令和７年度　ＣＬＴ・ＬＶＬ等の建築物への利用環境整備事業のうち
ＣＬＴ・ＬＶＬ等を活用した建築物の低コスト化の推進のうち大径材の加工・利用等の技術開発・普及事業

表層圧密技術を活用した、針葉樹大径材の新たな領域への展開のための基礎データの取得及び製品別検証

事業報告書

2026 年 3 月

ナイス株式会社
一般社団法人木と住まい研究協会

目　次

第 1 章　　本事業の概要 4

1.1　事業目的 4

1.2　事業の実施内容 4

1.3　事業の実施体制 5

1.4　本事業の委員会等の開催日及び場所 5

第 2 章　　圧縮率ごとに物性をデータベース化し標準・規格化する。 6

2.1　目的及び試験計画の概要 6

2.2　密度分布測定 7

2.3　寸法安定性試験 12

2.4　ブリネル硬さ試験 25

2.5　ねじ引抜試験 29

2.6　曲げクリープ試験 31

2.7　曲げ試験 32

第 3 章　　利用用途に応じた圧密材の物性試験 36

3.1　トラック床材への利用の検討 36

3.2　ダンネージ材への利用の検討 58

第 4 章　表層圧密材を使用した構造用集成材の検証 65

4.1　背景と目的 65

4.2　試験概要 66

第 5 章　品質課題の検証 82

5.1　背景と目的 82

5.2　試験概要 82

第 6 章　建築・建材展への出展 85

6.1　展示会概要 85

6.2　展示概要 85

6.3　得られた効果 86

本事業の概要

1.1　事業目的

我が国の人工林は高齢樹林の割合が多く、スギ大径材の利用促進は木材自給率の向上、木材資源の持続的利用による温暖化ガスの排出削減、林業の活性化にとって重要な課題である。

2017 年より、針葉樹の大径木の中でも特に需要が減りその価値が下がっているスギの A 材を表層圧密加工した表層圧密材を開発・普及活動を進めてきた。一般的に軟らかいとされる針葉樹の表裏層部を特に高密度化することで、素材としての硬さや強度を向上させた上で、一般的な無垢材と比べて形状安定性を高めた材となっている。一方で材の中心部分は針葉樹本来の柔らかさが残っているので、表面の硬さと比べて軽いという特徴を併せ持っている。表層圧密材はこれまでは、床材やフリー板、デッキ材といった主に仕上げ材としての建築材料を中心に展開してきた。しかし使用用途によって求められる性能は異なるため、それに対応するデータの整備が必要になっている。また、圧密成型することで材は高密度化し強度は確実に向上することから、構造材としての表層圧密材の活用も期待ができる。

さらに昨今では、クリーンウッド法の厳密化や、海外産の広葉樹・ハードウッドの高騰、資源の希少化などの影響により、これまで輸入されてきた熱帯材・南洋材等のハードウッドや、広葉樹の代替を探す動きが出ている。例えば、トレーラーの荷台床板や船の荷物の敷材であるダンネージに使用されている南洋材のアピトン、あるいは、家具材に使用されているブラックウォールナットやホワイトオークなどを表層圧密材に代替できれば、海外も視野に入れた市場の拡大が期待できる。

こうした背景を踏まえ、本事業では、表層圧密材の性能データを整備し様々な用途への対応を容易にすることで、表層圧密技術により大径材の高付加価値化をさらに推し進め、建築住宅分野のみらならず、新領域分野での使用を目指すことで、国産材の需要拡大と持続可能な森林循環の確立を目指す。

1.2　事業の実施内容

本事業は事業内容として、下記の項目を行った。

【1】　圧縮率ごとに物性をデータベース化し標準・規格化する。

【2】　利用用途に応じた圧密材の物性試験（トラック床板用、ダンネージ用）

【3】　表層圧密材を使用した構造用集成材の検証

【4】　品質課題の検証

【5】　展示会を通じた普及啓発

1.3　事業の実施体制

以下の実施体制のもと、本事業を行った。

■検討委員（敬称略）

東京大学名誉教授　有馬　孝禮（構造材）

秋田県立大学　木材高度加工研究所　教授　足立　幸司（データベース）

広島工業大学　建築デザイン学科　教授　森田　秀樹（構造材）

宮崎県木材利用技術センター　木材加工部　副部長　荒木　博章（構造材）

■事業実施者（所属は 2026 年 3 月現在のもの）

一般社団法人　木と住まい研究協会	専務理事	宮代　博幸
ナイス株式会社　脱プラ・木質化 R&D センター	センター長	青木　良篤
		岩本　景子
		友松　亮介
		中野　明日香（経理担当）

1.4　本事業の委員会等の開催日及び場所

・第 1 回委員会（構造材）

開催日時：2025 年 10 月 7 日（火）　10：00～11：30

開催場所：オンラインにて

・第 2 回委員会（構造材）

開催日時：2026 年 3 月 30 日（月）　13：30～15：00

開催場所：オンラインにて

・データベース検討委員会

開催日時：2026 年 1 月 16 日（金）　10:00~11:30

開催場所：秋田県立大学　木材高度加工研究所

第2章　圧縮率ごとに物性をデータベース化し標準・規格化する。

2.1　目的及び試験計画の概要

2.1.1 目的

圧縮率と木取を変えた表層圧密材の物性試験を行い、利用用途に応じて求められる性能値をデータベース化し、標準規格化することを目指した。それにより、建築分野のみならず、トラック床板といった自動車パーツや、家具材などといった、これまで熱帯材、南洋材等のハードウッド、輸入広葉樹、及び合成樹脂素材等の異素材が使用されていた分野の材料を針葉樹材に置き換え、針葉樹の需要拡大を目的とする。

2.1.2 試験体

圧縮率と木取りを変えた圧密材及び無圧密材を長さ 4000ｍｍで試作し、試験に供した。
表 1 に試験体の圧縮率、木取り位置及び寸法を示す。

表 1　試験体の一覧

圧縮率	樹種	木取 全て芯去	数量	仕上厚	仕上幅	試験体番号	
約60%	スギ	赤身	10	25	220	A-70-25	①~⑩
	スギ	源平	10	25	300	G-70-25	①~⑩
	スギ	源平	9	35	300	G-95-35	①~⑨
約50%	スギ	赤身	10	25	220	A-60-25	①~⑩
	スギ	源平	10	25	300	G-60-25	①~⑩
	スギ	源平	9	35	300	G-85-35	①~⑨
約40%	スギ	赤身	10	25	220	A-50-25	①~⑩
	スギ	源平	10	25	300	G-50-25	①~⑩
	スギ	源平	10	35	300	G-70-35	①~⑩
0%	スギ	赤身	10	25	220	A-25	①~⑩
0%	スギ	源平	10	25	300	G-25	①~⑩
0%	スギ	源平	10	35	300	G-35	①~⑩

2.1.3 実施試験項目

物性値のデータベース化のために以下の試験項目を行った。
・密度分布測定
・寸法安定性（環境試験）
・ブリネル硬さ
・ねじ引抜
・曲げクリープ
・曲げ強度

2.2　密度分布測定

2.2.1　目的

表層圧密処理を施したスギの圧密変化を測定し、表面から内部への密度傾斜を定量化することで、圧縮による高密度化の範囲や均一性を無圧密材との比較から明らかにする。

2.2.2　試験体

表 2 に試験体と密度の一覧を示す。

表 2　密度分布試験体一覧

試験体番号		圧縮率	成型寸法（㎜）圧縮前→圧縮後	仕上厚（mm）	樹種	木取
A-25	①-⑩	0%	―	25	スギ	赤身
A-50-25	①-⑩	40%	50→30	25	スギ	赤身
A-60-25	①-⑩	50%	60→30	25	スギ	赤身
A-70-25	①-⑩	57%	70→30	25	スギ	赤身
G-25	②-⑤	0%	―	25	スギ	源平
G-50-25	②-⑩	40%	50→30	25	スギ	源平
G-60-25	②-⑩	50%	60→30	25	スギ	源平
G-70-25	②-⑩	57%	70→30	25	スギ	源平
G-70-35	①-⑩	43%	70→40	35	スギ	源平
G-85-35	①-⑨	53%	85→40	35	スギ	源平
G-95-35	①-⑨	58%	95→40	35	スギ	源平

2.2.3　方法

試料は恒温恒湿室（気温 20℃±2℃、相対湿度 50%±5%）にて約 5 日間調湿した。軟 X 線写真撮影装置（ソフテックス）を用いて撮影を行い、デジタル X 線センサー（NAOMI NX-04H）により画像を取得した。試料および標準吸収体を X 線センサー上に配置し、撮影台に静置した。標準吸収体は密度が既知の段階構造を有し、軟 X 線画像の濃度値を密度へ換算するための基準として用いた。撮影条件は管電圧 20 kVp、管電流 14 mA、照射時間 1.6 s とした。

軟 X 線デンシメトリー法は、軟 X 線画像の濃淡を容積密度に換算して密度を算出する方法である。取得した画像を用い、WinDENDRO Density 2021 年輪解析プログラム（Regent Instruments, Quebec, Canada）により密度を測定した。測定幅は 20 mm とし、測定パスは圧縮面に対して垂直となるように設定した。各試験体につき 3 本の測定パスを設定し、1 mm 間隔で密度を測定した。

2.2.4　結果

表 3～表 6 に密度分布測定の測定結果を示す。表層圧密指標, Surface densification index (SDI)：厚さ方向の密度分布に基づき、試験体の両表層部と中央部の密度差を全体平均密度で正規化した指

標を「表層圧密指標」と定義。本指標は、表層における圧密の集中度を表す無次元量であり、値が大きいほど表層部の密度が内部に比べて高く、表層の選択的圧密化が顕著であることを示す。なお、詳細は別紙のとおり。

表 3　密度及び表層圧密指標

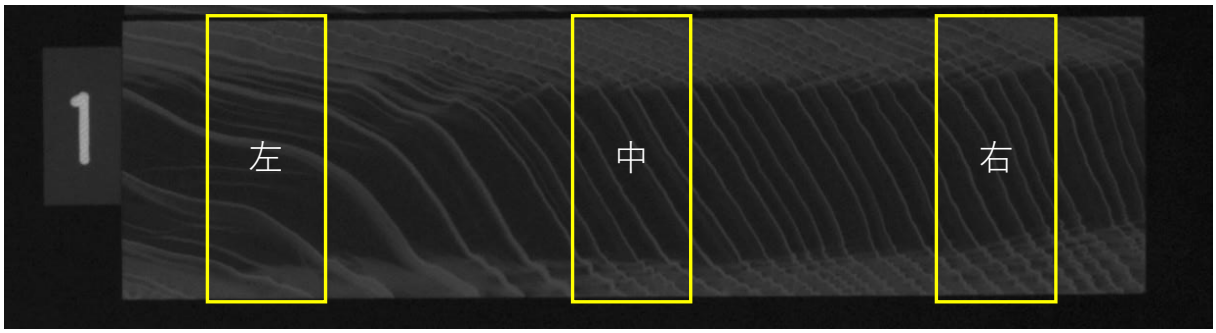
試験体番号	密度（kg/㎥）	平均密度（g/㎤）	表層圧密指標
A25 ①	392	426	0.01
②	496		-0.04
③	458		0.01
④	478		-0.05
⑤	424		0.04
⑥	347		0.04
⑦	417		0.01
⑧	424		-0.04
⑨	426		-0.08
⑩	396		0.00
A50-25①	427	470	0.52
②	479		0.39
③	504		0.51
④	413		0.44
⑤	416		0.52
⑥	402		0.44
⑦	621		0.26
⑧	466		0.55
⑨	445		0.40
⑩	525		0.41
A60-25①	568	635	0.27
②	555		0.36
③	630		0.38
④	606		0.41
⑤	683		0.28
⑥	666		0.21
⑦	612		0.25
⑧	717		0.30
⑨	645		0.33
⑩	664		0.31
A70-25①	738	706	0.26
②	748		0.13
③	732		0.14
④	649		0.38
⑤	682		0.36
⑥	867		0.14
⑦	854		0.14
⑧	502		0.45
⑨	765		0.25
⑩	520		0.47

試験体番号	密度（kg/㎥）	平均密度（g/㎤）	表層圧密指標
G25 ①	-	369	0.00
②	469		0.02
③	334		-0.03
④	335		0.04
⑤	338		-0.11
G50-25①	-	494	-
②	463		0.32
③	446		0.48
④	454		0.54
⑤	495		0.25
⑥	512		0.34
⑦	614		0.49
⑧	510		0.39
⑨	413		0.48
⑩	538		0.47
G60-25①	-	585	-
②	400		0.59
③	571		0.71
④	638		0.54
⑤	592		0.50
⑥	562		0.26
⑦	679		0.30
⑧	600		0.46
⑨	678		0.38
⑩	548		0.58
G70-25①	-	760	-
②	592		0.53
③	751		0.30
④	705		0.27
⑤	785		0.20
⑥	718		0.39
⑦	799		0.17
⑧	990		0.13
⑨	620		0.53
⑩	884		0.25

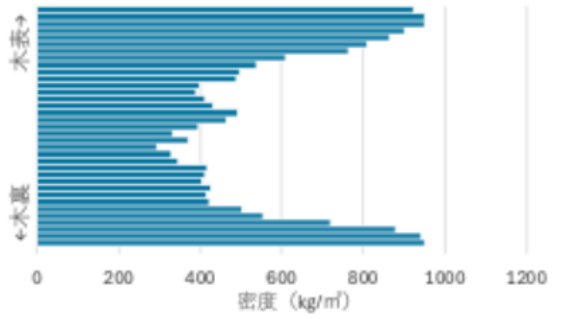
試験体番号	密度（kg/㎥）	平均密度（g/㎤）	表層圧密指標
G70-35①	541	552	0.75
②	452		0.56
③	686		0.30
④	546		0.33
⑤	583		0.44
⑥	575		0.46
⑦	582		0.64
⑧	565		0.59
⑨	528		0.61
⑩	457		0.59
G85-35①	637	696	0.28
②	801		0.23
③	663		0.41
④	642		0.27
⑤	626		0.40
⑥	671		0.28
⑦	708		0.39
⑧	816		0.30
⑨	702		0.58
G95-35①	840	862	-0.01
②	799		-0.01
③	902		-0.06
④	827		-0.07
⑤	911		-0.11
⑥	1035		-0.22
⑦	899		-0.11
⑧	709		0.37
⑨	833		0.04

表 4　43%圧縮密度分布測定結果

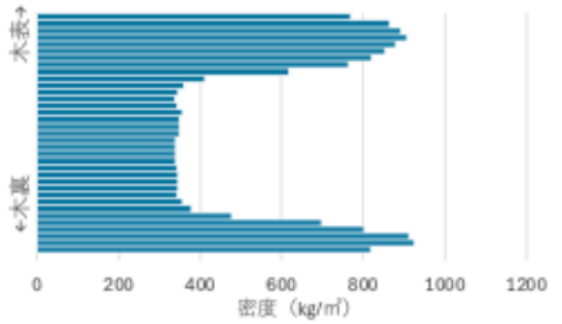
試験体番号	圧縮率	成形寸法	仕上厚(mm)	密度(kg/m3)
G70-35　①	43%	70-40	35	541



左



中



右

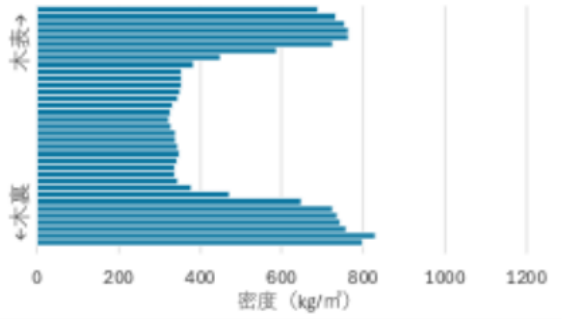
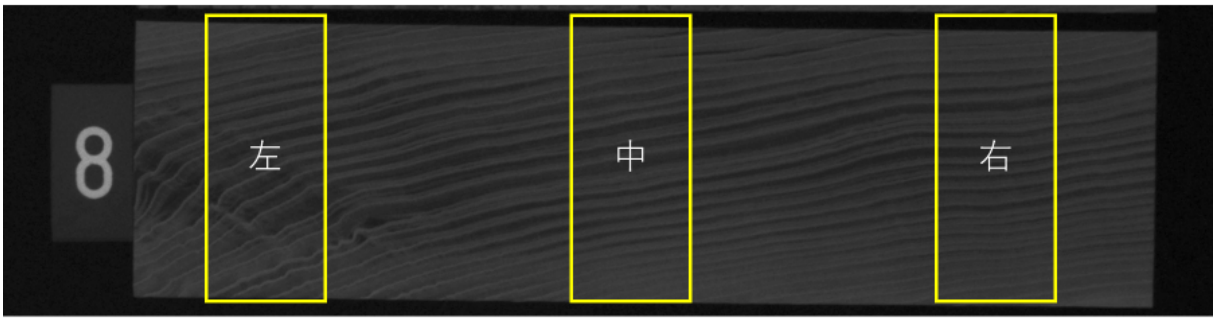
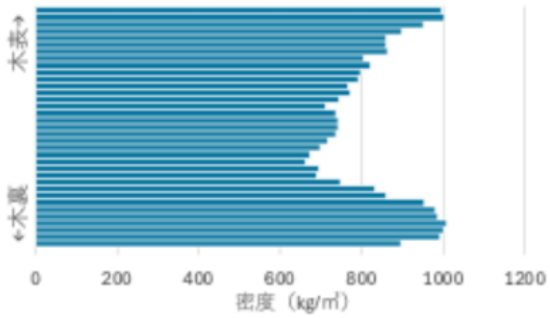


表 5　53%圧縮密度分布測定結果

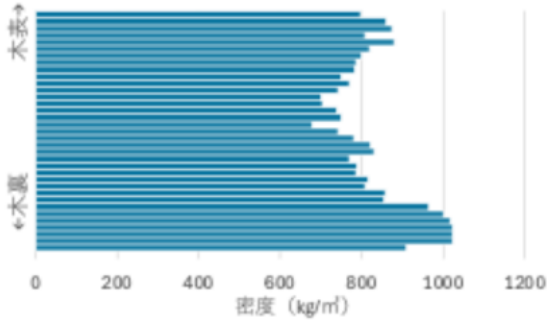
試験体番号	圧縮率	成形寸法	仕上厚(mm)	密度(kg/m3)
G85-35　⑧	53%	85-40	35	816



左



中



右

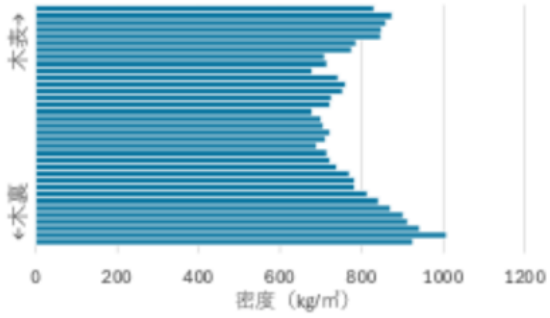
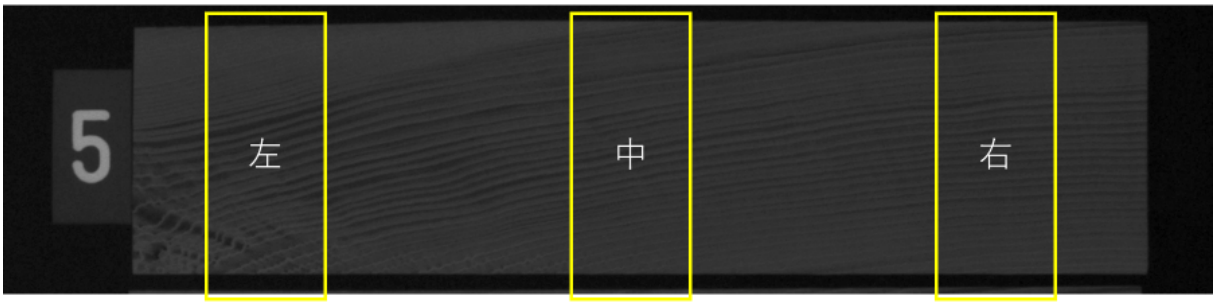
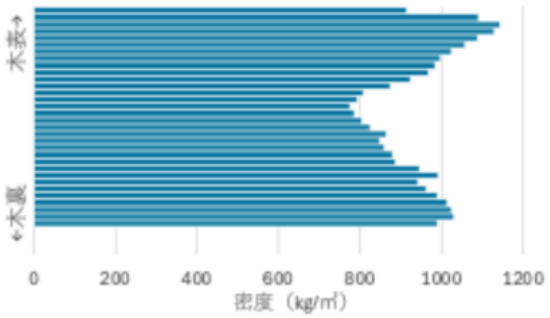


表 6　58%圧縮密度分布測定結果

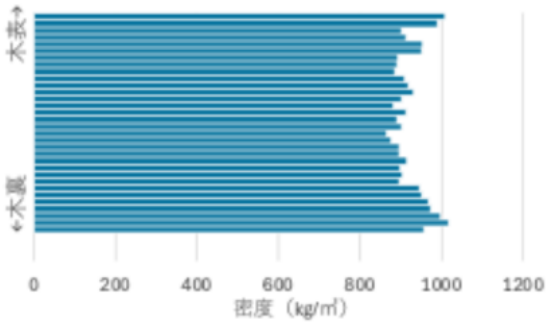
試験体番号	圧縮率	成形寸法	仕上厚(mm)	密度(kg/m3)
G95-35　⑤	58%	95-40	35	911



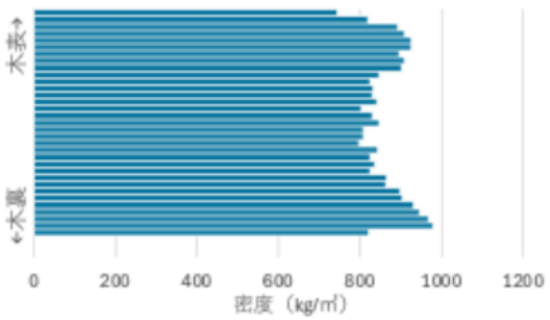
左



中



右



2.3　寸法安定性試験

2.3.1　目的

表層圧密処理を施したスギ材の周辺の温湿度変化に対する膨張・収縮の抑制効果を検証し、実用環境下における形状維持性能と寸法安定性を無圧密材との比較から明らかにする。

2.3.2　試験体

表 7 に試験体の一覧を示す。1 試験体から 1 枚を使用。

表 7　寸法安定性試験体一覧

試験体番号		試験体数	試験体寸法
A-70-25	①~⑤	5	T25*W220*L1000
G-70-25	①~⑤	5	T25*W220*L1000
G-95-35	①~⑤	5	T30*W300*L1000
A-60-25	①~⑤	5	T25*W220*L1000
G-60-25	①~⑤	5	T25*W220*L1000
G-85-35	①~⑤	5	T30*W300*L1000
A-50-25	①~⑤	5	T25*W220*L1000
G-50-25	①~⑤	5	T25*W220*L1000
G-70-35	①~⑤	5	T30*W300*L1000
A-25	①~⑤	5	T25*W220*L1000
G-25	①~⑤	5	T25*W220*L1000
G-35	①~⑤	5	T30*W300*L1000
	合計	60	

2.3.3　方法

試験体に温湿度負荷を与える環境試験を実施した。温湿度設定及び保持時間は次の通りである。
温湿度設定及び保持時間（ステップ①→ステップ⑤)
ステップ①：温度 20℃・湿度 65%RH,24H
ステップ②：温度 40℃・湿度 80%RH,48H
ステップ③：温度 20℃・湿度 65%RH,24H
ステップ④：温度 40℃・湿度 30%RH48H
ステップ⑤：温度 20℃・湿度 65%RH24H

図 1 に標点の位置を示す。標点間長さの測定には曲尺またはコンベックス、標点における厚さの測定にはノギスを用いた。測定は各ステップ終了後の 5 回実施した。
測定箇所は以下とした。評点の位置は図 1 を参照のこと。
幅方向 3 か所　　AG,BF,CE
長さ方向 1 か所　HD
厚み方向 3 か所　A,B,C

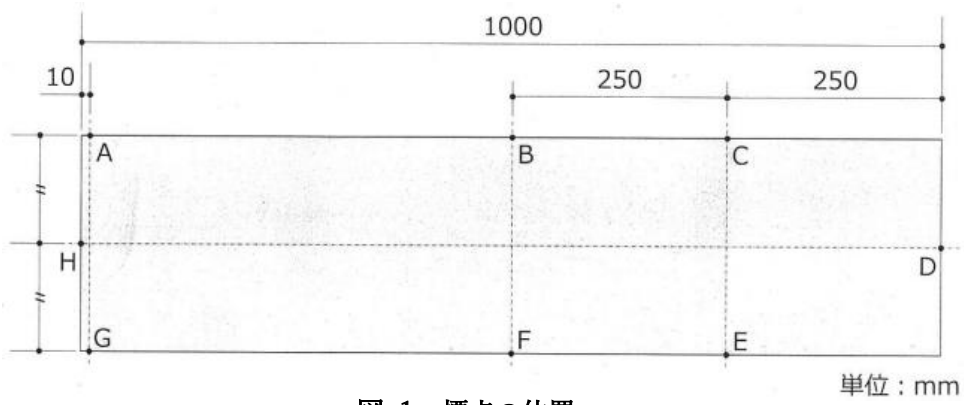


図 1　標点の位置

2.3.4　結果

表 8～表 17 に各ステップ後の長さ及び厚さの測定結果を示す。また図 2～図 5 に平均変化率のグラフを示す。

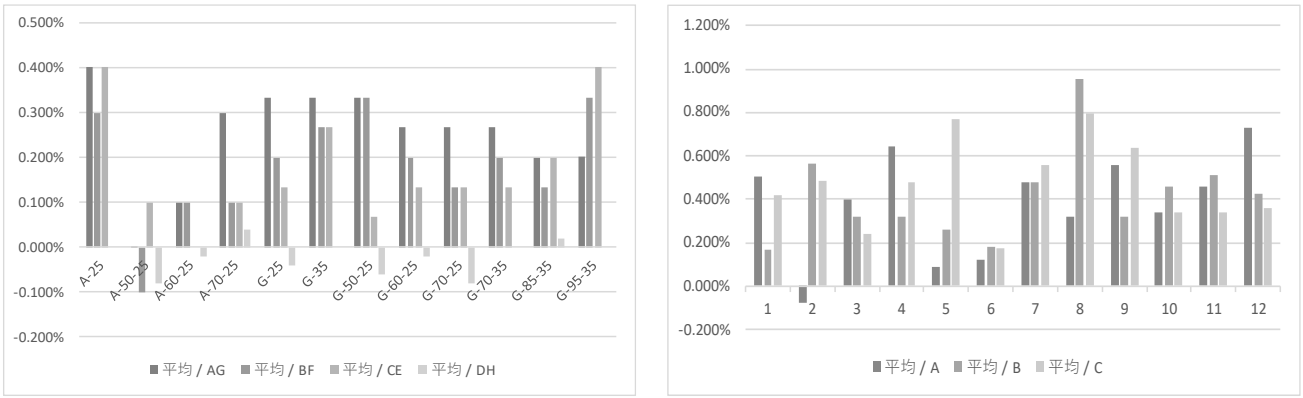


図 3　平均変化率（ステップ② ―ステップ①）
（左：幅・長さ、右：厚み）

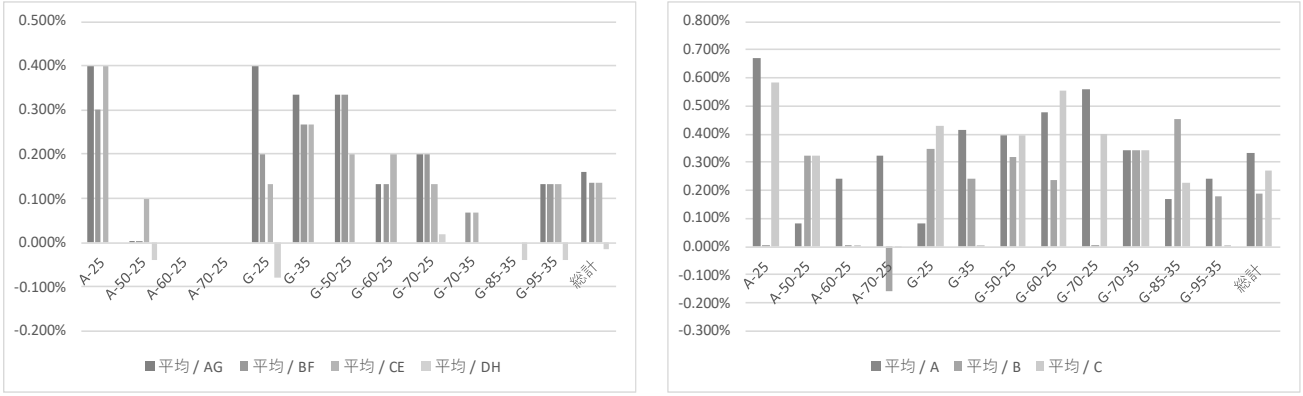
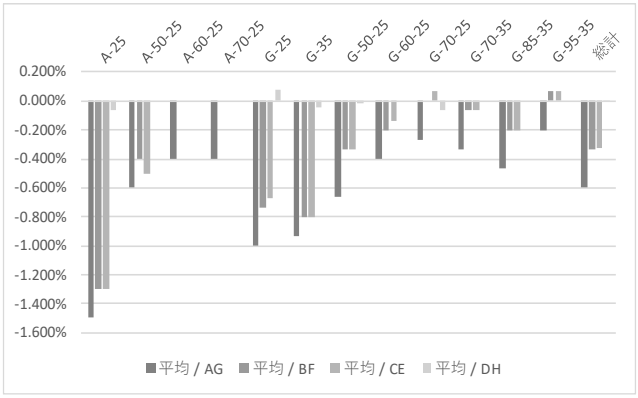


図 2　平均変化率（ステップ③ ―ステップ①）
（左：幅・長さ、右：厚み）



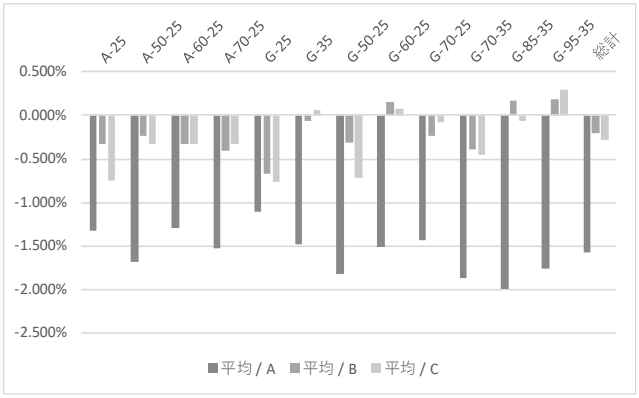
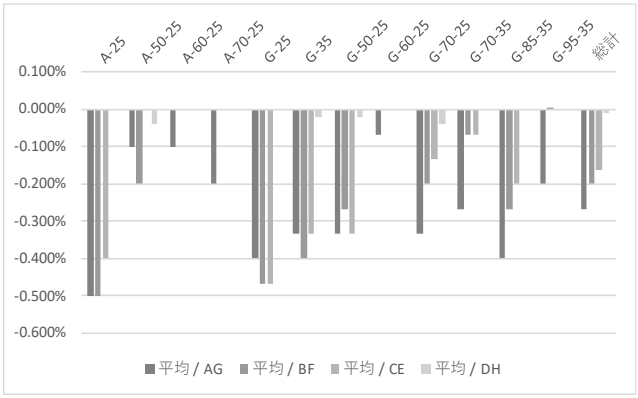


図 4　平均変化率（ステップ④ ―ステップ③）
（左：幅・長さ、右：厚み）



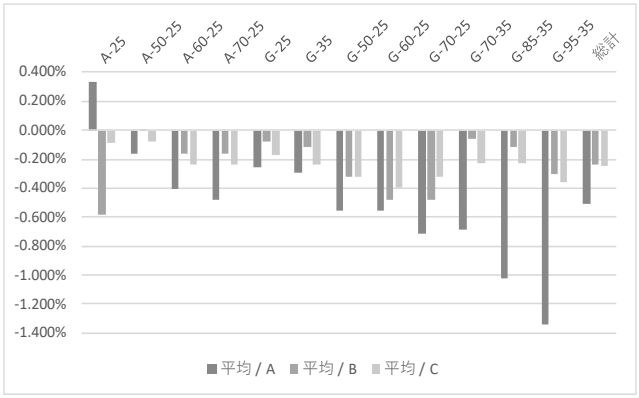


図 5　平均変化率（ステップ⑤ ―ステップ①）（左：幅・長さ、右：厚み）

表 8　長さ及び厚さの測定結果（ステップ①後、その１）

試験体番号		長さ [mm]				厚さ [mm]		
		AG	BF	CE	DH	A	B	C
A-70-25	①	200	200	200	1000	24.9	25.0	24.9
	②	200	200	200	1000	24.8	24.9	24.9
	③	200	200	200	1000	24.6	24.7	24.8
	④	200	200	200	1000	24.9	25.0	25.0
	⑤	200	200	200	1000	25.1	25.1	25.2
G-70-25	①	300	300	299	1000	25.1	25.0	24.9
	②	300	300	300	1001	25.0	25.1	25.1
	③	300	300	300	1001	25.1	25.1	25.1
	④	300	300	300	1001	25.0	25.1	25.1
	⑤	300	300	300	1001	25.1	25.2	25.0
G-95-35	①	300	300	300	1000	33.0	33.0	33.0
	②	299	299	300	1000	33.0	33.1	33.2
	③	300	300	300	1000	33.1	32.8	33.2
	④	299	299	299	1000	32.9	33.2	33.2
	⑤	300	300	299	1000	32.7	33.0	33.0
A-60-25	①	200	200	200	1000	24.9	24.9	24.9
	②	200	200	200	1000	24.8	24.8	24.8
	③	200	200	200	1000	24.9	24.9	24.7
	④	200	200	200	1000	24.9	25.0	25.0
	⑤	200	200	200	1000	24.8	25.0	25.0
G-60-25	①	300	300	300	1000	25.0	25.1	25.0
	②	300	300	300	1000	25.0	25.1	25.1
	③	300	300	300	1000	25.1	25.1	25.2
	④	300	300	299	1000	25.0	25.2	25.2
	⑤	299	299	299	1000	25.1	25.1	25.2
G-85-35	①	300	300	300	1000	35.0	35.3	35.2
	②	300	300	300	1000	35.1	35.0	35.1
	③	300	300	300	1000	35.2	35.2	35.2
	④	300	300	300	1000	35.1	35.1	35.0
	⑤	300	300	300	1000	35.1	35.1	35.0

表 9　長さ及び厚さの測定結果（ステップ①後、その２）

試験体番号		長さ [mm]				厚さ [mm]		
		AG	BF	CE	DH	A	B	C
A-50-25	①	200	200	200	1000	24.9	24.8	24.8
	②	200	200	200	1000	25.1	25.0	25.0
	③	200	201	200	1001	25.0	24.9	24.8
	④	200	200	200	1000	25.0	24.8	24.8
	⑤	201	201	200	1001	24.9	24.9	24.9
G-50-25	①	300	300	300	1001	25.2	25.2	25.2
	②	300	300	300	1001	25.1	25.1	25.1
	③	300	300	300	1000	25.1	25.1	25.1
	④	300	300	300	1000	25.1	25.1	25.1
	⑤	300	300	300	1000	25.1	25.2	25.2
G-70-35	①	300	300	300	1000	35.3	35.1	35.1
	②	300	300	300	1000	35.1	35.0	35.1
	③	300	300	300	1000	35.2	35.1	35.2
	④	300	300	300	1000	35.1	35.2	35.2
	⑤	300	300	300	1000	35.2	35.1	35.1
A-25	①	200	200	200	1000	23.9	24.1	24.0
	②	200	200	200	1000	23.8	24.0	23.9
	③	200	200	200	1000	24.0	24.1	23.8
	④	200	200	200	1000	23.7	24.2	24.0
	⑤	199	200	199	1000	23.9	24.2	24.1
G-25	①	300	300	300	1000	23.8	23.6	23.5
	②	300	300	300	1000	23.4	22.5	23.0
	③	301	301	301	1000	23.5	23.6	23.6
	④	299	299	299	1000	23.5	23.7	23.9
	⑤	299	299	299	1000	23.7	23.8	23.7
G-35	①	300	300	300	1000	33.2	33.1	33.6
	②	300	300	300	1000	33.7	33.3	33.6
	③	301	301	300	1000	32.9	32.4	32.6
	④	299	299	300	1000	34.2	34.0	34.3
	⑤	299	300	299	1000	34.3	33.8	34.1

表 10　長さ及び厚さの測定結果（ステップ②後、その 1）

試験体番号		長さ [mm]				厚さ [mm]		
		AG	BF	CE	DH	A	B	C
A-70-25	①	200	200	200	1001	25.0	25.0	25.1
	②	201	200	200	1000	25.0	24.9	24.9
	③	201	200	200	1000	24.7	24.8	24.9
	④	201	201	201	1001	25.1	25.1	25.1
	⑤	200	200	200	1000	25.3	25.3	25.4
G-70-25	①	300	300	300	1000	25.2	25.1	25.2
	②	301	300	300	1000	25.2	25.2	25.2
	③	301	301	301	1000	25.2	25.2	25.2
	④	301	300	300	1000	25.2	25.2	25.2
	⑤	301	301	300	1000	25.2	25.2	25.2
G-95-35	①	301	301	301	1000	33.2	33.1	33.1
	②	300	300	301	1000	33.2	33.3	33.2
	③	300	301	301	1000	33.5	32.9	33.3
	④	300	301	300	1000	33.2	33.3	33.4
	⑤	300	300	301	1000	32.8	33.2	33.2
A-60-25	①	200	200	200	1000	25.0	25.0	25.0
	②	200	200	200	999	24.9	24.9	24.9
	③	201	201	200	1000	25.0	25.0	24.8
	④	200	200	200	1000	25.0	25.0	24.9
	⑤	200	200	200	1000	24.9	25.1	25.1
G-60-25	①	301	300	300	1000	25.1	25.2	25.2
	②	301	301	300	999	25.1	25.2	25.3
	③	301	301	300	1000	25.2	25.2	25.2
	④	300	300	300	1000	25.1	25.7	25.6
	⑤	300	300	300	1000	25.1	25.5	25.4
G-85-35	①	300	300	300	1000	35.2	35.4	35.3
	②	301	301	301	1000	35.3	35.2	35.3
	③	301	300	301	1000	35.3	35.4	35.3
	④	300	300	300	1000	35.2	35.3	35.1
	⑤	301	301	301	1001	35.3	35.3	35.1

表 11　長さ及び厚さの測定結果（ステップ②後、その２）

試験体番号		長さ [mm]				厚さ [mm]		
		AG	BF	CE	DH	A	B	C
A-50-25	①	200	200	200	999	24.9	25.0	25.0
	②	200	200	200	999	25.0	25.2	25.1
	③	201	201	201	1000	25.0	25.0	24.9
	④	200	200	200	1000	24.9	24.9	24.9
	⑤	200	200	200	1000	25.0	25.0	25.0
G-50-25	①	301	301	300	1000	25.3	25.2	25.2
	②	301	301	300	1000	25.3	25.3	25.2
	③	301	301	300	1000	25.2	25.3	25.3
	④	301	301	300	1000	25.2	25.2	25.2
	⑤	301	301	301	999	25.2	25.3	25.5
G-70-35	①	301	300	300	1000	35.3	35.2	35.2
	②	301	301	300	1000	35.2	35.1	35.2
	③	301	301	301	1000	35.3	35.3	35.3
	④	300	300	300	1000	35.3	35.4	35.3
	⑤	301	301	301	1000	35.4	35.3	35.3
A-25	①	201	201	201	1000	24.0	24.1	24.0
	②	201	201	201	1000	23.9	24.0	24.1
	③	201	201	201	1000	24.1	24.3	23.9
	④	200	200	200	1000	23.8	24.2	24.2
	⑤	200	200	200	1000	24.1	24.2	24.1
G-25	①	302	301	301	1000	23.8	23.6	23.5
	②	301	301	301	1000	23.5	22.6	23.3
	③	302	302	301	1000	23.5	23.7	23.6
	④	300	299	299	999	23.5	23.8	23.9
	⑤	299	299	299	999	23.7	23.8	24.3
G-35	①	301	301	301	1000	33.2	33.2	33.7
	②	301	301	301	1000	33.8	33.3	33.7
	③	302	302	301	1000	33.0	32.5	32.6
	④	300	300	300	1000	34.2	34.0	34.3
	⑤	300	300	300	1000	34.3	33.9	34.2

表 12　長さ及び厚さの測定結果（ステップ③後、その１）

試験体番号		長さ [mm]				厚さ [mm]		
		AG	BF	CE	DH	A	B	C
A-70-25	①	200	200	200	1000	24.9	24.9	25.0
	②	200	200	200	1000	24.9	24.8	24.9
	③	200	200	200	1000	24.7	24.7	24.7
	④	200	200	200	1000	25.0	24.9	25.0
	⑤	200	200	200	1000	25.2	25.2	25.2
G-70-25	①	300	300	300	1001	25.2	25.1	25.1
	②	300	300	300	1001	25.2	25.1	25.1
	③	301	301	301	1001	25.2	25.1	25.1
	④	301	301	300	1001	25.2	25.1	25.2
	⑤	301	301	300	1001	25.2	25.1	25.2
G-95-35	①	300	300	300	1000	33.0	33.0	33.0
	②	300	300	300	1000	33.1	33.2	33.1
	③	300	300	300	999	33.2	32.8	33.2
	④	300	300	300	999	33.0	33.3	33.2
	⑤	300	300	300	1000	32.8	33.1	33.1
A-60-25	①	200	200	200	1000	24.9	24.9	25.0
	②	200	200	200	1000	24.9	24.9	24.9
	③	200	200	200	1000	25.0	24.9	24.7
	④	200	200	200	1000	24.9	24.9	24.9
	⑤	200	200	200	1000	24.9	25.0	24.9
G-60-25	①	300	300	300	1000	25.1	25.2	25.1
	②	301	301	301	1000	25.1	25.1	25.3
	③	300	300	300	1000	25.2	25.2	25.2
	④	300	300	300	1000	25.2	25.2	25.3
	⑤	300	300	300	1000	25.2	25.2	25.5
G-85-35	①	300	300	300	999	35.1	35.5	35.3
	②	300	300	300	1000	35.1	35.2	35.2
	③	300	300	300	1000	35.2	35.3	35.1
	④	300	300	300	999	35.3	35.3	35.3
	⑤	300	300	300	1000	35.1	35.2	35.0

表 13　長さ及び厚さの測定結果（ステップ③後、その２）

試験体番号		長さ [mm]				厚さ [mm]		
		AG	BF	CE	DH	A	B	C
A-50-25	①	200	200	200	1000	25.0	24.9	24.9
	②	200	201	200	1000	25.1	25.1	25.0
	③	201	201	201	1000	25.0	24.9	25.0
	④	200	200	200	1000	24.9	24.9	24.8
	⑤	200	200	200	1000	25.0	25.0	25.0
G-50-25	①	301	301	301	1001	25.3	25.3	25.3
	②	301	301	300	1001	25.2	25.2	25.2
	③	301	301	301	1000	25.2	25.2	25.2
	④	301	301	300	1000	25.2	25.2	25.2
	⑤	301	301	301	1000	25.2	25.2	25.3
G-70-35	①	300	300	300	1000	35.3	35.2	35.2
	②	300	300	300	1000	35.2	35.1	35.2
	③	300	301	301	1000	35.3	35.2	35.3
	④	300	300	300	1000	35.3	35.3	35.3
	⑤	300	300	300	1000	35.4	35.3	35.3
A-25	①	201	201	201	1000	24.0	24.2	24.1
	②	201	201	201	1000	24.0	24.0	24.0
	③	201	201	201	1000	24.1	24.1	24.1
	④	200	200	200	1000	23.9	24.1	24.1
	⑤	200	200	200	1000	24.1	24.2	24.2
G-25	①	302	301	301	999	23.9	23.7	23.5
	②	301	301	301	1000	23.4	22.7	23.3
	③	302	302	301	999	23.5	23.6	23.8
	④	300	299	299	999	23.5	23.8	23.8
	⑤	300	299	299	999	23.7	23.8	23.8
G-35	①	301	301	301	1000	33.2	33.2	33.7
	②	301	301	301	1000	34.1	33.3	33.6
	③	302	302	301	1000	33.1	32.6	32.6
	④	300	300	300	1000	34.2	34.0	34.2
	⑤	300	300	300	1000	34.4	33.9	34.1

表 14　長さ及び厚さの測定結果（ステップ④後、その１）

試験体番号		長さ [mm]				厚さ [mm]		
		AG	BF	CE	DH	A	B	C
A-70-25	①	200	200	200	1000	24.6	24.9	24.9
	②	199	200	200	1000	24.4	24.7	24.8
	③	199	200	200	1000	24.2	24.6	24.7
	④	199	200	200	1000	24.5	24.9	24.9
	⑤	199	200	200	1000	24.7	25.1	25.1
G-70-25	①	299	300	300	1000	24.7	25.0	25.0
	②	299	300	300	1000	24.7	25.1	25.0
	③	300	300	300	1001	24.8	25.1	25.1
	④	299	300	300	1000	24.7	25.0	25.0
	⑤	299	300	300	1000	24.6	25.0	25.0
G-95-35	①	299	300	300	1000	32.3	32.9	32.9
	②	299	300	300	1000	32.4	33.3	33.4
	③	299	300	300	1000	32.6	32.9	33.5
	④	299	299	299	1000	32.1	33.2	33.2
	⑤	299	300	300	1000	32.4	33.1	33.1
A-60-25	①	199	200	200	1000	24.5	24.8	24.9
	②	199	200	200	1000	24.4	24.8	24.7
	③	199	200	200	1000	24.6	24.8	24.7
	④	200	200	200	1000	24.6	24.9	24.8
	⑤	199	200	200	1000	24.6	24.9	24.9
G-60-25	①	299	299	299	1000	24.7	24.9	24.9
	②	299	299	299	1000	24.7	25.0	25.2
	③	299	300	300	1000	24.6	25.0	25.0
	④	298	299	299	1000	24.6	25.4	25.4
	⑤	298	299	299	1000	24.7	25.5	25.3
G-85-35	①	298	300	299	1000	34.3	35.3	35.2
	②	299	299	300	1000	34.4	35.1	35.0
	③	299	300	300	1000	34.5	35.3	35.1
	④	298	299	299	1000	34.4	35.1	35.2
	⑤	299	299	299	1000	34.4	35.2	34.9

表 15　長さ及び厚さの測定結果（ステップ④後、その 2）

試験体番号		長さ [mm]				厚さ [mm]		
		AG	BF	CE	DH	A	B	C
A-50-25	①	199	200	199	1000	24.5	24.9	24.8
	②	199	200	199	1000	24.6	25.0	24.9
	③	199	200	200	1000	24.6	24.9	25.0
	④	199	199	199	1000	24.5	24.8	24.8
	⑤	199	199	199	1000	24.7	24.9	24.8
G-50-25	①	299	300	300	1001	24.8	25.2	25.2
	②	299	300	299	1000	24.8	25.2	25.0
	③	299	300	300	1000	24.7	25.0	25.0
	④	299	300	299	1000	24.8	25.2	25.1
	⑤	299	300	300	1000	24.7	25.1	25.0
G-70-35	①	299	300	300	1000	34.7	35.1	35.1
	②	299	300	300	1000	34.6	34.9	35.0
	③	299	300	300	1000	34.6	35.2	35.2
	④	299	300	300	1000	34.7	35.2	35.1
	⑤	299	300	300	1000	34.6	35.0	35.1
A-25	①	198	198	198	999	23.7	24.0	23.9
	②	198	198	198	1000	23.7	23.8	23.8
	③	198	198	198	999	23.8	23.9	23.6
	④	197	198	198	999	23.6	23.9	24.0
	⑤	197	198	198	1000	23.7	24.6	24.3
G-25	①	299	299	299	1000	23.5	23.5	23.4
	②	298	299	299	1000	23.2	22.6	23.0
	③	299	299	299	1000	23.2	23.5	23.5
	④	297	297	297	1000	23.3	23.6	23.7
	⑤	297	297	297	1000	23.5	23.6	23.7
G-35	①	299	299	299	1000	32.8	33.2	33.6
	②	299	299	299	1000	33.3	33.3	33.7
	③	299	300	299	1000	32.5	32.5	32.6
	④	296	297	297	999	34.0	34.2	34.4
	⑤	297	297	297	999	33.9	33.7	34.0

表 16　長さ及び厚さの測定結果（ステップ⑤後、その 1）

試験体番号		長さ [mm]				厚さ [mm]		
		AG	BF	CE	DH	A	B	C
A-70-25	①	200	200	200	1000	24.7	24.9	25.0
	②	200	200	200	1000	24.7	24.8	24.8
	③	200	200	200	1000	24.5	24.7	24.7
	④	199	200	200	1000	24.8	24.9	24.9
	⑤	199	200	200	1000	25.0	25.2	25.1
G-70-25	①	299	299	299	1001	24.9	25.0	24.9
	②	299	299	300	1000	24.9	25.1	25.0
	③	299	300	300	1001	24.9	25.0	25.0
	④	299	299	299	1000	24.9	24.9	25.0
	⑤	299	300	299	1000	24.8	24.9	24.9
G-95-35	①	299	300	300	1000	32.5	32.8	32.8
	②	299	299	300	1000	32.6	33.0	33.1
	③	299	300	300	1000	32.8	32.7	33.2
	④	299	300	299	1000	32.3	33.1	33.0
	⑤	299	299	299	1000	32.3	33.0	32.9
A-60-25	①	200	200	200	1000	24.7	24.9	24.8
	②	200	200	200	1000	24.7	24.8	24.7
	③	200	200	200	1000	24.8	24.9	24.7
	④	200	200	200	1000	24.8	24.9	25.0
	⑤	199	200	200	1000	24.8	24.9	24.9
G-60-25	①	300	300	300	1000	24.9	24.9	25.0
	②	300	300	300	1000	24.9	24.9	25.1
	③	300	300	300	1000	24.9	25.1	25.0
	④	299	300	299	1000	24.9	25.1	25.1
	⑤	299	299	299	1000	24.9	25.0	25.0
G-85-35	①	299	299	299	1000	34.6	35.3	35.2
	②	299	299	300	1000	34.7	35.0	35.0
	③	299	300	300	1000	34.8	35.1	35.0
	④	298	299	299	1000	34.9	35.0	35.0
	⑤	299	299	299	1000	34.7	35.1	34.9

表 17　長さ及び厚さの測定結果（ステップ⑤後、その２）

試験体番号		長さ [mm]				厚さ [mm]		
		AG	BF	CE	DH	A	B	C
A-50-25	①	200	200	200	1000	25.0	24.8	24.8
	②	200	200	200	1000	24.9	24.9	24.9
	③	200	200	200	1000	25.1	24.9	24.9
	④	200	200	200	1000	24.8	24.9	24.7
	⑤	200	200	200	1000	24.9	24.9	24.9
G-50-25	①	299	300	299	1001	25.0	25.2	25.1
	②	299	299	299	1000	25.0	25.0	25.0
	③	299	299	299	1000	25.0	25.0	25.0
	④	299	299	299	1000	24.9	25.1	25.1
	⑤	299	299	299	1000	25.0	25.0	25.1
G-70-35	①	300	300	300	1000	34.9	35.1	35.1
	②	299	300	300	1000	34.9	34.9	35.0
	③	299	300	300	1000	34.9	35.1	35.1
	④	299	299	299	1000	35.1	35.2	35.1
	⑤	299	300	300	1000	34.9	35.1	35.0
A-25	①	199	199	199	1000	24.0	24.0	23.9
	②	199	199	199	1000	23.9	23.9	23.9
	③	199	199	199	1000	24.0	24.0	23.7
	④	199	199	199	1000	23.8	23.9	24.1
	⑤	198	199	199	1000	24.0	24.1	24.1
G-25	①	299	299	299	1000	23.8	23.6	23.5
	②	299	299	299	1000	23.4	22.7	23.0
	③	300	300	300	1000	23.4	23.6	23.6
	④	298	297	297	1000	23.4	23.6	23.8
	⑤	297	297	297	1000	23.6	23.6	23.6
G-35	①	299	299	299	1000	33.1	33.1	33.5
	②	299	299	299	1000	33.6	33.2	33.5
	③	300	300	300	1000	32.8	32.5	32.6
	④	298	298	298	1000	34.1	33.9	34.3
	⑤	298	298	298	999	34.2	33.7	33.9

2.4　ブリネル硬さ試験

2.4.1　目的

表層圧密処理を施したスギ材の表面硬度を測定し、凹みやキズに対する抵抗性の向上効果を無圧密材との比較から明らかにする。

2.4.2　試験体

表 18 に試験体の一覧を示す。1 試験体から 1 枚、板目面を使用。

表 18　ブリネル硬さ試験体一覧

試験体番号		試験体数	試験体寸法
A-70-25	①~⑩	5	T25*W40*L40
G-70-25	①~⑩	5	T25*W40*L40
G-95-35	①~⑨	5	T30*W40*L40
A-60-25	①~⑩	5	T25*W40*L40
G-60-25	①~⑩	5	T25*W40*L40
G-85-35	①~⑨	5	T30*W40*L40
A-50-25	①~⑩	5	T25*W40*L40
G-50-25	①~⑩	5	T25*W40*L40
G-70-35	①~⑩	5	T30*W40*L40
A-25	①~⑩	5	T25*W40*L40
G-25	①~⑩	5	T25*W40*L40
	合計	55	

2.4.3　方法

JIS Z 2101:2009 を参考にブリネル硬さ試験を行った。図 6 に鋼球の圧入位置を示す。試験体の板目面に木表側から半径 5mm の鋼球を 0.5mm/min の一定速度で圧入して、圧入深さが 1/mm(約 0.32mm)に達したときの荷重を測定した。この荷重を 10 で除してブリネル硬さを算出した。圧入した試験体の様子を図 7 に、ブリネル硬さ試験の様子を図 8 に示す。

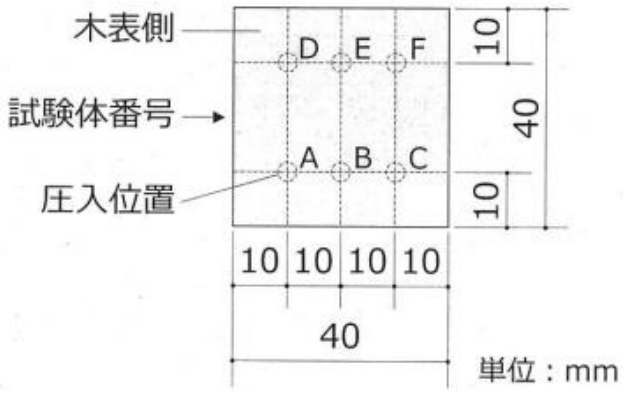


図 6　鋼球の圧入位

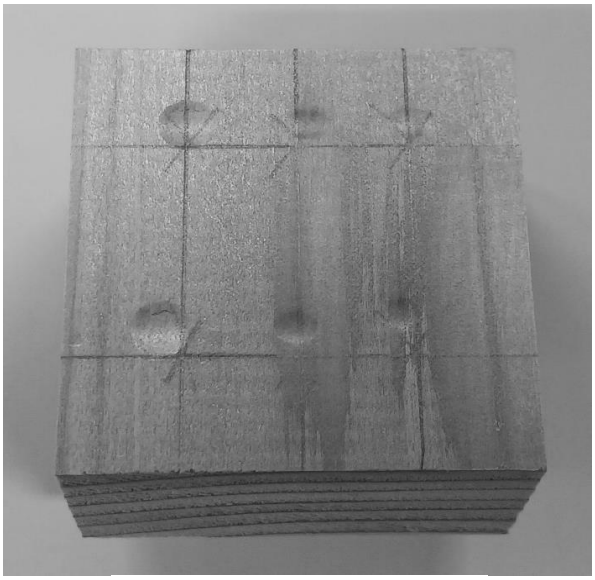


図 7　鋼球を圧入した試験



図 8　ブリネル硬さ試験の様子

2.4.4 結果

表 19～表 20 にブリネル硬さを示す。

表 19　ブリネル硬さ（その 1）

試験体番号		ブリネル硬さ [N]						
		A	B	C	D	E	F	平均
A-70-25	①	9.7	10.0	12.3	10.2	9.4	14.1	11.0
	②	7.7	9.8	8.4	10.1	11.5	11.7	9.9
	③	5.4	5.3	7.5	5.2	4.8	7.0	5.9
	④	18.4	21.1	15.1	17.4	19.2	16.1	17.9
	⑤	18.1	17.7	10.8	12.0	10.8	10.3	13.3
G-70-25	①	31.2	23.0	23.3	39.6	34.0	29.4	30.1
	②	8.8	8.6	8.9	9.1	11.2	9.3	9.3
	③	25.6	25.5	23.6	27.6	27.4	26.3	26.0
	④	16.9	19.8	16.5	17.9	18.8	19.2	18.2
	⑤	17.7	19.8	19.8	19.8	21.7	21.0	20.0
G-95-35	①	14.1	18.7	16.2	16.0	19.8	18.4	17.2
	②	4.8	3.8	2.6	5.2	4.5	2.6	3.9
	③	12.2	12.4	5.5	11.8	14.8	6.5	10.5
	④	4.2	6.0	7.7	4.4	5.5	7.0	5.8
	⑤	7.9	7.6	12.5	9.4	9.9	13.6	10.2
A-60-25	①	8.8	9.1	10.5	6.5	9.7	9.3	9.0
	②	5.7	7.5	7.5	5.9	7.3	7.9	7.0
	③	11.4	13.7	12.2	12.3	14.0	13.1	12.8
	④	14.5	15.5	16.7	15.0	15.5	16.4	15.6
	⑤	12.8	11.7	14.9	11.8	11.4	14.3	12.8
G-60-25	①	8.8	9.9	6.2	8.8	10.9	6.5	8.5
	②	8.1	7.2	8.0	8.0	7.0	7.2	7.6
	③	10.4	12.0	9.9	10.7	11.4	9.4	10.6
	④	15.2	13.4	12.0	14.1	14.8	15.1	14.1
	⑤	9.4	11.7	9.8	9.5	11.0	10.2	10.3
G-85-35	①	4.4	8.1	5.9	4.6	8.8	6.1	6.3
	②	16.6	17.4	14.4	16.9	17.7	14.4	16.2
	③	6.1	9.2	8.9	6.7	9.6	9.2	8.3
	④	9.4	11.1	11.8	8.4	11.5	11.3	10.6
	⑤	9.3	10.8	9.1	9.7	10.8	9.9	9.9

表 20　ブリネル硬さ（その 2）

試験体番号		ブリネル硬さ [N]						
		A	B	C	D	E	F	平均
A-50-25	①	14.4	13.0	11.7	15.9	14.4	11.6	13.5
	②	10.0	16.7	9.4	9.6	15.3	12.3	12.2
	③	14.6	12.7	11.7	13.7	15.5	15.0	13.9
	④	7.1	6.5	6.0	7.1	8.9	6.2	7.0
	⑤	10.4	11.7	8.0	10.0	11.1	8.2	9.9
G-50-25	①	16.3	13.2	22.1	17.4	16.1	21.8	17.8
	②	7.1	5.6	5.0	7.6	6.6	4.9	6.1
	③	6.1	6.7	8.7	6.3	7.0	7.8	7.1
	④	14.2	11.8	14.6	15.3	12.3	16.5	14.1
	⑤	11.7	12.3	9.3	12.4	13.3	9.4	11.4
G-70-35	①	18.4	16.0	13.6	21.2	18.2	15.0	17.1
	②	6.6	7.0	6.8	7.2	8.0	7.1	7.1
	③	14.3	15.8	14.2	16.6	16.3	16.1	15.6
	④	12.9	14.1	10.9	11.4	13.5	11.4	12.4
	⑤	6.7	7.8	7.5	8.4	8.5	7.1	7.7
A-25	①	14.2	13.0	4.2	13.3	13.2	4.1	10.3
	②	5.2	14.5	18.0	10.7	6.4	20.9	12.6
	③	8.1	5.3	11.7	7.4	5.4	13.2	8.5
	④	8.1	9.4	8.4	7.6	11.2	9.0	9.0
	⑤	4.7	6.0	5.1	5.5	4.3	5.6	5.2
G-25	①	4.7	9.2	8.4	6.1	11.1	9.4	8.2
	②	5.8	6.9	20.2	6.1	10.7	24.0	12.3
	③	5.9	5.5	9.2	5.6	6.0	7.5	6.6
	④	6.1	10.5	4.7	5.4	10.5	4.3	6.9
	⑤	3.2	7.3	2.8	9.4	8.6	3.1	5.7

2.5　ねじ引抜試験

2.5.1　目的

表層圧密処理を施したスギに対して、ネジの引抜き抵抗力を測定することで、高密度化による接合部の保持性能の向上度合いや、木質構造材としての引抜き耐力を無圧密材との比較から明らかにする。

2.5.2　試験体

表 21 に試験体の一覧を示す。

表 21　ねじ引抜き試験体一覧

試験体番号		試験体数	試験体寸法
A-70-25	①~⑩	10	T25*W220*L1000
G-70-25	①~⑩	10	T25*W220*L1000
G-95-35	①~⑨	9	T30*W300*L1000
A-60-25	①~⑩	10	T25*W220*L1000
G-60-25	①~⑩	10	T25*W220*L1000
G-85-35	①~⑨	9	T30*W300*L1000
A-50-25	①~⑩	10	T25*W220*L1000
G-50-25	①~⑩	10	T25*W220*L1000
G-70-35	①~⑩	10	T30*W300*L1000
A-25	①~⑩	10	T25*W220*L1000
G-25	①~⑩	10	T25*W220*L1000
G-35	①~⑩	10	T30*W300*L1000
	合計	118	

2.5.3　方法

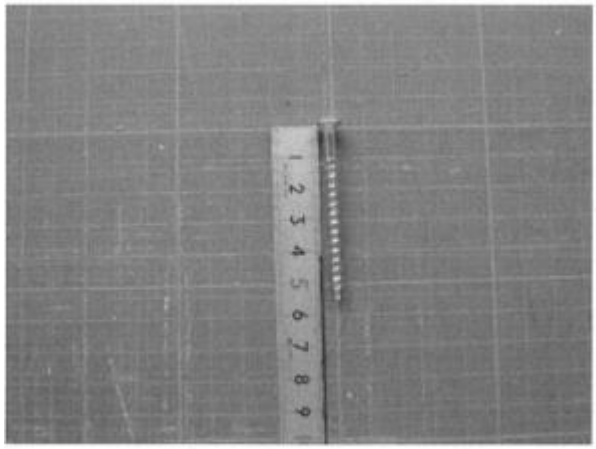
試験体の中央にドリルで先穴（直径 2.5mm（無垢材）・3.0mm(圧密材）深 さ 20 mm)をあけ、木表側から電動ドライバー及びガイドを用いて、デカバ（4.2×57）を試験体に対して垂直にねじを打ち込んだ。この際、ねじは試験体を貫通させ、木裏面からねじ先まで約 10mm となるよう調整した。

試験体を鋼板で試験機に固定し、ねじ頭を冶具に引掛け、毎分 2mm の速度 で単調引張加力を行った。

なお、試験体によってねじの有効長さ(試験体の厚さ)が異なるため、試験で得られた最大荷重をねじの有効長さで除した単位長さあたりの保持力、及び「木質構造設計規準・同解説(2006 年)」の 602.6 に規定する基準終局 引抜耐力を下式により求め、比較を行った。

$$p_w = 38.1 r_0^{1.5} \times d \times l_r$$

ここで、p_w：基準終局引抜耐力（N）、r_0：試験体の密度（g/cm³)、d：ねじの呼び径（㎜)、l_r：ねじの有効長さ（㎜）



使用したねじ



試験の状況

2.5.4 結果

表 22 にねじ引抜き試験の結果（平均値）を示す。図 9 に圧縮率別最大荷重の比較を示す。試験で得られた最大荷重をねじの有効長さ(試験体の厚さ)で除した単位長さあたりの保持力、及び「木質構造設計規準・同解説（2006 年)」に規定する基準終局引抜耐力を求めた。なお、試験結果は平均値を記載したが、試験の途中でねじが破断したもの(3 体)、及び試験体が割裂したもの（1 体)については集計から除外した。

表 22　ねじ引抜き

	圧縮率	最大荷重 (N)	単位長さ当たりの保持力 (N/㎜)	基準終局引抜耐力 (N)	単位長さあたり (N/㎜)
A-70-25	60%	3569.25	143.06	2405.22	96.45
G-70-25		4230.52	170.01	2771.03	111.33
G-95-35		5779.75	175.28	4124.17	125.20
A-60-25	50%	2985.07	120.47	2105.76	84.97
G-60-25		2777.26	111.16	1867.09	74.72
G-85-35		4806.94	137.72	3318.43	95.09
A-50-25	40%	2020.41	81.42	1369.07	55.17
G-50-25		2299.30	92.05	1497.58	59.94
G-70-35		3336.48	95.34	2329.22	66.55
A-25	0%	1793.13	74.91	805.35	33.65
G-25		1565.42	65.30	804.54	33.57
G-35		2224.20	65.08	1120.37	32.77

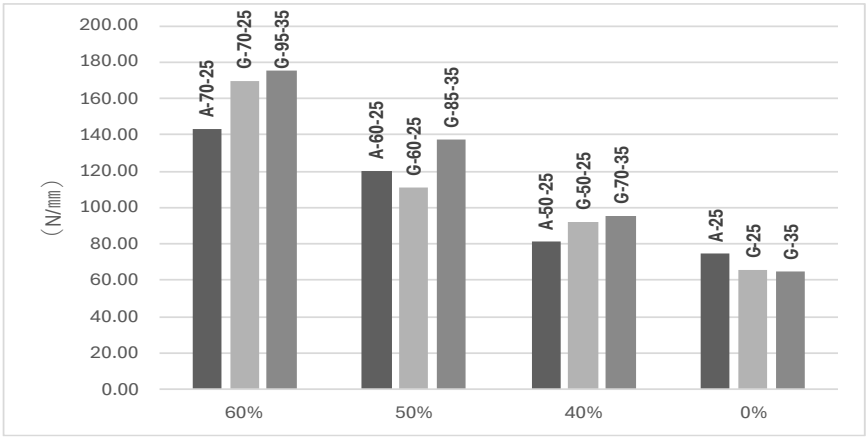


図 9　圧縮率別最大荷重の比

2.6　曲げクリープ試験

2.6.1　目的

表層圧密処理を施したスギ材に対し、長期間の一定荷重下で生じる変形の経時変化を測定し、圧密層が部材の曲げ性能やクリープ特性、形状安定性に与える影響を無圧密材との比較から明らかにする。

2.6.2　試験体

表 23 に試験体の一覧を示す。

表 23　クリープ試験体一覧

試験体番号		試験体数	試験体寸法
G-95-35	①~③	3	T25*W220*L1000
G-85-35	①~③	3	T25*W220*L1000
G-25	①~③	3	T30*W300*L1000
A-25	①~③	3	T25*W220*L1000
	合計	12	

2.6.3　方法

恒温恒湿室内において、以下の条件により曲げクリープ試験を実施すると ともに、試験で得られた初期変位量及び全変位量をもとに、相対クリープ(全 変位量/初期変位量)を求めた。

恒温恒湿室内の温度及び湿度:23℃、55%

荷重継続時間:7 日間

支点間距離:1500 mm

荷重点間距離:500mm(支点間距離の 1/3)

併せて、相対クリープとの比較のため、下式により「木質構造設計規準・同解説(2006 年)」の 404.3 に規定する、常時荷重によるクリープ変形係数を求めた。

$$C_{cp}=1+0.2t^{0.2}=1+0.2\times 7^{0.2}=1.295$$

ここで、C_{cp}：クリープ変形係数、t：荷重継続時間(日)

2.6.4 結果

表 24 に曲げクリープ試験の結果（平均値）を示す。試験で得られた初期変位量及び全変位量をもとに、相対クリープ(全変位量/初期変位量）を求めた。また、相対クリープとの比較のため、「木質構造設計規準・同解説（2006 年)」に規定する常時荷重によるクリープ変形係数を求めた。なお、試験結果は平均値を記載した。図 10 に初期変位量と全変位量の比較を示す。詳細は別紙のとおり。

表 24　曲げクリープ（平均値）

	変位量（㎜）		相対クリープ	クリープ変形係数
	初期変位量	全変位量		
G-85-35	7.3	8.2	1.112	1.295
A-25	54.5	59.8	1.098	1.259
G-95-35	7.3	8.0	1.095	1.295
G-25	43.3	48.2	1.106	1.295

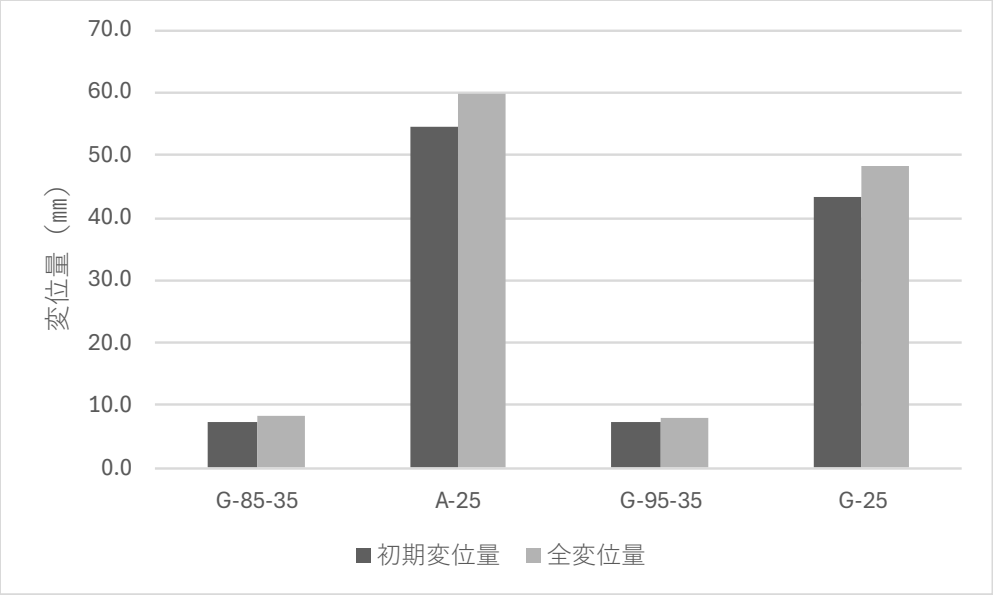


図 10　変位量比較

2.7　曲げ試験

2.7.1 目的

表層圧密処理を施したスギ材に対し、曲げ試験を通じて曲げ強さと曲げヤング係数を測定し、表層の高密度化が部材の強度性能や変形のしにくさに及ぼす影響を無圧密材との比較から明らかにする。

2.7.2 試験体

表 2-25 に試験体の一覧を示す。

表 25　曲げ試験体一覧

試験体番号		試験体数	試験体寸法平均（㎜）		
			厚さ	幅	長さ
A-70-25	①~⑩	10	25.03	24.82	401
G-70-25	①~⑩	10	24.99	24.96	401.66
G-95-35	①~⑨	9	33.03	35.23	560
A-60-25	①~⑩	10	24.82	24.8	400.9
G-60-25	①~⑩	10	25.02	25.09	401.1
G-85-35	①~⑨	9	35.09	35.27	560.78
A-50-25	①~⑩	10	24.88	24.83	400.4
G-50-25	①~⑩	10	25.09	24.77	400.7
G-70-35	①~⑩	10	35.03	35.22	560.5
A-25	①~⑩	10	23.83	23.87	401.4
G-25	①~⑩	10	23.96	24.1	400.6
G-35	①~⑩	10	34.15	35.08	560.3

2.7.3 方法

以下の条件により曲げ試験を実施し、曲げ強さ及び曲げヤング係数を求めた。

加力方法:3 等分点 4 点荷重

加力速度:毎分 4mm

支点間距離及び荷重点間距離: 表 26 のとおり

表 26　支点間距離及び荷重点間距離

試験体番号		支点間距離（mm）	荷重点間距離（mm）
A-70-25	①~⑩	330	110
G-70-25	①~⑩	330	110
G-95-35	①~⑨	480	160
A-60-25	①~⑩	330	110
G-60-25	①~⑩	330	110
G-85-35	①~⑨	480	160
A-50-25	①~⑩	330	110
G-50-25	①~⑩	330	110
G-70-35	①~⑩	480	160
A-25	①~⑩	330	110
G-25	①~⑩	330	110
G-35	①~⑩	480	160

2.7.4 結果

表 27 に曲げ強さと曲げヤング係数の測定結果を示す。また図 11 に曲げ強さ、図 12 にヤング係数のグラフを示す。

表 27　曲げ試験の平均値

	圧縮率	曲げ強さ	曲げヤング係数
A-70-25	60%	108.74	15.52
G-70-25		119.88	17.95
G-95-35		109.34	17.83
A-60-25	50%	99.04	15.63
G-60-25		93.20	15.20
G-85-35		97.21	15.62
A-50-25	40%	81.11	12.93
G-50-25		87.58	13.57
G-70-35		80.52	14.75
A-25	0%	57.34	8.57
G-25		49.87	8.26
G-35		53.56	9.03

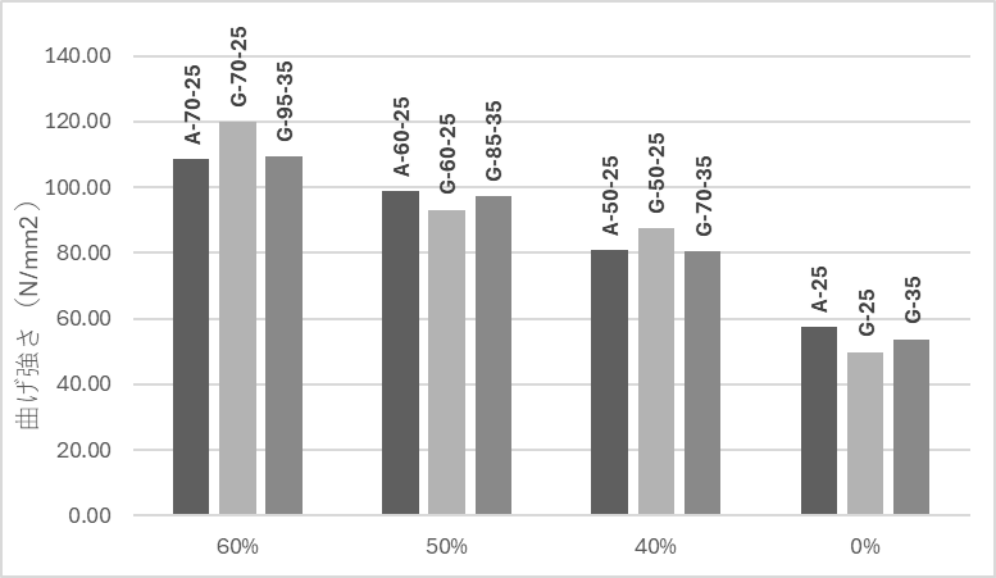


図 11　圧縮率別曲げ強さ

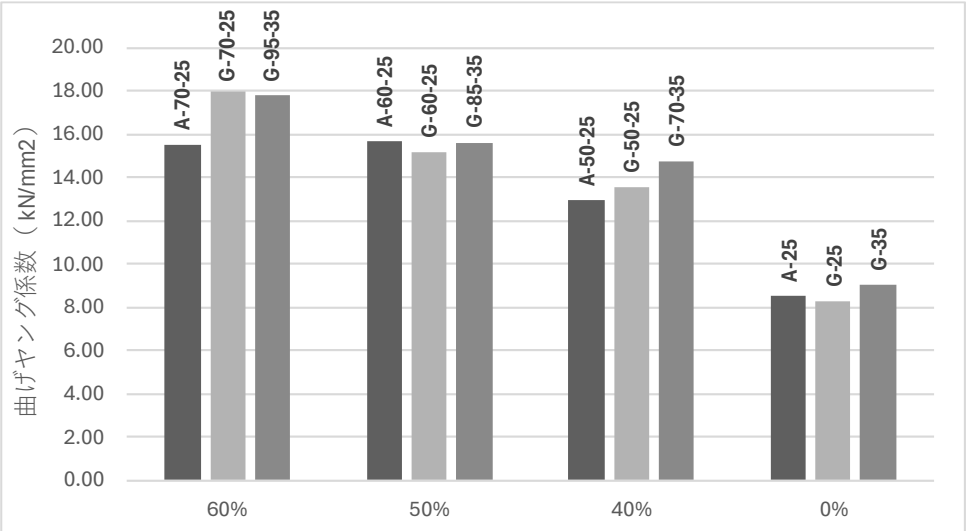


図 12　圧縮率別ヤング係数

第3章　利用用途に応じた圧密材の物性試験

3.1　トラック床材への利用の検討

3.1.1　目的

本章では、スギ、及びヒノキの表層圧密材をトラック天板に使用するため、製品の品質性能評価を実施した。圧縮密度を変えた製品や、現在トラック床板として使用されているアピトン、アカシア集成材、竹集成材との性能比較を行い、トラック天板に適した仕様を見出すことを目的としている。

3.1.2　試験内容

事前にトラック架装メーカーにヒアリングを行い、屋外の過酷な環境での使用を想定した次の試験を実施し、各試験体の品質性能を評価した。試験は全て愛媛県農林水産研究所林業研究センターにて実施した。

試験内容	樹種	圧縮率	試験体名	試験体数	試験条件等
曲げ強さ試験	スギ	30%	スギ 30	10 体	試験片サイズ ｽｷﾞ・ﾋﾉｷ　:W117×T22×L600 ｱﾋﾟﾄﾝ　　:W120×T22×L600 ｱｶｼｱ集成:W117×T21×L600 竹集成　　:W117×T21×L600 試験方法 中央集中荷重方式 支持スパン:415 ㎜、速度:10mm/min
	スギ	37.5%	スギ 37.5	10 体	
	FJ スギ	30%	FJ スギ 30	10 体	
	FJ スギ	37.5%	FJ スギ 37.5	10 体	
	ヒノキ	30%	ヒノキ 30	10 体	
	ヒノキ	37.5%	ヒノキ 37.5	10 体	
	FJ ヒノキ	30%	FJ ヒノキ 30	10 体	
	FJ ヒノキ	37.5%	FJ ヒノキ 37.5	10 体	
	アピトン	－	アピトン	3 体	
	アカシア集成	－	アカシア集成	3 体	
	竹集成	－	竹集成	3 体	
			計	89 体	
表面硬さ（ブリネル）試験	スギ	30%	スギ 30	10 体	試験片サイズ ｽｷﾞ・ﾋﾉｷ・ｱﾋﾟﾄﾝ　:W40×T22×L40 ｱｶｼｱ集成:W40×T21×L40 竹集成　　:W40×T21×L40 試験方法 JIS Z2101 に準拠
	スギ	37.5%	スギ 37.5	10 体	
	ヒノキ	30%	ヒノキ 30	10 体	
	ヒノキ	37.5%	ヒノキ 37.5	10 体	
	アピトン	－	アピトン	3 体	
	アカシア集成	－	アカシア集成	3 体	
	竹集成	－	竹集成	3 体	
			計	49 体	

試験内容	樹種	圧縮率	木口シール	試験体名	試験体数	試験条件等
浸漬試験	スギ	30%	有	スギ 30C	10 体	試験片サイズ ｽｷﾞ・ﾋﾉｷ ： W117×T22×L300 ｱﾋﾟﾄﾝ ： W120×T22×L300 ｱｶｼｱ集成： W300×T21×L300 竹集成 ： W195×T21×L300 試験方法 水に濡らしたタオルを敷いたコンテナに試験体を静置、片面浸漬 試験時間 9 日間 3 日置き 測定項目 重量・幅・厚さ・含水率・矢高
	スギ	30%	無	スギ 30	10 体	
	スギ	37.5%	有	スギ 37.5C	10 体	
	スギ	37.5%	無	スギ 37.5	10 体	
	ヒノキ	30%	有	ヒノキ 30C	10 体	
	ヒノキ	30%	無	ヒノキ 30	10 体	
	ヒノキ	37.5%	有	ヒノキ 37.5C	10 体	
	ヒノキ	37.5%	無	ヒノキ 37.5	10 体	
	アピトン	－	有	アピトン C	3 体	
	アピトン	－	無	アピトン	3 体	
	アカシア集成	－	無	アカシア集成	3 体	
	竹集成	－	無	竹集成	3 体	
			計		92 体	

試験体寸法は、トラック床として広く流通しているアピトンのサイズである T22 とした。ただし、アカシア集成・竹については T22 ではなく T21 が規格品のため、T21 での試験とした。また、大型トレーラーでの使用を想定し、曲げ強さ試験の試験体にはフィンガージョイント（FJ）部の試験も行った。反り性能試験については、木材は木口からの水分の出し入れが最も大きくなることから、木口シールの有無の影響についても検証した。

各試験体の平均密度を以下に示す。

表 28 試験体密度

	平均密度(kg/m3)
スギ30	469
スギ37.5	578
ヒノキ30	566
ヒノキ37.5	669
アピトン	798
アカシア集成	616
竹集成	707

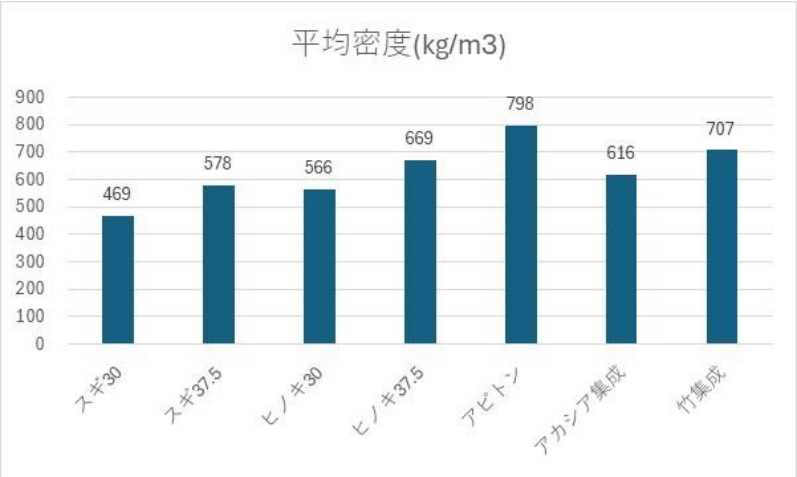


図 13　試験体密度

3.1.3 結果

3.1.3.1. 曲げ強さ試験

トラック天板は重量物の積載に耐え得る性能を有する必要があるため、曲げ強度と曲げヤング係数の算出により各試験体の強度性能を評価した。

試験前



試験後



図 14　曲げ強さ試験の状況

表 29　スギ３０曲げ強さ試験結果

スギ30

No.	幅 (mm)	厚 (mm)	長さ (mm)	重量 (g)	密度 (kg/m3)	最大荷重 (N)
1	117	22	600	664	430	8780
2	117	22	600	772	500	10177
3	117	22	600	692	448	9350
4	117	22	600	692	448	10110
5	117	22	600	715	463	8287
6	117	22	600	735	476	10247
7	117	22	600	715	463	10053
8	117	22	600	791	512	8823
9	117	22	600	732	474	9877
10	117	22	600	738	478	9333
平均					469	9504
標準偏差					24.59	693.95
変動係数(%)					5.24	7.30

表 30　スギ 37.5 曲げ強さ試験結果

スギ37.5

No.	幅 (mm)	厚 (mm)	長さ (mm)	重量 (g)	密度 (kg/m3)	最大荷重 (N)
1	117	22	600	975	631	11343
2	117	22	600	875	567	10550
3	117	22	600	941	609	10993
4	117	22	600	928	601	12533
5	117	22	600	906	587	8230
6	117	22	600	853	552	9763
7	117	22	600	852	552	13003
8	117	22	600	858	556	9743
9	117	22	600	916	593	13563
10	117	22	600	820	531	11613
平均					578	11134
標準偏差					31.36	1640.95
変動係数(%)					5.43	14.74

表 31　ヒノキ 30 曲げ強さ試験結果

ヒノキ30

No.	幅 (mm)	厚 (mm)	長さ (mm)	重量 (g)	密度 (kg/m3)	最大荷重 (N)
1	117	22	600	827	535	14007
2	117	22	600	794	514	14707
3	117	22	600	892	578	14023
4	117	22	600	786	509	15447
5	117	22	600	864	559	15363
6	117	22	600	980	635	12080
7	117	22	600	893	578	13023
8	117	22	600	902	584	13550
9	117	22	600	805	521	14227
10	117	22	600	996	645	14243
平均					566	14067
標準偏差					47.68	1019.80
変動係数(%)					8.43	7.25

表 32　ヒノキ 37.5 曲げ強さ試験結果

ヒノキ37.5

No.	幅 (mm)	厚 (mm)	長さ (mm)	重量 (g)	密度 (kg/m3)	最大荷重 (N)
1	117	22	600	1035	670	14663
2	117	22	600	1049	679	12863
3	117	22	600	1046	677	18277
4	117	22	600	1025	664	16287
5	117	22	600	989	640	12817
6	117	22	600	1157	749	15593
7	117	22	600	1033	669	11623
8	117	22	600	1051	681	15930
9	117	22	600	949	614	17790
10	117	22	600	1003	649	17130
平均					669	15297
標準偏差					34.86	2258.16
変動係数(%)					5.21	14.76

表 33　FJｽｷﾞ 30　曲げ強さ試験結果

FJスギ30

No.	幅 (mm)	厚 (mm)	長さ (mm)	重量 (g)	密度 (kg/m3)	最大荷重 (N)
1	117	22	600	685	444	3747
2	117	22	600	700	453	4883
3	117	22	600	617	400	3813
4	117	22	600	622	403	3823
5	117	22	600	898	581	5940
6	117	22	600	601	389	5023
7	117	22	600	767	497	4323
8	117	22	600	716	464	3663
9	117	22	600	733	475	4123
10	117	22	600	760	492	4523
平均					460	4386
標準偏差					57.37	725.39
変動係数(%)					12.48	16.54

表 34　FJｽｷﾞ 37.5 曲げ強さ試験結果

FJスギ37.5

No.	幅 (mm)	厚 (mm)	長さ (mm)	重量 (g)	密度 (kg/m3)	最大荷重 (N)
1	117	22	600	811	525	3440
2	117	22	600	775	502	4957
3	117	22	600	755	489	3827
4	117	22	600	762	493	4137
5	117	22	600	878	569	5843
6	117	22	600	851	551	5590
7	117	22	600	744	482	4787
8	117	22	600	720	466	3537
9	117	22	600	779	504	3727
10	117	22	600	853	552	5177
平均					513	4502
標準偏差					34.24	880.42
変動係数(%)					6.67	19.56

表 35　FJヒノキ30　曲げ強さ試験結果

FJヒノキ30						
No.	幅 (mm)	厚 (mm)	長さ (mm)	重量 (g)	密度 (kg/m3)	最大荷重 (N)
1	117	22	600	816	528	5140
2	117	22	600	851	551	6123
3	117	22	600	841	545	6863
4	117	22	600	834	540	5967
5	117	22	600	893	578	6447
6	117	22	600	842	545	6730
7	117	22	600	886	574	6937
8	117	22	600	937	607	6450
9	117	22	600	828	536	5530
10	117	22	600	838	543	6323
平均					555	6251
標準偏差					24.10	578.21
変動係数(%)					4.34	9.25

表 36　FJヒノキ37.5　曲げ強さ試験結果

FJヒノキ37.5						
No.	幅 (mm)	厚 (mm)	長さ (mm)	重量 (g)	密度 (kg/m3)	最大荷重 (N)
1	117	22	600	913	591	7037
2	117	22	600	904	585	7663
3	117	22	600	960	622	6507
4	117	22	600	1025	664	6647
5	117	22	600	941	609	6920
6	117	22	600	1006	651	5430
7	117	22	600	978	633	6547
8	117	22	600	941	609	7347
9	117	22	600	862	558	6837
10	117	22	600	884	572	6483
平均					610	6742
標準偏差					33.89	599.34
変動係数(%)					5.56	8.89

表 37　アピトン　曲げ強さ試験結果

アピトン						
No.	幅 (mm)	厚 (mm)	長さ (mm)	重量 (g)	密度 (kg/m3)	最大荷重 (N)
1	120	22	600	1157	730	13917
2	120	22	600	1395	881	19280
3	120	22	600	1240	783	15987
平均					798	16394
標準偏差					76.26	2704.82
変動係数(%)					9.56	16.50

表 38　アカシア集成　曲げ強さ試験結果

アカシア集成						
No.	幅 (mm)	厚 (mm)	長さ (mm)	重量 (g)	密度 (kg/m3)	最大荷重 (N)
1	117	21	600	941	638	13373
2	117	21	600	890	604	6610
3	117	21	600	892	605	7993
平均					616	9326
標準偏差					19.59	3573.06
変動係数(%)					3.18	38.31

表 39　竹集成　曲げ強さ試験結果

竹集成						
No.	幅 (mm)	厚 (mm)	長さ (mm)	重量 (g)	密度 (kg/m3)	最大荷重 (N)
1	117	21	600	1016	689	8170
2	117	21	600	1041	706	10987
3	117	21	600	1069	725	11367
平均					707	10174
標準偏差					17.99	1746.27
変動係数(%)					2.54	17.16

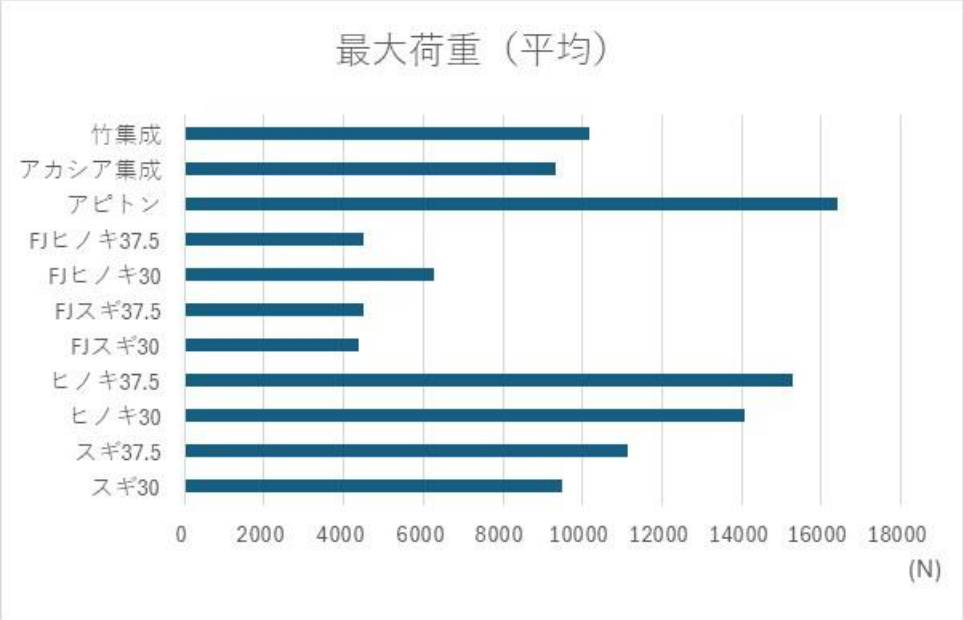


図 15　曲げ強さ試験　平均値比較

表 40 曲げ強さ試験　平均値

	最大荷重
スギ30	9504
スギ37.5	11134
ヒノキ30	14067
ヒノキ37.5	15297
FJスギ30	4386
FJスギ37.5	4502
FJヒノキ30	6251
FJヒノキ37.5	4502
アピトン	16394
アカシア集成	9326
竹集成	10174

木材の曲げ強さと密度の関係は、一般的には密度が高いほど曲げ強さも高くなる相関関係がある。本結果でも、最も密度の高いアピトンが曲げ強さも高くなっている。しかし、アピトンの次に密度が高かった竹集成よりも、ヒノキ 37.5、ヒノキ 30、スギ 37.5 の方が曲げ強度が高くなる結果になっていた。要因として考えられることは、表層圧密材の平均密度自体は竹集成よりも低くなる一方で、表面部分の密度は平均値よりも向上していたことが考えられる。

3.1.3.2.　．表面硬さ（ブリネル）試験

トラック天板は、重量物の積み下ろしの際、表面が著しく損傷すると想定される。本試験では、表面硬さ（ブリネル）試験により各試験体の表面強度性能を評価した。



図 16　ブリネル試験の状況と試験後の試験体

表 41　スギ 30　ブリネル試験結果

スギ30											(N)
		試験体番号									
		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
載荷位置	1	62.19	77.61	90.55	21.75	129.93	63.97	42.60	28.54	113.17	31.33
	2	22.55	109.34	87.94	35.97	168.63	91.65	71.04	30.41	125.21	87.88
	3	25.80	45.05	66.85	21.96	80.59	61.14	27.36	43.07	119.87	29.55
	4	37.23	46.38	67.31	35.03	117.56	108.22	34.76	41.81	130.10	70.97
	5	30.20	123.51	82.33	44.21	57.59	128.52	39.97	69.78	59.91	86.82
	6	40.27	129.72	84.49	49.29	159.66	95.32	32.54	71.93	54.72	80.19
平均		36.37	88.60	79.91	34.70	118.99	91.47	41.38	47.59	100.50	64.46
標準偏差		14.31	37.79	10.33	11.27	43.55	25.86	15.50	18.96	33.96	27.04
変動係数(%)		39.33	42.65	12.93	32.48	36.60	28.27	37.46	39.83	33.79	41.95

表 42 スギ 37.5　ブリネル硬さ結果

スギ37.5　(N)

		試験体番号									
		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
載荷位置	1	97.02	56.75	38.49	82.09	157.40	174.89	92.88	114.98	55.14	88.98
	2	98.27	79.86	76.45	104.00	181.58	109.98	104.16	93.34	74.70	99.41
	3	111.70	157.08	118.62	102.56	161.55	213.57	116.40	104.22	134.91	65.20
	4	109.94	177.90	56.02	109.20	156.46	110.15	112.28	121.63	129.54	78.25
	5	79.90	90.66	71.98	64.53	173.32	149.38	66.53	149.99	111.28	144.98
	6	110.21	88.60	80.96	99.16	114.32	96.95	53.04	152.48	123.37	130.99
平均		101.17	108.48	73.75	93.59	157.44	142.49	90.88	122.77	104.82	101.30
標準偏差		12.23	47.73	26.96	16.97	23.29	45.44	25.74	24.06	32.49	30.92
変動係数(%)		12.08	44.00	36.55	18.14	14.79	31.89	28.33	19.60	30.99	30.52

表 43 ヒノキ 30　ブリネル硬さ結果

ヒノキ30　(N)

		試験体番号									
		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
載荷位置	1	90.67	105.67	75.53	88.56	97.31	117.59	160.26	104.20	134.43	88.15
	2	102.74	142.20	115.80	107.13	136.14	147.52	189.72	119.32	135.28	135.75
	3	108.60	112.89	124.66	90.45	129.43	130.71	175.82	120.23	159.22	109.87
	4	121.83	125.69	129.98	120.95	127.29	160.74	163.26	140.81	142.10	136.28
	5	104.71	115.53	120.14	78.67	117.65	144.67	204.26	114.07	164.62	128.17
	6	115.14	132.36	123.65	91.96	107.79	155.36	202.32	141.94	129.90	161.73
平均		107.28	122.39	114.96	96.29	119.27	142.76	182.61	123.43	144.26	126.66
標準偏差		10.75	13.56	19.89	15.16	14.62	16.05	19.12	15.03	14.33	25.19
変動係数(%)		10.02	11.08	17.30	15.74	12.26	11.24	10.47	12.18	9.93	19.88

表 44　ヒノキ 37.5　ブリネル硬さ結果

ヒノキ37.5　(N)

		試験体番号									
		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
載荷位置	1	80.44	147.18	124.34	101.50	75.18	132.24	131.02	107.11	115.03	76.90
	2	113.19	154.77	124.92	125.37	101.72	145.29	147.33	104.14	145.99	110.60
	3	106.00	173.59	140.48	126.32	76.75	145.10	147.39	140.56	166.92	99.89
	4	125.09	163.48	173.75	136.29	104.87	140.61	163.85	151.59	152.86	102.68
	5	111.77	190.83	165.35	104.28	84.62	152.80	127.20	115.61	193.56	88.98
	6	112.57	186.26	146.60	122.41	92.34	168.06	144.49	178.85	186.06	79.94
平均		108.18	169.35	145.91	119.36	89.25	147.35	143.55	132.98	160.07	93.17
標準偏差		14.95	17.34	20.44	13.61	12.53	12.18	13.16	29.36	28.71	13.39
変動係数(%)		13.82	10.24	14.01	11.41	14.03	8.27	9.17	22.08	17.94	14.37

表 46 アカシア集成　ブリネル硬さ結果

アピトン				(N)
		試験体番号		
		①	②	③
載荷位置	1	120.46	181.12	96.95
	2	108.09	186.43	80.35
	3	134.96	186.47	114.50
	4	149.21	214.18	108.73
	5	146.02	230.07	64.86
	6	156.26	158.29	94.48
平均		135.83	192.76	93.31
標準偏差		18.48	25.51	18.32
変動係数(%)		13.60	13.23	19.64

表 45 アピトン　ブリネル硬さ結果

アカシア集成				(N)
		試験体番号		
		①	②	③
載荷位置	1	76.53	123.64	129.33
	2	74.12	107.91	141.61
	3	83.10	121.13	175.63
	4	72.37	151.83	165.69
	5	86.14	124.02	166.06
	6	90.94	126.24	169.02
平均		80.53	125.79	157.89
標準偏差		7.35	14.33	18.15
変動係数(%)		9.13	11.39	11.49

表 47 竹集成　ブリネル硬さ結果

竹集成				(N)
		試験体番号		
		①	②	③
載荷位置	1	233.56	153.59	194.09
	2	264.00	188.44	235.49
	3	77.77	249.13	192.99
	4	136.01	249.07	184.86
	5	129.92	235.35	311.04
	6	147.74	206.85	229.40
平均		164.83	213.74	224.65
標準偏差		69.97	38.14	47.16
変動係数(%)		42.45	17.84	20.99

表 48　ブリネル硬さ平均

	荷重平均
スギ30	70.40
スギ37.5	109.67
ヒノキ30	127.99
ヒノキ37.5	130.92
アピトン	140.63
アカシア集成	121.41
竹集成	201.07

※規定深さ（0.32mm ）までプランジャーを圧入した際の抵抗値（N）

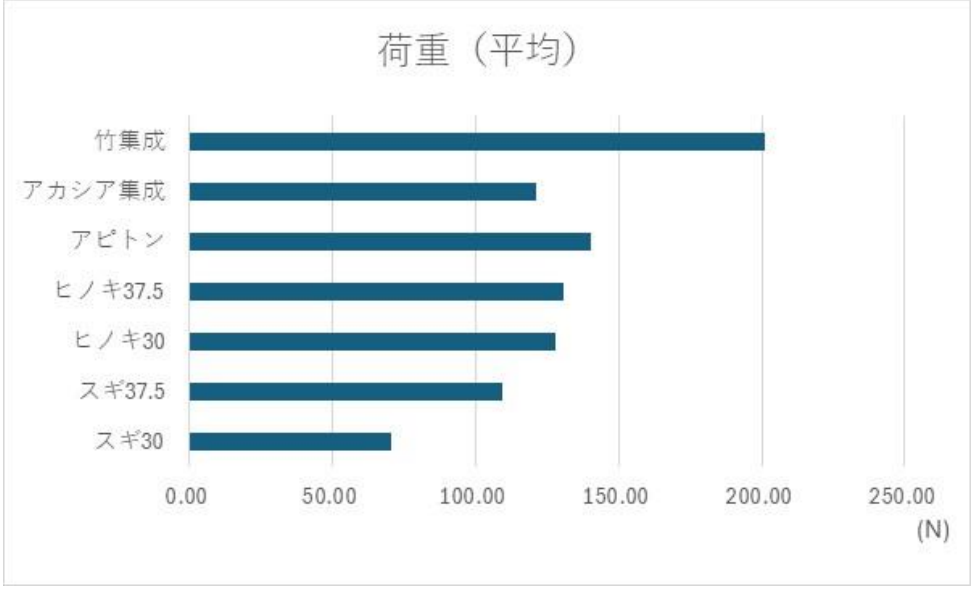


図 17　ブリネル硬さ平均

表面硬さの指標となるブリネル硬さは、竹集成が最も高く、次いでアピトン、ヒノキ 37.5 となる結果となった。竹集成のブリネル硬さがアピトンより高くなるのは、他の試験でも同様の結果が得られている。竹集成材は高圧プレスによって積層された材料で、なおかつ、木材は細胞の空隙があるのに対して竹は維管束が極めて緻密であることが要因だと考えられる。一方で、アピトン、ヒノキ 37.5、ヒノキ 30、アカシアについてはブリネル硬さの差はほとんど見られなかった。

3.1.3.3.　浸漬試験

トラック天板は、降雨により湿潤状態が長期間継続することが想定される。本試験では、試験体表面を湿らせ、寸法や反りに出る影響を調査した。

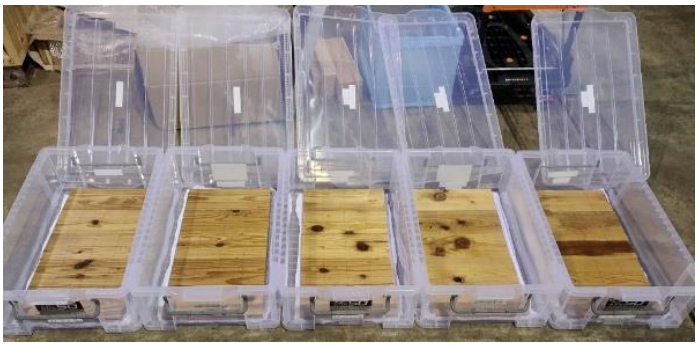


図 18　浸漬試験　試験状況

【重量】

スギ30C	開始前	3日目	6日目	9日目
平均(g)	361.19	370.41	377.55	382.23
標準偏差	21.27	21.61	19.64	18.95
変動係数	0.06	0.06	0.05	0.05
重量変化率(%)	100.0	102.6	104.5	105.8

スギ30	開始前	3日目	6日目	9日目
平均(g)	362.09	373.32	382.11	387.23
標準偏差	23.84	24.73	23.63	23.10
変動係数	0.07	0.07	0.06	0.06
重量変化率(%)	100.0	103.1	105.5	106.9

スギ37.5C	開始前	3日目	6日目	9日目
平均(g)	449.12	458.02	462.86	466.29
標準偏差	26.28	26.13	26.04	25.90
変動係数	0.06	0.06	0.06	0.06
重量変化率(%)	100.0	102.0	103.1	103.8

スギ37.5	開始前	3日目	6日目	9日目
平均(g)	447.29	457.24	462.12	465.63
標準偏差	23.25	23.29	23.41	23.42
変動係数	0.05	0.05	0.05	0.05
重量変化率(%)	100.0	102.2	103.3	104.1

ヒノキ30C	開始前	3日目	6日目	9日目
平均(g)	421.78	433.21	440.19	445.59
標準偏差	18.28	16.86	15.84	15.29
変動係数	0.04	0.04	0.04	0.03
重量変化率(%)	100.0	102.7	104.4	105.6

ヒノキ30	開始前	3日目	6日目	9日目
平均(g)	432.19	445.52	467.27	479.08
標準偏差	20.98	20.27	18.52	19.60
変動係数	0.05	0.05	0.04	0.04
重量変化率(%)	100.0	103.1	108.1	110.9

ヒノキ37.5C	開始前	3日目	6日目	9日目
平均(g)	530.84	538.65	542.61	546.01
標準偏差	38.92	37.81	37.43	37.10
変動係数	0.07	0.07	0.07	0.07
重量変化率(%)	100.0	101.5	102.2	102.9

ヒノキ37.5	開始前	3日目	6日目	9日目
平均(g)	532.19	544.20	557.24	564.35
標準偏差	31.56	31.20	31.82	32.93
変動係数	0.06	0.06	0.06	0.06
重量変化率(%)	100.0	102.3	104.7	106.0

アピトンC	開始前	3日目	6日目	9日目
平均(g)	613.33	628.30	636.03	642.23
標準偏差	80.34	81.67	82.25	83.00
変動係数	0.13	0.13	0.13	0.13
重量変化率(%)	100.0	102.4	103.7	104.7

アピトン	開始前	3日目	6日目	9日目
平均(g)	616.00	632.87	641.17	648.40
標準偏差	89.37	91.40	92.62	93.70
変動係数	0.15	0.14	0.14	0.14
重量変化率(%)	100.0	102.7	104.1	105.3

アカシア集成	開始前	3日目	6日目	9日目
平均(g)	1222.33	1258.10	1278.93	1290.57
標準偏差	55.79	55.76	53.87	57.32
変動係数	0.05	0.04	0.04	0.04
重量変化率(%)	100.0	102.9	104.6	105.6

竹集成	開始前	3日目	6日目	9日目
平均(g)	873.00	912.50	930.87	946.57
標準偏差	16.64	16.63	17.04	17.49
変動係数	0.02	0.02	0.02	0.02
重量変化率(%)	100.0	104.5	106.6	108.4

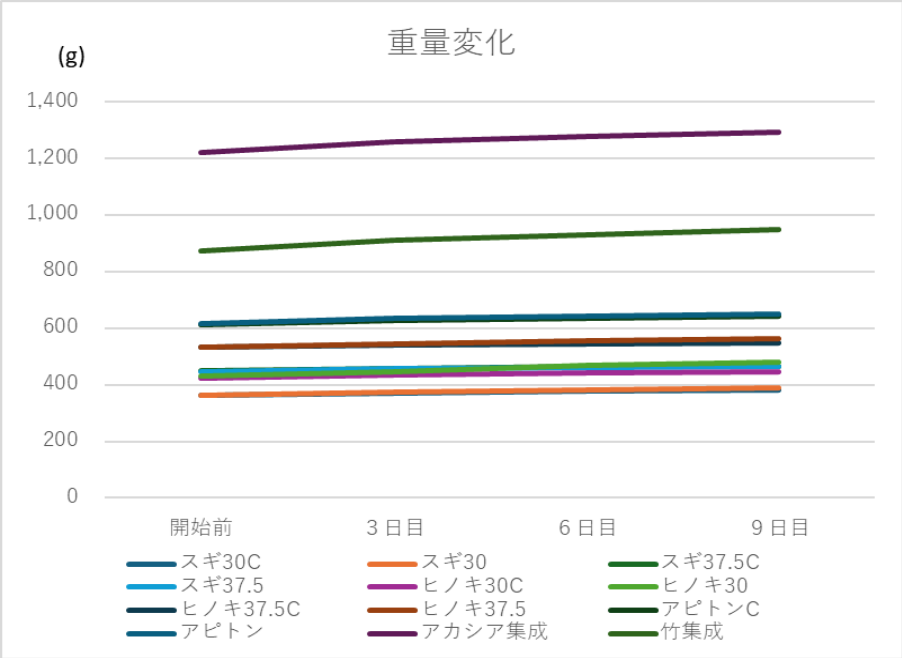


図 19　重量変化

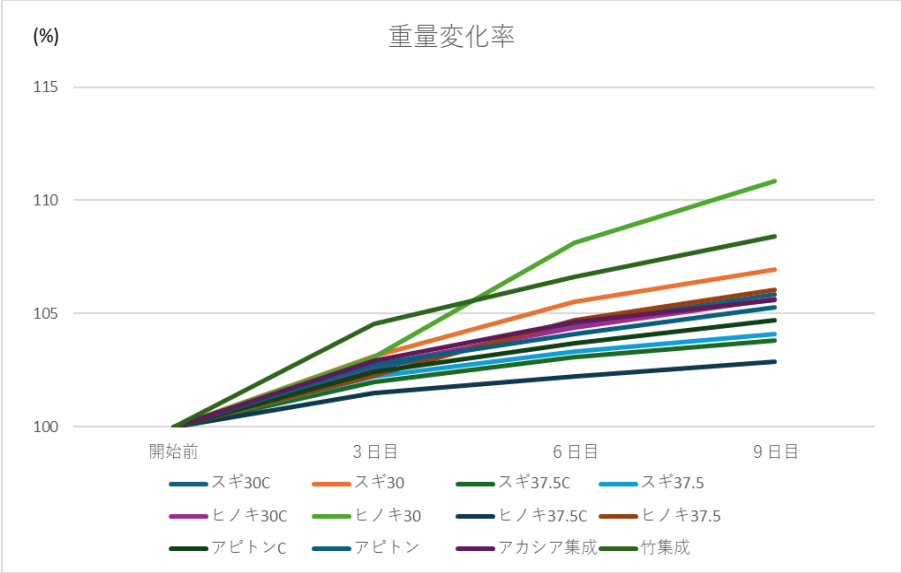


図 20　重量変化率

【幅】

	3日後					6日目					9日後				
スギ30C	木口A	①	②	③	木口B	木口A	①	②	③	木口B	木口A	①	②	③	木口B
幅平均変化量(mm)	0.63	0.56	0.55	0.55	0.66	0.87	0.79	0.78	0.80	0.90	1.11	1.04	1.04	1.06	1.22
標準偏差	0.14	0.12	0.13	0.13	0.18	0.16	0.14	0.14	0.15	0.17	0.20	0.15	0.17	0.17	0.20
変動係数	0.22	0.21	0.23	0.23	0.27	0.18	0.18	0.18	0.19	0.19	0.18	0.15	0.16	0.16	0.17
幅平均変化量 全体(mm)	0.59					0.83					1.09				

	3日後					6日目					9日後				
スギ30	木口A	①	②	③	木口B	木口A	①	②	③	木口B	木口A	①	②	③	木口B
幅平均変化量(mm)	0.79	0.64	0.58	0.65	0.98	1.11	0.93	0.88	0.98	1.36	1.33	1.21	1.17	1.27	1.61
標準偏差	0.18	0.13	0.15	0.14	0.16	0.20	0.14	0.17	0.17	0.19	0.25	0.15	0.19	0.19	0.24
変動係数	0.23	0.20	0.25	0.21	0.16	0.18	0.15	0.19	0.17	0.14	0.19	0.13	0.16	0.15	0.15
幅平均変化量 全体(mm)	0.73					1.05					1.32				

	3日後					6日目					9日後				
スギ37.5C	木口A	①	②	③	木口B	木口A	①	②	③	木口B	木口A	①	②	③	木口B
幅平均変化量(mm)	0.59	0.56	0.59	0.60	0.61	0.84	0.78	0.80	0.84	0.84	1.05	0.96	0.98	1.03	1.01
標準偏差	0.07	0.05	0.05	0.06	0.09	0.09	0.05	0.07	0.07	0.11	0.11	0.12	0.11	0.13	0.19
変動係数	0.12	0.10	0.08	0.10	0.14	0.11	0.07	0.08	0.09	0.14	0.10	0.13	0.12	0.13	0.18
幅平均変化量 全体(mm)	0.59					0.82					1.01				

	3日後					6日目					9日後				
スギ37.5	木口A	①	②	③	木口B	木口A	①	②	③	木口B	木口A	①	②	③	木口B
幅平均変化量(mm)	1.00	0.62	0.53	0.65	0.99	1.29	0.91	0.79	0.96	1.24	1.45	1.09	0.96	1.13	1.41
標準偏差	0.11	0.08	0.06	0.08	0.08	0.13	0.11	0.09	0.09	0.11	0.14	0.12	0.09	0.10	0.09
変動係数	0.12	0.12	0.10	0.13	0.08	0.10	0.12	0.11	0.09	0.09	0.10	0.11	0.09	0.09	0.07
幅平均変化量 全体(mm)	0.76					1.04					1.21				

	3日後					6日目					9日後				
ヒノキ30C	木口A	①	②	③	木口B	木口A	①	②	③	木口B	木口A	①	②	③	木口B
幅平均変化量(mm)	0.61	0.50	0.46	0.51	0.61	0.85	0.73	0.69	0.76	0.82	1.04	0.95	0.91	1.00	1.05
標準偏差	0.12	0.07	0.06	0.11	0.11	0.18	0.11	0.10	0.15	0.19	0.18	0.14	0.12	0.16	0.17
変動係数	0.21	0.14	0.13	0.21	0.17	0.21	0.16	0.14	0.20	0.23	0.17	0.15	0.13	0.16	0.16
幅平均変化量 全体(mm)	0.54					0.77					0.99				

	3日後					6日目					9日後				
ヒノキ30	木口A	①	②	③	木口B	木口A	①	②	③	木口B	木口A	①	②	③	木口B
幅平均変化量(mm)	0.87	0.58	0.44	0.55	1.12	1.43	1.11	0.89	1.08	1.67	1.76	1.51	1.30	1.48	2.00
標準偏差	0.06	0.10	0.09	0.13	0.14	0.08	0.18	0.17	0.23	0.23	0.09	0.19	0.22	0.29	0.29
変動係数	0.07	0.17	0.21	0.23	0.12	0.06	0.16	0.19	0.21	0.14	0.05	0.13	0.17	0.20	0.14
幅平均変化量 全体(mm)	0.71					1.24					1.61				

	3日後					6日目					9日後				
ヒノキ37.5C	木口A	①	②	③	木口B	木口A	①	②	③	木口B	木口A	①	②	③	木口B
幅平均変化量(mm)	0.55	0.41	0.40	0.40	0.45	0.79	0.60	0.58	0.62	0.67	0.91	0.71	0.68	0.75	0.79
標準偏差	0.23	0.15	0.14	0.13	0.14	0.28	0.18	0.16	0.17	0.20	0.31	0.20	0.18	0.20	0.20
変動係数	0.42	0.37	0.35	0.32	0.30	0.35	0.29	0.28	0.27	0.30	0.34	0.28	0.26	0.26	0.25
幅平均変化量 全体(mm)	0.44					0.65					0.77				

	3日後					6日目					9日後				
ヒノキ37.5	木口A	①	②	③	木口B	木口A	①	②	③	木口B	木口A	①	②	③	木口B
幅平均変化量(mm)	0.99	0.49	0.34	0.46	0.98	1.32	0.82	0.61	0.81	1.37	1.59	1.14	0.92	1.13	1.67
標準偏差	0.32	0.23	0.13	0.17	0.22	0.42	0.37	0.26	0.30	0.30	0.53	0.49	0.42	0.45	0.41
変動係数	0.32	0.47	0.39	0.36	0.23	0.32	0.45	0.42	0.37	0.22	0.34	0.43	0.46	0.40	0.25
幅平均変化量 全体(mm)	0.65					0.98					1.29				

	3日後					6日目					9日後				
アピトンC	木口A	①	②	③	木口B	木口A	①	②	③	木口B	木口A	①	②	③	木口B
幅平均変化量(mm)	1.23	1.16	1.03	1.10	1.38	1.57	1.47	1.36	1.41	1.53	2.31	2.15	2.00	2.06	2.22
標準偏差	0.28	0.18	0.15	0.16	0.24	0.82	0.69	0.64	0.65	0.72	1.30	1.10	1.00	1.02	1.10
変動係数	0.23	0.16	0.15	0.15	0.17	0.52	0.47	0.47	0.46	0.47	0.56	0.51	0.50	0.50	0.49
幅平均変化量 全体(mm)	1.18					1.47					2.15				

	3日後					6日目					9日後				
アピトン	木口A	①	②	③	木口B	木口A	①	②	③	木口B	木口A	①	②	③	木口B
幅平均変化量(mm)	1.44	0.94	0.88	0.92	1.51	2.03	1.53	1.45	1.54	2.08	2.72	2.20	2.05	2.14	2.75
標準偏差	0.57	0.43	0.39	0.43	0.62	0.77	0.73	0.66	0.73	0.93	1.28	1.14	1.01	1.16	1.34
変動係数	0.39	0.46	0.44	0.47	0.41	0.38	0.48	0.45	0.48	0.45	0.47	0.52	0.49	0.54	0.49
幅平均変化量 全体(mm)	1.14					1.73					2.37				

	3日後					6日目					9日後				
アカシア集成	木口A	①	②	③	木口B	木口A	①	②	③	木口B	木口A	①	②	③	木口B
幅平均変化量(mm)	2.18	1.71	1.73	1.75	2.27	3.33	2.62	2.52	2.77	3.22	4.49	3.65	3.55	3.72	4.12
標準偏差	0.69	0.32	0.57	0.62	0.84	0.76	0.53	0.67	0.63	0.56	0.97	0.67	0.90	0.88	0.71
変動係数	0.32	0.19	0.33	0.36	0.37	0.23	0.20	0.27	0.23	0.17	0.22	0.18	0.25	0.24	0.17
幅平均変化量 全体(mm)	1.93					2.89					3.91				

	3日後					6日目					9日後				
竹集成	木口A	①	②	③	木口B	木口A	①	②	③	木口B	木口A	①	②	③	木口B
幅平均変化量(mm)	1.44	0.94	0.88	0.92	1.51	2.03	1.53	1.45	1.54	2.08	2.72	2.20	2.05	2.14	2.75
標準偏差	0.57	0.43	0.39	0.43	0.62	0.77	0.73	0.66	0.73	0.93	1.28	1.14	1.01	1.16	1.34
変動係数	0.39	0.46	0.44	0.47	0.41	0.38	0.48	0.45	0.48	0.45	0.47	0.52	0.49	0.54	0.49
幅平均変化量 全体(mm)	1.14					1.73					2.37				

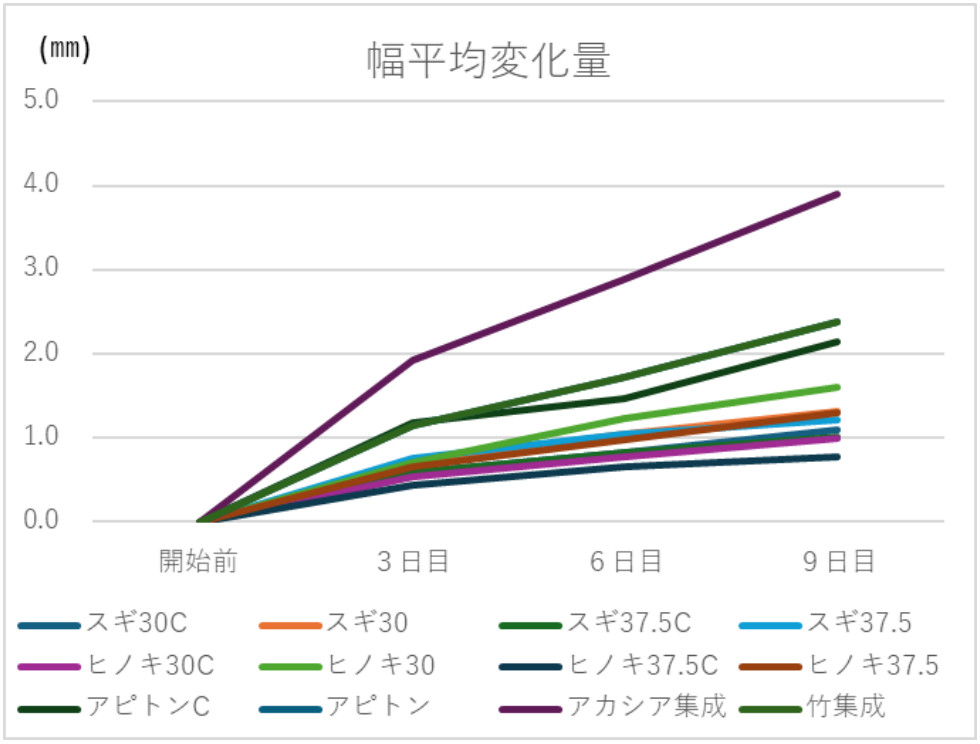


図 21 幅平均変化量

【厚み】

	3日後					6日目					9日後				
スギ30C	木口A	①	②	③	木口B	木口A	①	②	③	木口B	木口A	①	②	③	木口B
厚平均変化量(mm)	0.05	0.03	0.05	0.03	0.12	0.07	0.11	0.06	0.08	0.09	0.13	0.18	0.16	0.17	0.19
標準偏差	0.12	0.10	0.14	0.10	0.15	0.15	0.13	0.15	0.10	0.09	0.16	0.12	0.18	0.11	0.11
変動係数	2.54	3.16	2.77	2.93	1.28	2.15	1.27	2.32	1.25	0.98	1.31	0.67	1.10	0.67	0.60
厚平均変化量 全体(mm)	0.06					0.08					0.16				

	3日後					6日目					9日後				
スギ30	木口A	①	②	③	木口B	木口A	①	②	③	木口B	木口A	①	②	③	木口B
厚平均変化量(mm)	0.17	0.10	0.00	0.00	0.14	0.25	0.12	0.05	0.09	0.27	0.31	0.31	0.21	0.22	0.35
標準偏差	0.18	0.11	0.12	0.16	0.11	0.14	0.12	0.11	0.16	0.20	0.08	0.18	0.10	0.12	0.13
変動係数	1.07	1.20	—	—	0.81	0.59	0.97	2.03	1.71	0.74	0.27	0.58	0.49	0.57	0.37
厚平均変化量 全体(mm)	0.08					0.16					0.28				

	3日後					6日目					9日後				
スギ37.5C	木口A	①	②	③	木口B	木口A	①	②	③	木口B	木口A	①	②	③	木口B
厚平均変化量(mm)	0.15	0.17	0.15	0.19	0.23	0.21	0.19	0.18	0.23	0.29	0.25	0.25	0.24	0.27	0.27
標準偏差	0.11	0.06	0.06	0.07	0.13	0.07	0.04	0.04	0.04	0.14	0.05	0.08	0.06	0.06	0.07
変動係数	0.76	0.37	0.36	0.36	0.58	0.34	0.23	0.22	0.19	0.49	0.20	0.30	0.27	0.24	0.25
厚平均変化量 全体(mm)	0.18					0.22					0.26				

	3日後					6日目					9日後				
スギ37.5	木口A	①	②	③	木口B	木口A	①	②	③	木口B	木口A	①	②	③	木口B
厚平均変化量(mm)	0.25	0.11	0.12	0.13	0.29	0.34	0.21	0.19	0.23	0.36	0.44	0.27	0.27	0.30	0.47
標準偏差	0.08	0.05	0.04	0.03	0.06	0.09	0.09	0.08	0.06	0.07	0.10	0.08	0.07	0.07	0.06
変動係数	0.31	0.46	0.38	0.28	0.20	0.28	0.41	0.39	0.28	0.20	0.23	0.32	0.26	0.25	0.12
厚平均変化量 全体(mm)	0.18					0.27					0.35				

	3日後					6日目					9日後				
ヒノキ30C	木口A	①	②	③	木口B	木口A	①	②	③	木口B	木口A	①	②	③	木口B
厚平均変化量(mm)	0.28	0.21	0.17	0.17	0.25	0.36	0.29	0.27	0.26	0.27	0.44	0.31	0.29	0.31	0.38
標準偏差	0.14	0.10	0.12	0.07	0.09	0.14	0.10	0.15	0.07	0.09	0.18	0.10	0.14	0.08	0.09
変動係数	0.48	0.48	0.71	0.38	0.35	0.39	0.33	0.56	0.26	0.33	0.40	0.32	0.48	0.26	0.23
厚平均変化量 全体(mm)	0.22					0.29					0.35				

	3日後					6日目					9日後				
ヒノキ30	木口A	①	②	③	木口B	木口A	①	②	③	木口B	木口A	①	②	③	木口B
厚平均変化量(mm)	0.49	0.10	0.06	0.15	0.50	0.83	0.40	0.28	0.41	0.87	1.04	0.66	0.49	0.67	1.06
標準偏差	0.13	0.07	0.07	0.08	0.29	0.34	0.15	0.10	0.31	0.29	0.36	0.27	0.20	0.36	0.26
変動係数	0.27	0.73	1.07	0.49	0.58	0.41	0.39	0.35	0.75	0.33	0.35	0.41	0.42	0.55	0.24
厚平均変化量 全体(mm)	0.26					0.56					0.78				

	3日後					6日目					9日後				
ヒノキ37.5C	木口A	①	②	③	木口B	木口A	①	②	③	木口B	木口A	①	②	③	木口B
厚平均変化量(mm)	0.19	0.16	0.15	0.16	0.20	0.27	0.24	0.19	0.26	0.23	0.36	0.28	0.24	0.25	0.31
標準偏差	0.16	0.06	0.05	0.08	0.11	0.19	0.07	0.06	0.14	0.10	0.21	0.08	0.08	0.07	0.10
変動係数	0.84	0.35	0.31	0.51	0.54	0.72	0.29	0.34	0.54	0.42	0.58	0.28	0.35	0.29	0.32
厚平均変化量 全体(mm)	0.17					0.24					0.29				

	3日後					6日目					9日後				
ヒノキ37.5	木口A	①	②	③	木口B	木口A	①	②	③	木口B	木口A	①	②	③	木口B
厚平均変化量(mm)	0.61	0.11	0.09	0.08	0.62	0.87	0.20	0.17	0.19	0.87	1.04	0.30	0.25	0.32	1.01
標準偏差	0.24	0.06	0.07	0.12	0.28	0.40	0.05	0.06	0.10	0.41	0.48	0.05	0.05	0.14	0.47
変動係数	0.39	0.52	0.70	1.49	0.46	0.46	0.24	0.37	0.52	0.47	0.46	0.17	0.21	0.43	0.47
厚平均変化量 全体(mm)	0.30					0.46					0.58				

	3日後					6日目					9日後				
アピトンC	木口A	①	②	③	木口B	木口A	①	②	③	木口B	木口A	①	②	③	木口B
厚平均変化量(mm)	0.29	0.29	0.30	0.28	0.49	0.44	0.38	0.39	0.42	0.43	0.55	0.48	0.48	0.48	0.59
標準偏差	0.02	0.03	0.05	0.05	0.12	0.13	0.05	0.06	0.06	0.16	0.21	0.06	0.08	0.00	0.15
変動係数	0.08	0.09	0.17	0.18	0.24	0.29	0.12	0.15	0.15	0.37	0.38	0.13	0.16	0.00	0.25
厚平均変化量 全体(mm)	0.33					0.41					0.52				

	3日後					6日目					9日後				
アピトン	木口A	①	②	③	木口B	木口A	①	②	③	木口B	木口A	①	②	③	木口B
厚平均変化量(mm)	0.57	0.31	0.31	0.26	0.56	0.74	0.47	0.46	0.38	0.70	0.87	0.55	0.54	0.51	0.84
標準偏差	0.17	0.07	0.05	0.16	0.08	0.13	0.05	0.04	0.14	0.15	0.18	0.09	0.07	0.21	0.17
変動係数	0.29	0.23	0.15	0.61	0.14	0.18	0.11	0.08	0.36	0.22	0.20	0.16	0.13	0.41	0.21
厚平均変化量 全体(mm)	0.40					0.55					0.66				

	3日後					6日目					9日後				
アカシア集成	木口A	①	②	③	木口B	木口A	①	②	③	木口B	木口A	①	②	③	木口B
厚平均変化量(mm)	0.30	0.20	0.12	0.14	0.48	0.43	0.23	0.10	0.14	0.58	0.53	0.38	0.21	0.21	0.67
標準偏差	0.06	0.11	0.09	0.09	0.02	0.07	0.15	0.07	0.09	0.17	0.12	0.18	0.04	0.09	0.13
変動係数	0.19	0.52	0.71	0.63	0.03	0.15	0.63	0.73	0.62	0.29	0.23	0.47	0.20	0.43	0.20
厚平均変化量 全体(mm)	0.25					0.30					0.40				

	3日後					6日目					9日後				
竹集成	木口A	①	②	③	木口B	木口A	①	②	③	木口B	木口A	①	②	③	木口B
厚平均変化量(mm)	0.25	0.08	0.18	0.09	0.26	0.25	0.11	0.13	0.17	0.23	0.40	0.19	0.22	0.28	0.24
標準偏差	0.09	0.12	0.06	0.04	0.19	0.06	0.02	0.05	0.17	0.16	0.10	0.05	0.06	0.18	0.08
変動係数	0.34	1.57	0.32	0.38	0.73	0.22	0.18	0.41	0.99	0.70	0.25	0.25	0.28	0.65	0.34
厚平均変化量 全体(mm)	0.17					0.18					0.26				

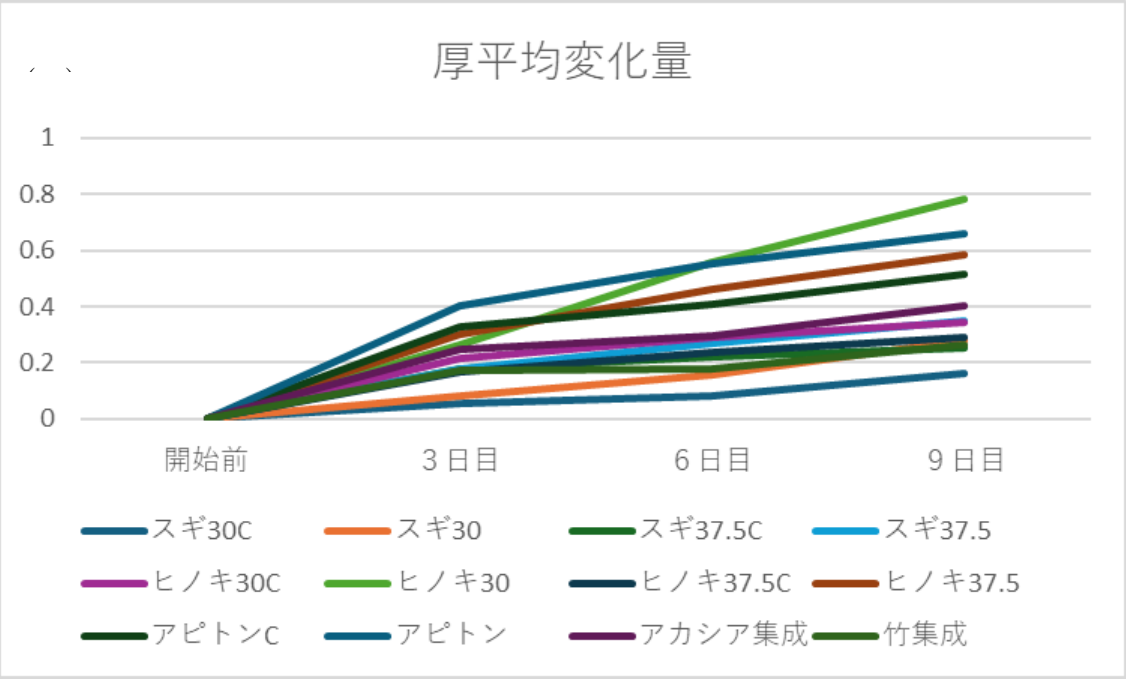


図 22 厚平均変化量

【含水率】

	開始前	３日目	６日目	９日目
スギ 30C	13.45	31.30	42.80	47.75
スギ 30	13.55	32.65	40.15	47.60
スギ 37.5C	17.30	38.70	42.55	49.45
スギ 37.5	18.55	36.20	41.30	45.55
ヒノキ 30C	13.94	25.50	30.94	35.56
ヒノキ 30	15.80	37.45	42.55	50.05
ヒノキ 37.5C	22.40	30.40	33.10	37.05
ヒノキ 37.5	20.85	26.80	33.25	36.95
アピトン C	9.67	19.33	19.83	21.50
アピトン	10.67	21.00	21.17	23.17
アカシア集成	9.33	17.33	24.33	25.50

竹集成	4.17	37.00	47.00	54.00

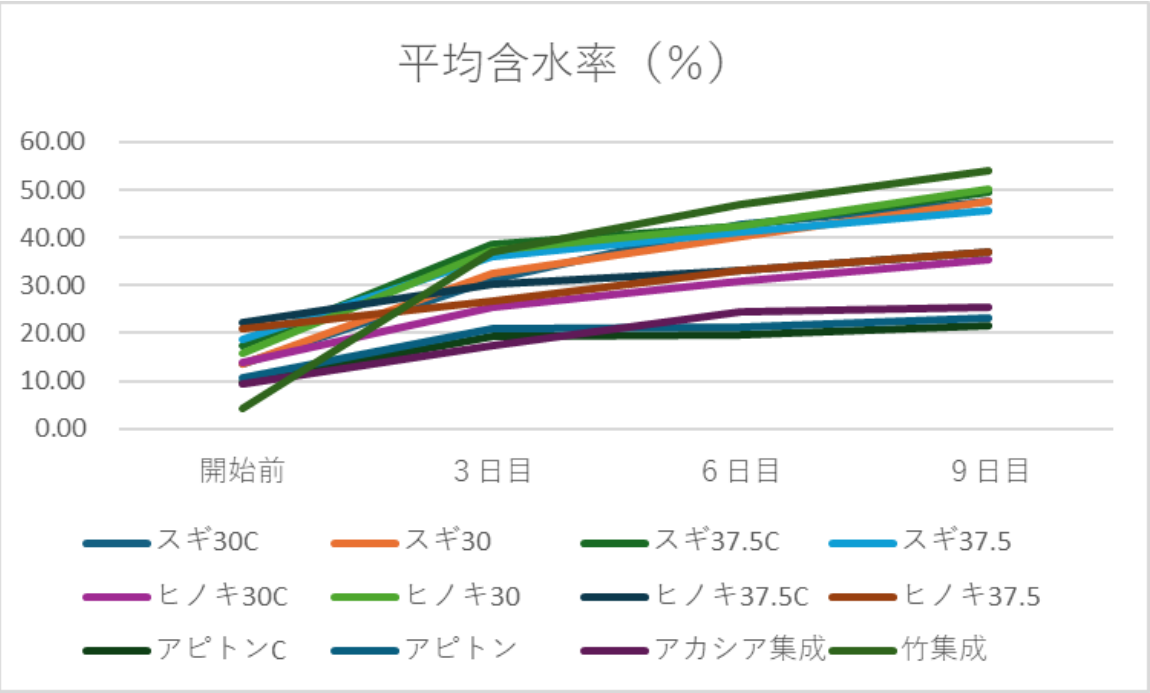


図 23　平均含水率

【反り】

	幅①平均	幅②平均	幅③平均	長さ平均
スギ 30C	0.65	0.70	0.75	0.00
スギ 30	0.70	0.75	0.70	0.05
スギ 37.5C	0.80	0.90	0.95	0.00
スギ 37.5	0.85	0.80	0.85	0.00
ヒノキ 30C	0.85	0.75	0.90	0.10
ヒノキ 30	1.10	0.95	1.15	0.65
ヒノキ 37.5C	0.65	0.60	0.55	0.00
ヒノキ 37.5	1.00	1.05	1.10	0.35
アピトン C	1.17	1.17	1.00	0.33

アピトン	1.00	1.00	1.00	0.50
アカシア集成	3.17	3.17	3.33	0.50
竹集成	0.50	0.50	0.50	0.00

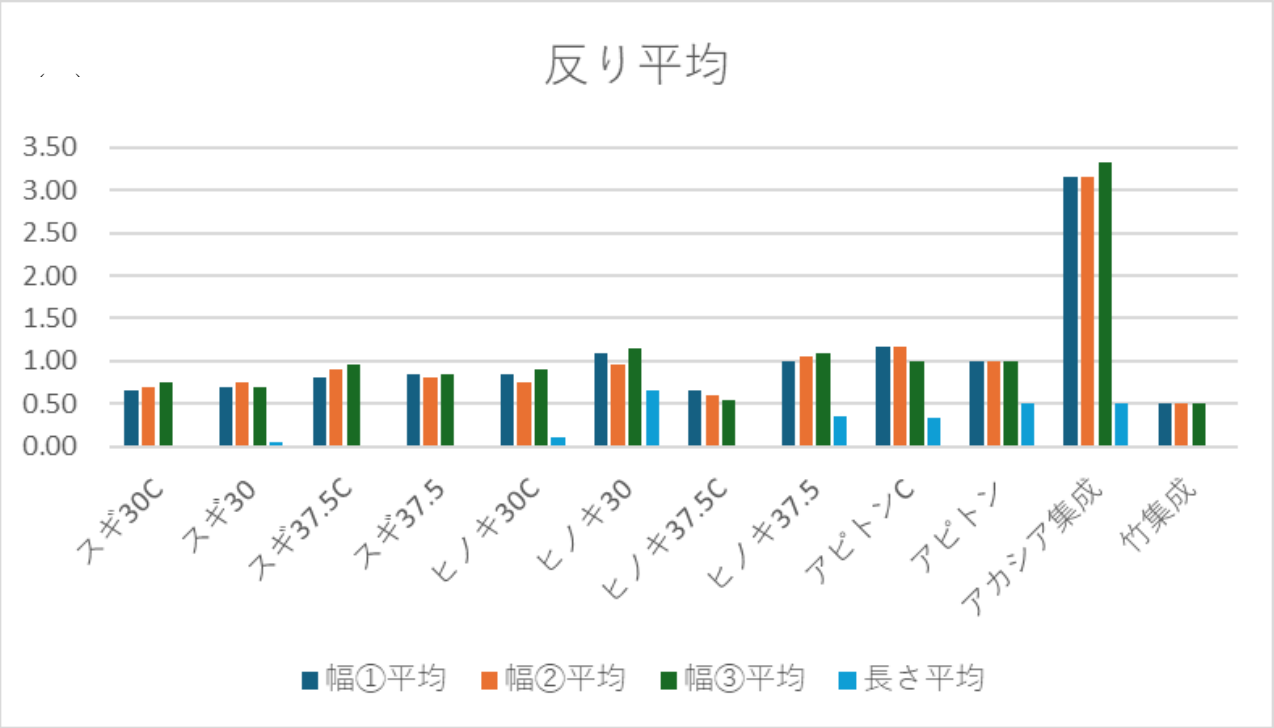


図 24 反り平均変化量

寸法変化量については、特に幅方向はアカシアが平均で約 4 ㎜、アピトン、竹集成とも 2 ㎜以上の変化量があったのに対し、スギ、ヒノキの表層圧密材はいずれも 1.6 ㎜以下の変化量となった。表層圧密加工をすることで幅方向の寸法安定性が高まることは過去の試験から分かってはいたが、今回も同様の結果となった。また、表層圧密材は木口シールをすることでさらに寸法変化量が小さくなる結果になった。一方でアピトンは木口シールの有無が寸法安定性には影響を与えない結果となった。

3.1.4 まとめ

トラック用に行った 3 種類の結果より、以下の事が分かった。

・曲げ強さは、アピトンはヒノキ 37.5 と同程度となる結果となった。一方で、平均密度はアピトンはヒノキ 37.5 の約 1.2 倍であることから、ヒノキ 37.5 はアピトンと同等の曲げ強さを持つがアピトンよりも軽い材料

となっている可能性が示唆された。

・ブリネル硬さはその繊維の形状から竹集成が最も有意な結果となった。一方で、アピトン、ヒノキ 37.5、ヒノキ 30、アカシアについては大きな差は見られなかった。

・浸漬試験では、スギ、ヒノキともにアピトン、アカシア集成、竹集成よりも優位な結果となった。

以上より、表層圧密材の中でも特にヒノキ 37.5 は表面硬度、強度面、寸法安定性と比較して、アピトンの代替として使用できる可能性があることが示唆された。今後は耐久性についての検証を行い、実用化に向け進めていく。

3.2　ダンネージ材への利用の検討

3.2.1 背景と目的

昨今では、クリーンウッド法の厳密化や、円安市況による海外産の広葉樹・ハードウッドの高騰、資源の希少化などの影響により、これまで輸入されてきた熱帯材・南洋材等のハードウッドや、広葉樹の代替を探す動きが出ている。特に南洋材であるアピトン材は、トラックの荷台や船の荷物の敷材であるダンネージに使用されていて、安定的な需要がある。アピトンを国産材に代替できれば、非建築分野での国産材の拡大が期待できる。そこで、データベースでおおよその強度が得られたスギ材、及びスギよりも密度の高いヒノキ材を表層圧密加工することで強度を持たせ、アピトンの代替として利用できるかどうかの検証を実施することを目的とした。

3.2.2 試験概要

①試験体
宮崎県産スギ平角材（芯持ち材）　SD15%
岐阜県産ヒノキ平角材（芯持ち材）　SD 15%
寸法：幅 245mm×厚み 105mm×長さ 4000mm
数量：スギ 48 本、ヒノキ 24 本

②圧密成型方法
まずはスギ、ヒノキとも 245 ㎜×105 ㎜のソリッドのまま厚 105 ㎜⇒厚 43 ㎜までの成型を試みたところ、ヒノキについては所定寸法まで熱盤プレスが下がりきらず、成型工場である後藤木材より成型は難しいとの

判断がされた。所定寸法までの成型を行うために、厚さ 105 ㎜を 2 枚にスライスし、幅 245×51.5mm×2 枚に切断した。その際、切削により 2 ㎜の切り代が発生した。

スライスした材の木裏同士を合わせて積層し、水性ビニル系接着剤で接着後、圧密成型を行う事とした。(写真 1,2) 積層後の試験体の木口寸法は、切り代が発生するため 245 ㎜×103 ㎜となった。

圧縮率は 60%以上の高圧密のものは製造が困難であると判断し、40%と 50%の 2 種類とした。

圧縮率 40%・・・圧密前厚 103 ㎜⇒圧密後厚 65 ㎜　×12 体

圧縮率 50%・・・圧密前厚 103 ㎜⇒圧密後厚 55 ㎜　×12 体



図 25　2 枚積層の試験体を作成する様子



図 26　圧密後の試験体

一方でスギについては、圧縮率４０％、５０％であればソリッドのままの圧密成型は可能であった。ヒノキとの比較を行うために、ソリッドのものと、ヒノキと同様に２枚積層にしたものの２種類を、圧縮率４０％、５０％で準備した。

③部分圧縮試験の実施

試験体寸法及び数量

ヒノキ二層積層（圧縮率 50%）（以降、ヒノキ積層 T55） L300*T55*W55　6 本

ヒノキ二層積層（圧縮率 40%）（以降、ヒノキ積層 T65）　L300*T65*W65　6 本

スギ二層積層（圧縮率 50%）（以降、スギ積層 T55）L300*T55*W55　3 本

スギ二層積層（圧縮率 40%）（以降、スギ積層 T65）L300*T55*W55　3 本

スギ単層（圧縮率 50%）（以降、スギ積層 T55）L300*T55*W55　3 本

スギ単層（圧縮率 40%）（以降、スギ積層 T65）L300*T55*W55　3 本

（比較用）アピトン　L300×T65×W65　3 本

試験体について、寸法、および気乾重量から求めた平均の密度は以下の通りだった。

平均密度の単位は全て g/cm^3

ヒノキ積層 T55：0.95

ヒノキ積層 T65：0.82

スギ積層 T55：0.74

スギ積層 T65：0.66

単層スギ T55：0.70

単層スギ T65：0.60

アピトン：0.70



図 27 ヒノキ積層 T55　材面部、及び木口部




図 28　ヒノキ積層 T65 材面部、及び木口部




図 29　スギ積層 T55（左 3 体)、スギ単層 T55（右 3 体）　材面部、及び木口部

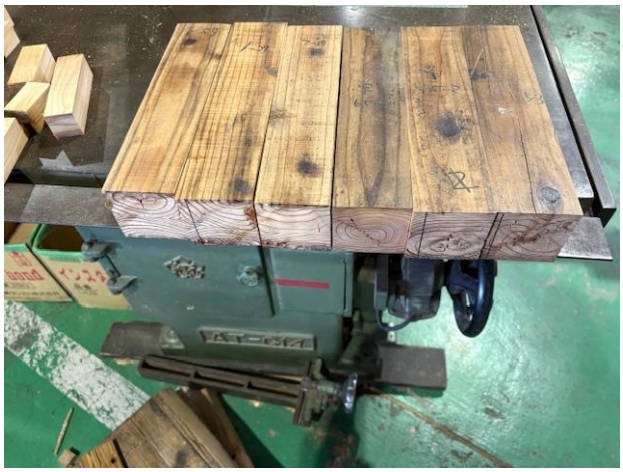



図 30　スギ積層 T65（左 3 体)、スギ単層 T65（右 3 体）　材面部、及び木口部

試験実施場所：岐阜県生活技術研究所

試験方法：木材の部分圧縮試験（JIS Z2101-2009）に準拠

試験体の中央部に加圧鋼板を用いて荷重を加える。

加圧鋼板：100×65 ㎜、厚さ 10 ㎜

平均荷重速度：毎分 294N/cm^2

（1）部分圧縮比例限度＝P_p/A(MPa)

（2）辺長の 5%部分圧縮強さ＝P_δ/A(MPa)

ここに、P_p：比例限界荷重、P_δ：縮みが辺長の 5%の時の荷重

A:荷重面積

3.2.3 結果

試験結果を図 31 及び表 49 に示す。また、アピトンの試験データについても参考値として示す。

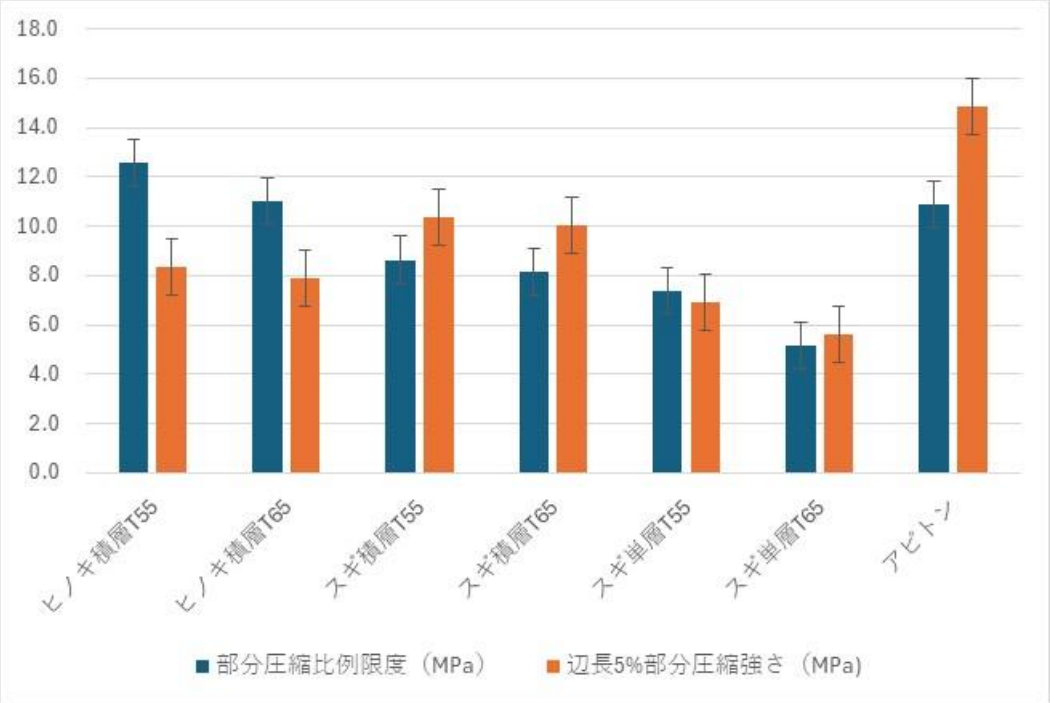


図 31 部分圧縮試験結果

表 49　部分圧縮試験結果

試験体		部分圧縮比例限度（MPa）	標準偏差	変動係数	辺長5%部分圧縮強さ（MPa）	標準偏差	変動係数
ヒノキ積層T55	1	17.1			9.1		
	2	10.3			9.6		
	3	13.7			10.3		
	4	13.3			7.1		
	5	7.8			5.2		
	6	13.2			8.8		
	平均	12.6	2.905	0.231	8.4	1.713	0.205
ヒノキ積層T65	1	11.7			6.9		
	2	15.4			5.3		
	3	8.9			8.9		
	4	12.3			12.6		
	5	9.4			8.6		
	6	8.4			5.1		
	平均	11.0	2.424	0.220	7.9	2.555	0.323
スギ積層T55	1	8.5			10.6		
	2	6.5			7.6		
	3	10.9			12.8		
	平均	8.6	1.799	0.208	10.3	2.131	0.206
スギ積層T65	1	8			9.7		
	2	7.7			9.6		
	3	8.8			10.8		
	平均	8.2	0.464	0.057	10.0	0.544	0.054
スギ単層T55	1	7.2			7.5		
	2	8.9			7.2		
	3	6			6.1		
	平均	7.4	1.190	0.162	6.9	0.602	0.087
スギ単層T65	1	6			5.5		
	2	4.9			6.4		
	3	4.6			4.9		
	平均	5.2	0.602	0.116	5.6	0.616	0.110
アピトン	1	12.4			16.8		
	2	11.6			15.7		
	3	8.7			12.1		
	平均	10.9	1.590	0.146	14.9	2.007	0.135

3.2.4　結言

結果より、比例限度（壊れ始めの強さ）はヒノキ積層 T55 が最も大きいのに対し、5%圧縮強さ（変形が進んだ時の強さ）はアピトンが逆転している。比例限度が高いという事は、材料が壊れ始めるまでに耐える力はヒノキ積層 T55 が最も大きいと言えるが、5%部分圧縮強さはそこまで伸びておらず、変形が始まると強

度が落ちていくという特性が分かる。ヒノキ積層 T65 は比例限度も 5%圧縮強さもヒノキ積層 T55 よりも低い値になっており、密度の差が今回の結果に影響していることが考えられる。一方でアピトンにおいては、比例限度こそヒノキ積層と比べて小さくなるが、5%圧縮強さはヒノキ積層の 1.8 倍程度の強度をもっている。これは、変形が始まっても壊れずに耐え続ける粘り強さがあることを示唆している。密度自体はアピトンの方が低くなっているのにも関わらず、5%圧縮強さがアピトンの方が高くなることから、針葉樹と広葉樹の性質の違いによることも考えられる。

また、スギについては密度がアピトンと同等になっているスギ積層 T55 についても比例限度、５%圧縮強さともアピトンよりも下回る結果となった。

以上より、ヒノキ積層 T55 のように比例限度が大きいものは変形までの耐荷重が大きくなることから、荷崩れを防ぐために変形を最小限に抑えたい用途で、比例限度に比べて 5%圧縮強さが大きいアピトンは多少沈み込んでも耐久性が求められる用途での使用が向いていることが示唆された。

今回は強度の比較を行ったので、次年度以降は寸法安定性、耐久性、及びコストの検証を行い実装へさらなる検証を行う。

第4章　表層圧密材を使用した構造用集成材の検証

4.1　背景と目的

スギ材の圧密加工による強度向上を活かし、これまでの内外装仕上げ材から、より大規模な消費が見込める構造材への利用拡大を図ることを目的とする。具体的には、強度・耐久性・経済性を兼ね備えたスギ赤身材の圧密構造用集成材の商品開発を検討する。特に、今後の普及が見込まれる中高層の非住宅木造建築において課題となる、高荷重への対応に焦点を当てる。スギ赤身材は優れた耐久性を持つ一方で、めり込み強度が低いという弱点があるが、圧密技術によってこの課題を克服する。これにより、高い防腐防蟻性と構造的な強固さを両立した「土台」としての実用化を実現し、国産材の新たな需要創出と木造建築の可能性を広げることを目指す。

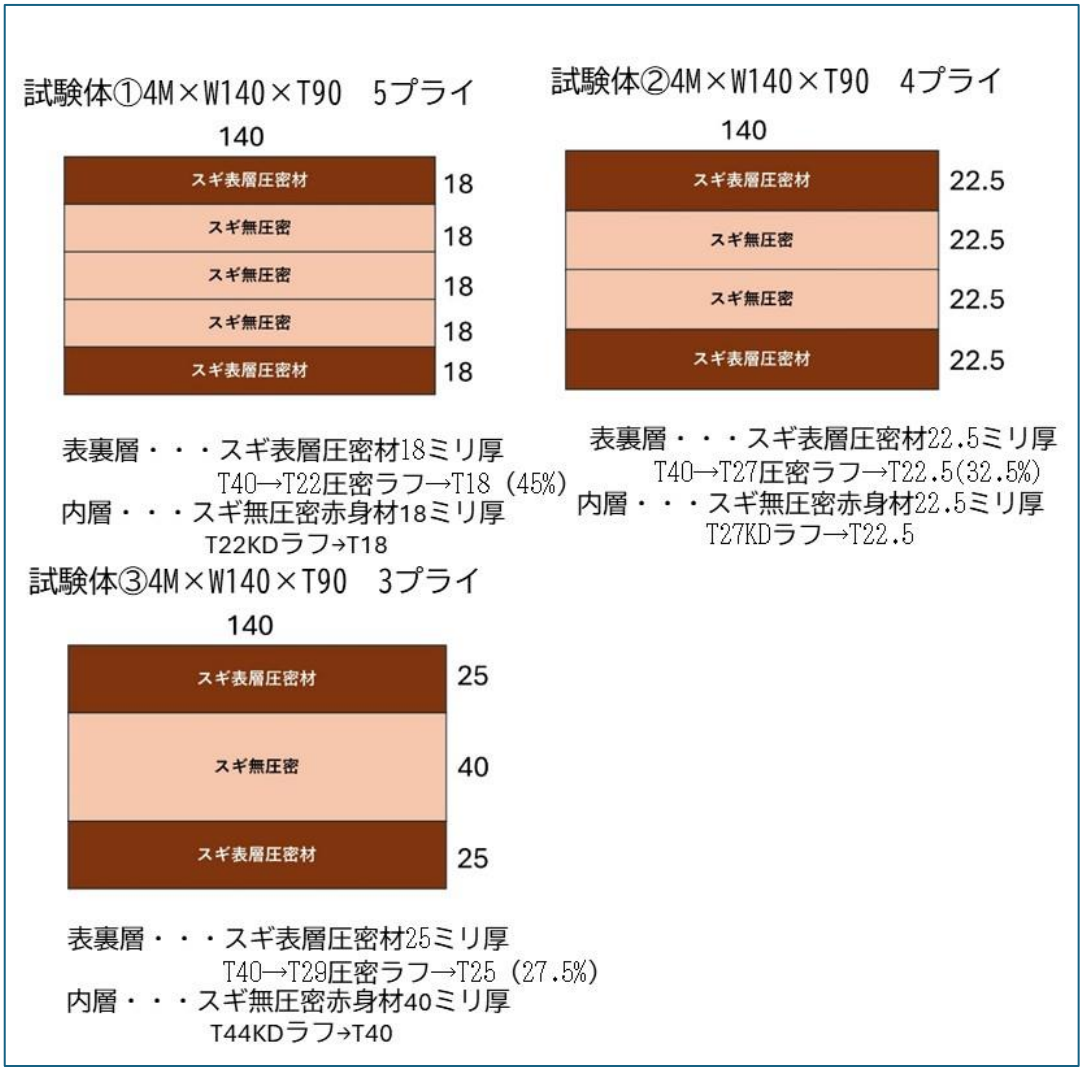


図 32　枠組み壁工法用　試験体の構成

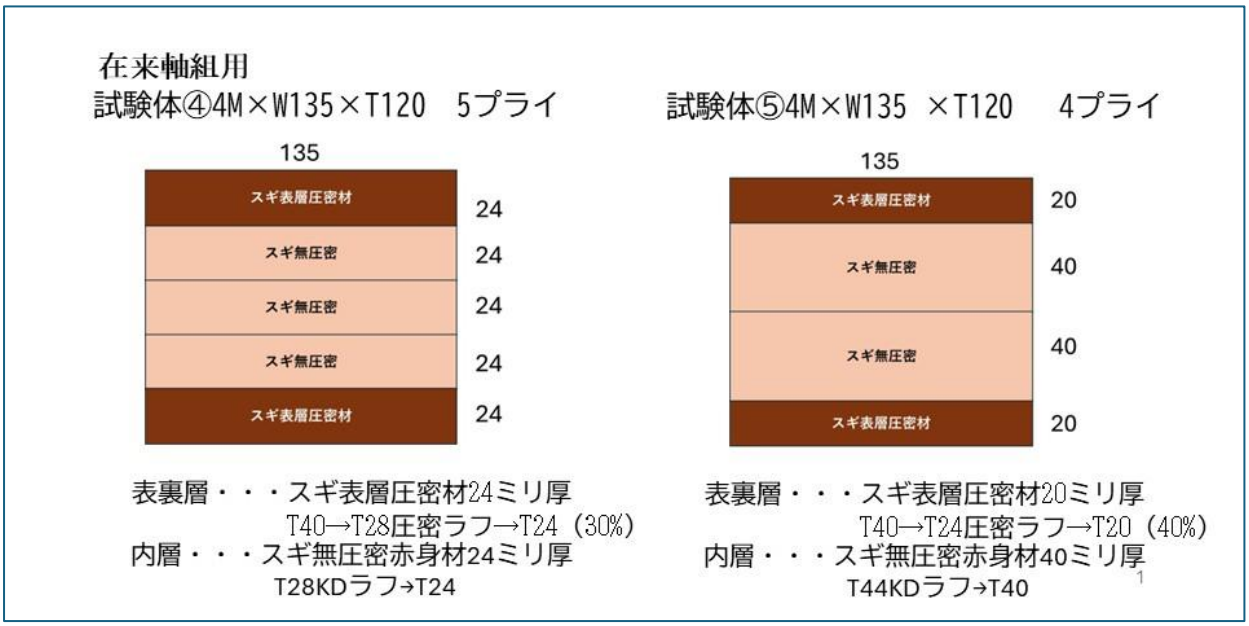


図 33　在来軸組用　試験体の構成

4.2　試験概要

4.2.1　試験体　集成材の構成

試験体の構成は枠組み壁工法用、及び在来軸組用として、図 32、図 33 の通りとした。なお、比較材として枠組壁工法用材としてベイマツ集成材（長さ 4m、幅 140mm、厚さ 90mm、4 プライ）及び在来軸組用としてヒノキ集成材（長さ 4m、幅 140mm、厚さ 90mm、4 プライ）を併せて試験した。

4.2.2　積層材の曲げ試験

4.2.2.1.　積層材の曲げ試験方法

集成材の日本農林規格を参考にして、すべて積層面に垂直方向での加力による曲げ試験を実施した。試験材中央の両側 2 か所の曲げたわみ量の平均値とそれに対応する荷重より曲げヤング係数を、また破壊時の荷重から曲げ強さを測定した。荷重速度は毎分 15mm とし、次式により算出した。

$$\text{曲げ強さ} = \frac{3P_b(L-S)}{2bd^2}$$

$$\text{曲げヤング係数} = \frac{\Delta P(L-S)\times(2L^2+2LS-S^2)\times 10^3}{8\Delta y b d^3}$$

P_b：最大荷重（N）、L：スパン（mm）、S：荷重点間の距離、b：試験体の幅（mm）、d：試験体の厚さ、ΔP：比例域における上限荷重と下限荷重の差（N）、Δy：ΔPに対応するスパン中央のたわみ（mm）

曲げ試験の概要について図 34 に、曲げ試験状況について図 14 に示す。

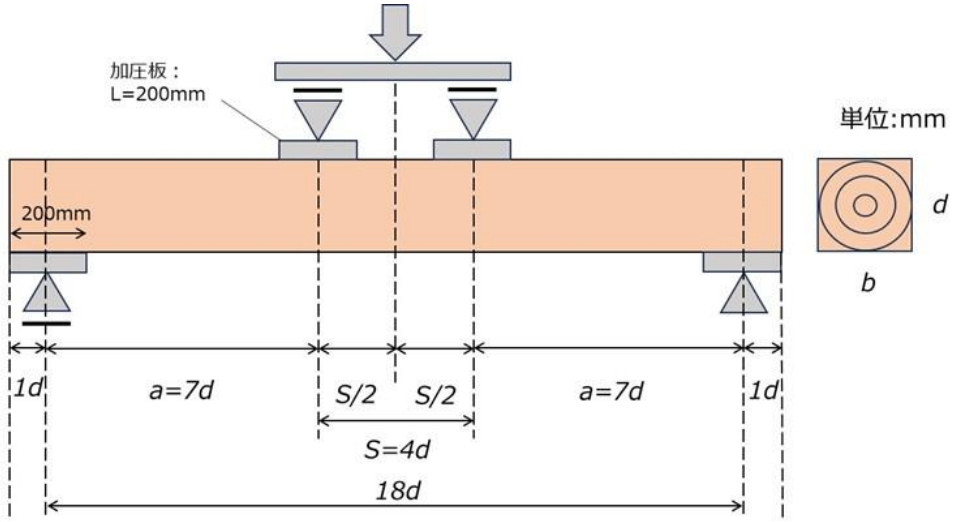


図 34　曲げ試験の概要

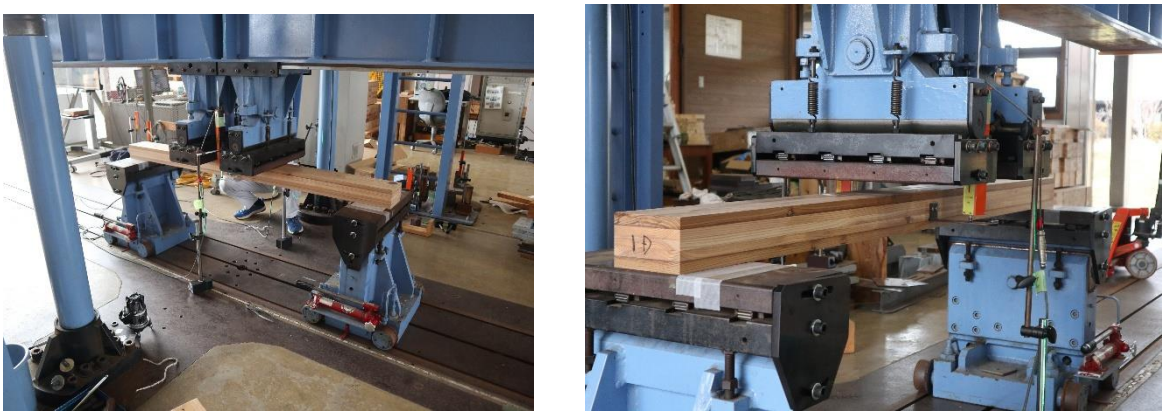


図 35 曲げ試験の状況

4.2.2.2.　積層材の曲げ試験結果

曲げ試験結果について表 50，51 に示す。また、みかけの曲げヤング係数について図 36 に、曲げ強さについて図 37 に示す。みかけの曲げヤング係数は表層に配した圧密材の圧縮率の増加に応じて高い傾向を示した。一方、曲げ強さについては NO.1 のように同様の傾向がみられない試験体もあり、かつべイマツ集成材及びヒノキ集成材に比べてばらつきが大きい傾向がみられた。次に、みかけの曲げヤング係数と曲げ強さの関係について図 38 に示す。曲げヤング係数との関係がみられない試験体がみられた。これらのばらつきは節に関係する破壊がみられ、特にスギ圧密積層材では節が関係する破壊形態がみられるものの曲げ強さが低くなる傾向がみられたことが影響したと考えられる。一方、曲げ強さの平均値は最も低い NO.4 で 50N/mm^2程度であり、圧密材を表層に配したことによる曲げ強さの向上はある程度みられると考えられる。

表 50 曲げ試験結果（幅 140mm、厚さ 90mm 試験体）

試験体種類	番号		長さ (mm)	重量 (kg)	長辺 (mm)	厚さ (mm)	密度 (kg/m³)	平均値	標準偏差	変動係数 (%)	含水率 (%)	曲げヤング係数 (kN/mm²)	平均値	標準偏差	変動係数 (%)	最大荷重 (kN)	曲げ強さ (N/mm²)	平均値	標準偏差	変動係数 (%)	破壊状況
	1	A	1800	11.496	140.26	90.12	505														
1		A	1800	11.496	140.26	90.12	505				10.1	12.85				51.72	85.8				曲げ
		B	1800	12.070	140.18	90.21	530				10.5	11.68				38.85	64.4				曲げ
		C	1800	10.959	140.08	90.13	482				10.4	10.01				28.63	47.6				曲げ
		D	1800	11.298	140.31	90.18	496				10.5	9.87				37.82	62.6				曲げ(引張面剥)
		E	1800	11.690	140.29	90.30	513				10.3	9.29				35.39	58.5				曲げ(引張面剥)
		F	1800	11.338	140.36	90.13	498	504	14.9	3.0	10.3	9.12	10.47	1.35	12.9	23.36	38.7	59.59	14.73	24.7	曲げ(引張面剥)
2		A	1800	12.601	140.34	90.17	553				10.6	13.38				52.72	87.3				曲げ
		B	1800	11.176	140.37	90.25	490				10.7	11.34				57.61	95.2				曲げ
		C	1800	11.037	140.31	90.18	485				10.5	9.30				27.58	45.7				曲げ(引張面剥)
		D	1800	11.240	140.30	90.15	494				10.5	9.34				28.92	47.9				曲げ(引張面剥)
		E	1800	10.573	140.30	90.23	464				11.0	8.66				41.48	68.6				曲げ
		F	1800	10.150	140.42	90.24	445	488	33.5	6.9	10.9	8.47	10.08	1.74	17.3	27.13	44.8	64.94	20.40	31.4	曲げ
3		A	1800	11.622	140.37	90.24	510				10.1	11.67				50.83	84.0				曲げ
		B	1800	10.424	140.36	90.14	458				9.4	9.54				28.48	47.2				曲げ(引張面剥)
		C	1800	9.736	140.30	90.28	427				10.1	9.16				31.83	52.6				曲げ
		D	1800	9.535	140.27	90.18	419				9.4	8.95				42.82	70.9				曲げ
		E	1800	9.838	140.29	90.22	432				9.8	8.05				38.84	64.3				曲げ
		F	1800	10.684	140.27	90.22	469	452	31.1	6.9	10.0	8.53	9.32	1.15	12.4	30.54	50.6	61.61	12.97	21.0	曲げ(引張面剥)
ベイマツ集成材		A	1800	11.710	140.25	90.14	515				12.1	14.02				47.18	78.2				曲げ
		B	1800	12.417	140.38	90.10	545				12.5	15.01				36.87	61.1				曲げ(引張面剥)
		C	1800	12.661	140.21	90.11	557				11.9	15.74				45.14	74.9				曲げ(引張面剥)
		D	1800	12.913	140.20	90.26	567				12.3	16.26				54.43	90.1				曲げ
		E	1800	13.401	140.08	90.09	590				13.1	16.78				50.47	83.9				曲げ
		F	1800	12.131	140.19	90.17	533	551	24.1	4.4	12.3	14.44	15.37	0.98	6.4	37.08	61.5	74.96	10.73	14.3	曲げ(引張面剥)

表 51 曲げ試験結果（幅 135mm、厚さ 120mm　試験体）

試験体種類	番号	長さ (mm)	重量 (kg)	長辺 (mm)	厚さ (mm)	密度 (kg/m³)	平均値	標準偏差	変動係数 (%)	含水率 (%)	曲げヤング係数 (kN/mm²)	平均値	標準偏差	変動係数 (%)	最大荷重 (kN)	曲げ強さ (N/mm²)	平均値	標準偏差	変動係数 (%)	破壊状況
4	A	2401	18.182	135.01	120.57	465				9.4	10.61				51.31	65.9				曲げ
	B	2401	19.030	135.11	120.28	488				9.9	10.38				41.77	53.9				曲げ
	C	2401	17.468	135.00	120.51	447				10.3	8.42				36.98	47.5				曲げ(引張面節)
	D	2401	16.856	135.01	120.53	431				10.1	8.92				47.30	60.8				曲げ
	E	2401	17.053	134.98	120.49	437				10.7	8.08				35.25	45.3				曲げ
	F	2401	16.487	135.02	120.42	422	448	22.1	4.9	10.3	7.58	9.00	1.13	12.6	20.94	27.0	50.05	12.53	25.0	曲げ(引張面節)
5	A	2401	19.600	134.99	120.40	502				9.4	11.82				41.80	53.8				曲げ(引張面節)
	B	2401	20.771	135.02	120.32	533				9.9	11.47				48.94	63.1				曲げ(引張面節)
	C	2401	16.163	135.13	120.27	414				10.0	9.47				50.35	64.9				曲げ
	D	2401	15.962	135.11	120.31	409				9.9	9.43				42.90	55.3				曲げ
	E	2401	16.885	135.05	120.29	433				10.5	8.70				47.02	60.6				曲げ
	F	2401	17.876	135.07	120.37	458	458	45.6	9.9	10.2	8.55	9.91	1.28	12.9	27.37	35.2	55.50	9.88	17.8	曲げ(引張面節)
ヒノキ集成材	A	2401	18.817	135.26	120.28	482				13.8	13.55				60.81	78.3				曲げ
	B	2396	18.998	134.86	120.26	489				13.3	14.06				51.00	65.9				曲げ
	C	2401	19.000	134.95	120.24	488				13.0	12.06				64.35	83.1				曲げ
	D	2401	18.016	134.81	120.15	463				13.0	13.42				63.60	82.4				曲げ
	E	2401	18.156	134.84	120.23	466				13.0	12.06				61.58	79.6				曲げ
	F	2401	20.294	134.84	120.18	522	485	19.1	3.9	12.9	12.96	13.02	0.75	5.7	66.28	85.8	79.18	6.41	8.1	曲げ

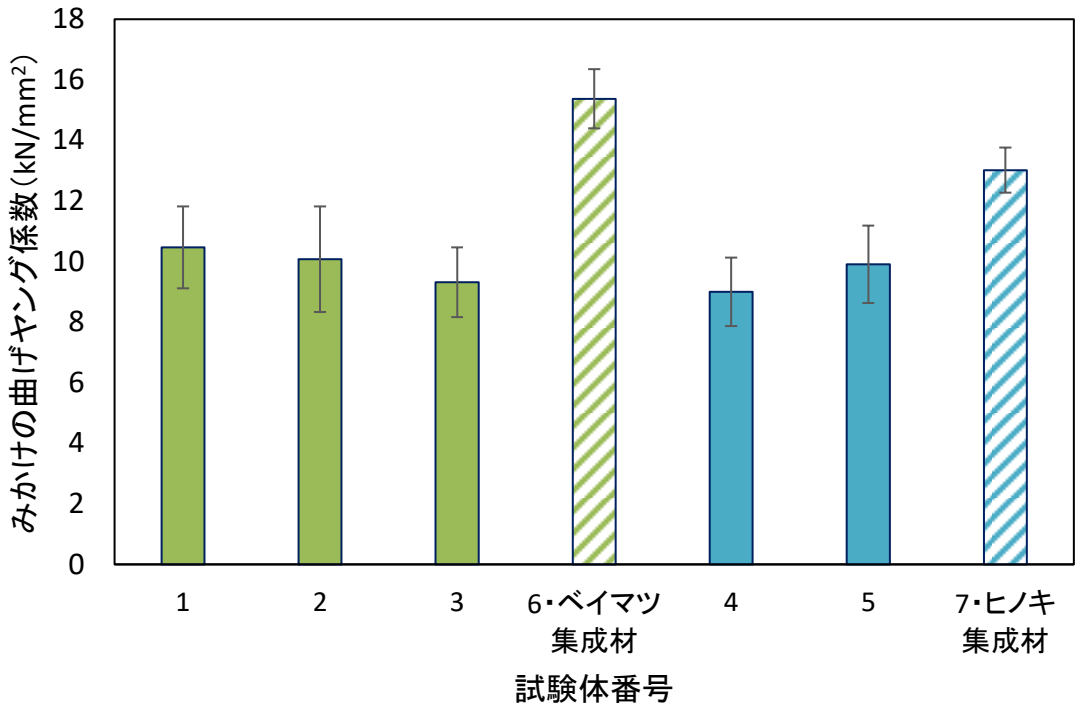


図 36　試験体別の曲げヤング係数の平均値　※エラーバーは標準偏差

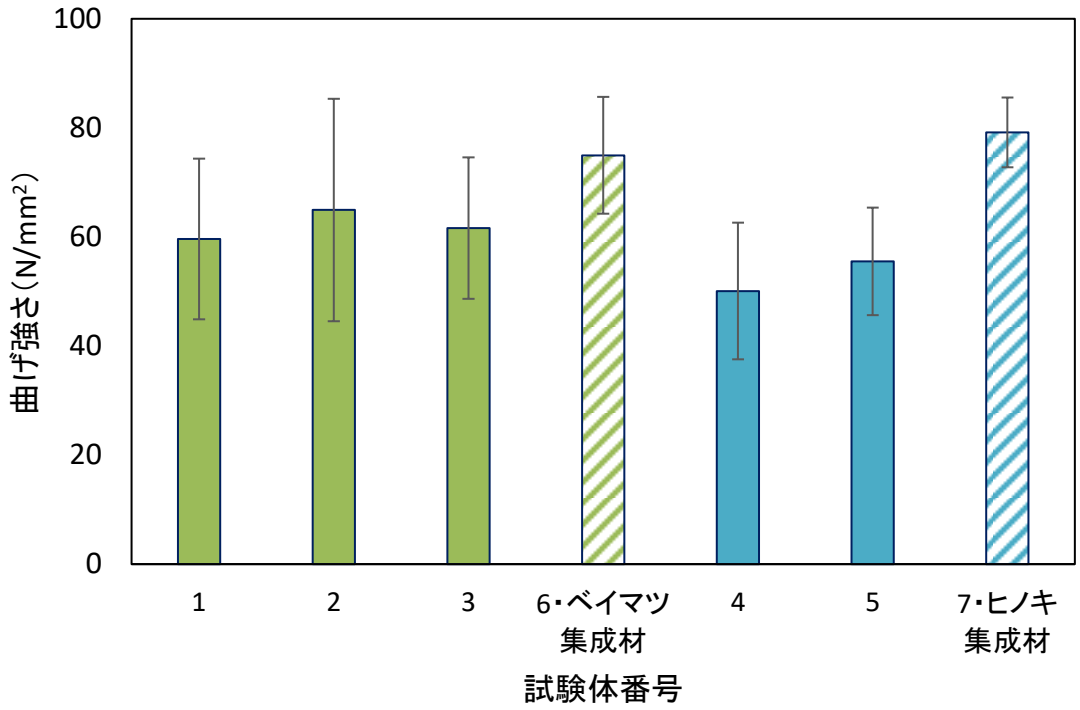


図 37 試験体別の曲げ強さの平均値　※エラーバーは標準偏差

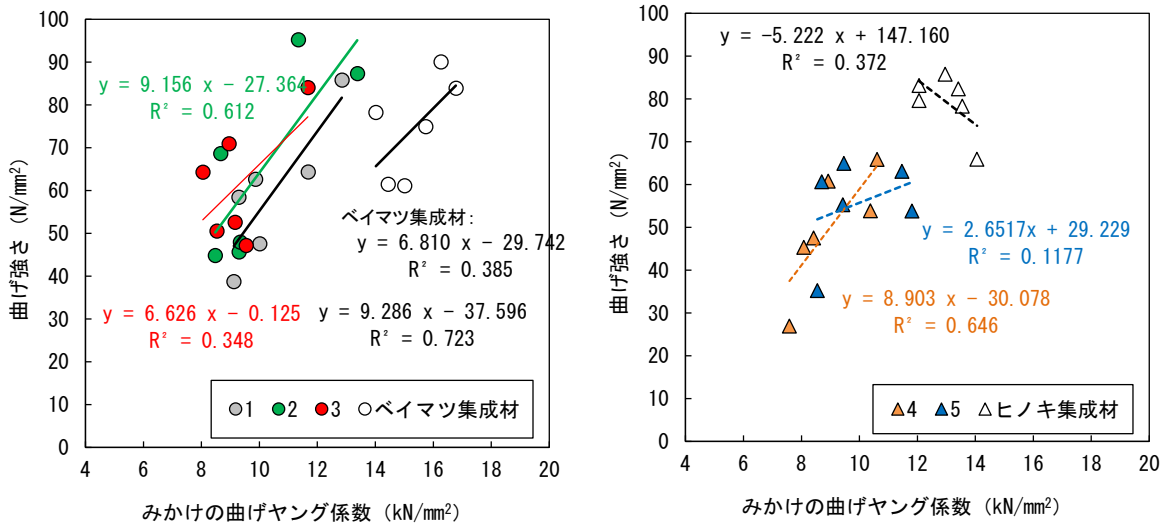


図 38 みかけの曲げヤング係数と曲げ強度の関係

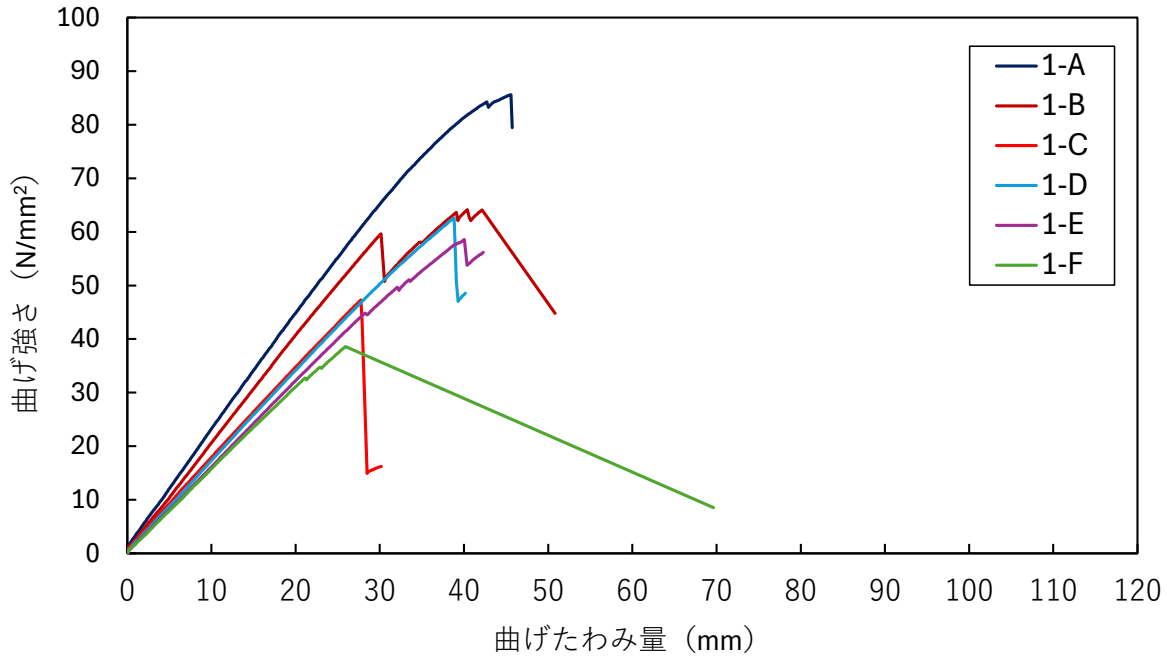


図 39 曲げたわみ量と曲げ強度の関係（試験体番号：1）

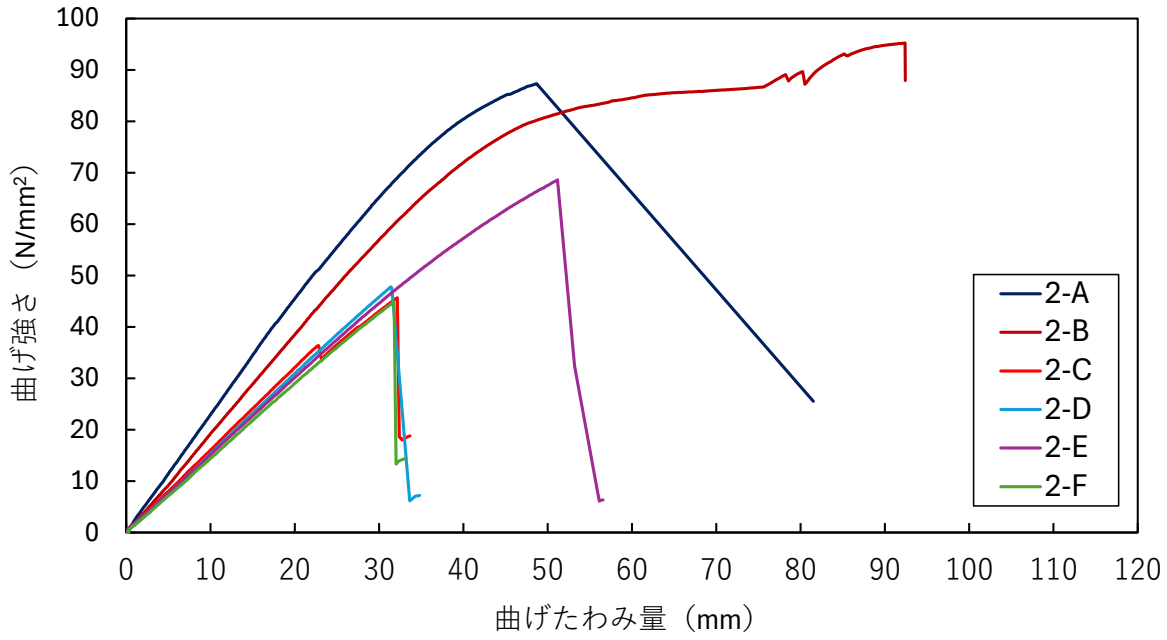


図 40 曲げたわみ量と曲げ強度の関係（試験体番号：2）

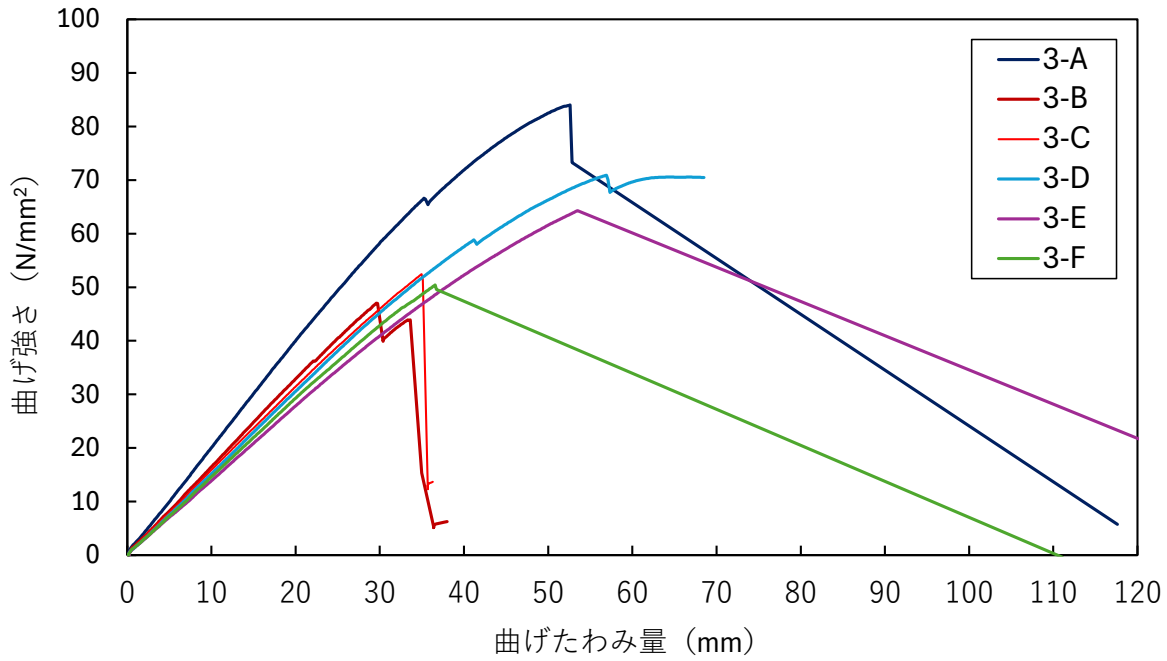


図 41 曲げたわみ量と曲げ強度の関係（試験体番号：3）

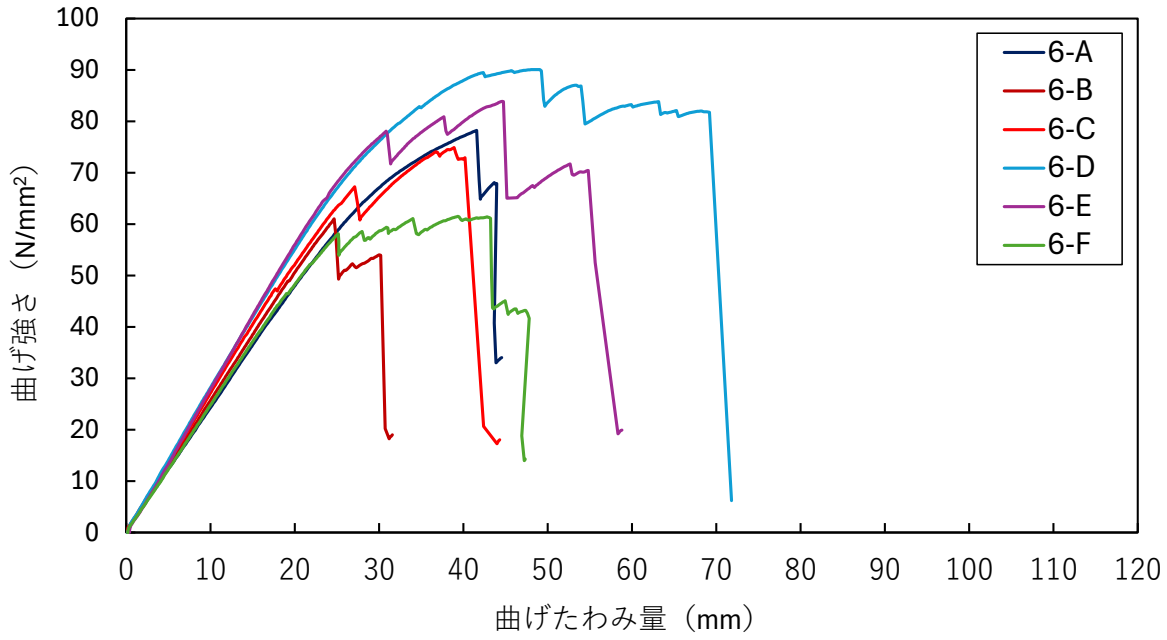


図 42 曲げたわみ量と曲げ強度の関係（試験体番号：6・ベイマツ集成材）

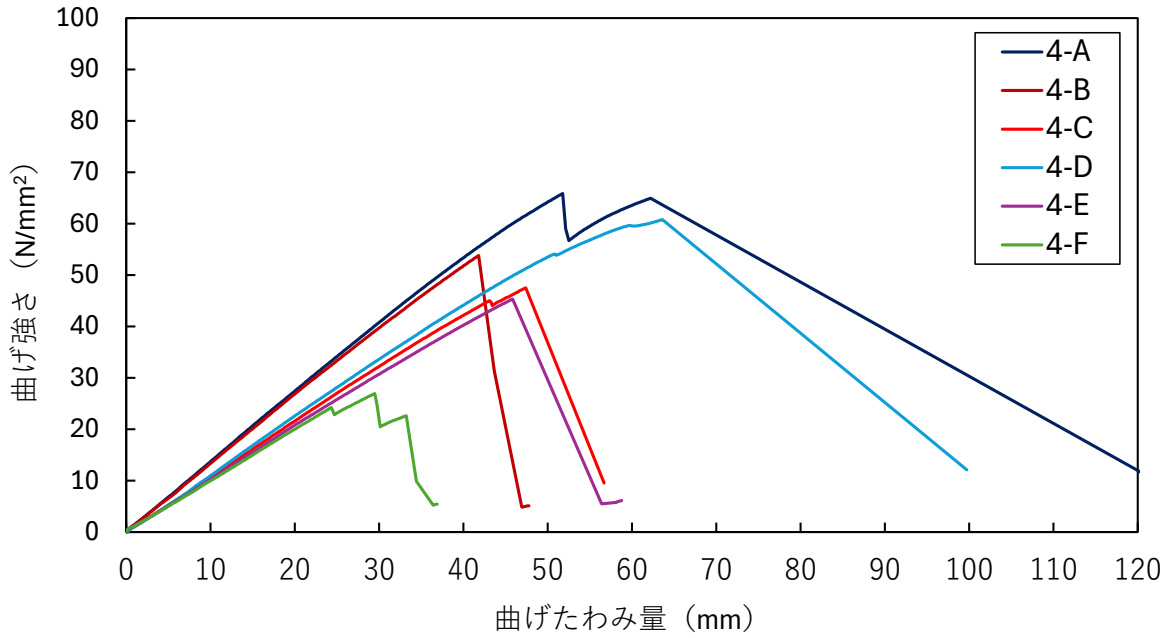


図 43 曲げたわみ量と曲げ強度の関係（試験体番号：4）

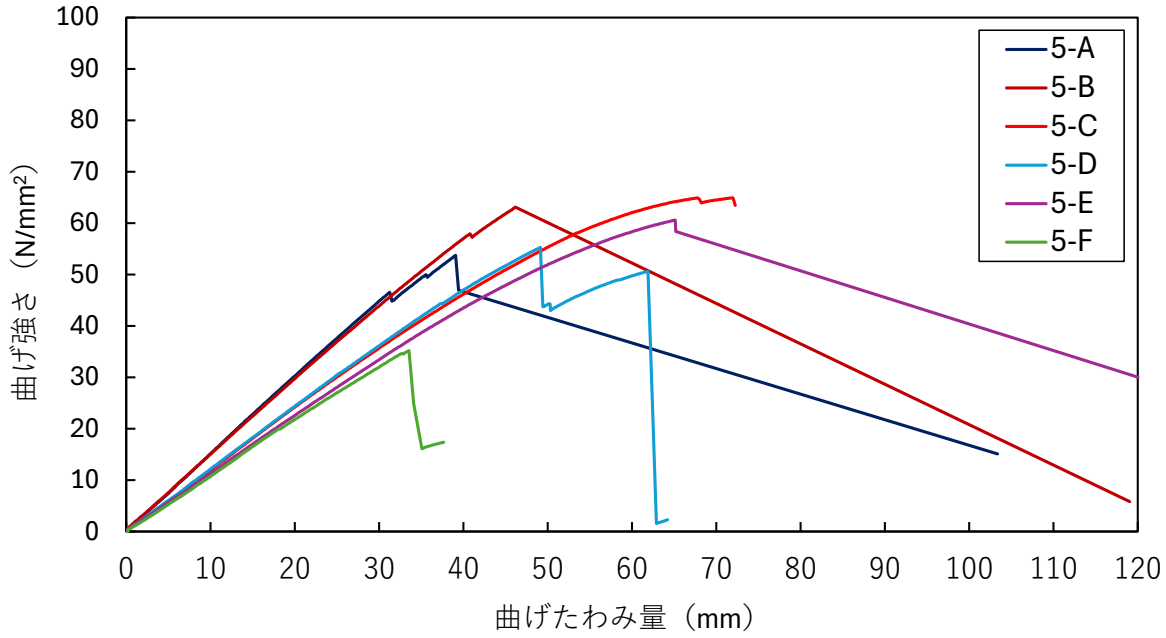


図 44 曲げたわみ量と曲げ強度の関係（試験体番号：5）

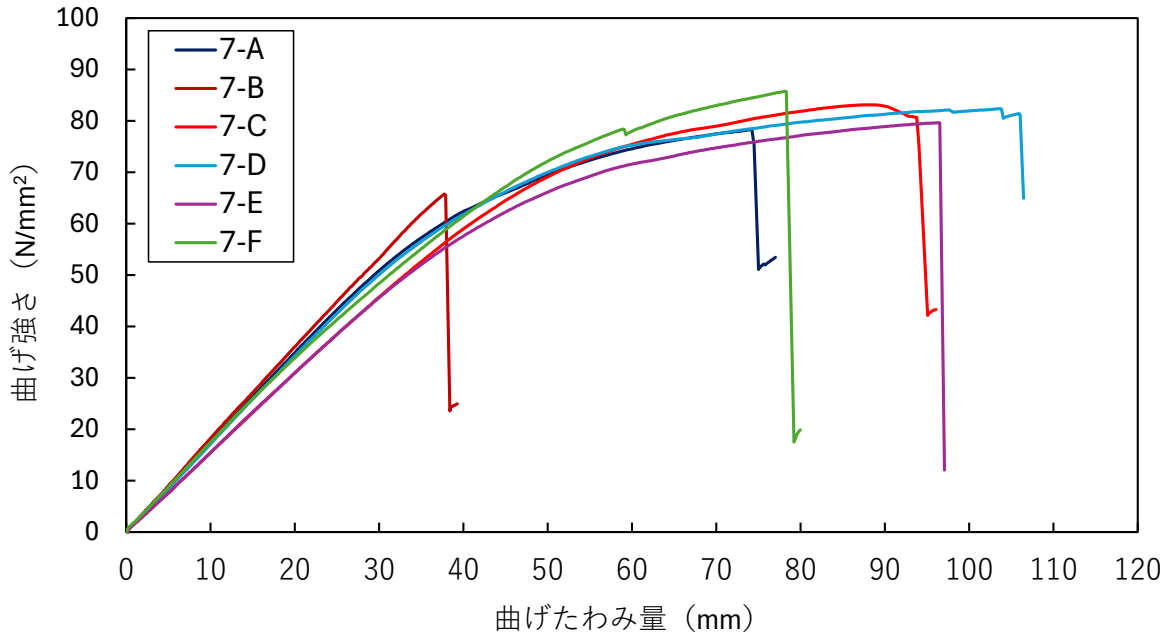


図 45 曲げたわみ量と曲げ強度の関係（試験体番号：7・ヒノキ集成材）

4.2.3 積層材のめり込み試験

4.2.3.1. 積層材のめり込み試験方法

切り出しためり込み試験体によるめり込み試験方法を実施した。(公財) 日本住宅・木材技術センター発行「構造用木材の強度試験マニュアル（平成 23 年 3 月)」の「Ⅰ 構造用木材の強度試験法 10.めり込み強さ（部分圧縮強さ）およびめり込み剛性」を参考にして、材央部及び材端部のめり込み試験を実施した。
荷重速度はめり込み量が材せいの 10%に達するまでの時間が 5±2 分を目安にして、加力板の両側で測定した変位の平均値をめり込み量として、20mm に達するまで加力した。
以下のめり込み強度特性値を算出した。fc,90 の算出は、材せいの 10%変形時までの最大荷重により算出した。

$$\text{めり込み強さ：} f_{c,90} = \frac{F_{ult}}{bl}$$

$$\text{めり込み降伏強さ：} f_{c,90,y} = \frac{F_y}{bl}$$

$$\text{めり込み剛性：} K_{c,90} = \frac{\Delta F / \Delta w}{bl}$$

F_{ult}：材せいの 10%変形時までの最大荷重 (N)、b：試験体の幅 (mm)、l：加圧板の長さ (=90mm)、F_y：荷重変形曲線と、これの直線部分を延長し、さらに変形の増加方向に 2mm ずらした直線との交点における荷重、ΔF：比例域における上限荷重と下限荷重の差 (N)、Δw：ΔF に対応する変形の増分 (mm)

なお、マニュアルの規定に準じて加力面近傍に節が含まれないように配慮しつつ試験体を採取したが、供試材長さの制約のため除外できなかった試験体については除外して強度特性値を算出した。
試験方法について図 32 に、試験の状況について図に示す。

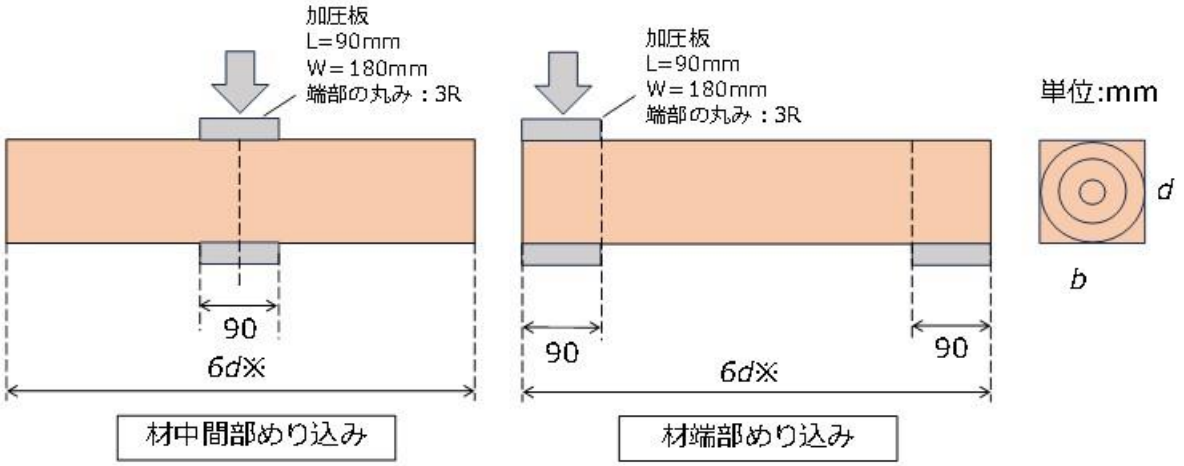


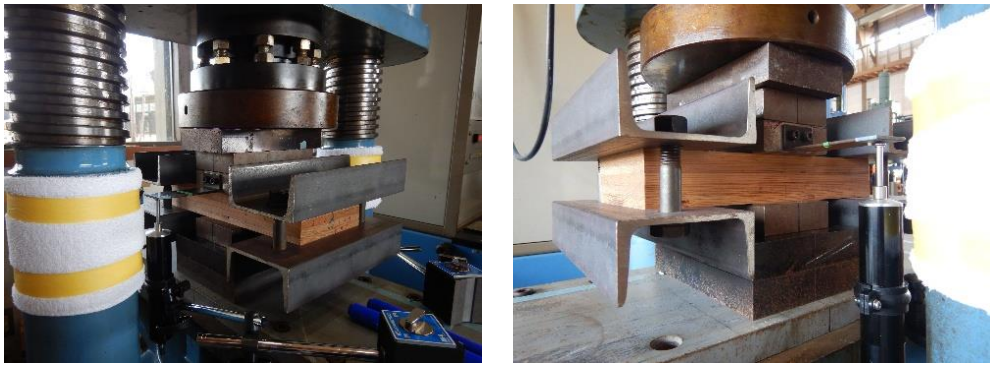
図 46 めり込み試験の概要



（材中間部めり込み）



（材端部めり込み）



（圧密ラミナ積層体・材中間部めり込み）

図 47 めり込み試験の状況

4.2.3.2. 積層材のめり込み試験結果

めり込み試験結果について表 52.53 に示す。また、めり込み強さ、めり込み降伏強さ及びめり込み剛性の比較についてそれぞれ図 48、図 49 及び図 50 に示す。当然のことながら、いずれの特性値も材中央部加力＞材端部加力の傾向を示した。材中央部加力では表層の圧密材の圧縮率の高い方が各特性値は高くなる傾向を示したが、材端部加力では材中央部ほどの傾向はみられなかった。また、いずれも試験体も「木質構造設計基準・同解説」に示されるスギの基準強度（材中間部：6.0N/mm^2、材端部：4.8N/mm^2）に対して平均値、最小値ともに高い値を示した。次に、密度とめり込み強さの関係について図 51 に示す。密度とめり込み強さには比較的高い相関関係がみられた。

表 52 めり込み強度特性値（材中間部加力）

加力方法	No	重量 kg	幅 mm	高さ mm	長さ mm	密度 kg/m³	平均値	標準偏差	変動係数	めり込み強さ N/mm²	平均値	標準偏差	変動係数	参考）20mm変形時のめり込み強さ N/mm²	平均値	標準偏差	変動係数	めり込み降伏強さ N/mm²	平均値	標準偏差	変動係数	めり込み剛性 N/mm³	平均値	標準偏差	変動係数
材中央部加力	1A-C	3.460	140.25	90.21	540	506.4				6.92				9.42				5.19				3.07			
	1B-C	3.551	140.02	90.20	540	520.7				8.16				8.98				6.49				4.57			
	1C-C	3.257	140.08	90.15	540	477.6				6.75				7.91				5.66				5.03			
	1D-C																								
	1E-C	3.297	140.34	90.10	540	482.9				8.49				9.58				6.87				5.47			
	1F-C	3.436	140.26	90.17	540	503.1	498	15.8	3.2	8.15	7.69	0.71	9.3	9.41	9.06	0.61	6.7	6.41	6.12	0.61	10.0	6.11	4.85	1.03	21.1
	2A-C	3.636	140.24	90.21	540	532.2				8.94				11.70				5.89				3.85			
	2B-C	3.260	140.50	90.58	540	474.4				7.08				8.18				5.43				4.40			
	2C-C																								
	2D-C	3.410	140.38	90.23	540	498.5				7.17				8.87				5.45				3.94			
	2E-C	3.287	140.42	90.26	540	480.3				7.38				8.91				5.68				4.46			
	2F-C	3.032	140.45	90.30	540	442.7	486	29.4	6.1	6.63	7.44	0.79	10.6	7.45	9.02	1.44	16.0	5.47	5.58	0.18	3.2	4.39	4.21	0.26	6.2
	3A-C	3.460	140.41	90.28	540	505.5				7.24				8.68				5.86				4.21			
	3B-C																								
	3C-C	2.902	140.39	90.28	540	424.0				6.08				7.16				5.11				3.47			
	3D-C	2.845	140.28	90.36	540	415.6				6.24				7.81				4.98				3.57			
	3E-C	2.950	140.71	90.32	540	429.9				6.73				9.32				5.29				3.71			
	3F-C	3.076	140.32	90.20	540	450.1	445	32.3	7.3	7.97	6.85	0.69	10.1	10.38	8.67	1.13	13.0	6.24	5.50	0.48	8.7	3.45	3.68	0.28	7.6
	6A-C	3.529	140.24	90.29	540	516.1				8.56				11.18				6.20				9.76			
	6B-C	3.657	139.92	90.09	540	537.2				7.91				9.80				5.95				8.17			
	6C-C	3.823	140.78	90.15	540	557.8				8.38				10.15				6.50				10.05			
	6D-C	3.641	140.26	90.20	540	533.0				8.23				9.54				6.36				7.80			
	6E-C	3.980	140.15	90.01	540	584.3				8.51				11.09				6.29				7.57			
	6F-C	3.705	140.46	90.18	540	541.7	545	21.4	3.9	7.99	8.26	0.24	3.0	10.48	10.37	0.61	5.9	6.66	6.33	0.22	3.5	7.54	8.48	1.03	12.2
	4A-C	5.604	135.00	120.51	720	478.4				8.00				8.87				6.48				3.34			
	4B-C	5.512	135.06	120.47	720	470.5				9.06				10.21				6.58				3.87			
	4C-C	4.994	134.97	120.44	720	426.7				7.76				8.82				5.33				3.27			
	4D-C	4.979	134.97	120.42	720	425.5				7.24				8.21				5.44				3.76			
	4E-C	4.894	135.05	120.39	720	418.1				7.32				8.11				5.21				3.35			
	4F-C	4.782	135.05	120.46	720	408.3	438	26.6	6.1	7.20	7.76	0.65	8.4	8.23	8.74	0.72	8.2	5.19	5.70	0.59	10.3	3.26	3.48	0.24	7.0
	5A-C																								
	5B-C																								
	5C-C	4.963	135.13	120.37	720	423.8				6.21				6.75				4.88				3.62			
	5D-C	4.839	135.36	120.24	720	412.9				6.59				8.39				4.80				3.26			
	5E-C	5.215	135.08	120.32	720	445.6				7.28				7.82				5.57				3.58			
	5F-C	4.995	135.08	120.32	720	426.8	427	11.8	2.8	7.31	6.85	0.47	6.8	7.91	7.72	0.60	7.8	5.76	5.25	0.42	8.0	3.19	3.41	0.19	5.5
	7A-C	5.820	134.84	120.30	720	498.3				11.14				12.76				8.18				8.89			
	7B-C																								
	7C-C	5.693	134.91	120.25	720	487.4				12.11				13.24				9.20				9.79			
	7D-C	5.375	134.74	120.16	720	461.1				10.34				11.94				7.95				7.48			
	7E-C	5.374	134.91	120.29	720	459.9				10.18				11.49				7.06				8.05			
	7F-C						477	16.6	3.5		10.95	0.77	7.0		12.36	0.69	5.5		8.10	0.76	9.4		8.55	0.87	10.2

表 53 めり込み強度特性値（材中央部加力）

加力方法	No	重量 kg	幅 mm	高さ mm	長さ mm	密度 kg/m³	平均値	標準偏差	変動係数	めり込み強さ N/mm²	平均値	標準偏差	変動係数	(参考) 20mm変形時のめり込み強さ N/mm²	平均値	標準偏差	変動係数	めり込み降伏強さ N/mm²	平均値	標準偏差	変動係数	めり込み剛性 N/mm³	平均値	標準偏差	変動係数
材端部加力	1A-E	3.375	140.45	90.14	540	493.7				4.75				5.50				3.84				3.26			
	1B-E	3.658	140.38	90.15	540	535.3				5.77				7.48				4.41				4.74			
	1C-E	3.281	140.08	89.96	540	482.2				5.38				6.83				4.22				2.82			
	1D-E	3.455	140.46	90.15	540	505.3				6.07				7.50				4.95				3.00			
	1E-E	3.297	140.34	90.10	540	482.9				6.22				8.05				5.07				2.86			
	1F-E	3.462	140.31	90.22	540	506.5	501	18.1	3.6	5.66	5.64	0.48	8.6	6.71	7.01	0.81	11.6	4.56	4.51	0.42	9.3	3.60	3.38	0.66	19.6
	2A-E	3.672	140.38	90.21	540	537.0				6.95				9.56				4.92				4.16			
	2B-E	3.305	140.37	90.23	540	483.2				5.13				6.95				4.16				3.63			
	2C-E	3.194	140.41	90.24	540	466.8				5.02				6.14				4.24				1.96			
	2D-E	3.428	140.18	90.31	540	501.4				6.11				9.59				4.78				4.41			
	2E-E	3.243	140.42	90.25	540	473.9				5.36				6.98				4.32				2.98			
	2F-E	3.064	140.31	90.33	540	447.7	485	28.3	5.8	5.00	5.60	0.71	12.7	6.55	7.63	1.40	18.4	4.29	4.45	0.29	6.5	2.77	3.32	0.84	25.4
	3A-E	3.478	140.34	90.26	540	508.5				5.82				7.39				4.66				3.90			
	3B-E	3.055	140.35	90.25	540	446.6				5.45				6.46				4.43				4.34			
	3C-E	2.893	140.40	90.35	540	422.3				4.58				5.53				3.79				2.27			
	3D-E	2.883	140.32	90.29	540	421.4				4.60				5.62				3.77				2.94			
	3E-E	3.011	140.36	90.20	540	440.4				5.53				7.01				4.50				3.22			
	3F-E	3.110	140.34	90.27	540	454.6	449	29.2	6.5	6.70	5.45	0.73	13.4	8.07	6.68	0.92	13.7	5.10	4.37	0.47	10.8	3.34	3.34	0.66	19.9
	6A-E	3.463	140.31	90.08	540	507.4				6.74				8.56				5.08				8.23			
	6B-E																								
	6C-E	3.805	140.30	90.05	540	557.7				6.99				8.29				5.74				6.64			
	6D-E	3.802	140.18	90.24	540	556.6				5.97				7.76				4.88				6.09			
	6E-E	4.056	140.31	90.18	540	593.6				6.16				8.60				4.82				6.06			
	6F-E						554	30.7	5.5		6.46	0.41	6.4		8.30	0.34	4.0		5.13	0.37	7.1		6.75	0.88	13.0
	4A-E	5.553	135.01	120.50	720	474.1				6.41				6.87				4.91				3.36			
	4B-E	5.441	135.14	120.36	720	464.6				5.87				6.47				4.46				2.84			
	4C-E	5.093	134.99	120.41	720	435.2				5.74				6.41				4.28				2.65			
	4D-E	4.830	135.03	120.53	720	412.2				5.37				6.07				4.05				2.30			
	4E-E	4.910	135.01	120.46	720	419.3				4.83				5.47				3.67				2.48			
	4F-E	4.781	135.01	120.59	720	407.9	436	25.5	5.9	5.31	5.59	0.50	8.9	5.87	6.19	0.45	7.3	4.10	4.25	0.38	9.0	2.63	2.71	0.33	12.4
	5A-E	5.715	135.06	120.32	720	488.4				5.84				6.79				4.72				2.58			
	5B-E	6.091	135.13	120.29	720	520.4				6.88				7.53				5.13				3.74			
	5C-E	5.009	135.25	120.17	720	428.0				4.60				5.37				3.70				2.69			
	5D-E																								
	5E-E	5.256	135.19	120.30	720	448.9				5.53				6.18				4.33				2.26			
	5F-E	5.079	135.11	120.32	720	433.9	464	35.2	7.6	5.04	5.58	0.77	13.9	5.77	6.33	0.76	12.0	3.94	4.36	0.52	11.8	2.38	2.73	0.53	19.4
	7A-E	5.391	134.81	120.34	720	461.5				8.14				9.14				6.21				4.90			
	7B-E	5.457	135.18	120.36	720	465.8				8.21				9.44				5.96				5.97			
	7C-E	5.563	134.93	120.35	720	475.8				9.31				10.99				6.64				6.37			
	7D-E	5.444	134.72	119.91	720	468.1				8.88				9.91				6.84				6.00			
	7E-E	5.536	134.80	120.21	720	474.5				8.61				9.46				6.81				5.93			
	7F-E	6.205	134.79	120.22	720	531.8	480	23.9	5.0	10.92	9.01	0.94	10.4	12.41	10.22	1.14	11.2	8.20	6.78	0.71	10.5	7.93	6.18	0.90	14.6

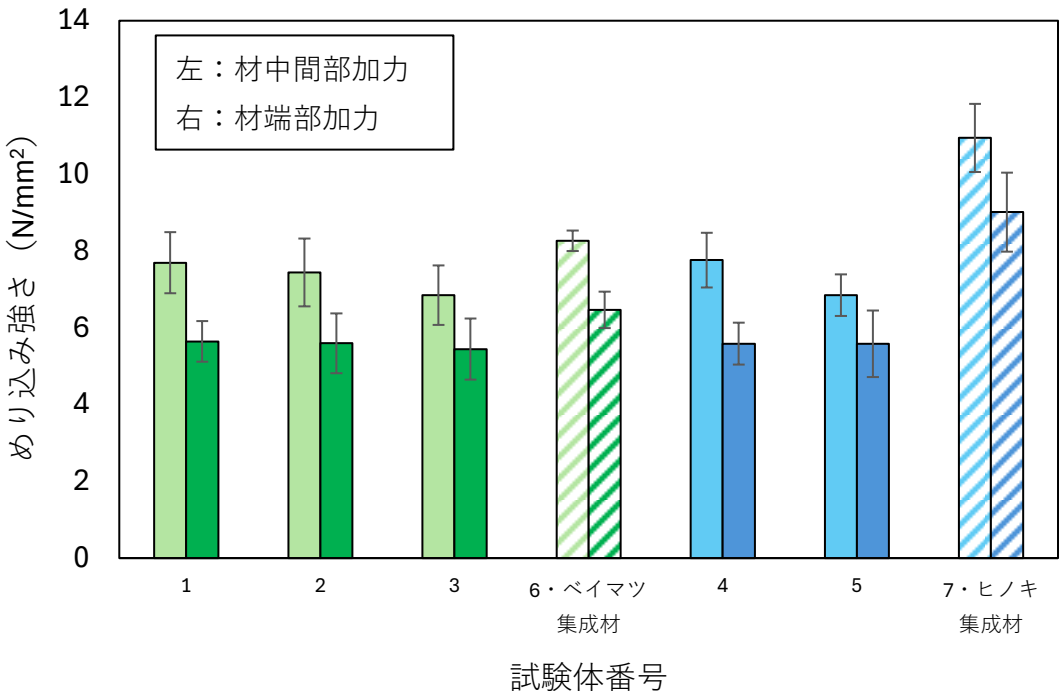


図 48 各試験体のめり込み強さ

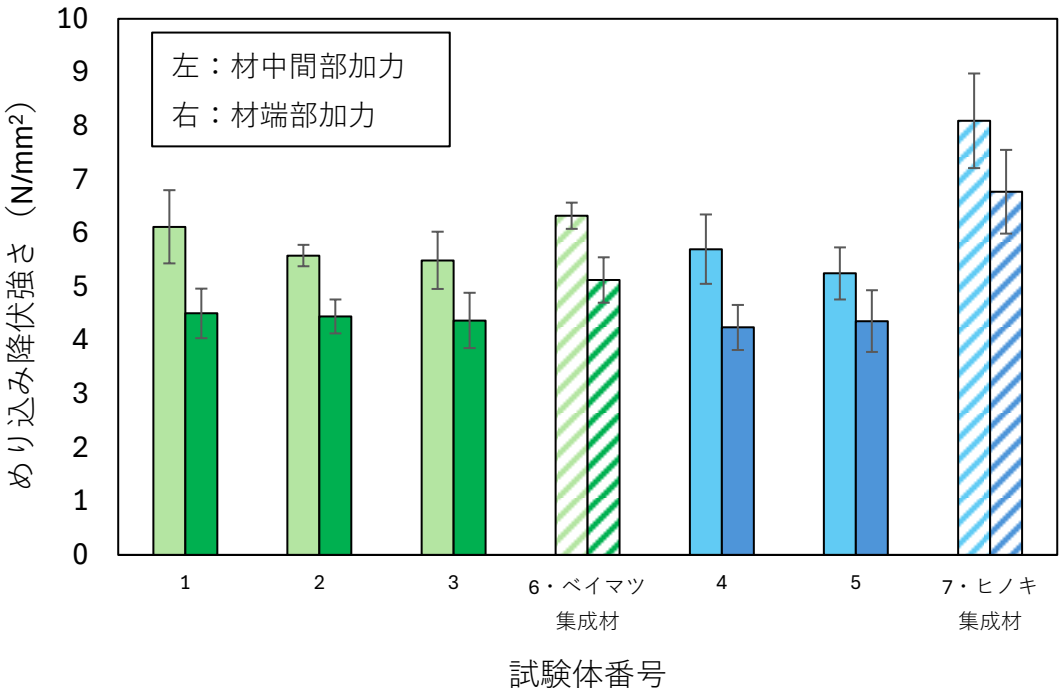


図 49 各試験体のめり込み降伏強さ

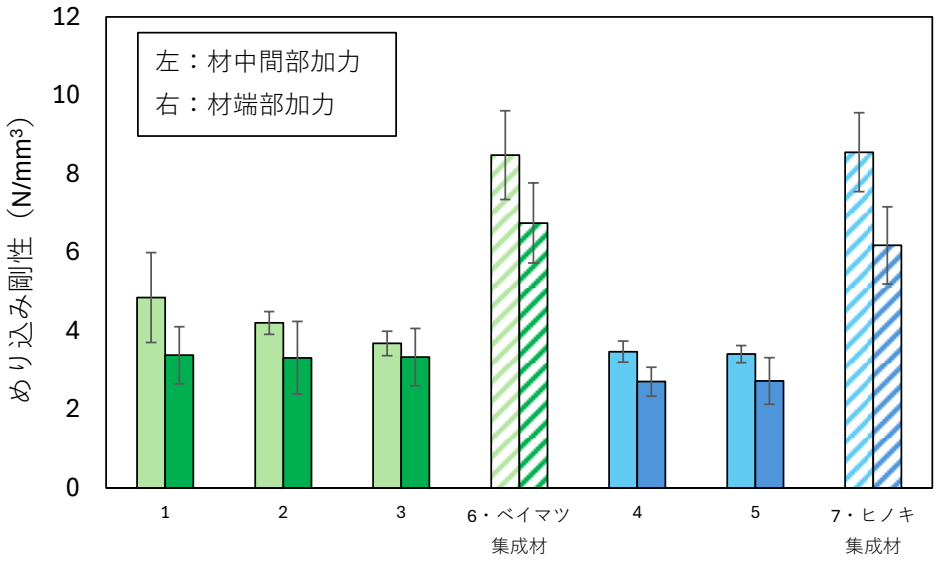


図 50 各試験体のめり込み剛性

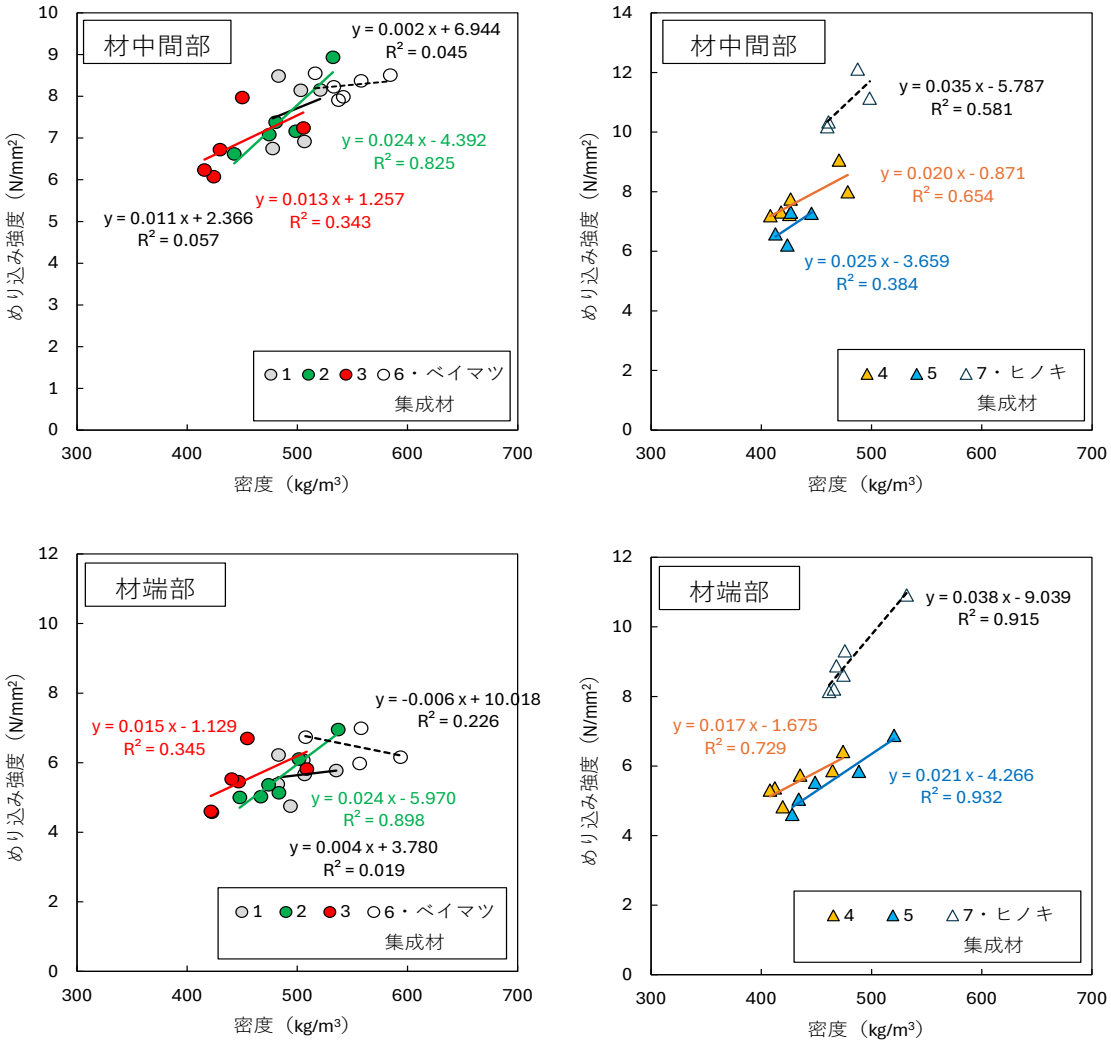


図 51 密度とめり込み強さの関係

本結果より、表層圧密材を外層のラミナに使用すると圧密していないものと比べて強度が向上することは確認できた。この強度向上によりヒノキとほぼ同等なめり込み強さを示したが、３階建て以上の木造建築物の土台に使用できる可能性があるかを事業者にヒヤリングし検証していく必要がある。

今後は更なる実用化に向けて、合理的な圧密集成材の構成の検討や、圧密による密度上昇によって生じる水分の侵入及びヘミセルロース、リグニンなどの科学的変質によって変化する耐久性の検証が必要になる。さらに、実際の建築物に採用されるための認定の取得も検討していく。

また、土台のみならず、その反力を受ける横架材にも表層圧密材を外層に使用した積層材の検討していく予定である。

第5章　品質課題の検証

5.1　背景と目的

前述までに、スギ圧密木材の物性値を圧縮率ごとにデータベース化すること、及び製品別の試験として、トラック床、及びダンネージとしての利用の検証を行った。これらの試験体を準備する中で、圧密材の表面に割れが発生するものが多くあることが判明した。家具材や表面材（化粧材）として使用する場合は、割れは製品価値が低下してしまう恐れがある事から、圧密成型に置いて、割れがどの段階で発生するのかを検証し、圧密材の歩留まりを高めコスト競争力向上を目指すための目視による判別を行った。

5.2　試験概要

5.2.1　試験体

・寸法と数量

スギ無地上小　KD 材（含水率 10%以下）

寸法：圧密前寸法 W330×T70×L3980⇒圧密後寸法 W330×T35×3980（圧縮率 50%）

数量：103 枚

5.2.2　判別方法

まずは、圧密前の材料に割れがあるかどうかを目視で判別した。割れの深さや大きさなどは考慮せず、目視で割れが判断できるものは全て「割れあり」で判断した。圧密成型後の材料も目視により判断し、圧縮前後での割れの状態を記録した。圧密後の割れについては、木口部分の割れは「軽微な割れ」とし、材中心部の割れは「割れ」とした。全て木表・木裏の両方の写真撮影を行った。

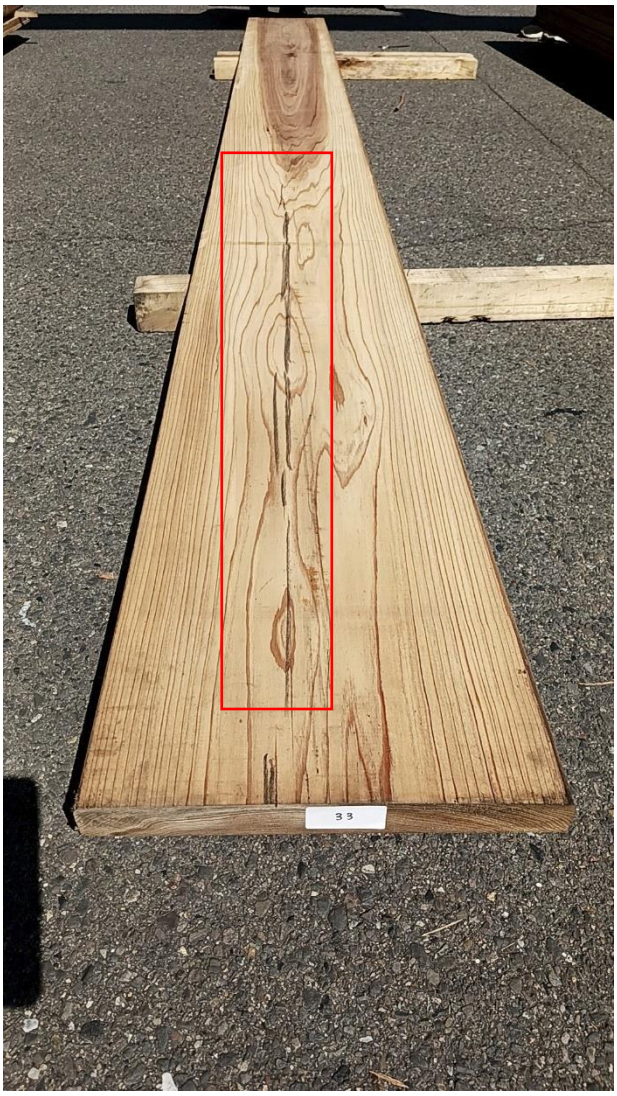


図 52　「割れ」として判別した材

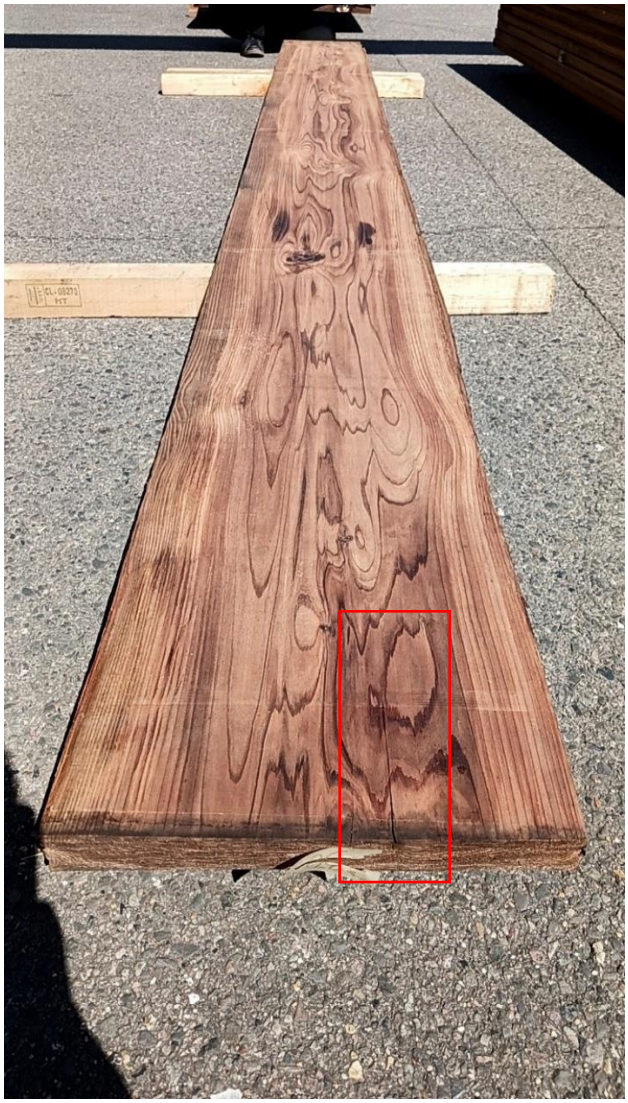


図 53　「軽微な割れ」として判別した材

5.2.3　結果

103 枚の材料を圧縮前後で検品を行い検証した結果を表 27 に示す。103 枚中 16 枚は圧密前の原板の状態で既に深い割れがあり、圧密成型後もその割れが残ったままであった。また、圧密前に割れがなかったが、圧密成型後に割れが発生したものは 103 枚中 14 枚であったが、比較的軽微な割れのものが多かった。圧密材の歩留まりを高めコスト競争力をつけるには、圧密前の原板の段階での割れを防ぐことが重要であることが分かった。

表 54　検品結果

試験体NO.	圧密前末	圧密前元	圧密後	試験体NO.	圧密前末	圧密前元	圧密後
1	割れ	割れ	軽微な割れ	125	OK	OK	軽微な割れ
2	割れ	OK	軽微な割れ	126	OK	割れ	割れ
3	OK	OK	OK	127	OK	割れ	軽微な割れ
4	OK	OK	OK	128	割れ	OK	軽微な割れ
5	OK	OK	OK	129	OK	OK	軽微な割れ
6	割れ	OK	OK	130	OK	割れ	軽微な割れ
7	OK	OK	OK	131	割れ	OK	OK
8	OK	OK	OK	132	OK	割れ	軽微な割れ
9	OK	OK	OK	134	OK	割れ	軽微な割れ
10	OK	OK	OK	135	OK	OK	軽微な割れ
11	割れ	OK	軽微な割れ	137	OK	OK	軽微な割れ
12	OK	OK	OK	138	OK	OK	軽微な割れ
13	OK	OK	OK	139	OK	OK	軽微な割れ
14	割れ	OK	OK	140	割れ	OK	軽微な割れ
15	割れ	OK	軽微な割れ	141	割れ	OK	軽微な割れ
16	OK	OK	OK	142	OK	割れ	割れ
17	OK	割れ	OK	143	割れ	OK	軽微な割れ
18	OK	OK	軽微な割れ	145	OK	OK	軽微な割れ
19	OK	割れ	軽微な割れ	146	OK	OK	軽微な割れ
20	割れ	割れ	軽微な割れ	147	割れ	OK	軽微な割れ
21	OK	割れ	OK	148	OK	割れ	軽微な割れ
22	割れ	OK	OK	149	割れ	OK	OK
23	割れ	OK	軽微な割れ	150	割れ	割れ	OK
24	OK	割れ	OK	176	OK	割れ	軽微な割れ
25	割れ	OK	割れ	180	割れ	OK	軽微な割れ
26	OK	割れ	OK	181	割れ	割れ	割れ
27	割れ	割れ	OK	182	OK		軽微な割れ
28	OK	OK	軽微な割れ	184	割れ	割れ	割れ
29	OK	OK	軽微な割れ	185	割れ	OK	軽微な割れ
30	OK	割れ	軽微な割れ	186	OK	OK	軽微な割れ
31	割れ	OK	割れ	187	割れ	割れ	軽微な割れ
32	割れ	割れ	割れ	188	OK	OK	軽微な割れ
33	割れ	OK	割れ	189	割れ	割れ	割れ
34	割れ	割れ	軽微な割れ	190	OK	割れ	OK
35	割れ	割れ	割れ	191	OK	割れ	軽微な割れ
36	OK	割れ	軽微な割れ	192	割れ	割れ	軽微な割れ
37	割れ	割れ	割れ	193	OK	OK	軽微な割れ
38	割れ	割れ	軽微な割れ	196	OK	OK	OK
39	OK	割れ	OK	199	OK	OK	OK
40	割れ	割れ	割れ	200	割れ	割れ	OK
41	割れ	割れ	軽微な割れ	201	割れ	割れ	軽微な割れ
42	割れ	割れ	軽微な割れ	202	OK	割れ	OK
43	割れ	OK	割れ	203	OK	OK	OK
44	割れ	OK	割れ	204	OK	OK	OK
45	割れ	割れ	割れ	205	OK	OK	OK

第6章　建築・建材展への出展

6.1　展示会概要

・展示会名：第 32 回　建築・建材展 2026

・開催日：2026 年 3 月 3 日-6 日

・会場名：東京ビッグサイト　西展示棟（東京都江東区有明）

・主催者：日本経済新聞社

・来場者：69,721 人（同時開催の JAPAN SHOP 2026/ライティング・フェア 2026/Good 家電 Expo 2026 合計人数）

「建築・建材展」は日本経済新聞社が主催する、国内外の住宅・店舗・ビル用建材、設備、技術が一堂に会する日本有数の専門展示会である。最新の建築トレンドや空間創造に関する情報収集、新製品の発表や商談の場として、業界の重要イベントとなっている。

本展示会では、表層圧密材を用いた建材（デッキ材やフローリング材、外装材などをその使用用途に応じた圧縮率で製作し、展示した。



図 54 展示ブースの様子

6.2　展示概要

2 小間（3m×6m）のブースの中に、下記の開発製品を展示した。

① 表層圧密材　床材

針葉樹の「弾力性・軽さ・温もり」を維持しつつ、表面を圧縮することで「硬さと形状安定性」を高めた無垢素材。用途に応じた圧縮率の調整が可能であることを PR した。

デッキ材： 圧縮率を低く抑え（圧縮率 30%程度)、夏場の熱上昇を抑制。防腐防蟻材が注入しやすい。
フローリング： 圧縮率を高め（圧縮率 50%程度)、土足でも傷が付きにくい強度を実現。

② 凸凹（でこぼこ）表層圧密材

2 枚のスギ板を重ねて圧密し、節や冬目の硬さを利用して自然な凹凸を生み出す画期的な外装材。浮造り（うづくり）を超える立体的な陰影が意匠性を高め、店舗外装等に採用されている。節あり材の有効活用としても期待される。壁面活用なので圧縮率を高める必要はないため、圧縮率 30%程度とした。

③ パーティション（アルミ×木のコラボレーション）

土台に軽量・高強度のアルミ、意匠面に宮崎県オビスギ赤身材や表層圧密材を使用。木の温もりとスタイリッシュさを両立した。表層圧密材に NC 加工（3 次元加工）を施したパネルも展示し、多彩なデザインの可能性を提示した。NC 加工をする際に、表面を削っても圧密層が残るように、圧縮率の高い圧密材（50%程度）のものを使用した。



図 55　パーティション、及び NC 加工材

6.3　得られた効果

- 南洋材や広葉樹の代替としてのスギの利用について説明したところ、来場者から「スギに対するイメージが変わった」という感想をいただくことができた。
- ブースでの名刺交換、QR コードが取得できた人数は 163 名であった。情報を取得できなかった来場者も多くいるため、日々100 名弱の来場者様との接点が持てたと考えられる。ブースに立ち寄った来場者の多くはハウスメーカーや建材メーカーなど建築業界関係者ではあったが、1/3 強は異業種であったと感じる。
- NC 加工による様々なテクスチャーも、多くの来場者の目を引き、意匠面での訴求に役立った。

・ 圧縮率の異なるデッキ材、フローリング、木音などを展示したことで、圧密材にも様々な特徴があることが説明できた。

令和７年度　ＣＬＴ・ＬＶＬ等の建築物への利用環境整備事業のうち

ＣＬＴ・ＬＶＬ等を活用した建築物の低コスト化の推進のうち大径材の加工・利用等の技術開発・普及事業

表層圧密技術を活用した、針葉樹大径材の新たな領域への展開のための基礎データの取得及び製品別検証

事業報告書

2026 年 3 月

ナイス株式会社

一般社団法人木と住まい研究協会