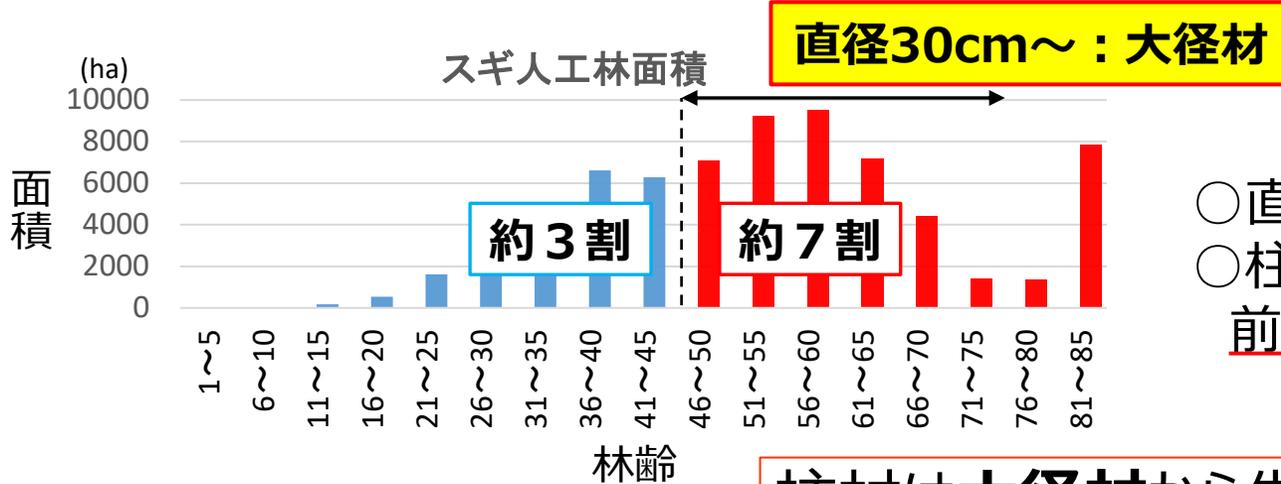


スギ心去り正角の 蒸気式中温乾燥における 曲がり抑制技術

農林総合研究センター-林業試験場
石川ウッドセンター 石田洋二

背景

● 石川県産スギの資源現状

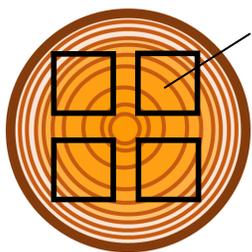
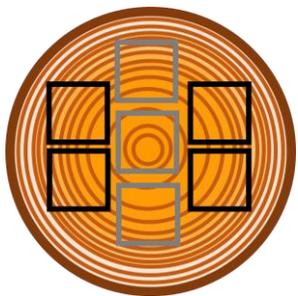


- 直径30cm以上の大径材が増加
- 柱材生産に最適な直径14~18cm前後の丸太が減少

● 問題点

追い杭の心去り柱は
上下方向にも左右方向にも曲がる

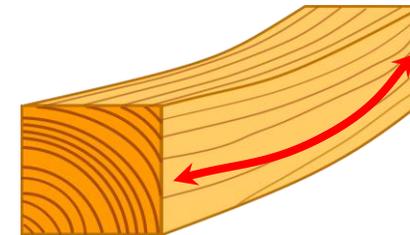
柱材は大径材から生産せざるを得ない状況



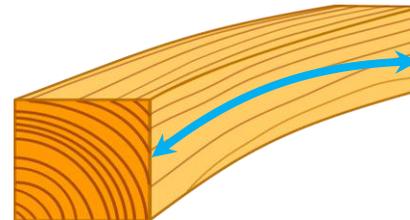
追い杭



製材すると...



上下方向の曲がり



左右方向の曲がり



心去り材の製材作業

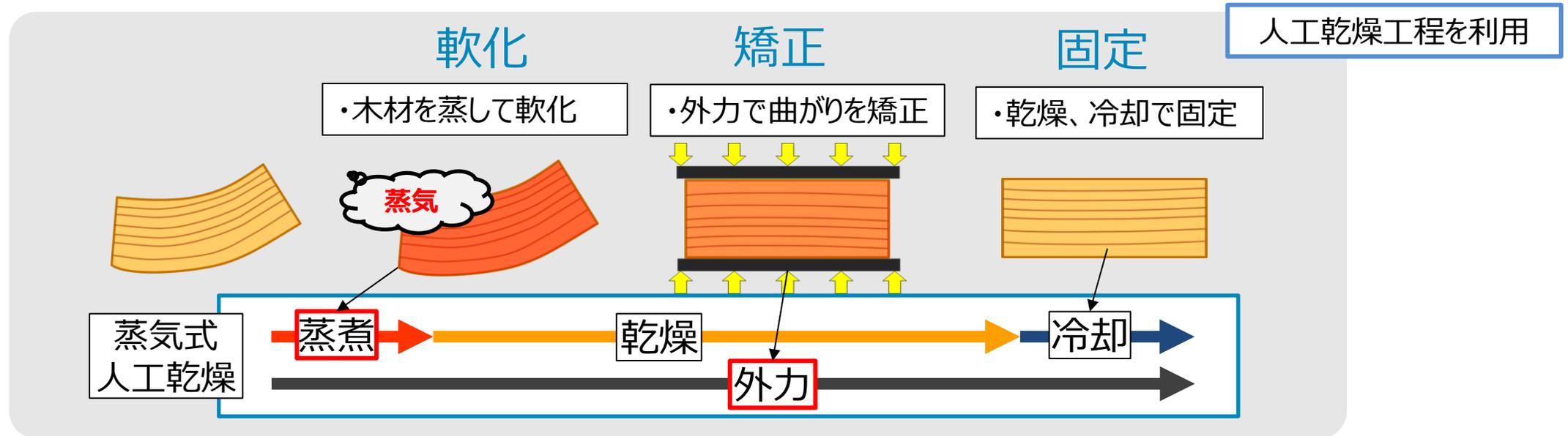


研究目的と技術概要

○ 追い杭正角を対象に、人工乾燥工程を利用し、2方向の曲がり抑制

1. 初期蒸煮工程で熱処理

2. 上下・左右方向の曲がりを外力で抑制（矯正）



検討項目

◎ 蒸煮時間

◎ 外力の大きさ

◎ 加力の方法

実験① 蒸煮時間の検討



<材料>

材料

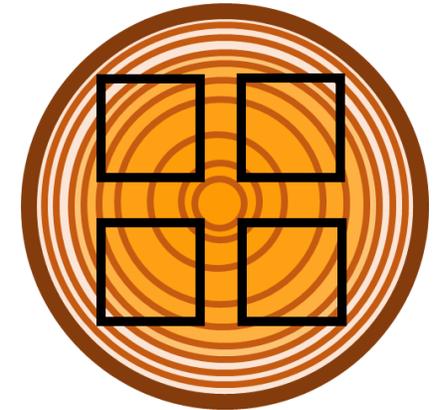
直径40cm以上のスギ大径材から
125×125×4000mmの追い杭正角を
4丁取り：30本

初期測定

曲がり、見かけの密度、含水率測定

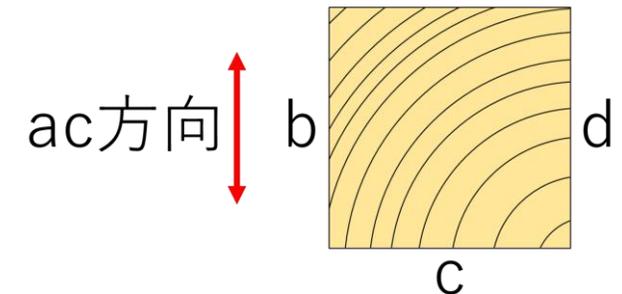
グループ分け

2方向の曲がり、見かけの密度に
ついて均等に
10本ずつ3グループ (A、B、C)



追い杭正角4丁取り

bd方向 \longleftrightarrow
a



※元口側より

実験① 蒸煮時間の検討



<方法>

蒸煮 (90°C) :

グループ	A	B	C
時間 (h)	0	12	24

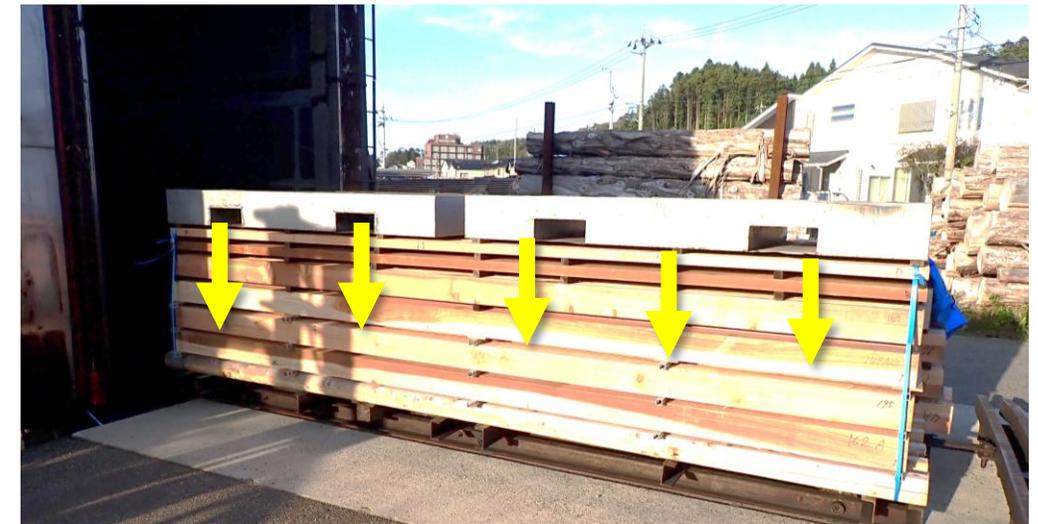
乾燥スケジュール：中温乾燥
(乾球90°C、湿球86~74°C)

重り荷重：640kg/m²

乾燥

乾燥スケジュール

ステップ	乾球温度 (°C)	湿球温度 (°C)	時間 (h)		
			A	B	C
昇温	90	90			
蒸煮	90	90	0	12	24
乾燥	90	86 ↓ 74	480		
調湿	90	85	12		



重り荷重：640kg/m²

実験① 蒸煮時間の検討



<方法>

乾燥後測定

曲がり
含水率

モルダー加工

断面寸法：
105×105mm

モルダー後測定

曲がり
含水率
材面の品質



曲がり測定

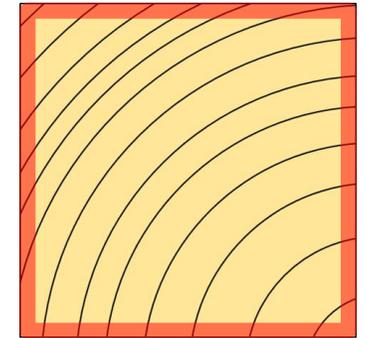


含水率測定



モルダー加工

モルダー加工



乾燥後
約120×120mm
↓
仕上がり
105×105mm

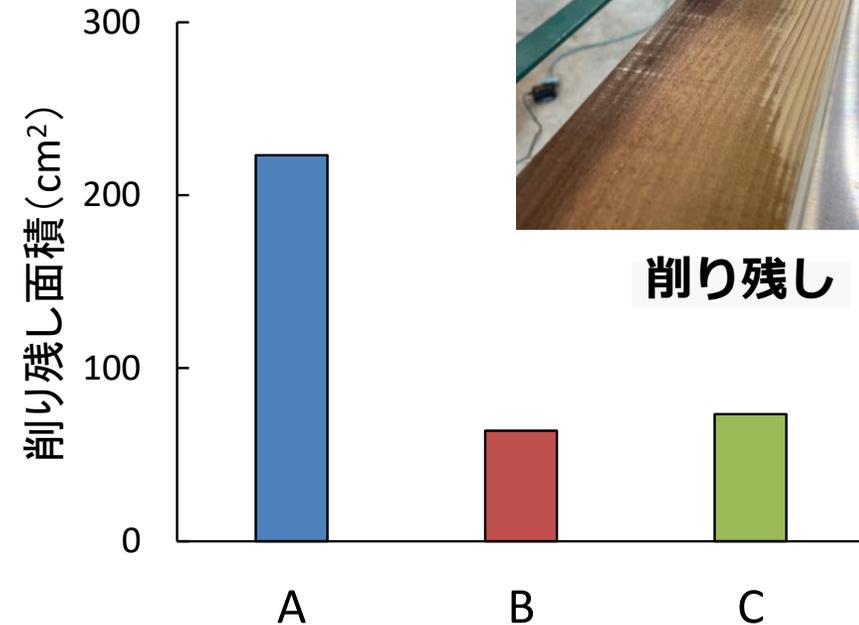
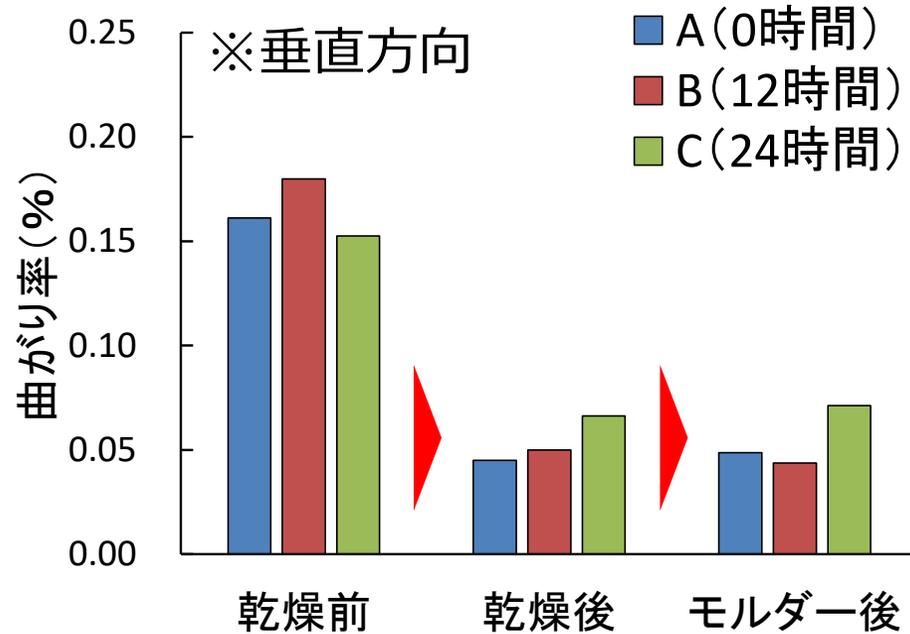
実験① 蒸煮時間の検討

<結果>



人工乾燥後の含水率 (%)

条件	A	B	C
乾燥後	12.5	12.9	11.0
モルダー後	17.2	16.5	12.2



削り残し

- 蒸煮時間を長くしても曲がり抑制効果は高まらなかった
- しかし、削り残しは12時間以上の蒸煮で減った
→総合的に12時間 (B) が最適

実験② 重り荷重の検討（垂直方向）



<材料>

材料

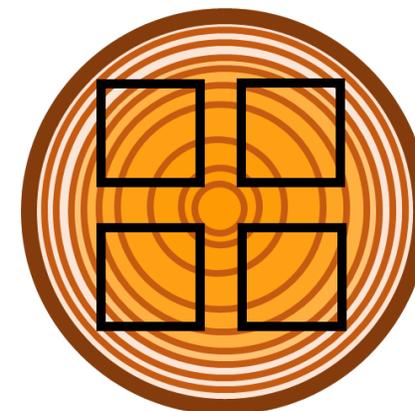
直径40cm以上のスギ大径材から
125×125×4000mmの追い杭正角を
4丁取り：28本

初期測定

曲がり、見かけの密度、含水率測定

グループ分け

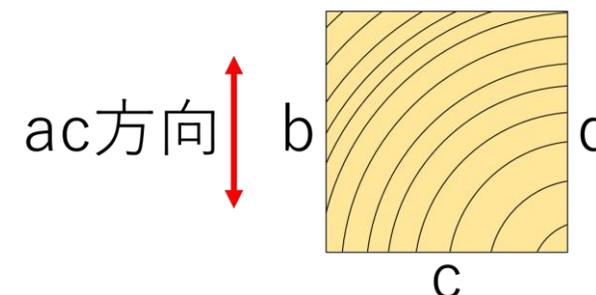
2方向の曲がり、見かけの密度に
ついて均等に
7本ずつ4グループ（D、E、F、G）



追い杭正角4丁取り

bd方向

a



ac方向

b

c

d

※元口側より

実験② 重り荷重の検討（垂直方向）



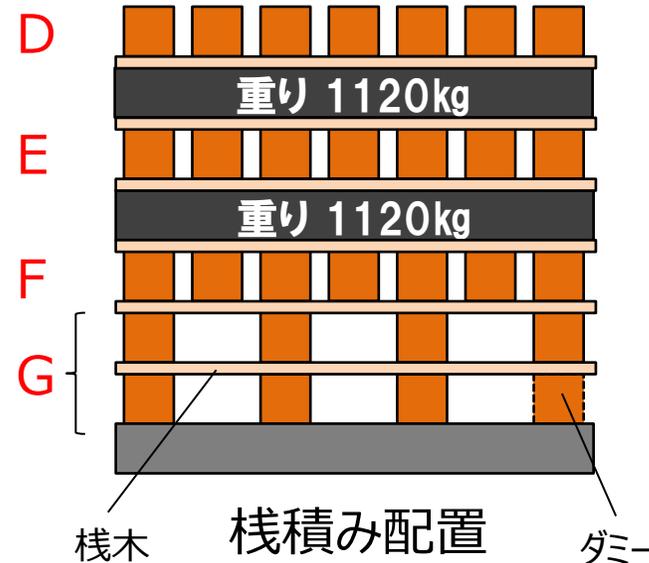
<方法>

重り荷重（垂直方向）：

グループ	D	E	F	G
外力 (kg/m ²)	0	320	640	1120

蒸煮（90℃）：12時間

乾燥スケジュール：中温乾燥
（乾球90℃、
湿球86～74℃）



乾燥スケジュール

ステップ	乾球温度 (°C)	湿球温度 (°C)	時間 (h)
昇温	90	90	
蒸煮	90	90	12
乾燥	90	86 ↓ 74	480
調湿	90	85	12

重り荷重計算

重りの重量 (kg) / 木材上面積 (m²) = 重り荷重 (kg/m²)

※木材の重量は考慮しない

D: 0kg

E: 1120kg / (0.125m × 4m × 7) = 320kg/m²

F: 1120kg × 2 / (0.125m × 4m × 7) = 640kg/m²

G: 1120kg × 2 / (0.125m × 4m × 4) = 1120kg/m²

乾燥

実験② 重り荷重の検討（垂直方向）



<方法>

乾燥後測定

曲がり
含水率

モルダー加工

断面寸法：
105×105mm

モルダー後測定

曲がり
含水率
材面の品質



曲がり測定



含水率測定

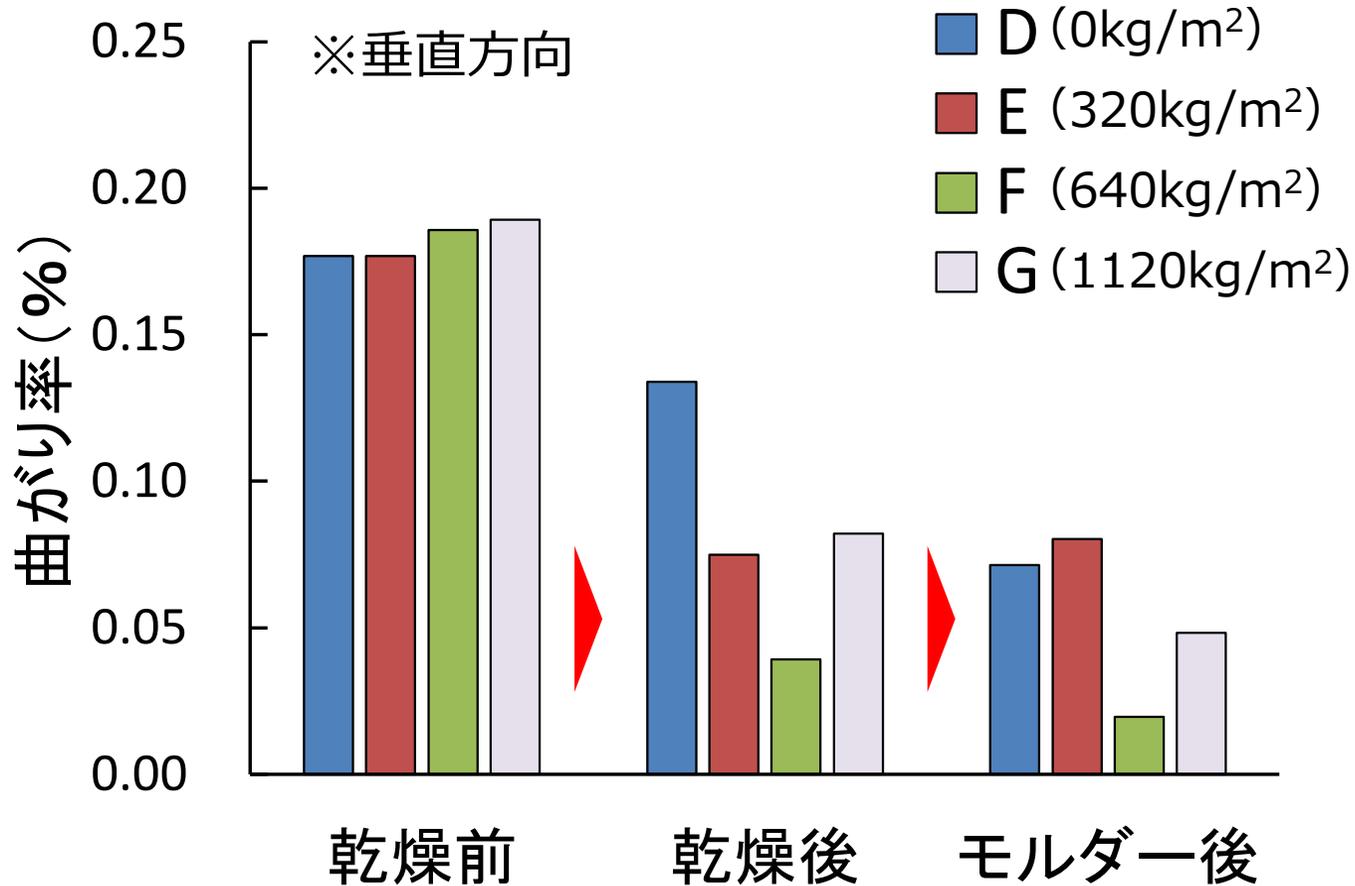


モルダー加工

実験② 重り荷重の検討 (垂直方向)



<結果>



人工乾燥後の含水率 (%)

条件	D	E	F	G
乾燥後	8.9	9.3	9.0	9.3
モルダー後	9.5	10.0	9.4	10.2



栈木のめり込み跡 (G)

640kg/m² (F) の重りが最も効果的

実験③ 重り + 側圧の検討 (垂直 + 水平方向)



<材料>

材料

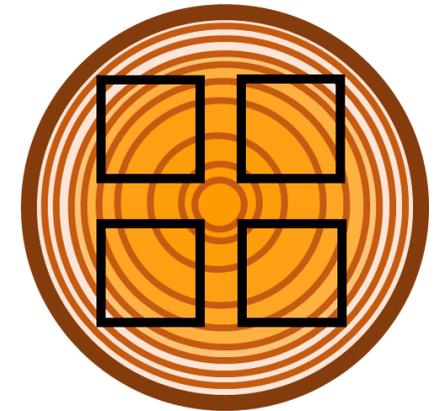
直径40cm以上のスギ大径材から
125×125×4000mmの追い杭正角を
4丁取り：16本

初期測定

曲がり、見かけの密度、含水率測定

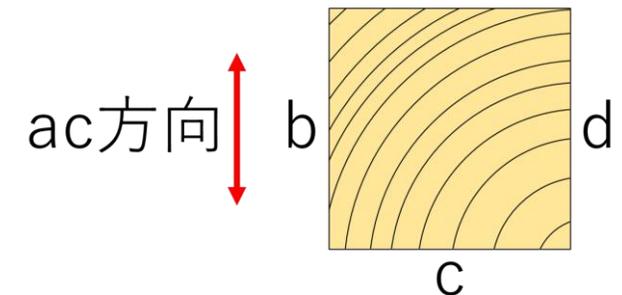
グループ分け

2方向の曲がり、見かけの密度に
ついて均等に
8本ずつ2グループ (H、I)



追い杭正角4丁取り

bd方向 \longleftrightarrow
a



※元口側より

実験③ 重り + 側圧の検討 (垂直 + 水平方向)



<方法>

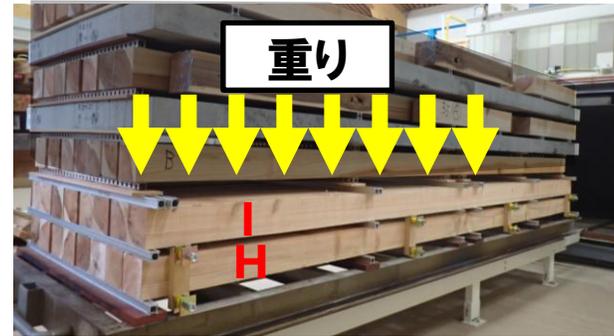
外力：

グループ	H	I
垂直方向 (kg/m ²)	640	640
水平方向 (kg/m ²)	640	0

蒸煮 (90℃) : 12時間

乾燥

乾燥スケジュール：中温乾燥
(乾球90℃、
湿球86～74℃)



条件H、I: 重り640kg/m²



条件H: ボルト締め付けで側圧640kg/m²



実験③ 重り + 側圧の検討 (垂直 + 水平方向)



<方法>

乾燥後測定

曲がり
含水率

モルダー加工

断面寸法：
105×105mm

モルダー後測定

曲がり
含水率
材面の品質



曲がり測定



含水率測定

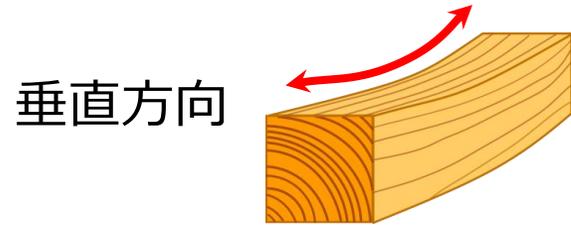


モルダー加工

実験③ 重り + 側圧の検討 (垂直 + 水平方向)

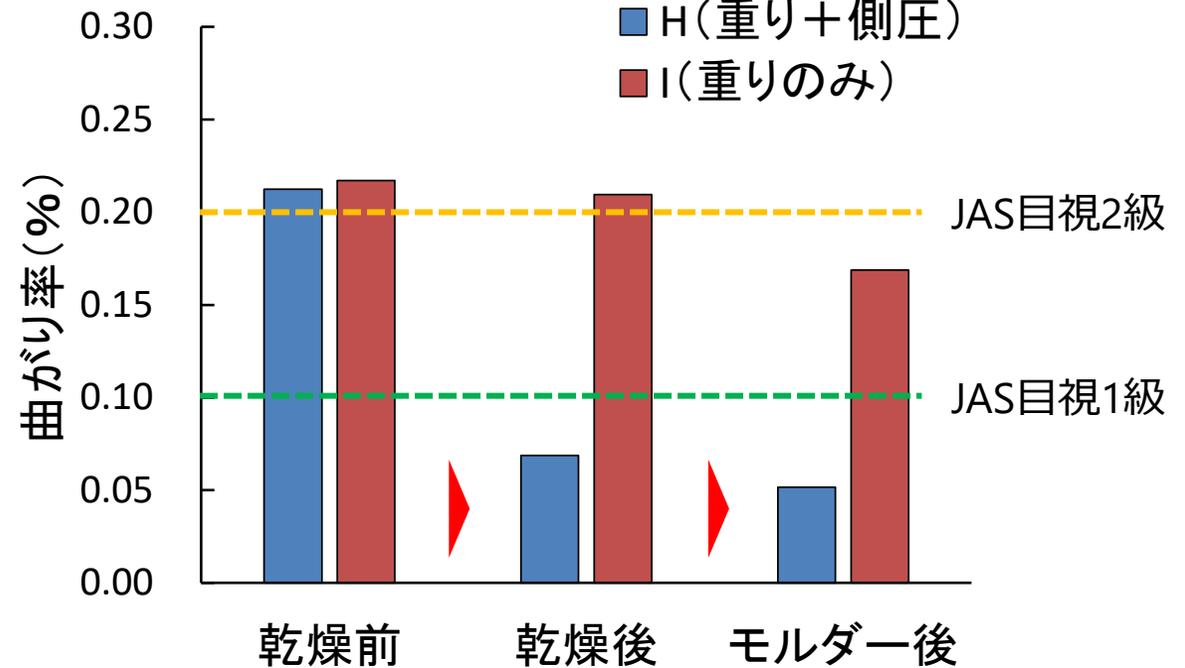
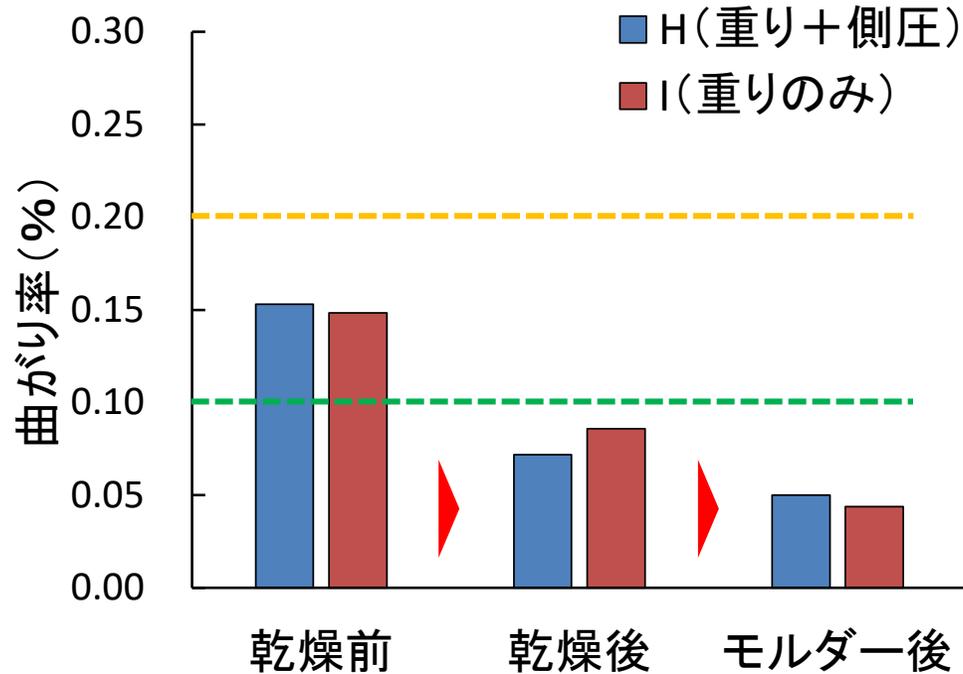


<結果>



人工乾燥後の含水率 (%)

条件	H	I
乾燥後	11.9	11.2
モルダ後	11.6	10.6



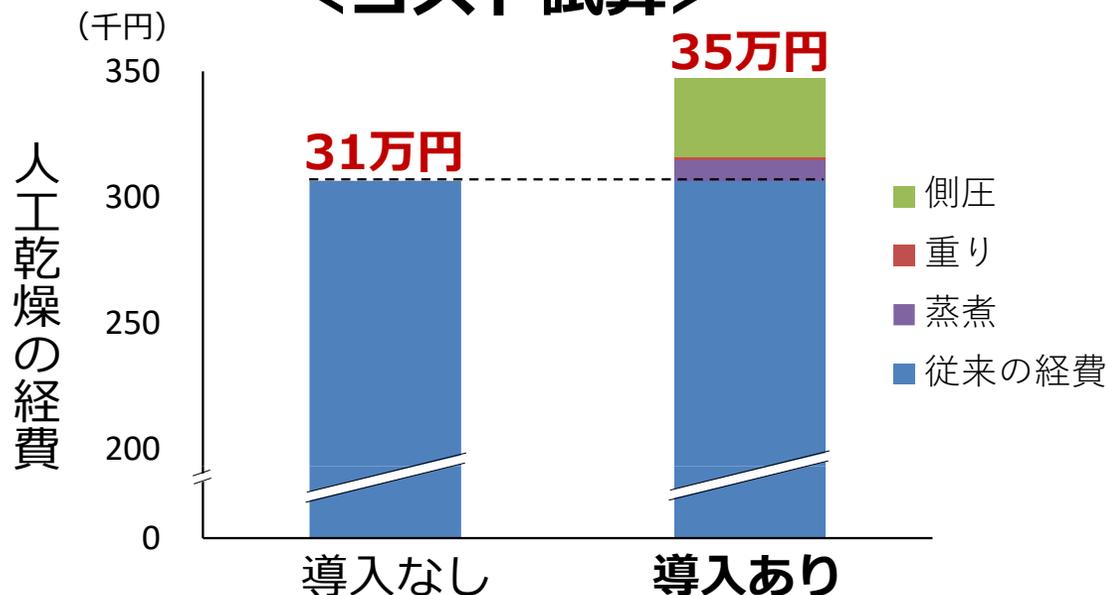
蒸煮12時間、640kg/m²の重りと側圧で2方向同時に抑制 (H)

コストと効果



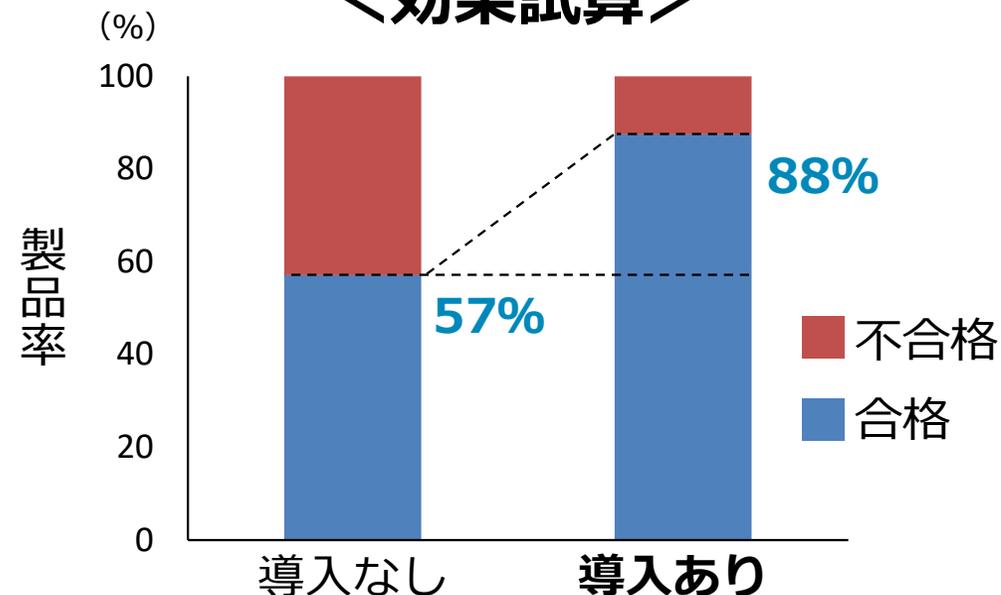
- 材積16m³（柱材260本）の蒸気式人工乾燥を想定
- 変形抑制技術（蒸煮・重り・側圧）を導入した場合

＜コスト試算＞



※側圧の増には、設置作業の人工費含む

＜効果試算＞



コスト
13%の増
4万円のコスト増
(1回乾燥あたり)



製品獲得率
31%の向上
26万円の売り上げ増
(1回乾燥あたり)

○ 実験概要

- ・スギ追い杭正角（125×125×4000mm）
- ・蒸気式中温乾燥時の曲がり抑制

① 蒸煮時間の検討

条件：0／12／24時間

結果：曲がり抑制効果への影響小。材面品質は12時間以上で良好
⇒ 蒸煮12時間が最適

② 重り荷重の検討（垂直方向）

条件：0／320／640／1120kg/m²、蒸煮12時間

結果：640kg/m²が最適。1120kg/m²では材変形で効果低下

③ 重り＋側圧の検討（垂直＋水平方向）

条件：側圧640kg/m²有／無、垂直荷重640kg/m²、蒸煮12時間

結果：側圧により水平方向の曲がりも抑制

∴最適条件 ⇒ 蒸煮12時間＋外力640kg/m²（垂直・水平）