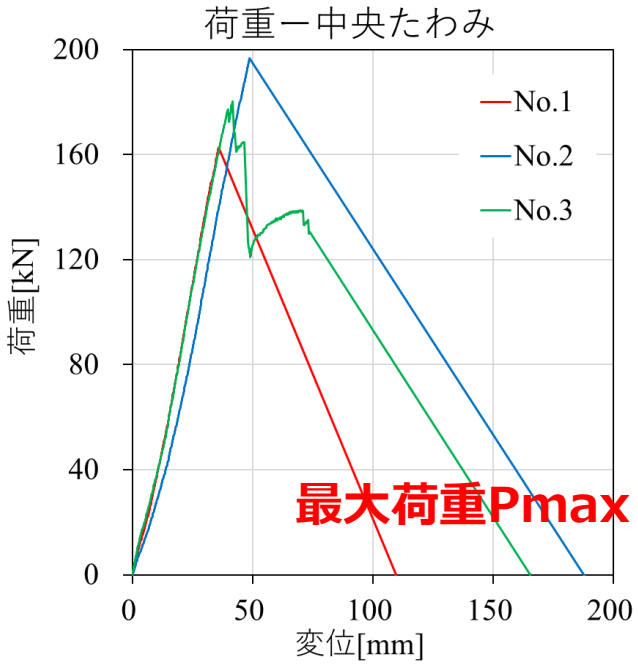
**①2段重ね三角ホゾ嵌合接合による合掌尻接合部と、**

**②斜めビス打ち高耐力引張継手を用いた、**

**縮小スパン（10.6mスパン）木造トラス静的加力実験実施状況**

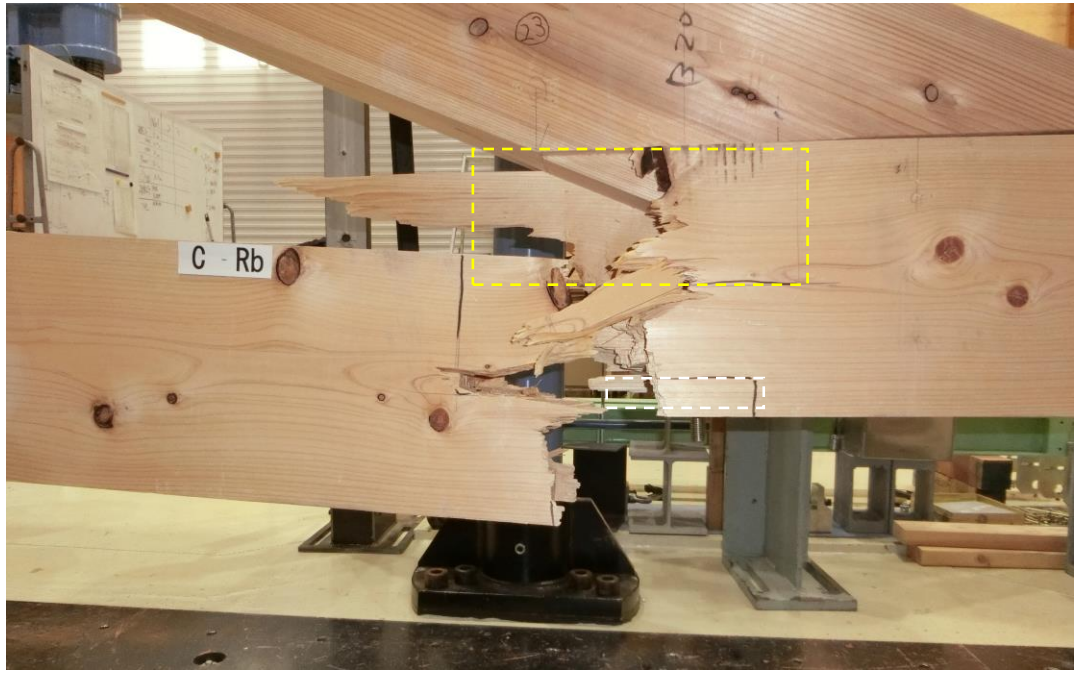
資料：（一社）中大木プレ技会

# No.1

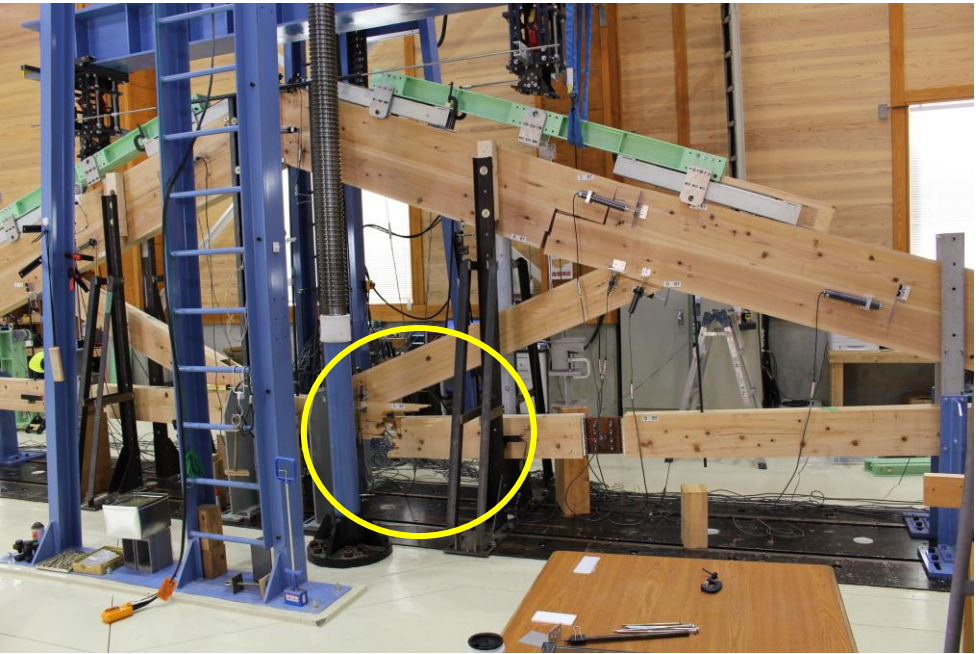


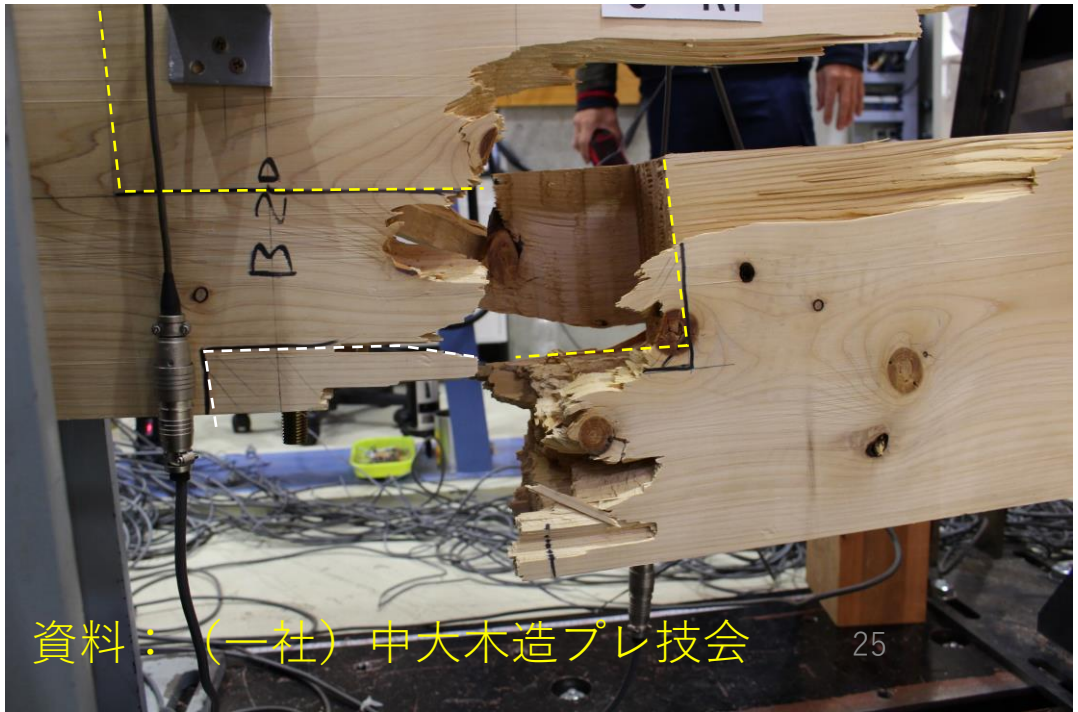

**最大荷重Pmax：約163kN**

陸梁　ヒノキ
曲げ破壊+引張破壊



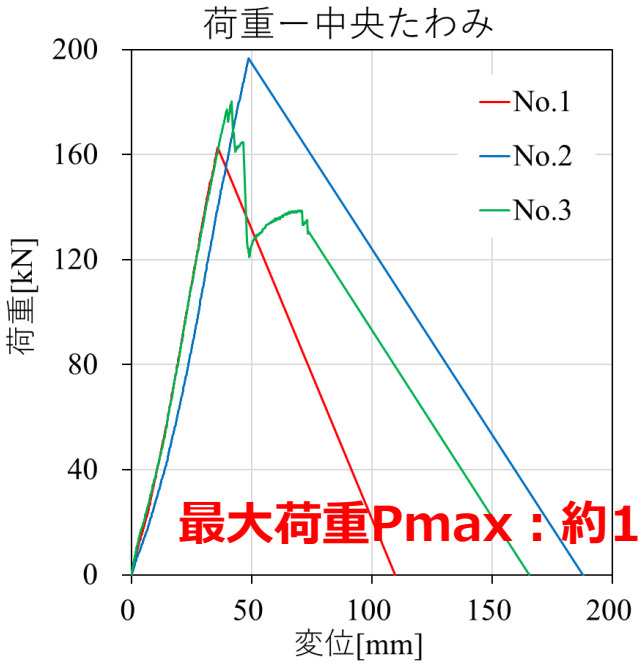

1体目：陸梁中央の斜材仕口欠損部からの木破





資料：（一社）中大木造プレ技会

# No.2

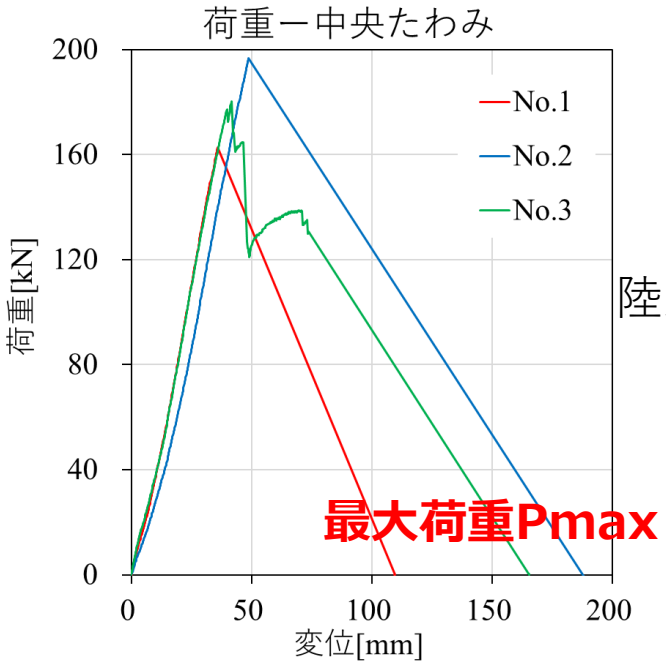



陸梁　ヒノキ
曲げ破壊+引張破壊

２体目：陸梁合掌尻の上弦材仕口欠損部からの木破

資料：（一社）中大木造プレ技会

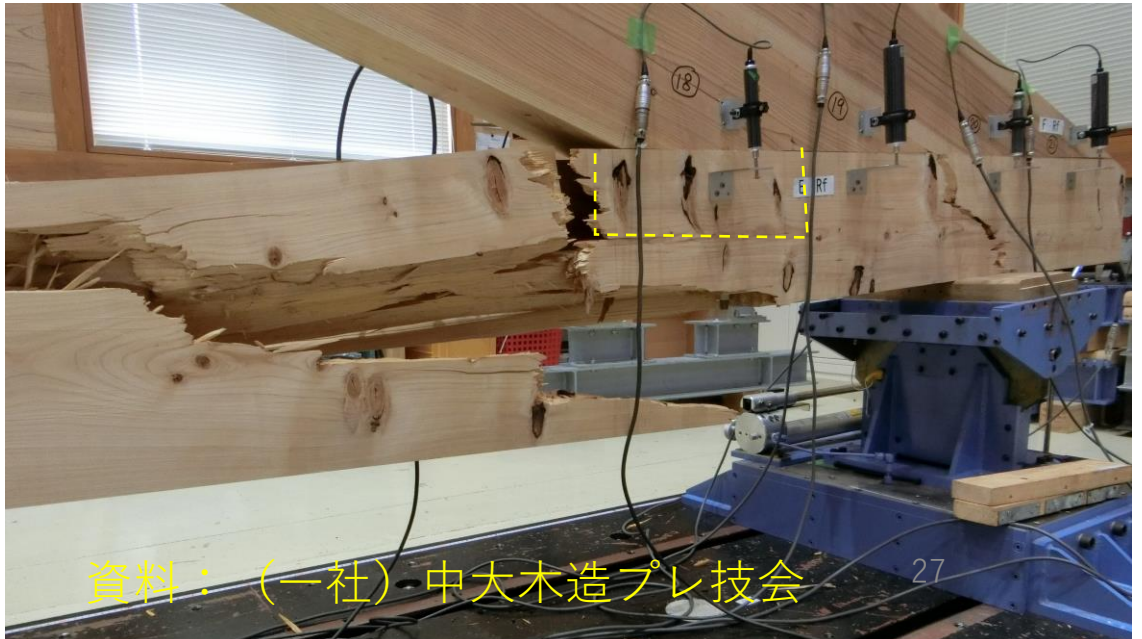
# No.3




陸梁　ヒノキ
引張破壊
曲げ破壊+引張破壊

**最大荷重Pmax：約180kN**

３体目：陸梁合掌尻の上弦材仕口欠損部からの木破

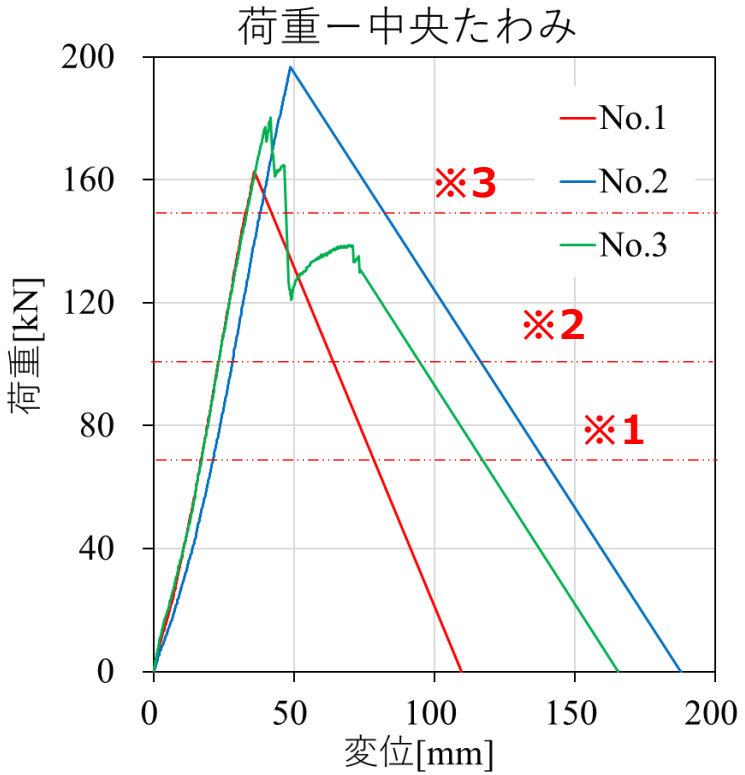


資料：（一社）中大木造プレ技会

# 20m超スパン対応JIS仕様トラスの継手仕口の開発：

## ① 2段重ね三角ホゾ嵌合接合による合掌尻接合部
## ② 斜めビス打ち高耐力引張継手

資料：（一社）中大木造プレ技会




| 特定荷重 | 項目 | No.1 | No.2 | No.3 | 平均 |
|---|---|---|---|---|---|
| 70 kN ※1 | 荷重 (kN) | 70.25 | 69.98 | 70.41 | 70.21 |
| ※1 | スパン中央たわみ (mm) | 17.2 (1/616) | 21.4 (1/495) | 17.3 (1/613) | 18.6 |
| 100 kN ※2 | 荷重 (kN) | 100.55 | 100.42 | 100.60 | 100.52 |
| ※2 | スパン中央たわみ (mm) | 23.1 (1/459) | 28.0 (1/379) | 23.1 (1/459) | 24.7 |
| 150 kN ※3 | 荷重 (kN) | 150.55 | 150.33 | 150.22 | 150.37 |
| ※3 | スパン中央たわみ (mm) | 33.0 (1/321) | 38.2 (1/277) | 33.4 (1/317) | 34.9 |
| 最大荷重 | 荷重 (kN) | 162.75 | 196.71 | 180.29 | 179.92 |
| | スパン中央たわみ (mm) | 35.8 | 48.8 | 41.8 | 42.1 |
| 初期剛性 ※4 | (kN/mm) | 4.21 | 3.66 | 4.12 | 4.00 |
| 破壊部位および破壊性状 | | 陸梁ー斜材 接合部での箱孔付近の欠損部からの陸梁の引張破断 | 合掌尻近傍での仕口の箱孔付近の欠損部からの　陸梁の曲げ破壊 | 合掌尻の仕口の箱孔付近の欠損部からの陸梁の引張破断後、曲げ破壊 | |

※1：長期荷重時（金属板葺き同等の軽い屋根で、スパン21mのトラスを2m間隔で配置した想定）

※2：一般区域で垂直積雪量30cm程度の中短期積雪荷重時（JIS A3301-2015の荷重条件1級に相当）
金属板葺き同等の軽い屋根に3日間程度、積雪30cmの荷重が載る想定

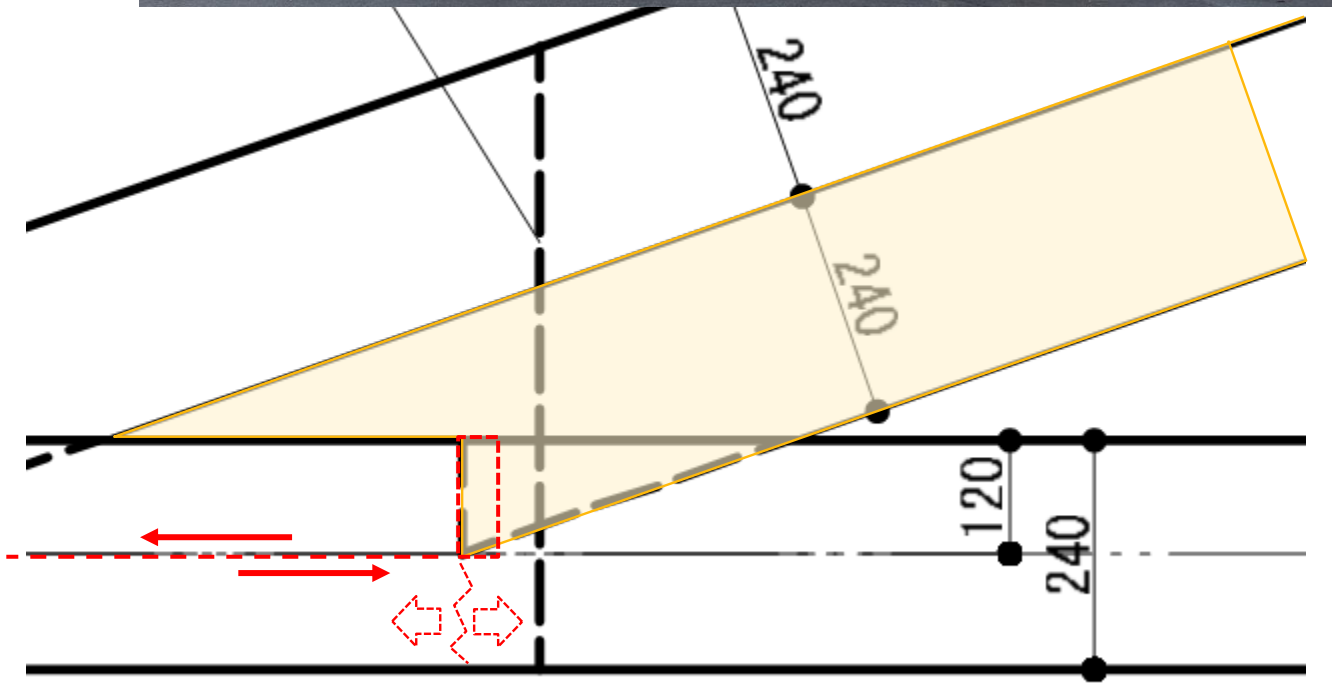
※3：一般区域で垂直積雪量90cm程度の中短期積雪荷重時（JIS A3301-2015の荷重条件2級に相当）
金属板葺き同等の軽い屋根に3日間程度、積雪90cmの荷重が載る想定

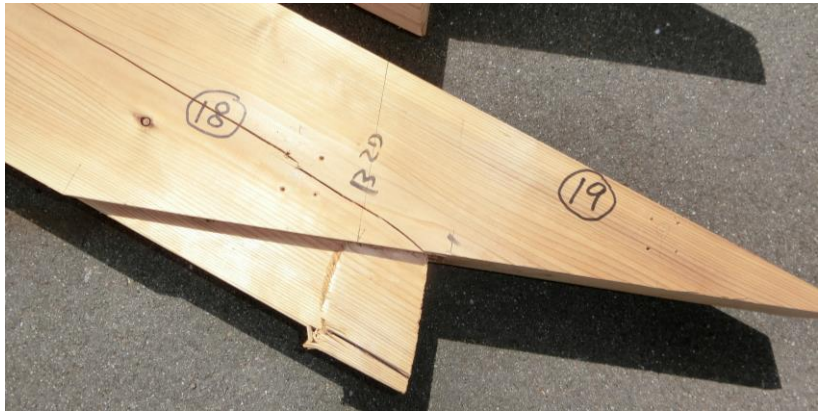
**①2段重ね三角ホゾ嵌合接合による合掌尻接合部と、②斜めビス打ち高耐力引張継手を用いた、縮小スパン（10.6mスパン）木造トラス静的加力実験実験結果**

**最大荷重Pmax：約163～197kN**

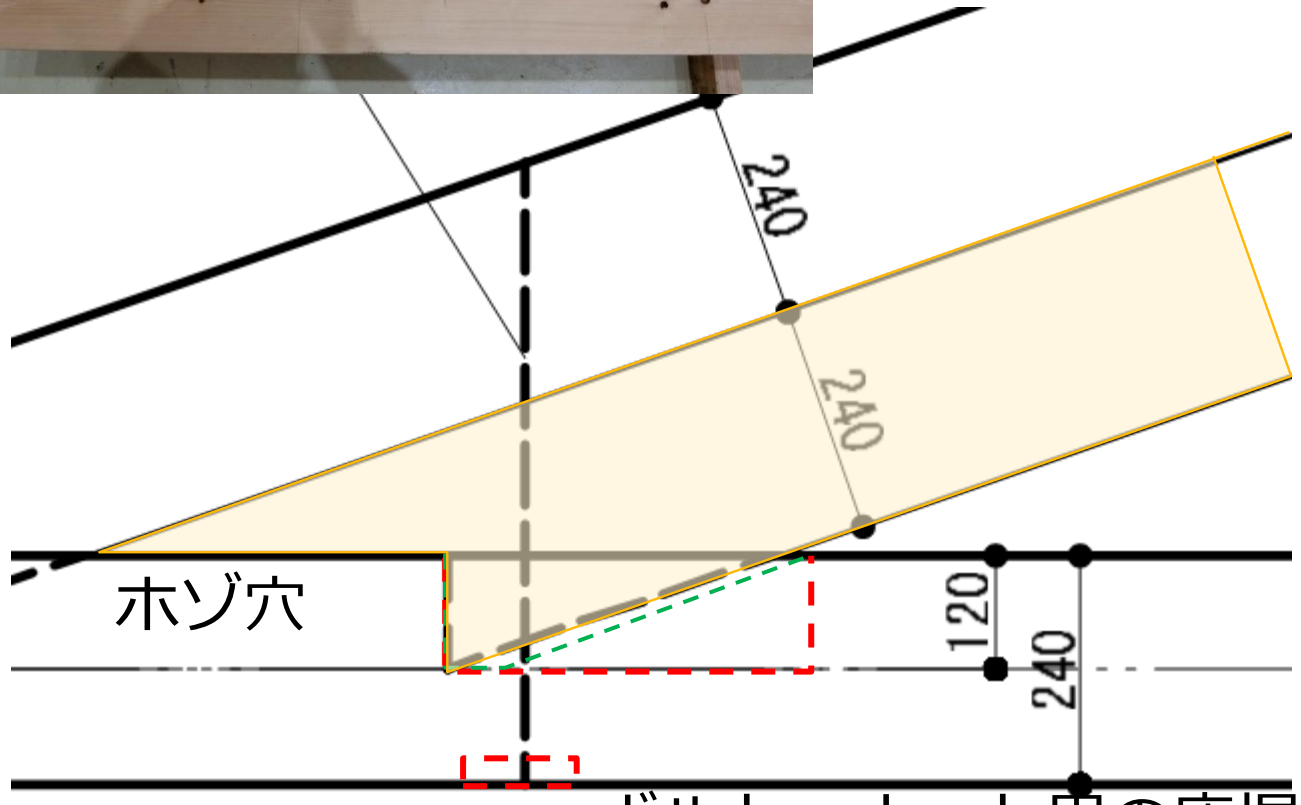
**一般的な軽い屋根で、垂直積雪量が30cm程度の地域(※2)で用いる、2m間隔で配置する20mスパンのJIS仕様に準じた山形木造トラスに使用可能**

# 上弦材　ホゾ差し部　めり込み破壊



# 陸梁　合掌尻のホゾ差しの座堀形状の改良



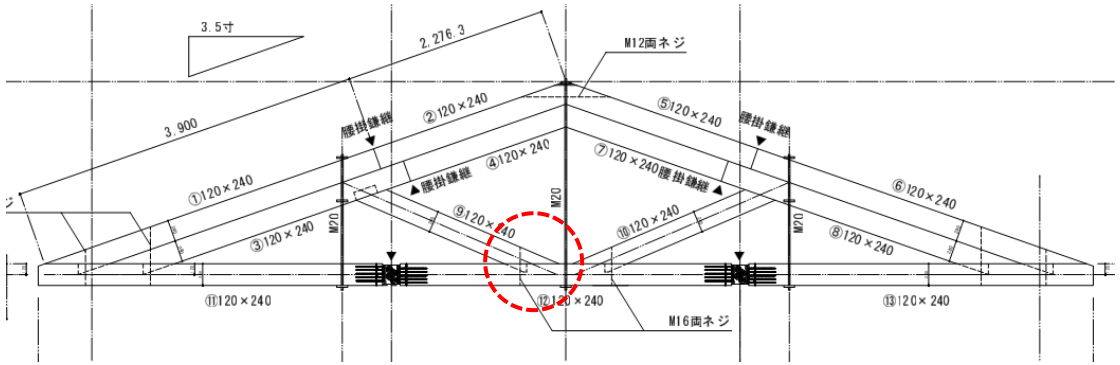

ボルト・ナット用の座堀

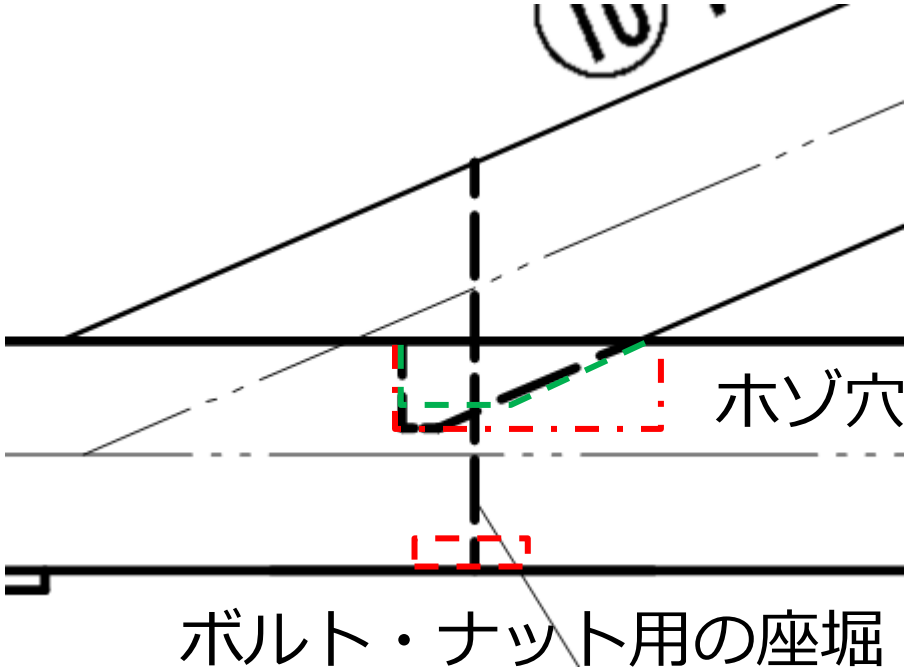
**箱穴**

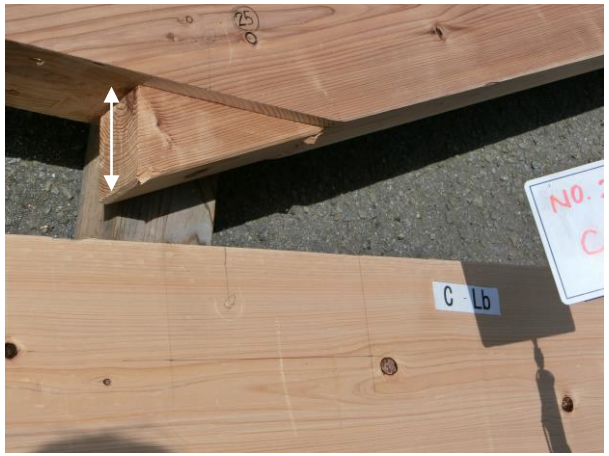
▼
▼
▼

**三角穴**

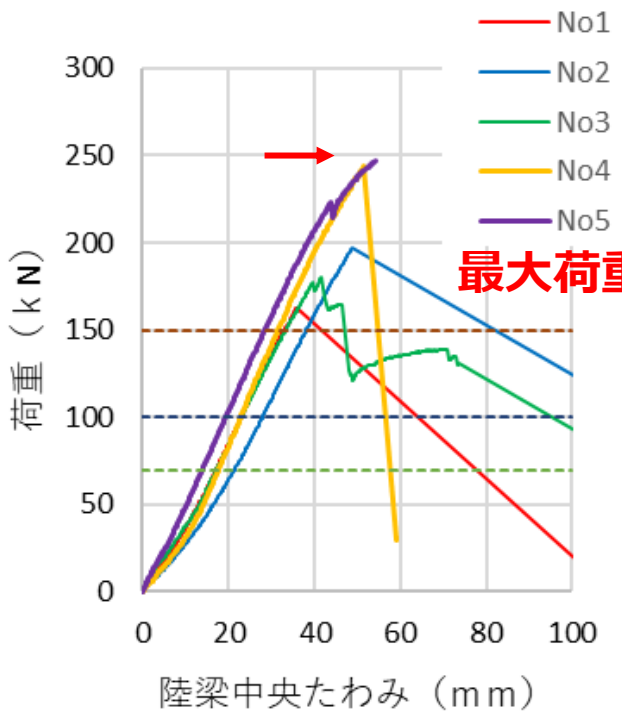
# 陸梁　斜材のホゾ差しの座堀形状の改良





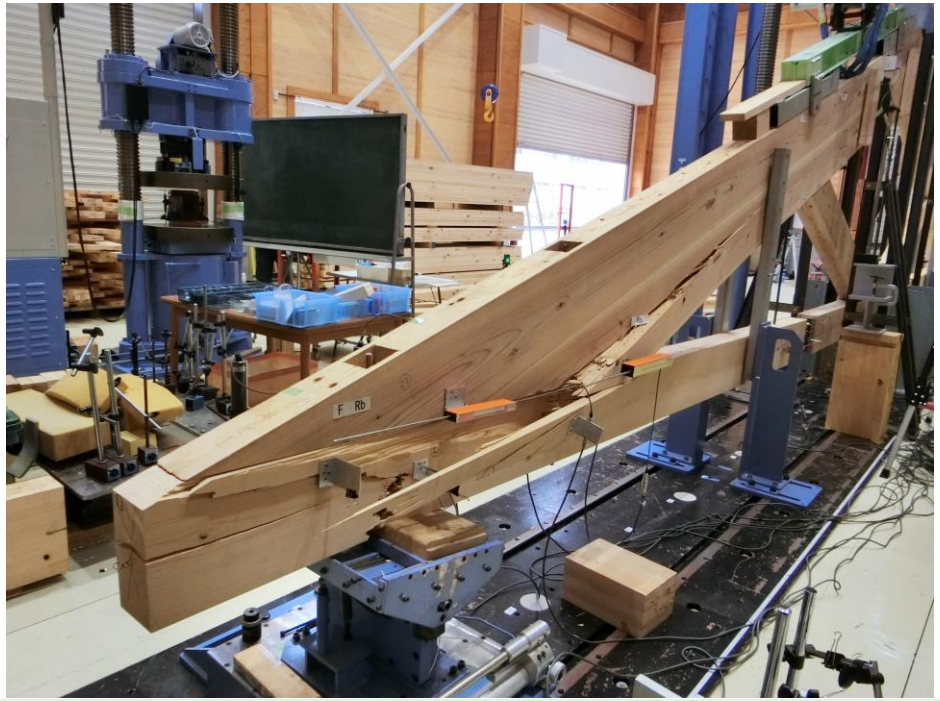
# No. 4

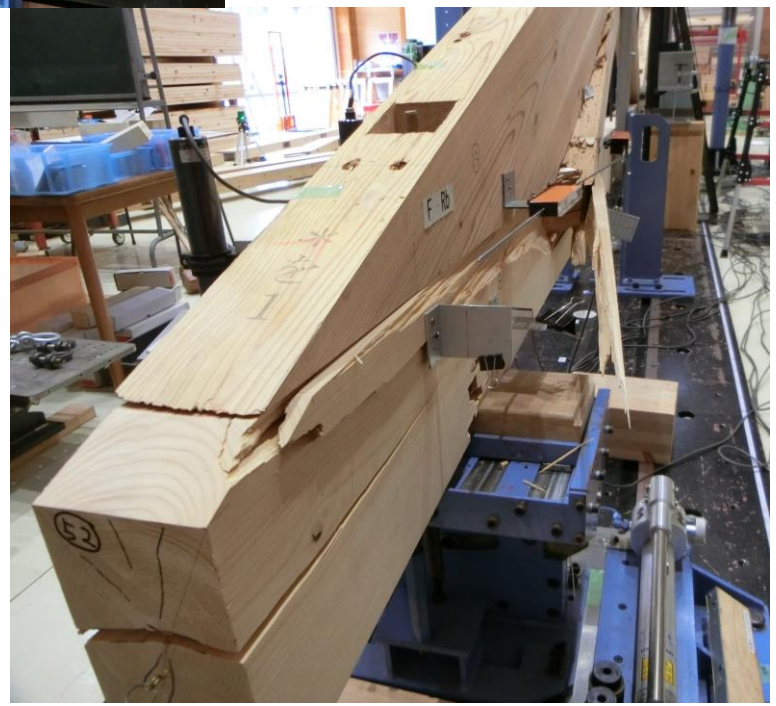



**最大荷重Pmax：約243kN**

陸梁　ヒノキ
　引張破壊
　せん断破壊

上弦材　スギ
　めり込み破壊
　座屈破壊

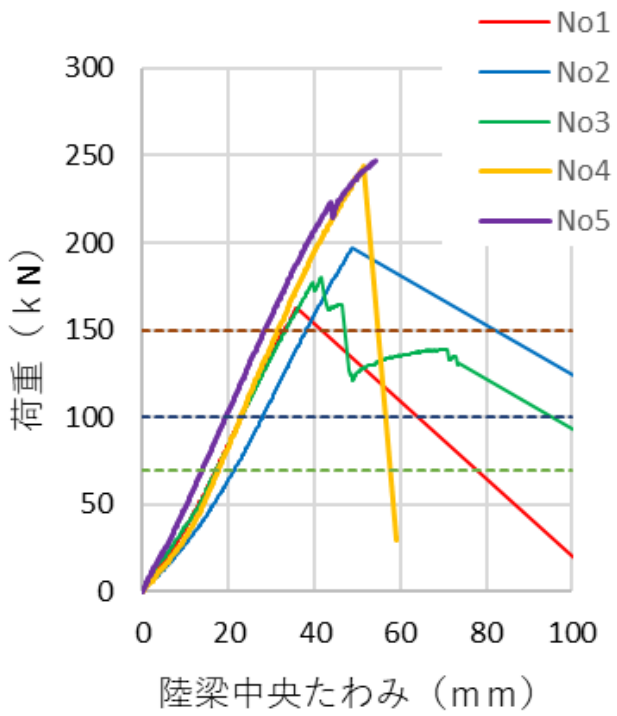




４体目
陸梁合掌尻の上弦材のホゾ差しの木破（座屈）
及び仕口欠損部からの木破

※陸梁のヒノキ材を除く部材は全てNo1～3から抜き取り再利用

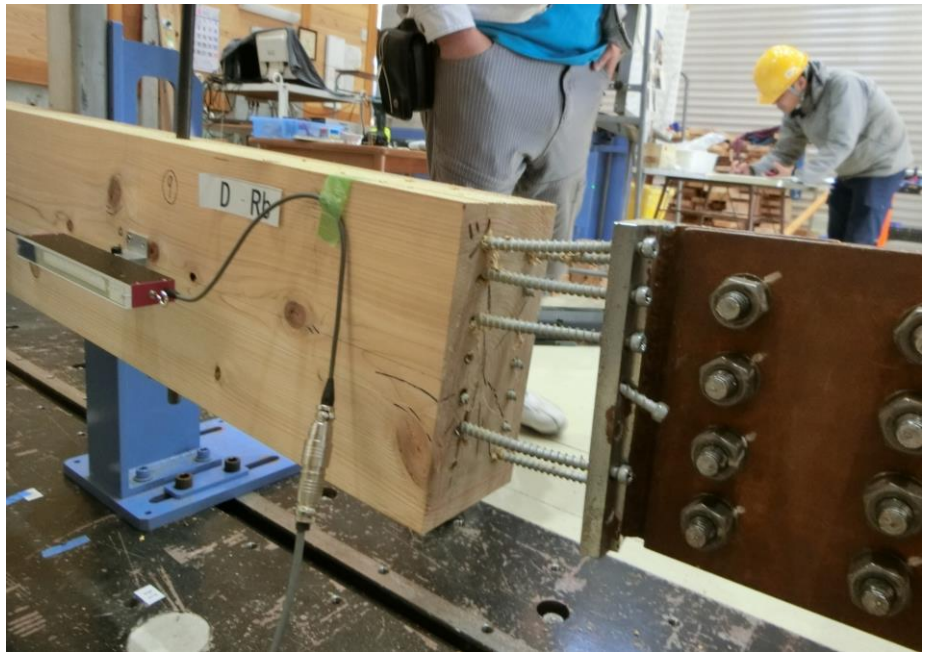
# No.5




**最大荷重Pmax：約247kN**

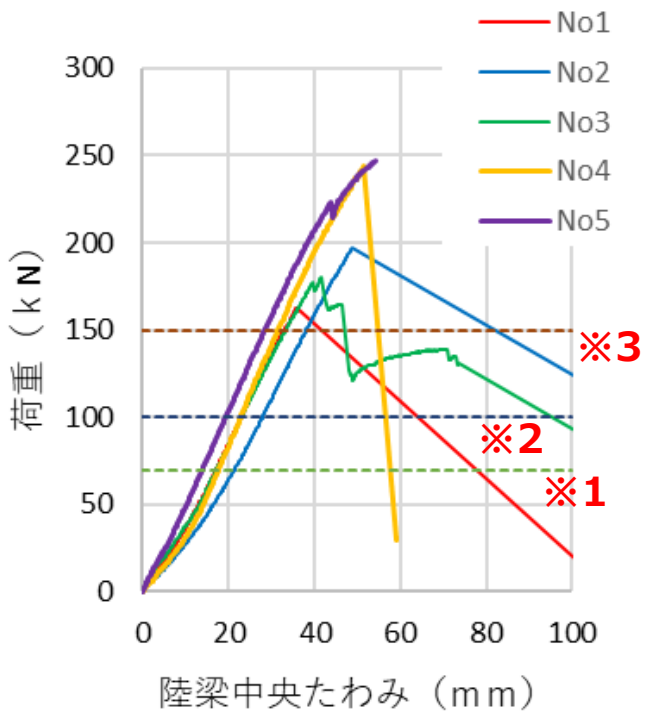
５体目
陸梁　継手接合部
　　長ネジの抜け+ねじ頭破断

※陸梁のヒノキ材を除く部材は全て
No1～3から抜き取り再利用




※木ねじ
　再利用して接合

# 改良型




| 特定荷重 | 項目 | | No1,2,3 平均 | No4 | No5 | No4,5 平均 | 改良型 /初期型 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 70kN ※1 | 荷重 | kN | 70.21 | 70.57 | 70.3 | 70.44 | 100% |
| | スパン中央のたわみ | mm | 18.63 | 17.7 (1/597) | 13.9 (1/761) | 15.83 | 85% |
| 100kN ※2 ※1 | 荷重 | kN | 100.52 | 100.40 | 100.35 | 100.38 | 100% |
| | スパン中央のたわみ | mm | 24.73 | 22.9 (1/462) | 19.5 (1/544) | 21.20 | 86% |
| 150kN ※3 ※2 | 荷重 | kN | 150.37 | 149.87 | 150.38 | 150.13 | 100% |
| | スパン中央のたわみ | mm | 34.87 | 31.5 (1/336) | 28.5 (1/371) | 30.04 | 86% |
| 最大荷重 ※3 | 荷重 | kN | 179.92 | 243.42 | 246.64 | 245.03 | 136% |
| | スパン中央のたわみ | mm | 42.13 | 51.4 | 54.3 | 52.84 | 125% |
| 初期剛性 ※4 | | kN/mm | 4.00 | 5.12 | 5.31 | 5.22 | 130% |
| 破壊部位 | | | | 合掌尻　仕口<br>箱孔付近の欠損部から<br>陸梁の引張+せん断破壊<br>上弦材ホゾ差しの座屈破壊 | 陸梁　継手<br>引張破断 | | |

※1:長期荷重時(金属板葺き同等の軽い屋根で、スパン21mのトラスを2m間隔で配置した想定)
※2:一般区域で垂直積雪量30cm程度の中短期積雪荷重時(JIS A3301-2015の荷重条件1級に相当。
金属板葺き同等の軽い屋根に3日間程度、積雪30cmの荷重が載る想定)
※3:一般区域で垂直積雪量90cm程度の中短期積雪荷重時(JIS A3301-2015の荷重条件2級に相当。
金属板葺き同等の軽い屋根に3日間程度、積雪90cmの荷重が載る想定)
※4:0.1Pmaxと0.4Pmaxの間のスパン中央のたわみの傾きから算出。

**縮小スパン**
**(10.6mスパン)**
**木造トラス静的加力実験**
**実験結果**

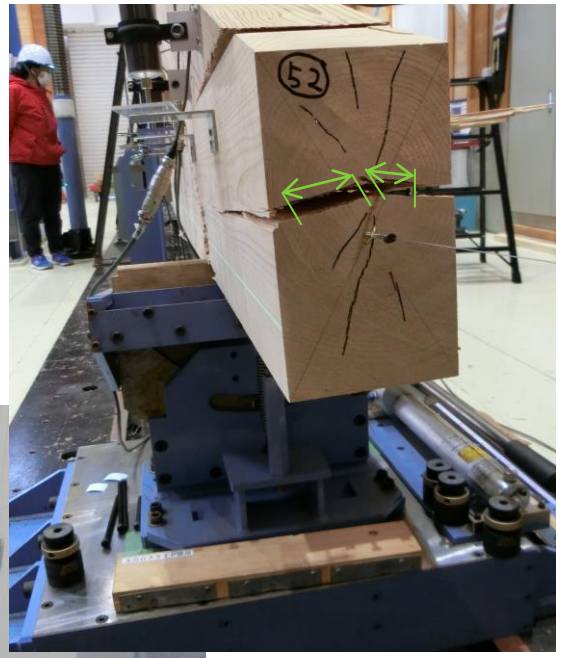
**最大荷重Pmax平均：約245kN**
**一般的な軽い屋根で、垂直積雪量が90cm程度の地域(※3)で用いる、2m間隔で配置する20mスパンのJIS仕様に準じた山形木造トラスに使用できる可能性がある※**

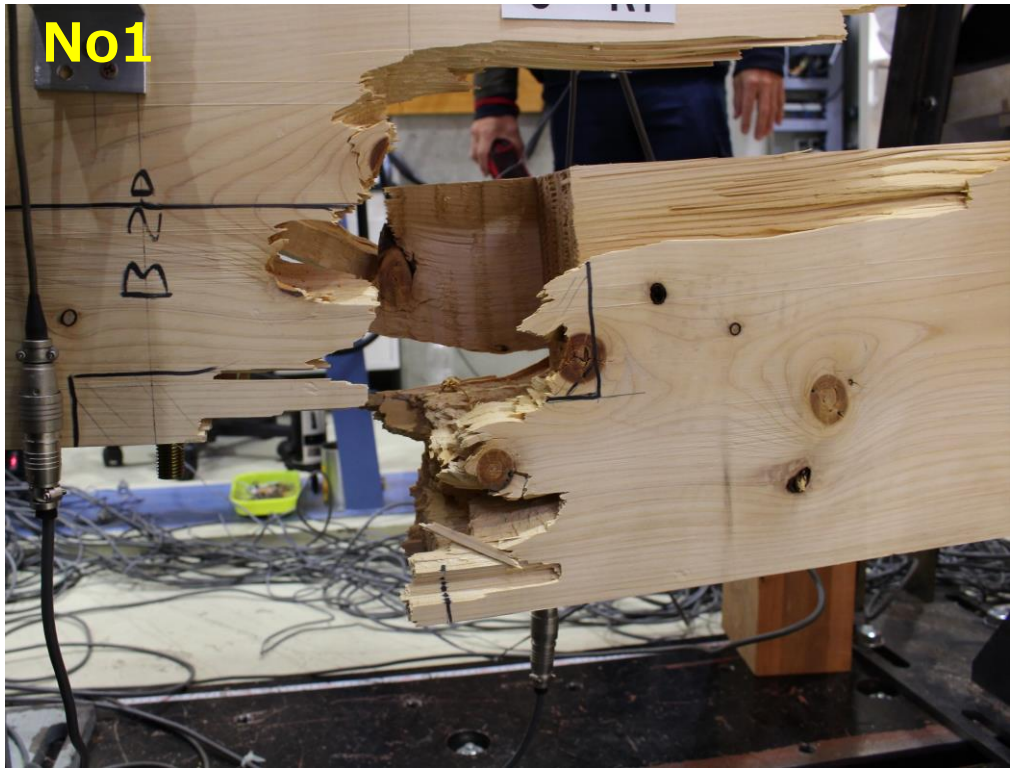
※追加試験が必要

# 接合部形状の改善の他に、

木材の平均的な性能 ＋ 接合部の安定

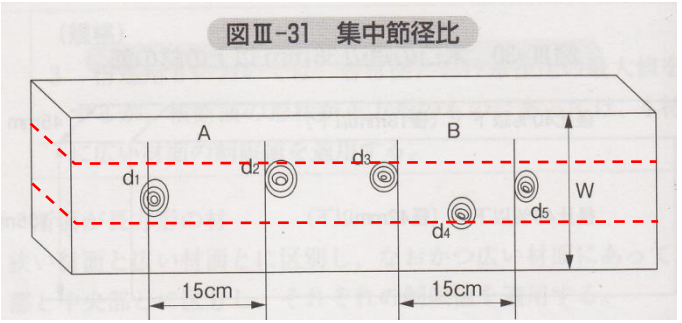
設計側 設計者 ▶ 手配側 ▶ 生産側 製材工場 ▶ 加工側 プレカット





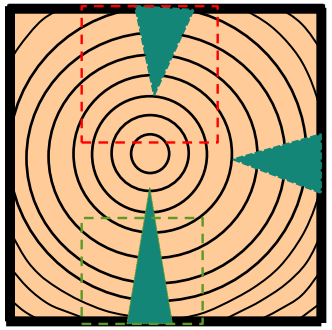
# 木材の強度に影響する因子　節

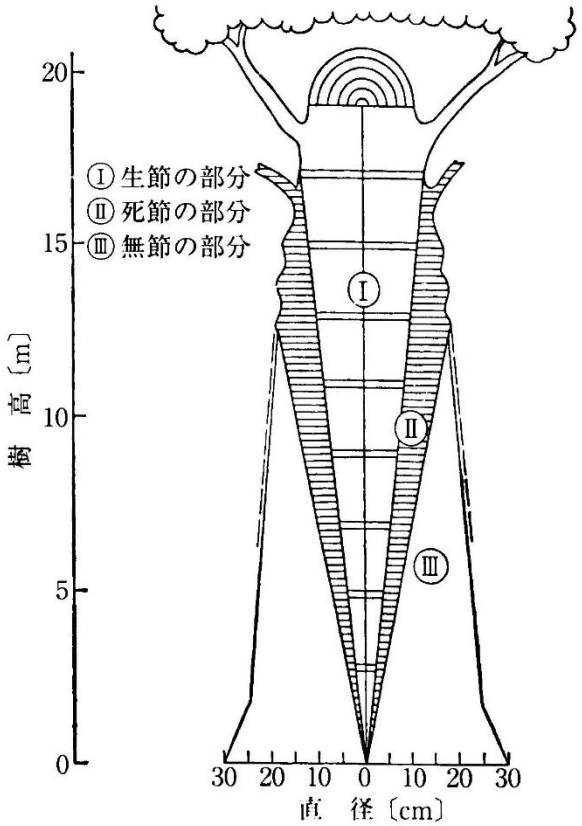
- 木理が乱れて局部的な繊維傾斜を生じる原因となる。
  繊維の切れ（目切れ）
- 破壊の多くは節のあたりから生じる
- 断面に占める節の面積比、位置、応力の種類に関係する。
- 引張に大きな影響を及ぼす。




¼　材縁部

¼　材縁部





# 建築物における木材の利用の促進に関する方針ほか

## 建築物における木材の利用の促進に関する方針

第１ 建築物における木材の利用の促進の意義及び基本的方向
（１）木材の利用の促進に向けた各主体の取組
① 県による取組

県は、　［略］　県内の公共建築物における木材の利用の促進はもとより、非住宅の建築物や中高層建築物を含めた建築物における木材利用の促進に向け、地域の実情を踏まえた効果的な施策の推進に積極的な役割を果たすものとする。

第２ 建築物における木材の利用の促進のための施策に関する基本的事項
１ 木造建築物の設計及び施工に係る先進的な技術の普及の促進等

県及び市長は、　［略］　関係団体等と連携して、中大規模木造建築物の設計及び施工に関する情報提供、それらの知識及び技術を有する人材を育成する研修等の施策の実施に努めるものとする。

## その他、林野庁予算資料　国内森林資源活用・木材産業国際競争力強化対策

＜事業目標＞
○国産材の供給・利用量の増加（34百万㎥［令和３年度］→42百万㎥［令和12年度まで］）
○建築用材等の国産材利用率（48%［令和３年度］→63%［令和12年度まで］）

# 参考資料

- 木構造振興株式会社（ｗｗｗ.mokushin.com）
  令和３年度　林野庁事業　木材製品の消費拡大対策事業のうち　CLT建築実証支援事業
  CLT等木質建築部材技術開発・普及事業　成果報告書
- （株）野村総合研究所　ニュースリリース「2040年度の新設住宅着工戸数は49万戸に減少、2040年の既存住宅流通量は20万戸に増加する見通し」2022.6.9
- 林野庁　令和３年度森林林業白書

愛媛すぎ
愛媛ひのき

# まじめに、
# まっすぐに
# 愛媛の木を