

(一社)日本BP材協会 HP掲載資料

BP材の概要と構造性能

2018年4月27日(金)



掲載資料の参照順序



BP材の概要と構造性能 はじめに

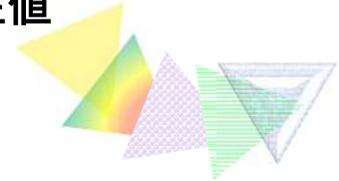
「公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律」の施行により、中・大規模木造建築物の計画が増えると同時に、明るく開放的な空間を実現するための**大断面材料**や、**大空間を実現する接合構法**に対する要求が増えている。

本資料では、構造設計の観点から、建築基準法第37条第二項の材料認定を取得した木質複合軸材料**スギBP材**を建築物へ採用する際の構造性能を**実大実験**により得られた結果や知見と共に紹介する。

BP材の概要と構造性能

- 全体目次 -

- 1.1 BP材の開発者
- 1.2 BP材の特徴
- 1.3 BP材の指定
- 1.4 試験体の破壊性状と構造特性値
- 1.5 BP材の構造設計



1.1 BP材の開発者

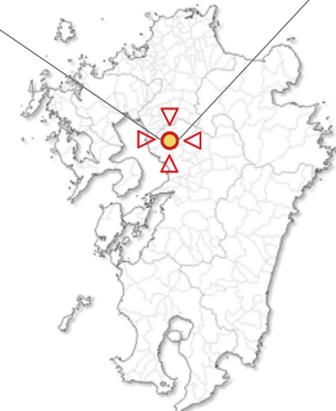
株式会社 工芸社・ハヤタ

昭和27年11月創立

- 所在地: 熊本県山鹿市鹿北町芋生**3952-2**
- 資格: **JAS**認定工場
- 業務:

建築一式(設計監理・加工・施工管理)
木材加工販売(二次・三次加工)

※ 日本住宅パネル工業協同組合会員



開発体制



BP材は A材利用 に着目した木質材料

- 木材は、品質・用途によって4種類に分類される。
- 産地により割合は異なるが、一般に4種類の木材は一定割合で得られる。



A材：構造用製材

供給過多の現状

人工林の半数以上が10齢級以上の主伐期を迎えているが小断面が原則であり、大断面製材は調達困難

B材：合板・集成材・CLT

C材：チップ・木質ボード

D材：バイオマス燃料

近年需要が多い材料

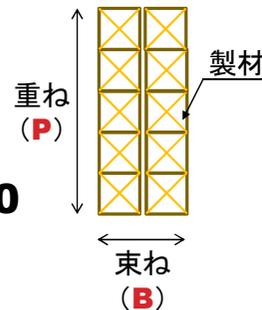
BP材として利用

BP材はA材である芯持ちの構造用製材を積層・圧着した新しい大断面木質材料！

住宅の横架材や中・大規模木造に対するA材の利用が広がれば、**地域材の利用促進**という観点からも非常に優れている！

1.2 BP材の特徴

- **B**inding (束ねる) ・ **P**iling (重ねる) の略。
- **製材** (心持ち材) を積層・圧着した木質材料。
JAS機械等級区分 スギ **E70, E90, E110**
JAS機械等級区分 ヒノキ **E110, E130**
- **エポキシ樹脂系2液型接着剤** を用いる。



1.3 BP材の指定 スギBP材

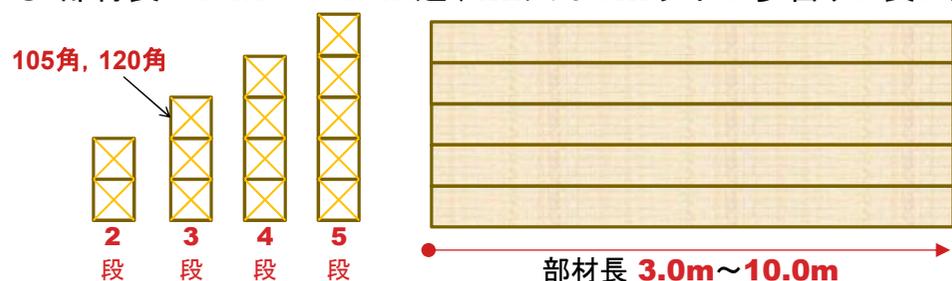
- **120角の2段, 3段, 4段, 5段重ね (120x240~120x600)**
製品名: **BP1224, BP1236, BP1248, BP1260**
- **150角の2段, 3段, 4段, 5段重ね (150x300~150x750)**
製品名: **BP1530, BP1545, BP1560, BP1575**
- **大臣認定番号: MWCM - 0022, 0023, 0024, 0025**
- **含水率: SD18** … 表面仕上げした人工乾燥材 (**KD材**)
- **部材長 3.0m~10.0m** 迄 (4m又は6m以下が歩留りが良い)

JAS機械等級区分
105角, 120角, 150角
製材



ヒノキBP材

- **105角の2段, 3段, 4段, 5段重ね(105x210~105x525)**
製品名: **HBP1021, HBP1031, HBP1042, HBP1052**
- **120角の2段, 3段, 4段, 5段重ね(120x240~120x600)**
製品名: **HBP1224, HBP1236, HBP1248, HBP1260**
- **大臣認定番号: MWCM - 0046, 0047, 0048, 0049**
- **含水率: SD18 …表面仕上げした人工乾燥材(KD材)**
- **部材長 3.0m~10.0m迄(4m又は6m以下が歩留りが良い)**



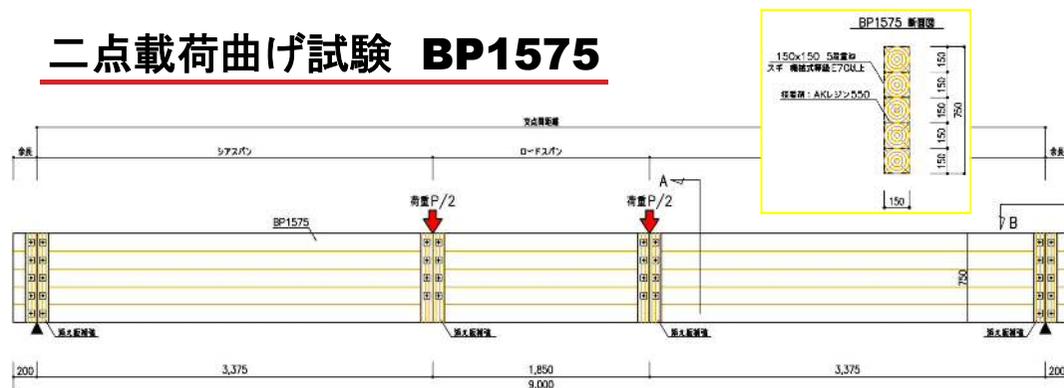
1.4 試験体の破壊性状と構造特性値 BP材 大臣認定取得にあたって実施した試験

- **二点載荷曲げ試験**
- **一点載荷せん断試験**
- **クリープ試験**
- **浸漬曲げ試験**
- **必要最低塗布量試験**
- **最低圧縮圧力確認試験**
- **含水率別圧縮せん断接着強度試験**
- **せん断強さ試験**
- **木材促進劣化による強度残存率確認試験**
- **木材促進劣化による剥離試験**

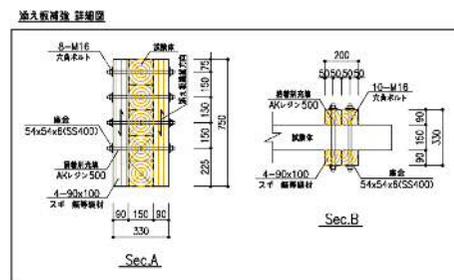
BP1575試験を紹介



二点載荷曲げ試験 BP1575



- 加力装置に**1000kN**加力装置を用いる。
- 測地装置に電気式変位計を用いる。
- 加力速度は、**0.1~0.25mm/sec**とした。
- 振れ止めを設置し、**めり込み補強**を施す。
- 基準強度は、統計的処理に基づく信頼水準**75%の95%下限許容限界値**に、曲げヤング係数は、信頼水準**75%の50%下限許容限界値**をもとに定めた。



二点載荷曲げ試験



加力点と変位計の位置

変位の極性

(-)
↑
↓
(+)

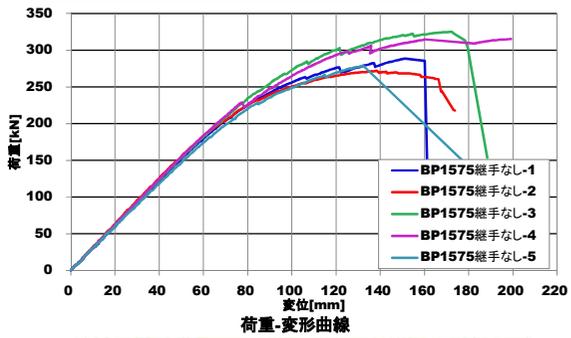
(注) 電気式変位計: **DG1~DG5**

DG1: スパン中央部の上下方向変位
DG2, DG3: 加力部の上下方向変位
DG4, DG5: 支持部の上下方向変位
 変位: $\delta = DG1 - (DG4 + DG5) \div 2$

二点载荷曲げ試験

最大荷重, 曲げヤング係数一覧(BP1575)

試験体番号	P_{max} [kN]	σ_b [N/mm ²]	E_b [kN/mm ²]	破壊性状
1	288	34.6	7.2	最下端の曲げ破壊
2	272	32.6	7.4	最下端の曲げ破壊及び加力点近傍の圧壊
3	325	39.0	7.3	最下端の曲げ破壊
4	315	37.8	7.4	最下端の曲げ破壊
5	279	33.5	6.9	最下端の曲げ破壊
平均値	296	35.5	7.2	
標準偏差	21	2.5	0.2	
変動係数	0.07	0.07	0.03	
50%下限値	289	34.7	7.2	
95%下限値	245	29.4	6.7	

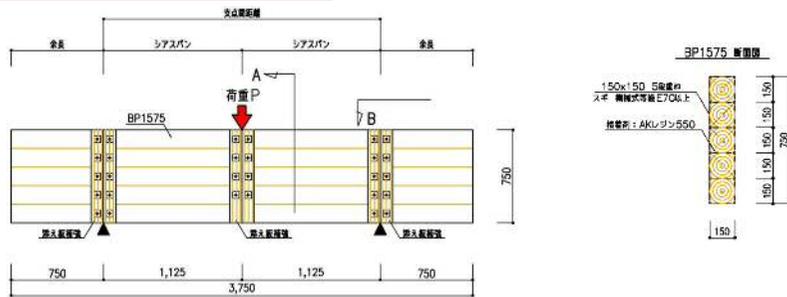


試験後の状況

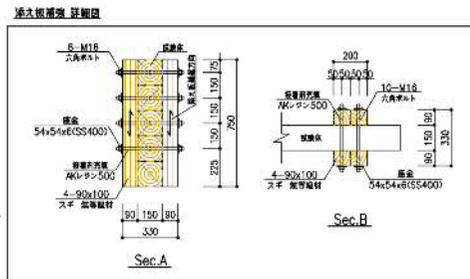


試験後の状況

一点载荷せん断試験

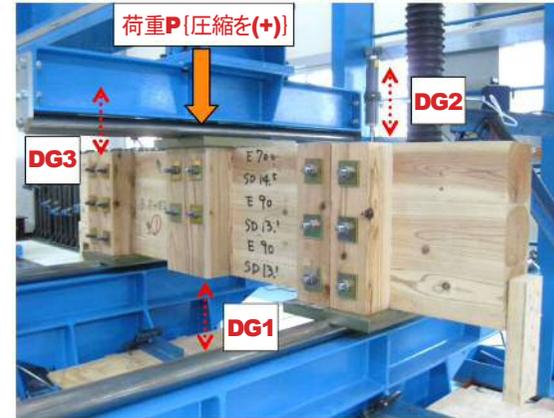


- 加力装置に**1000kN**加力装置を用いる。
- 測地装置に電気式変位計を用いる。
- 加力速度は、**0.1~0.25mm/sec**とした。
- 振れ止めを設置し、**めり込み補強**を施す。
- 基準強度は、統計的処理に基づく信頼水準**75%の95%下限許容限界値**に、曲げヤング係数は、信頼水準**75%の50%下限許容限界値**をもとに定めた。



14

一点载荷せん断試験



加力点と変位計の位置

変位の極性

(-)
↑
(+)

(注)電気式変位計: DG1~DG3

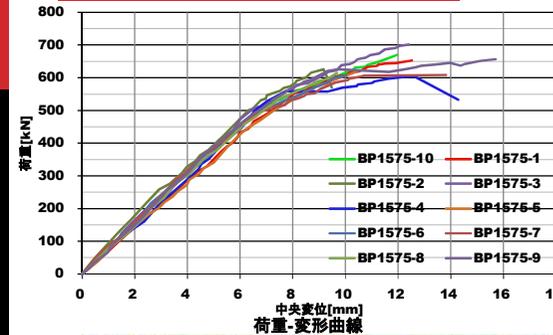
DG1: スパン中央部の上下方向変位

DG2, DG3: 支持部の上下方向変位

変位: $\delta = DG1 - (DG2 + DG3) \div 2$

15

一点载荷せん断試験



最大荷重, せん断弾性係数一覧(BP1575)

試験体番号	P_{max} [kN]	F_s [N/mm ²]	G [kN/mm ²]	破壊性状
1	653	4.4	0.8	加力点のめり込みが大きく、試験終了
2	626	4.2	1.1	加力点のめり込みが大きく、試験終了
3	701	4.7	0.9	接着境界面近傍での木材年輪境界面の割れ
4	605	4.0	0.8	接着境界面近傍での木材年輪境界面の割れ及び最下端位置での割れ
5	619	4.1	0.7	接着境界面近傍での木材年輪境界面の割れ
6	606	4.0	1.0	加力点のめり込みが大きく、試験終了
7	608	4.1	0.9	接着境界面近傍での木材年輪境界面の割れ
8	614	4.1	0.9	接着境界面近傍での木材年輪境界面の割れ
9	657	4.4	1.1	接着境界面近傍での木材年輪境界面の割れ
10	669	4.5	0.9	接着境界面近傍での木材年輪境界面の割れ
平均値	636	4.2	0.9	
標準偏差	31	0.2	0.1	
変動係数	0.05	0.05	0.13	
50%下限値	629	4.2	0.9	
95%下限値	571	3.8	0.7	



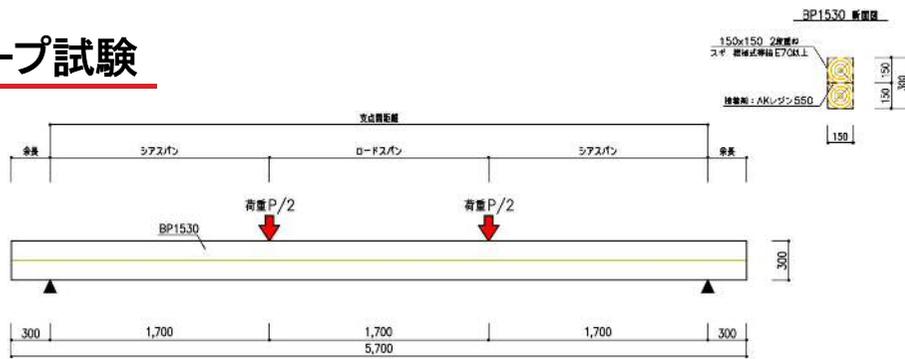
試験後の状況



試験後の状況

16

クリープ試験



● 3体のサイドマッチング試験により

錘の重量を決定する。

● 錘重量 $P = P_{max} \times 2/3 \times K1 \times K2$

P_{max} : 曲げ試験の平均最大荷重

$K1$: 含水率の調整係数 ($K1=1.0$)

$K2$: 荷重継続時間の調整係数 ($K2=1.1/2$)

● 測定時間一覧【告示】

1分 ⇒ 5分 ⇒ 10分 ⇒ 100分

⇒ 500分 ⇒ 24時間毎

⇒ 5週間以上 (2カ月程度)

クリープ試験

● クリープ調整係数の算出結果

$e = 0.0298$

$f = -0.0232$

$t50 = 26280000$ (分)

$10^e = 1.071$

$t50^f = 0.673$

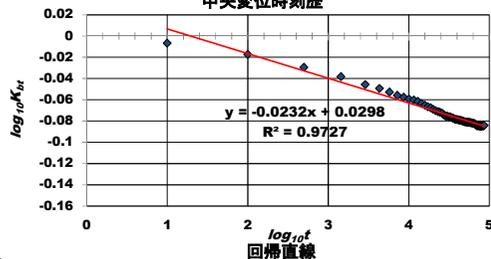
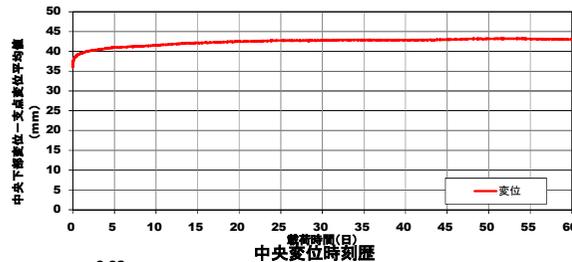
$Kb = 0.721$

Kb : 荷重継続時間50年相当のクリープ係数

e : 回帰直線の切片, f : 回帰直線の傾き

$t50$: 50年分の時間

クリープ試験の結果, 製材のクリープ係数の $Kb=0.5$ を上回った。



試験中の状況

1.5 BP材の構造設計

適用部位

横架材だけでなく, 柱にも採用可能

● 乾燥環境の構造耐力上主要な箇所

「乾燥環境」は常時湿潤環境および断続的湿潤環境でない箇所。

基準材料強度, 基準弾性係数

樹種	圧縮強さ F_c (N/mm ²)	引張強さ F_t (N/mm ²)	曲げ強さ F_b (弱軸) (N/mm ²)	曲げ強さ F_b (強軸) (N/mm ²)	せん断強さ F_s (N/mm ²)	めりこみ強さ F_{cv} (N/mm ²)	曲げ弾性係数 E_b (kN/mm ²)	せん断弾性係数 G (kN/mm ²)
スギ BP材	23.4	17.4	29.4	27.9	1.8	6.0	6.2	$E_b/15$
ヒノキ BP材	31.2	23.4	38.4	28.6	2.1	7.8	8.0	$E_b/15$

F_b (強軸), E_b 以外は, スギE70製材又はヒノキE110製材と同値

寸法効果係数 K_z

曲げ強度に対する低減係数

● 曲げ強さ(強軸)に対する断面寸法効果の影響を考慮する。

$$K_z = (h_0 \div h)^k$$

h : 部材のせい, h_0 : 標準材せい **300mm**,

k : 実験定数 **1/9**

スギ 120角		スギ 150角		ヒノキ 105角		ヒノキ 120角	
製品名	K_z	製品名	K_z	製品名	K_z	製品名	K_z
BP1224	1.00	BP1530	1.00	HBP1021	1.00	HBP1224	1.00
BP1236	0.98	BP1545	0.96	HBP1031	0.99	HBP1236	0.98
BP1248	0.95	BP1560	0.93	HBP1042	0.96	HBP1248	0.95
BP1260	0.93	BP1575	0.90	HBP1052	0.94	HBP1260	0.93

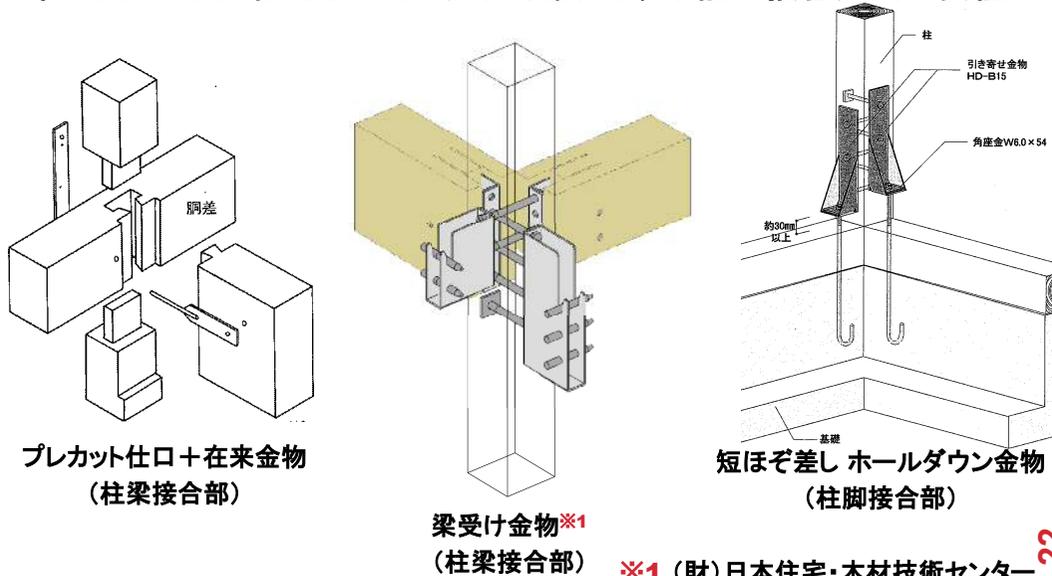
諸係数の考慮(大臣認定書より)

- 含水率 : **18%**以下
 - 含水率の調整係数 : **1.0**
 - 使用環境 : **乾燥環境(使用環境区分 : C)**
 - 荷重継続時間の調整係数 : **0.55**
 - クリープの調整係数 : **0.5**
 - 事故的な水掛かりを考慮した調整係数
 $F_b:1.0, E_b:1.0, F_s:1.0, G:1.0, F_{cv}:1.0$
 - 接着耐久性に関する強さの残存率 : **0.5**以上
 - 防腐処理による力学特性の低下率 : **1.0***1
- *1** 加圧注入による防腐処理を行う場合、認定外品となる。

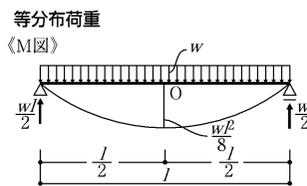
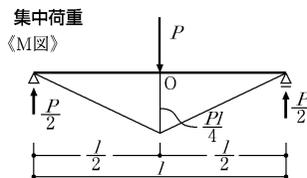
BP材と在来軸組構法

在来軸組工法接合部

◆柱**150x150** 梁**150x450**以下であれば、下記の接合方式が安価



在来軸組構法へBP材を使用する際の試算



単純梁モデル

たわみ量の制限

$\delta \times$ 変形増大係数 \leq 制限比 \times 部材長 l

変形増大係数:**2** (積雪時は**1**)

たわみ制限比の推奨値*2

部位	長期 (常時)	短期 (積雪時)	長期 (積雪時)
床面に用いる横架材	1/300 かつ 20mm	1/225	1/300
その他(屋根等)に用いる横架材	1/200	1/150	1/200

***2** 木造軸組工法住宅の許容応力度設計(2017年版)
:(財)日本住宅・木材技術センター

在来軸組構法へBP材を使用する際の試算

荷重条件

積載荷重

屋根 : 非歩行屋根
[床・小梁:**1000**, 架構:**0**, 地震:**0**]

2・3階床 : 事務室
[床・小梁:**2900**, 架構:**1800**, 地震:**800**]

固定荷重

床名称	各部名称	重量 (N/m ²)
屋根	コロンアル葺(下地, 垂木)	300
	構造用合板 $t=12\text{mm}$	100
	小屋組	300
	天井 (耐火仕様)	600
合計		1,300
2・3階	仕上げ(根太, 下地を含)	350
	石膏ボード $t=21\text{mm} \times 2$	400
	構造用合板 $t=15\text{mm}$	100
	床組	450
床廊下	天井 (耐火仕様)	600
	合計	1,900

最大スパンの試算

屋根 横架材をBP1575@2.0m
部材長 $l = 13.40\text{m}$ のとき

$\sigma_b / F_b = 0.45, \sigma_s / F_s = 0.44$
中央たわみ = 33.4mm (1/401)

2・3階床 横架材をBP1575@2.0m
部材長 $l = 8.25\text{m}$ のとき

$\sigma_b / F_b = 0.48, \sigma_s / F_s = 0.77$
中央たわみ = 13.7mm (1/604)

部材の寸法は中央たわみで決まることが多い

これまでの取り組みと今後の展望① | BP材の普及に向けて

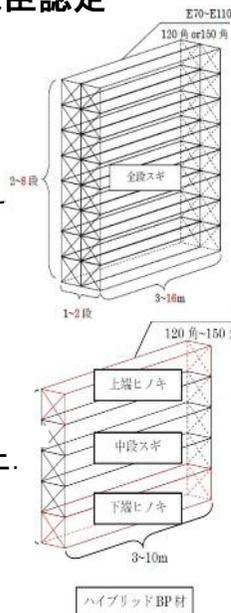
- CLEAR!** ① スギBP材2・3段(重ね)国交省大臣認定
120・150角の 2・3 段重ねで 3m・4m・6m のBP材
- CLEAR!** ② スギBP材2・3・4・5段(重ね)国交省大臣認定(拡張認定)
120・150角の 2・3・4・5 段重ねで3~10mまでのBP材
- CLEAR!** ③ BP材+TKS構法モデルプランの一般評定
「BP材を用いた一方向ラーメン構造の一般評定」取得
- CLEAR!** ④ ヒノキBP材2・3・4・5段(重ね)国交省大臣認定(拡張認定)
105・120角の 2・3・4・5 段重ねで3~10mまでのBP材

設計自由度が広がり、確認申請手続きが容易になることでBP材の採用が増加し、様々な建築における地域産材活用が期待される!

これまでの取り組みと今後の展望② | BP材の普及に向けて

- 申請中!** ⑤ 150角ヒノキBP材2・3・4・5段(重ね) 国交省大臣認定
- 燃焼中!** ⑥ 防耐火設計への対応 (耐火建築物へBP材採用)
- 実施中!** ⑦ 重ね材に対するJAS規格
品質の高いBP材製造と全国(世界)の安定供給を目指す
- 実施中!** ⑧ BP材 部材寸法の拡張(重ね段数・束ね)
断面性能の向上、断面寸法やスパン増大によって、より大規模な建築への採用も可能となる。
- 計画中!** ⑨ BP材 使用材料の拡張(ハイブリッドBP材の開発)
樹種を組み合わせることで強度・材の性能安定性が向上、より細い材の使用が実現できる。

様々な場面での使用に対応できるBP材へ!



終り



最後まで御覧頂きまして、ありがとうございます。
本説明資料の不明な点や、実施設計案件に関する御相談は、
日本BP材協会へお問い合わせください。

(一社)日本BP材協会
(Japan Binding Piling Timber Association)

Tel : 03 - 6435 - 6370
Fax : 03 - 3433 - 1390