

平成5年度 農林水産省補助事業
(財)日本住宅・木材技術センター事業

木質建築資材国際化対策事業報告書

平成6年3月

財団法人 日本住宅・木材技術センター

まえがき

近年の環境に対する意識の高まり等から、これからの木質建築資材は、低質な森林資源からの製造が可能で、かつ工業製品的性格の強いPSL（パラレルストランド ランバー）、OSB（オリエンテッド ストランド ボード）のような製品の占める割合が増えていくものと予想されている。

また、このような先進木質建築資材は、外国で開発されたものがほとんどであり、北米等においては建築物に一般的に使用されているものもあることから、木材市場の国際化が進む中であって、我が国においてもこうした先進木質建築資材の使用が、今後求められていくものと考えられる。

こうした状況の中、近年、先進木質建築資材の利用に関し、我が国に対する諸外国からの要請が増加しており、これらに適切に対応するためには、外国における先進木質建築資材の使用実態等についての的確に把握し、年々蓄積を増加させている国産材資源を原料とした先進木質建築資材の製造について、検討を加える必要がある。

このため、先進木質建築資材に関する情報収集等及び国産材を原料とする先進木質建築資材の試作・試験を行い、木質建築資材の適切な国際化に資することとした。事業の実施に当たっては、下記の委員会を設置し、多忙な時間を裂いて国内外の調査及び試作実験に従事していただいた。また、協力委員の方々には原材料の提供を始め、陰に陽に委員会活動の支援をいただき併せて厚くお礼申し上げます。

木質建材国際化対策委員会 委員名簿

委員長	川井 秀一	京都大学木質科学研究所 助教授
委員	梶田 熙	京都府立大学農学部 教授
〃	鈴木 滋彦	静岡大学農学部
〃	畑 俊充	京都大学木質科学研究所
〃	海老原 徹	森林総合研究所 複合化研究室長
〃	林 知行	森林総合研究所 集成加工研究室主任研究官
〃	堀江 秀夫	北海道立林産試験場 技術部成形科科长
〃	安藤 直人	ミサワホーム（株）総合研究所 取締役 技術部長
〃	原 敬夫	日本繊維板工業会 業務部長
〃	秋山 禎孝	日本合板工業組合連合会 理事業務部長
勸 員	浅石 英昭	石巻合板工業（株）常務取締役
〃	石本 康治	段谷産業（株）本社工場開発部
〃	上田達一郎	ホクシン（株）東京営業所所長
〃	木谷 良明	永大産業（株）研究開発部
〃	斎藤 吉之	東京ボード工業（株） 主任
〃	永富 辨	ニチハ（株）開発部 課長

勸 員	長谷 泰弘	ユアサ建材（株）常務取締役
”	藤原 邦彦	（株）イワクラ営業開発室建材部
”	藤田 武	日本ノボバン工業（株）取締役技術開発室長
”	三澤 紘彦	大昭和製紙（株）ユニボード工場
”	柳 孝明	大新合板工業（株） 開発室長
”	山口 泰生	三井木材工業（株） 開発課長
”	山本 豊一	住友林業（株） 事業開発部
”	山本 繁章	大倉工業（株）第二工場

平成6年3月

（財）日本住宅・木材技術センター
理事長 下 川 英 雄

目次

第1章 海外調査	1
1. 北米におけるOSBの動向	1
1. 1 はじめに	1
1. 2 OSBの生産量	2
1. 3 OSBの変化	3
1. 4 使用部位	5
1. 5 パネルの生産拠点の変化	6
1. 6 日本への輸出	7
2. OSB製造実態とその使用状況	8
2. 1 OSBの製造実態	8
2. 2 OSBの使用状況	21
2. 3 北米におけるOSB生産動向と製造コスト	23
3. OSB関連機関と調査資料	31
3. 1 OSB関連機関	31
3. 2 OSBの材質	31
3. 3 OSBの性能規格	31
3. 4 OSBに関する実態調査	32
第2章 OSBに関する国内調査	57
1. 日本の木質パネルとOSB	57
1. 1 国内の木質パネル供給とOSB	57
1. 2 OSB原料と接着剤および材質	60
1. 3 国内での使用と寸法の問題	60
2. ユーザー（住宅メーカー）調査	62
2. 1 はじめに	62
2. 2 住宅メーカーへの調査・質問事項	62
2. 3 調査結果	62
2. 4 おわりに	66
第3章 海外におけるOSBの規格	68
1. はじめに	68
1. 1 「性能規格」出現の背景	68

1. 2 「製造規格」と「性能規格」の比較	6 9
1. 3 性能規格による品質保証の方法論	7 0
2. 自主製品規格 P S 2 - 9 2 構造用木質パネルの性能規格の翻訳	7 2
「構造用木質パネルの性能規格」	7 3
1 範 囲	7 3
2 用 語	7 3
3 引用文献	7 5
4 分 類	7 6
5 性 能	7 7
6 試験片の作製と試験	8 0
7 商標と証明	9 9
8 発効日と I D	1 0 0
9 規格編纂の歴史	1 0 1
10 常任委員会	1 0 2
付録 A	1 0 2
第 4 章 O S B の試作試験	1 1 3
4. 1 スギ間伐材を原料とした O S B	1 1 3
4. 1. 1 接着剤の種類と添加量の影響	1 1 3
(1) はじめに	1 1 3
(2) 実験方法	1 1 3
(3) 結果と考慮	1 1 4
4. 1. 2 スギ材を原料とした O S B の材質に及ぼす層構成因子の影響	1 2 6
(1) ストランドの調製	1 2 6
(2) 試作ボードの種類	1 2 6
(3) ボード製造	1 2 6
(4) 材質試験	1 2 7
(5) ストランド配向角の測定	1 2 7
(6) ストランド配向の評価	1 2 8
(7) せん断弾性率と配向種類	1 3 1
(8) 曲げ強さに及ぼすストランド長および配向種類の影響	1 3 1
(9) 曲げ強さと層構成比率の関係	1 3 3
(10) 曲げヤング係数とボード構成	1 3 4
(11) 配向表層率と直交配向比	1 3 4
(12) 曲げ強度残留率	1 3 5
(13) まとめ	1 3 6

4. 2	カバ・トドマツを原料としたOSB	137
4. 2. 1	原材料	137
4. 2. 2	製造試験	142
4. 2. 3	性能試験	144
	(1) 試験項目と試験方法	144
	(2) 試験結果	145
	(3) 考察	152
4. 3	廃バレットを原料としたOSB	153
4. 3. 1	はじめに	153
4. 3. 2	実験方法	153
	(1) ストランドの製造	153
	(2) ボードの製造	154
4. 3. 3	試験結果	155
4. 3. 4	おわりに	160
4. 4	市販ボード原料(コア)と合板廃材(フェイス)を原料としたOSB	161
4. 4. 1	はじめに	161
4. 4. 2	実験	161
4. 4. 3	結果と考察	162
	(1) 曲げ性能	162
	(2) はく離強度	166
	(3) 木ねじ保持力、釘引抜き強度、横方向釘抵抗力	166
	(4) 厚さ膨脹率	166
	(5) 面内寸法安定性	170
4. 4. 4	各種構造用パネルとの性能比較	170
4. 4. 5	おわりに	170
	おわりに	173

第1章 海外調査

1. 北米におけるOSBの動向

1. 1 はじめに

近年、世界的に天然林が減少する一方で環境に対する意識が高まっており、これを反映して、大径の良質な原木丸太の入手が次第に困難になっている。このような中で、これまで低質とされていた原木、小径原木からの製造が可能で可能で、構造用パネルとして使用可能なウエハーボードが北米で開発され、さらに改良が進んだOSB (Oriented Strand Board) として生産されている。1980年代より生産量は増加の一途をたどっており、現在、北米での合板に代わる住宅用パネルとして使用は増加している。わが国へは年間約5万立米が輸入され、梱包材料および構造用パネルとして使用されつつある。

わが国ではOSBの製造実績はないが、合板の原料丸太の入手が困難になっている状況下ではOSBへの関心が高まっていることも事実である。北米型のOSB生産が日本で今すぐ可能になるとは考えにくい状況ではあるが、国産針葉樹の利用を考える上では、既存のボード製造にOSBの製造技術を活かして性能の優れたパネルを生産すること、または大形のストランドを複合した日本型のOSBの可能性を探ることなど、検討を進める課題は多数あるものと思われる。

そうした背景から、今回の調査ではOSBに関する北米での状況および製造技術について情報収集を幅広く行うことを目的として、OSBメーカー3社、針葉樹合板1社、試験研究機関2、OSB関連業界団体2、建設現場2箇所を視察した。カナダ東北部、米国南部、米国西部と移動し、カナダと米国南部で経営方針の異なるOSB工場、雨水にさらされている建設現場の状況、また、研究所ならびに協会でのOSBの研究開発の経緯と今後の方向性などについて視察および意見交換ができた。訪問先を以下に示す。

1) OSB関連業界団体

- ・ S B A (Structural Board Association) カナダ、オンタリオ州、トロント
- ・ A P A (American Plywood Association) 米国、ワシントン州、タコマ

2) 会社

- ・ A社本社、カナダ、オンタリオ州、トロント
- ・ B社OSB工場、カナダ、オンタリオ州、エングルハート
- ・ C社OSB工場、製材工場、米国、ルイジアナ州、ラモイ
- ・ D社針葉樹合板工場、製材工場、米国、ルイジアナ州、ジョイス

3) 研究所

- ・ フォリンテックカナダ東部研究所、カナダ、オタワ
- ・ 米国南部林産研究所、米国、ルイジアナ州、パインビル

4) 建設現場

- ・カナダ、オタワ郊外、オリーンズ地区
- ・米国、ワシントン州、タコマ郊外

1. 2 O S Bの生産量

1980年代に入ってO S Bは、1960年代にカナダで製造が開始されたウエハーボードの改良型パネルとして実質的な生産が始められた。O S B生産の背景には1970年代後半の優良な木材資源および合板の価格の高騰があり、北米中東部に広く自生する未利用樹のアスペンが現実的に利用可能になったことが挙げられる。伐採後の植林が不要なアスペンは無尽蔵に生育するといわれるほどであり、優良なベイマツ材を原料とする合板から未利用低質材の利用へと、O S Bの生産はパネル原料の変化をもたらした。

図-1に米国におけるO S B製造量の推移と今後の予測値をA P A（米国合板協会）の資料に基づいて示した。1980年には5工場で生産量は17.3万立米（3/8インチ厚さ換算196MMSF）であったのが、1990年には500万立米（5640MMSF）へと10年間で急激に増加している。1988年に1990年の生産量を予測した値が425万立米（4800MMSF）であったことなどから、1980年代には生産量は予測値を常に上回る勢いで伸びてきたことがうかがえる。

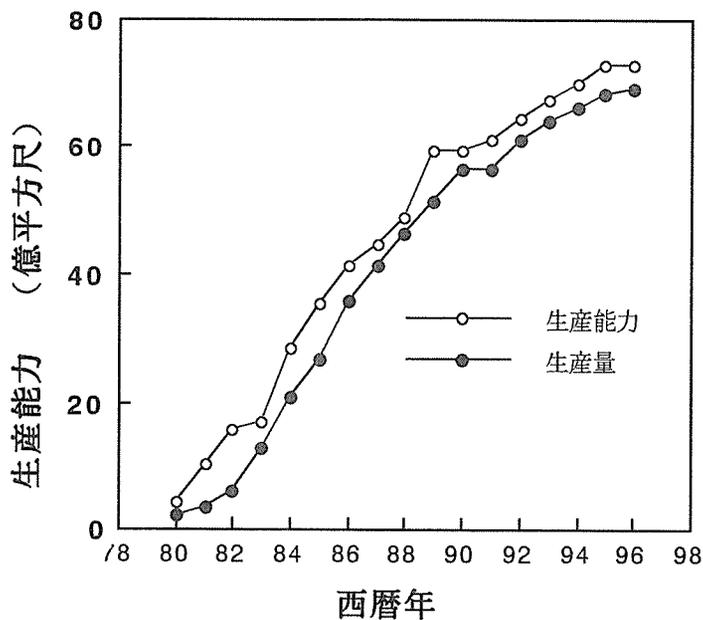


図-1 米国におけるO S Bの生産能力と生産量の推移

1992年以降は推定値

表-1に北米全体でのO S B工場の生産能力の推移（A P A資料他より作製）を示した。1990年以降にいくつかの工場が閉鎖に追い込まれるなど若干の低迷はあるものの、工場数およびその生産能力とも着実に増加している。北米全体では1993年には44工場が稼働し生産能力は921万立米（3/8インチ厚さ換算で10400MMSF）に達している。西暦2000年には生産能力は1070万立米（12100MMSF）またはそれ以上になるとの予測もある。1992年の実質的な生産量は合板を含む構造用パネルが約2300立米でありO S Bは約580万立米となり全体の25%に達している。

（註： 体積(立米)は3/8インチ厚さ換算で表わされた面積を基として計算した。

MMSF : $\times 10^6 \text{ ft}^2$ 、 BSF : $\times 10^9 \text{ ft}^2$)

表－1 北米におけるOSBの製造能力の推移

年	米国	加国	北米	工場数	工場平均	
1981	175	494	669	12	56	
1982	488	556	1047	16	65	
1983	951	624	1575	22	72	
1984	2225	1365	3590	24	150	
1985	2757	1365	4122	30	137	製造能力
1986	3695	1800	5495	34	162	単位
1987	4520	2335	6855	36	190	(MMSF)
1988	5147	2405	7552	38	199	
1989	5640	3055	8695	42	207	
1990	5915	2835	8750	42	208	
1991	6765	2720	9485	40	237	APA資料他
1992	7010	2745	9755	40	238	
1993			10400	44	236	

1. 3 OSBの変化

ウエハーボードの改良型として現われたOSBは当初北米で生産されていた。当時日本に入ってきたOSBに関する情報をまとめると以下のようなになる。

- 1)北米の未利用樹アスペンを使用する。
- 2)ディスクフレカで切削して大形のストランドを得る。
- 3)粉末フェノール樹脂をバインダーとして用いる。
- 4)ストランドを配向させる。主に3層直交配向させたものが主流である。

また、OSBが北米で成功した理由をまとめると以下の様になると言われていた。

- 5)強度は同じ厚さの針葉樹合板よりも劣るが、住宅用の床、壁、屋根下地材としては十分な性能をもっている。
- 6)単板用の針葉樹原木が高騰しアスペンの利用価値が評価されたこと、要するに原料コストが安価である。
- 7)装置産業であるため、人件費が合板の半分ほどである。
- 8)後発の産業であるため、原料と市場を考慮して工場の立地を決められる。したがって輸送コストの削減が可能となる。

当時OSBが成功した理由5)～8)は今も変わることはないが、OSBの特徴とされた1)～4)については、その後変化してきている。

表－1に示したように、OSBの生産能力は増加の一途をたどっている。生産量の増加にともなって、これまで、北部、アスペン、3層直交、粉末フェノールと言われていたOSBの内容は多様化してる。逆に、多様化することで生産量が増加したとも解釈できる。

原料はアスペンに加えてサザンパイン、その他広葉樹、針葉樹が使用されるに至った。サザンパインの使用はその名の通り、北部から南部へも生産が広がったことを示しているし、現在は欧州にも工場がある。また、接着剤も粉末フェノールの他に、液体フェノール、イソシアネート、これらの併用など多様である。表－2に3例のOSB工場の概要を示す。

表-2 OSB工場比較

会社	B社	C社	J社
立地	加東部	米南部	米南部
主原料	アスペン	雑広葉樹	サザンパイン
ウエハライザー	リングフレイカー	ディスクフレイカー	ディスクフレイカー
接着剤	液体PF/ 粉末PF併用	液体PF	粉末PF
構成	5層	3層	3層

また、用途も屋根下地、床および壁下地、その他用途に応じた製造を行っており、I型ビームのウェブ材を目的とした高性能のOSBも開発されている。

現在、世界の木質パネルの原料は優良な大径材から小径で低質なものと変化している。OSBはその典型ということができ、過去10年間の成長と今後の成長見通しが示すとおり、変化、多様化は現在進行中であるといえよう。

1. 3. 1 原料樹種

アスペンが現在も広く使われていることは事実であるが、OSBの生産開始と同時にさまざまな樹種の原料特性が検討されてきた。現在多く使用されているのは中北部のアスペンと南部のサザンパインである。厳密な資料とはいえないが、既存およびこれから建設される工場の使用樹種をもとに、工場数で比較すると50%がアスペン、40%がサザンパインを中心とする針葉樹、10%がその他となる。サザンパインを原料とするOSBの生産は1984年以降急激に増加した。この他、ロジポールパイン、スプルーズなどの使用例があり、南部では広葉樹を種原料とする工場もある。今回視察したC社ではイエローポプラとハッカベリーを主体とした雑広葉樹を原料としていた。比重0.5程度のウエハー加工のしにくい原料を用いているため、温水処理を十分に行うなどの工夫がなされていたし、野地板のみを用途とするなど原料と市場を考慮した経営方針がとられていた。

OSB原木は樹種を特定することなく、皆伐して搬入されるため主原料の以外の樹種が混入する。ミシガン州ではジャックパインなどの針葉樹が、ノースカロライナではメープル、イエローポプラ、その他針葉樹などが混入する。ウオールナット、オークなど各種広葉樹がOSBの原料として検討されている。ウエスタンレッドシダー他の針葉樹も原料としての特性を評価するため試作実験が行われている。

OSBの原料は「アスペン」から1985年以降には「アスペン、サザンパイン」と変化し、現在では「可能な樹種はすべて」が対象となる方向に変化している。

1. 3. 2 接着剤

粉末フェノール接着剤が現在でも最も多く使用されているものと推察される。接着剤の種類およびレジンコンテンツは製造条件のうちでも工場による特徴が現われるものであり、正確な情報は得にくいところである。粉末フェノール樹脂が用いられる理由は、構造用途

を目的としているためフェノール樹脂を選択したこと、また大形のストランドへの塗布が容易であることが挙げられる。大形の木材ストランドは従来のパーティクルボードで使用されるブレンダーでは塗布が困難であり、攪拌混合する回転ドラム式のブレンダーが用いられる。そのため、粉末接着剤が使用されてきた。

しかしながら、この方法ではストランドに付着するレジンの量に上限があり、ワックスの添加でレジンコンテンツを高めたとしても3%以上の塗布が不可能とされている。OSBの用途が多様化するにともなって、高性能、すなわち強度的に優れ寸法変化の小さいパネルが求められるようになった。そのためにはレジンコンテンツを高める必要があり、最近になって、強度を高める目的から粉末に代わって液体フェノール樹脂接着剤の使用が増えている。

今回視察したB社工場では5層ボードの表裏層および第3層に液体フェノール、芯層(2、4層)に粉末フェノールを使用していた(表-2)。さらに表層と芯層のストランド長を変えるなどして性能の向上に努めていた。ストランド長は2~6インチまでが可能であるが、3~4インチが一般的である。また、北米ではウエハライザーはディスクフレイカータイプが多いが、リングフレイカー(ユニバーサルタイプ)も使用されている。B社工場では、ディスクタイプよりもリングフレイカーの方が木理に対して直角の切削ができることから高品質のストランドが加工できると判断していた。

C社工場では液体フェノールのみを使用していた。そのほか、イソシアネート系接着剤の使用も増加している。この場合は、表層にフェノール樹脂、芯層にイソシアネートを使用している。イソシアネートは高い強度が得られること、プレス時間が短縮できるというメリットがある。

接着剤については工場独自の製造ノウハウに関することが多く十分な情報は得られないが、個別の工場ごとに原料とターゲットとなる用途および性能との関連で接着剤の種類と添加率を決定しているようである。今後の傾向としては、I型ビームのウエブ材がOSBになったり、サイディングがOSBをベースに製造されるなど、OSBの種類が多様化し性能の向上が引き続き競われるのであれば、液体フェノールおよびイソシアネートの使用はさらに増加するものと思われる。

1. 4 使用部位

北米における構造用パネルの部門別シェア(1993年)は新設住宅35%、住宅増改築22%、産業用18%、比住宅建築11%、流通市場8%、国際市場6%となっている。OSBの用途は基本的にはこれらと同じ市場への参入が可能であるが、主に戸建て住宅への使用が増えている。一般に屋根、壁、床の順で多く使用され、戸建て住宅用パネルの45%程度がOSBであろうと推定されている。この数字は、現在建てられているほとんどの住宅にOSBが使われていることを示すものである。

使用部位は雨量と関係する。東部、南部では雨量が多いため建設中に床に雨水がたまり

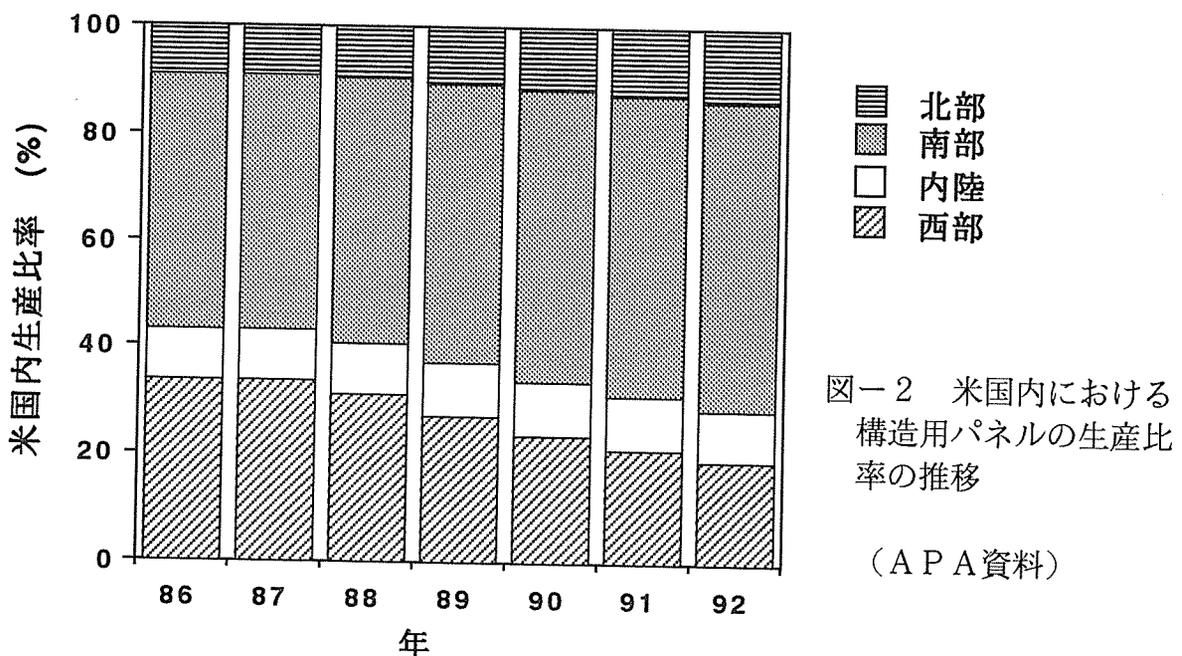
問題となることがある。そのため、床には合板が多く使用される。米国では床には合板を使用する例が多いと言われている。今回視察した、タコマ郊外の建設現場でも床には合板が使用されていた。

建設現場を一二見学して北米全体を論じないでほしいとの意見も聞かれた。雨との関係は一般的な傾向であり個別には雨水を気にすることなくOSBを使用する例もある。オタワ郊外の住宅では降雨の中OSBが床に使用されていた。端部の膨張はサンダーがけで対応する。

カナダでは、「壁には80%程度、床には25~30%OSBが使用されている。屋根はカナダで40%、米国で60%。カナダでは冬季の雪と寒さのため米国とは異なる。」との意見が聞かれた。いずれにしても、使用部位に関する正確な資料は見当たらず、会話からの情報が主であった。

1. 5 パネルの生産拠点の変化

OSBは1985年以降、急速に南部へ広がりを見せた。この傾向はパネル全体の傾向でもある。図-2に米国内における構造用パネルの生産比率の推移を示した。1992年には合計146工場（OSB29工場）で生産量は約2300万立米（3/8インチ厚さ換算26BSF）であり、1991年実績に対して7.1%の伸びを示している。西部（カスケード山脈以西）が4%の減少となりその他の地域は生産量を増加させている。生産比率を見ると、マダラフクロウの問題が本格化した1980年代後半から1992年にかけて西部が減少し、南部が増加していることが理解できる。



西部の生産比率の低下は木材供給の問題が原因となっているのに対して、南部は私有林が多くサザンパイン他の利用技術の開発とともに生産拠点は南部に移行しつつある。今回視察したルイジアナ州のD社合板工場では、14インチ径以上の原木は製材に回し、それ以下

の径のサザンパインを合板原料として、価格および用途でOSBとの住み分けを図るとの方針であった。

これらの変化は、単に生産拠点の変化にとどまらず、木質パネルの原料が優良大径木から小径材や低質材へ変化している世界的な趨勢の一部としてとらえるべきであろう。

1. 6 日本への輸出

OSB工場は44工場が稼働（1993年）しているが、計画段階の工場も含めると、現在10～13工場の新設が予定されている。その多くは北米内の構造用パネルの需要を目的とした工場である。1993年上半期の米国からのOSBの輸出（USDA資料）は、カナダを除くと英国が多く、次いで韓国、メキシコ、ドイツ、日本の順となっている。したがって、新設工場の中には英国など欧州を市場とするものもあり、また、2工場が日本への輸出を目的として建設されている。

これらの日本向け工場では3×6板が採れるように従来の8フィート×24フィート盤に代えて、9フィート×24フィートのプレスを導入する。寸法の問題は規格の問題だけでなく、裁断時に生じるロスが価格に反映されるため製造コストの問題となっていた。9×24盤はこの問題を解決することとなる。

日本へ輸出される場合最も気になるのが強度ならびに水分に対する寸法安定性などの性能である。日本国内ではOSBに対する世論の評価は定まっておらず、水分による厚さ膨張を心配する声が多く聞かれる。メーカー間、工場間で性能の差はあるものと思われるが、品質性能については検査機関の保証値を拠り所とする必要がある。耐久性能については使用例が増えることで回答が得られるものと思われる。

構造用途のOSBについては、1987年3月に日本農林規格が「構造用パネル」という名のもとに新しく定められたことを受けて、現在北米に5社7工場が農林水産省の認定工場、「JAS認定工場」として存在する。その一覧を表-3に示した。北米ではAPAが農林水産大臣の指定を受けた検査機関（指定外国検査機関、FTO、Foreign Testing Organization）としてOSBの格付検査や認定に係わる業務を行っている。

表-3 構造用パネル（OSB）のJAS認定工場

Louisiana-Pacific Canada, Ltd.	Dawson Creek, British Columbia, CANADA
Norboard Industries	Solway, Minnesota, USA
	Val d'Or, Quebec, CANADA
Oregon Strand Board	Brownsville, Oregon, USA
Potlatch Corporation	Bemidji, Minnesota, USA
Weyerhaeuser Canada Ltd.	Drayton Valley, Alberta, CANADA
	Edson, Alberta, CANADA

2 OSB製造実態とその使用状況

2.1 OSBの製造実態

2.1.1 OSBの生産規模

既存のOSB工場数は、表2-2-1に示すように、北米44、スコットランド 2、フランス 1、となっている。生産能力の推移は、表2-2-2に示すように、1993年に918万 m^3 （10.4BSF, 3/8"厚さ換算）、2000年には1,068万 m^3 （12.1BSF, 3/8"厚さ換算）と推定されている。

建設・計画中の工場数は、各調査先から得た情報を総合すると、北米19、アイルランド 1、スコットランド 1、ベネズエラ 3となっている（表2-2-3参照）。なお、SBAでの情報によると、現在建設中の工場のうち、エイズワース・ランバー社（日本へ100%輸出計画）とノーボード・インダストリーズ社（日本へ50%輸出計画）の2工場は、日本向けの3'×6'OSBを生産・輸出する計画である。これまでの8'×24'原板から3'×6'板を裁断した場合、8'原板幅からは3'幅の板が2枚しか取れず、2'が無駄となっていたが、この2工場では9'×24'原板製造ラインを導入し、原板幅から3枚の板が無駄なく取れるようにしている。

北米での平均1工場生産能力は約21万 m^3 /年で、工場分布は図2-2-1のとおりである。カナダ製OSBは64%が輸出され（アメリカへ60%、その他の国へ4%）、アメリカ製OSBは1%弱が輸出される（主にカナダ、イギリスへ）。

2.1.2 OSBの原料事情

SBAでの情報では、カナダ・アメリカ国境地帯では、アスペンを主原料とし、伐採時に少量のバーチも混ざるため、使用される。アメリカ南部では、サウザンパインを主原料とし、雑多な広葉樹（イエローポプラ、スウェートガム、メープル、ウォールナット、オークなど）も使用されている。

アメリカ南部林産試験場での情報では、南部は民有林が多く（公有林のような規制が少ない）、サウザンパインの利用量と生長量は同程度だが、広葉樹は生長量の半分程度しか利用されていない。このため南部では、未利用の広葉樹資源を原料にするOSB工場が増えている。

アスペン、サウザンパインとも約30年サイクルの伐採・再生を計画している。

表2-2-1 既存のOSB工場一覧

(フォリントックカナダ東部研究所入手資料による)

OSB Mills in Place and Operating in Canada
Annual Capacity, Million Square Feet, 3/8-inch Basis

MILLS IN PLACE AND OPERATING

Grant Waferboard	
Englehart, Ontario	550 (2 Lines)
Lanofor, Inc.	
Michel-Des-Saints, Quebec	310
Louisiana-Pacific	
Dawson Creek, BC	350
MacMillan-Bloedel	
Hudson Bay, Saskatchewan	200
Mellette Inc.	
Timmins, Ontario	100
Mellette Waferboard	
St. Georges, Quebec	180
Horbord	
LaSarre, Quebec	110
Val D'Or, Quebec	275
Pelican (Weyerhaeuser)	
Drayton Valley, Alberta	345
Edson, Alberta	315
Weldwood	
Longlac, Ontario	150
Weyerhaeuser	
Slave Lake, Alberta	200
TOTAL CANADIAN OPERATING CAPACITY	3,095

Note: Capacity levels noted for individual mills may not be fully operable until later in the year when mill upgrades are completed.

or 2,738.75 M³/yr.

OSB Mills in Place and Operating in the United States
Annual Capacity, Million Square Feet, 3/8-inch Basis

Georgia-Pacific:		Louisiana-Pacific (Continued)	
Dudley, NC	161	Segora, MI	350
Grenada, MS	335	Silsbee, TX	200
Skippers, VA	335	Tomahawk, WI	125
Woodlands, ME	200	Two Harbors, MN	120
		Uranis, LA	100
J.M. Huber Corp.:			
Easton, ME	187	Northwood Panelboard (Horbord)	
Commerce, GA	285	Bamkij, MN	355
International Paper Co.:		Oregon Strandboard:	
Nacogdoches, TX	240	Brownsville, OR	75
Cordón, GA	300		
		Felch Corp.:	
Langboard Inc.:		Bamkij, MN (2 lines)	420
Vedosta, GA	200	Cook, MN	240
		Grand Rapids, MN	350
Louisiana-Pacific:			
Athens, GA	320	Poy O' Martin Lumber Co:	
Chilco, ID	125	Lamoyen, LA	250
Condon, TX	135		
Dungannon, VA	120	Weyerhaeuser:	
Hayward, WI	480	EPN, NC	245
Houlton, ME	200	Grayling, MI	350
Montrose, CO	125		
Newberry, MI	110		
New Waverly, TX	90	TOTAL U.S. OPERATING CAPACITY	7,338

Note: Capacity levels noted for individual mills may not be fully operable until later in the year when mill upgrades are completed.

or 6,493.36 M³/yr.

表 2-2-2 OSB工場の生産能力の推移
 (フォリンテックカナダ東部研究所入手資料による)

**North American OSB Capacity
 Million SF 3/8 in. Basis**

<u>Year</u>	<u>U.S.</u>	<u>Canada</u>	<u>Total</u>	<u>Avg. Mill Capacity</u>
1981	175	494	669	56
1982	488	559	1,047	65
1983	951	624	1,575	72
1984	2,225	1,365	3,590	150
1985	2,757	1,365	4,122	137
1986	3,695	1,800	5,495	162
1987	4,520	2,335	6,855	190
1988	5,147	2,405	7,552	199
1989	5,640	3,055	8,695	207
1990	5,915	2,835	8,750	208
1991	6,765	2,720	9,485	237
1992	7,010	2,745	9,755	238

Source: Resource Information Systems Inc.

OSB IN NORTH AMERICA

1981	12 plants	669 MMSF (3/8 in. basis)
1993	44 plants	10.4 BSF (3/8 in. basis)

RSI FORECAST FOR STRUCTURAL PANEL CAPACITY TO 2000

Total:	33 BSF (3/8 in. basis)
OSB:	12.1 BSF (3/8 in. basis)

表2-2-3 建設・計画中のOSB工場一覧

入手先	企業名	所在地		生産 開始年	生産容量 (3/8"厚) (MMSF/年)
		市町村名	国・州名		
フォーリンテックカナダ	Louisiana Pacific	Hanceville	AL	1993	350
東部研究所	Mallette Inc	Timmins	Ont	1993	55
	Rexfor	Chambord	Que	1993	310
	J M Huber	Halifax	GA	1995	330
	Norbord	Tupelo	MS	1995	400
	Louisiana Pacific	Limerick	Ireld	1995	350
	Louisiana Pacific(3)	Puerto Ordaz	Ven	1995	350×3
	Ainsworth Lumber	100 Mile House	BC	1995	325
	Geogia Pacific	Beckley	WV	1995	325
	Geogia Pacific	Lynchburg	VA	1995	325
	Louisiana Pacific		NC	1995	300
	L-P(Kirby Ind.)		TX	1995	300
	Weyerhaeuser	Grande Prairie	AL	1995	350
	Int'l Paper		TX	1996	350
S B A	Jager		Ont		
	Chatham Forest		N.B.		
	J M Huber		VA		
	Int'l Paper		GA		
	Louisiana Pacific		MN		
	Boiz Cascade		MN		
B 社	Norbord	Inverness	Scottl	1993	132
	Geogia Pacific	Mt. Hope	WV	1995	454

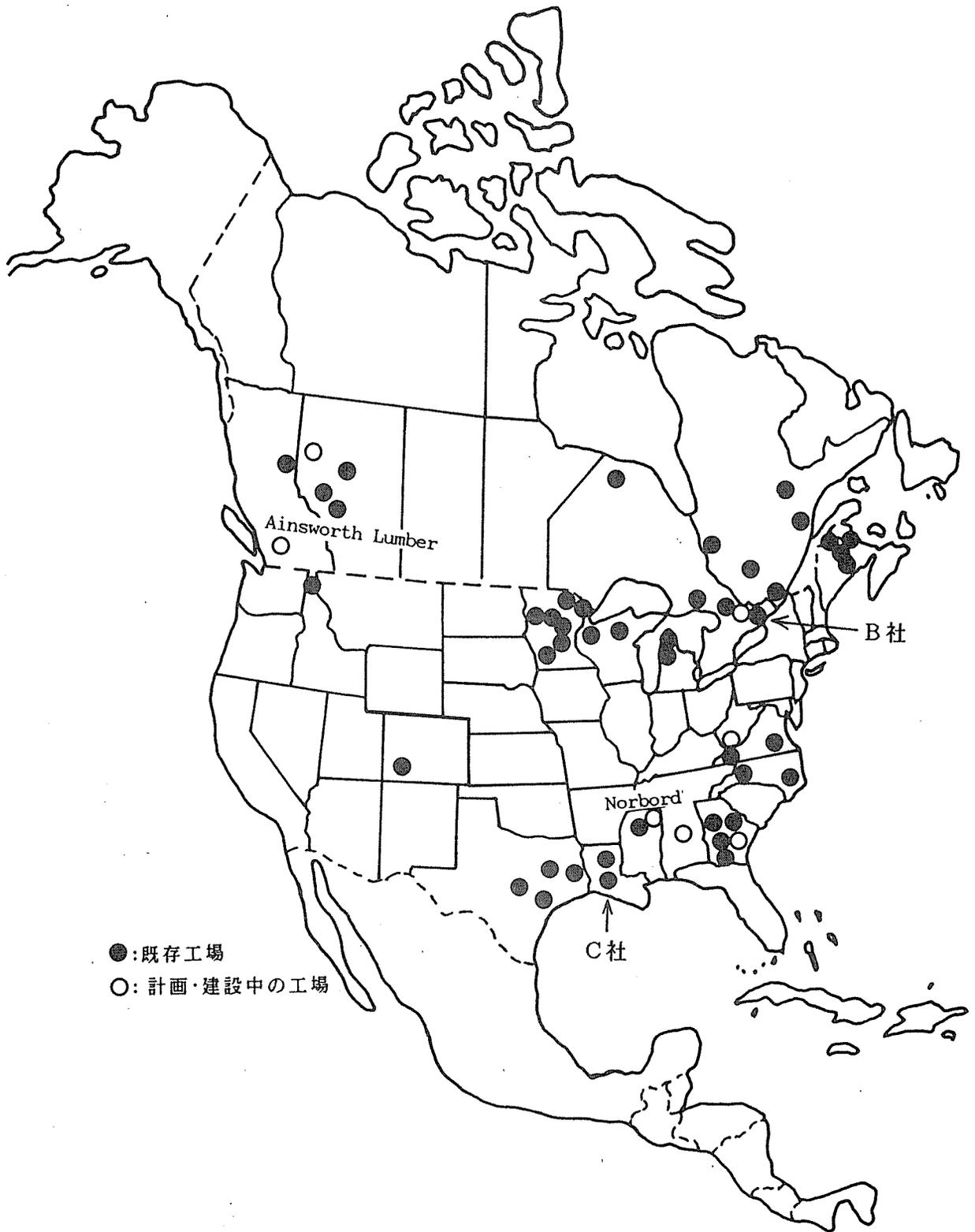


図 2 - 2 - 1 北米OSB工場の分布
 (所在地の不明な工場は除く)

2.1.3 OSBの製造条件

ここでは、視察したOSB関連施設のうち、OSB企業3社と合板企業1社で得られた情報を報告する。

- ①A社：カナダ東部のOSB製造企業の本社
- ②B社：カナダ東部のOSB工場（原料：アスペン）
- ③C社：アメリカ南部のOSB工場（原料：雑多な広葉樹）
- ④D社：アメリカ南部の合板工場（原料：サウザンパイン）

なお、このOSB企業3社のほか、SBAおよび既存文献（E社）の情報を総合したOSB製造条件を、表2-2-4に示す。

(1) A社のOSB製造状況

A社はカナダのトロント市に本社があるカナダ大手総合木材企業であり、OSBのほか、合板、MDF、製材の生産も行っている。従業員は約1,200名で、東京、ブリストルのほかオランダに営業所がある。OSB工場は、北米に4工場（建設中1を含む）、スコットランドに1工場であり、このうちの1工場の製品は、1992年にJAS（日本農林規格）構造用パネルとして認定されている。我々は、本社を訪ね、投機の対象となっているOSBの工場販売価格の決定（操作）現場を見学することができた。

ここで得たOSB製造条件等に関する内容は、次のとおりである。

①原料

- ・原料は、主にアスペンである。工場では、約100マイル以内から集材している。ケベック州の工場では、政府林から伐採ライセンスを取得している。

②製品の販売状況・製造コスト

- ・OSBと合板を比べると、製造コストおよび市場価格の点から、OSBの方が儲かる。このため、合板工場よりもOSB工場に投資している。
- ・製品の工場出し値は、現在、225\$ /MSF（7/16"概算）であり、合板は290\$ /MSF（1/2", 3プライ概算）程度であり、好況のため値上がりしつつある。
- ・現在、アメリカ南部のミシシッピ州ツペロ市に新工場を建設中であり、その製品の約半分は3'×6'サイズとして日本への輸出を考えている。生産量は35万m³ /年、24時間 /日、360日 /年の生産計画である。

ただし、日本向けの3'×6'板は、4'×8'板に比べて輸送コストがかさむという問題点が心配である。

③製品の利用状況

- ・OSBの住宅建築への使用状況は、北米全体では、壁下地の80%、床下地の25~30%程度である。屋根下地については、カナダでは約40%であるのに対して米国では60%となっている。カナダは米国よりも冬季の雪および寒さが厳しいため、屋根下地へのOSBの使用に差が生じるものと考えている。

- ・建設中に、雨水による床下地OSBの端部の厚さが膨張する問題点については、サンダーがけで対応している。
- ・合板の西海岸での生産量が減少している。この減少分をOSBが代替する。
- ・ベイマツ表面研削合板は、必ずしもOSBではなくMDF・パーティクルボード・アルミに置き替わっている（軒天の多くはアルミに代替された）。

(2) B社のOSB製造状況

B社は、カナダのオンタリオ州エンゲルハートに工場がある個人企業である。ここには、1981年建設の8'×16'、14段プレスを有する第1ラインと、1988年建設の8'×24'、16段プレスを有する第2ラインの二つのOSB製造ラインがあり、我々は、第2ラインの方を見学した。同工場は、アスペンを原料とした5層OSB製造工場であり、北米最大規模の生産能力を有している。

ここで得たOSB製造条件等に関する内容は、次のとおりである。

①生産体制

- ・従業員は製造に110~120人、保守に60人である。
- ・午前8時と午後8時を区切りとして、24時間/日、360日/年、1直12時間、2直4交替制である。
- ・生産能力(3/8"厚さ概算)は、第1ラインが244MMSF/年、第二ラインが412MMSF/年であり、生産量の90%は米国に輸出している。。

②原料

- ・原料は全幹集材されたアスペンで、季節により原木の含水率が異なるため、工場には3ヵ月ほどストックして含水率調整を行っている。冬季には樹齢70~80年の原料も入る。集荷原木量はトラックごと計量し、重量で買う。

③製造工程

- ・原木は4mに玉切りした後、Valon Kone社製のデバーカー3台で剥皮する。デバーカーの刃先は、原料が凍結する冬季には変える。
- ・玉切り剥皮された原木は、40~50°Cの温水浸漬の後に、フレイカーに投入する。
- ・フレイカーはPallmann製のナイフリングフレイカー4台で、常時3台が稼働、1台が刃物交換のようである。8時間で刃を交換する。
- ・ディスクタイプのフレイカーではストランドがカールするため、パールマンの方が良質のウェハーが取れる、という。
- ・フレイカーでは0.6mm厚のストランドを切削する。ストランドの長さは、通常OSBの表層が4"、芯層が3"である。目的によって2"~6"の加工が可能である。
- ・6"のストランドを一軸配向させ、Timber-Strandを製造した経験がある。
- ・乾燥機は、Schenkman and Piel製で2機が稼働しており、3機目を建設中であった。85'長のドラム中を18分かけてゆっくり乾燥するのがこの工場の特徴であった。

- ・ Hot oil systemにより熱を各部に供給しており、熱源 oil温度は 377°C、芯層ストラ
ンド用ドライヤーは 293°C、表層ストランド用ドライヤーは 243°Cである。
- ・ ブレンダーは 2機が稼働していた。一方は芯層用のストランドに粉末PFレジンをつ
ックスと共に添加している。添加率は 2%程度。他方は、表層用のブレンダーで、液体
PFレジン塗布していた。製造されたボードの表面を見る限りでは極めて均一に液体
レジン塗布されていた。このブレンダーは設置後、機械メーカーの立ち入りを許さ
ず、B社独自のアイデアで改良していた。
- ・ 接着剤は、表層ストランドには液体PFを2.25%、芯層ストランドには粉末PFを 2.0%、
中心層微細ストランドには液体PFを 4.0%添加している。
- ・ 使用しているPFレジン、ARC社と共同開発したものであり、他社では使用してい
ない。
- ・ フォーミングマシンは Carl Schenk製で、5または4層のフォーミングが可能である。
当日は、表層2層に4"長のストランド、芯層2層に3"長のストランドを配し、中心層
に微細フレークをランダムに配した5層OSBを製造していた。
- ・ マット含水率は、表層6.1%、芯層3.4%であり、マット厚さは製板の6~7倍である。
- ・ プレス前に1回、製板後に3回散水している。製板後の散水は、板の内部温度が140
°C以上あると堆積時に発火の危険性があるため、冷却用である。
- ・ ホットプレスはDieffenbacher製の8'×24',16段プレスを使用している。熱盤温度は
210~215°Cと少々高めに設定されていた。圧力は35→14→7kg/cm²と変化させ、平均
的な熱圧時間は1/16"厚に対して20秒を基準にしている。

④製品の販売状況・製造コスト

- ・ 在庫はほとんど置いていない。製品の品質が評価されているため、米国向けへ直に
売れ、回転が速い。
- ・ 合板の生産低下がOSBにとって有利な状況を招いている。
- ・ OSBの価格は、洪水、ハリケーン、地震などの災害により変化(暴騰)する。
- ・ 原料アスピンの価格(カゲ\$)は、20~23\$/ton程度で、冬場の方が高い。
- ・ 接着剤価格(固形分ベース)は、液体PF: 80c/kg、粉末PF: 140c/kgである。
- ・ 電力費は25万\$/月で、水道よりも高い。
- ・ 日本との取り引きも考えたことがあるが、3'×6'板では2'分が無駄になるので、プレ
スが9'×24'ならば可能と考えている。

(3) C社のOSB製造状況

C社は、アメリカのルイジアナ州ラモイ地区に工場がある個人企業である。この工場は、1985年に建設され、原料に周辺の広葉樹各種を混合して用いている点が特徴のOSB工場である。年間の生産量は250MMSF/年で、規模は大きい方ではない。

C社は8年前までは個人経営の製材工場であり、工場を売却してフレークボードの工場

経営に挑戦したという経緯がある（アメリカ南部ではOSBのことをフレックボードと呼ぶ習わしがある）。このため、OSB工場は広葉樹の製材工場と同一敷地内に存在していた。

ここで得たOSB製造条件等に関する内容は、次のとおりである。

①原料

- ・原料は全幹集材された原木で、約1/4がイエローポプラ、1/4がハッカベリー、その他は雑広葉樹とサウザンパインである。

原料の平均比重は、0.5とやや高い。

②製造工程

- ・原木を10フィートに玉切りした後に、ドラムバーカーを通して温水処理を行う。途中、金属探知機により異物を含んだ材は丸太ごとにはねており、原料が雑多であることへの対応であろう。
- ・温水処理は24時間行い、比較的長い処理時間は硬い広葉樹原料への対応であろう。
- ・CAE製ウェハラライザーを3機用いて、散水しながらストランドを切削している。3台中1台は刃数交換をしているようである（5時間ごと）。
- ・厚さ0.028"、長さ3.475"のストランドは、5mm程度のスクリーンでふるい分けされる。
- ・ドライヤーでの乾燥時間は2.5分ほどである。
- ・ブレンダーの内部を観察できた。ドラムの中央上部に5本の回転式ノズルがあり、中央がワックス、他の4本が接着剤用に使用されていた。
- ・接着剤は液体PFを用い、表層と芯層に同一のストランドを同一の接着剤添加率（3.5～4.0%）で使用している。
- ・フォーミングはSchenk製で、4層配向（芯層の2層は表層に対して直交している）である。
- ・プレスはKMW製 8'×16'の16段式で、マット含水率 6%で、7/16"厚の場合、204°C 4.25分で熱圧している。
- ・プレス解圧後に散水し、製品含水率を 7%に調整している。

③製品の販売状況

- ・雑多な広葉樹を原料としているため設定製品比重は0.712とやや高い。
- ・原料の質と市場を睨んで、屋根用を専門に製造しているのが特徴である。
- ・製品用途を屋根下地に設定しているため、比較的低品質でもかまわないようである。このため、表層と芯層の含水率やレジン添加率を制御するような緻密な工程管理は行っていない。
- ・製造コストは198\$/MSF、工場出し値は250～260\$/MSFである。
- ・市場は、ルイジアナ州のほか、近隣のテキサス州、アリゾナ州、ミシシッピ州、アーカンソー州と広い。

(4) OSBの競合品であるサザンパイン合板工場(D社)の製造状況

D社は、アメリカのルイジアナ州ジョイス地区にサザンパイン合板および製材品を生産している。典型的なアメリカ南部の合板・製材工場としてD社工場を見学した。

この合板工場の生産量(3/8"厚さ換算)は、183MMSF/年である。

ここで得たサウザンパイン合板製造条件等に関する内容は、次のとおりである。

①生産体制

- ・1960年台前半にはサザンパインの合板工場は存在しなかったが、小径木の利用技術が開発されるとともに、南部に合板工場が建設されるようになった。
- ・生産体制は、従業員 190名、24時間/日、260~300日/年、16~17人/直、3直体制である。通常は5日/週であるが、視察当時は合板市場が好調とのことで、6日/週で稼働していた。

②原料

- ・原料は、比重0.45~0.47のロブローパーパインを中心としたサウザンパイン(スウィートガムが少し混ざる)で、全幹集材された原木である。

③製造工程

- ・原木を玉切りした後、平均直径11"を合板用に選別する(直径14"以上は製材用)。
- ・リングバーカーで剥皮後、93°C24時間の煮沸処理を行う。
- ・ロータリーレースは、スピンドルレスの外周駆動式(600rpmで最少径2"まで剥く)とスピンドルあり外周駆動付(1,800rpmで最少径4"まで剥く)の2種類である。
- ・切削時間は、1本が数秒である。
- ・剥芯はパルプチップに加工し、24\$/tonで売る。
- ・単板厚は、1/8"、1/6"、1/10"の3種類である。
- ・連続ドライヤーによる単板乾燥は、191°Cで8~10分間、平均含水率10~12%まで行う。
- ・選別および調板の後、カーテンコーターで液体PFレジン塗布する。
- ・塗布時の接着剤固形分率は26~27%、粘度は推定1,500cps、塗布量は171g/m²である。
- ・コールドプレスで仮圧縮後、14段ホットプレスにより、5/8"厚4プライ合板の場合、177°Cで2.5~3.0分間の熱縮である。通常、1プライにつき1分間の熱圧時間とする。
- ・4'×8'にトリミング後、散水して含水率調整を行う。D-Fir合板は狂いの少ない大径材から製造されるが、サウザンパイン合板は小径材から製造されるため狂い(warp)が起こり易いため、含水率調整を必要とする。
- ・工場から出る端材は、燃料にしている。

④製品の販売状況・製造コスト

- ・工場の建設費は、およそ4,000万\$である。
- ・原木価格は、360\$/MBF(=152\$/m³)、歩留りは55%である。
- ・製造コスト(3/8"厚さ換算)は185\$/MSF(原木代が60~70%を占める)、工場出し値

は230\$/MSFである。

- ・電気料の単価は6c/kwhで、総額23.6万\$/月である。
- ・従業員数の基準は、1人/MSFである。
- ・合板の用途は床下地用などで、製品価格はOSBよりやや高い。

表 2 - 2 - 4 O S B の 製 造 条 件

機 関 名	S B A (Structural Board Association)	A 社 (APA会員)	B 社 (APA会員)	C 社 (非APA会員)	E 社 (APA会員)
工場概要					
所在地	Willowdale, Ontario, Canada	Toronto, Ontario, Canada	Englehart, Ontario, Canada	Lamoyen, Louisiana, USA	Edson, Alberta, Canada
訪問日	1993年11月3日	1993年11月3日	1993年11月4日	1993年11月8日	WOODMIC, 7(11) 34-38(1989)
対応者	代表取締役 John D. Lowood	NCP合板・輸出/代理・担当 John L. Marson SBA代表取締役 John D. Lowood	技術部長 Dan Nielsen	工場長 Larry Avant	より抜粋 (1988年9月視察内容)
会社概要	OSB製造業者協会	製造工程はA社のQuality Control Manual(1991)より抜粋 カナダ大手企業	カナダ個人企業	カナダ個人企業	7人個人企業
生産開始年	-	第1工場: 1981年 第2工場: 1988年	第1工場: 1981年 第2工場: 1988年	1983年	1983年
生産量	-	(Tupelo新工場: 35 m3/年)	35~40万ton/年(第2工場2/5生産)	22万m3/年	1200 m3/日
投資額	-	-	第1工場: 30M\$CA, 第2工場: 100M\$CA	45 M\$US	-
稼働率	24時間/日, 360日/年, 2~3直 (2直が主流)	24時間/日, 360日/年	24時間/日, 360日/年, 2直4交替	24時間/日, 320日以上, 3直	-
工場従業員数	-	-	製造: 110~120人, 保守: 60人	-	25人/直
原料	カナダ Aspen: 22~25 \$CA/m3 100%自然林 Aspenに2~3割Ditechが混ざることもある 7人南産部: Southern pine φ6~12cm 50%間伐材 50%自然林 広葉樹(Willowが最速) Yellow-poplar Sweetgum Maple Walnut, Oakは少量	周圃100mileから集荷	Aspen 周圃100kmから集荷 トラック100台/日 米口径: 10~50 cm	1/4: Yellow-poplar 1/4: Hackberry 1/2: その他広葉樹と Southern pine 米口径: 18~40 cm 比重: 0.38~0.60, 平均0.50 (Willowが最速)	Aspen White Aspen: 80 % Black Aspen: 20 %
(工場着価格)	Aspen: 22~25 \$CA/m3	45~50 %	20~23 \$CA/ton	14 \$US/m3 (50 \$US/cord)	-
歩留り	標準 65~70 % 古木, 悪木の場合: 50 %	-	85 %	80% 以上	-
製造原価	-	-	160~200 \$CA/ton	198 \$US/MSF(3/8")	-
販売価格	250~270 \$CA/m3	225 \$CA/MSF(7/16") (=218 \$CA/m3)	300 \$CA/ton	250~260 \$US/MSF(7/8") (約 221~230 \$US/m3)	-
製品比重	-	-	設定 0.61~0.62 (実測 0.68)	設定 0.71 (実測 0.79)	-
接着剤添加率 (固形%)	粉末PF: 2~2.8 % 液体PF: 3.5 % MDI: 2 % (排出ガスは粉末PFがよいが液体PFが増えており100%液体の工場もある。77はMDIに変わりつつある。)	粉末PF	設定 0.61~0.62 (実測 0.68) 5層構成 (第3層は微細7-7)	4層構成	-
Max 添加率	1 %	-	1 %	表層: 液体PF 2.3 % 第3層: 液体PF 4.0 % コア: 粉末PF 2.0 %	表層・コアの区別なし 液体PF: 3.5~4.0 %
賃金 (工場労働者)	-	-	(価格) 粉末PF: 1.40 \$CA/kg 液体PF: 0.80 \$CA/kg MDI: 2.00 \$CA/kg	-	-
電気料	-	-	5~6 centCA/kwh	8~10 \$US/時間 6 centUS/kwh	-
市販燃料価格	52 centCA/l	-	-	29 centUS/l	-

表 2-2-4 OSBの製造条件 (つづき)

機関名	SBA (Structural Board Association)	A社 (APA会員)	B社 (APA会員)	C社 (非APA会員)	E社 (APA会員)
製造工程					
玉切り	工場毎に異なるが1~5m	2.4m	4m	2.4m	
剥皮		温水浸せき後に剥皮 Nicholson社製ツリバーカ×2台 夏：約38℃、冬54℃×約2時間 6分	ツリバーカ×3台、冬は刃先を交換 (VALON KONE VR-600, FINLAND) 40~50℃×小径2~大径24時間 5分	ドラムバーカ×1台 温水×8時間	ドラムバーカ
温水浸せき	冬：71℃×8時間 2年前から7パソンス・ワールズでは行わない			71℃×24時間 4分	温水×8時間
切削	7m長：76~130mmが標準 刃物は軟材は6~8時間、硬材はもっと短く研磨 切削条件は合板の仕様を推奨	CAE社製ツリバーカ 7m長：76mm 7m厚：0.64~0.76mm 7m幅：6~51mm	Pallmann社製ツリバーカ×4台 (24枚刃, 刃長：600mm, 700rpm) 7m厚：51, 76, 102, 152mmと可変 7m厚：102mm 7m厚76mmが標準 (152mmはTimber-Strand用の特注) 7m厚：0.6mm 刃物は8時間毎に研磨	CAE社製ツリバーカ×3台 (24枚刃, 刃長：838mm) 7m厚：0.71mm 7m厚：25~38mm 刃物は5時間毎に研磨 散水しながら切削	7m長：65mm 7m厚：0.65mm 刃物は2時間毎に研磨
乾燥		処理能力：約10ton/hr/ツリバーカ MEC社製ドラム回転ドラム型 7m厚用：4~6%, 7m厚用：3~4% 処理能力：13~15ton/hr/ドラム型	Schenkmann&Piel社製ツリバーカ 回転ドラム型×2台 7m厚用：6%(242℃) 7m厚用：3%(294℃) 処理能力：18~20ton/hr/ドラム型 約5m×26mを18分で2回乾燥 6mmツリバーカは燃料	MEC社製回転ドラム型×4台 7m厚用・7m厚用：3%(273℃)	回転ドラム型 7m厚用：6%, 7m厚用：3%
ふるい分け	微細片は燃料		6mm以上の微細片は第3層用 7m厚用×1台, 7m厚用×1台 (共に特注品)	約5m×約10mを2.5分で乾燥 5mmツリバーカは燃料	-
接着剤添加 (添加率は固形分パーセント)	粉末PF：2~2.8% 液体PF：3.5% MDI：2% WAX：1%	Carothers社製ツリバーカ 7m厚用×2台, 7m厚用×2台 粉末PF	第1-5層：液体PF 2.3% 第1-5層：液体PF 4.0% 第2-4層：粉末PF 2.0% WAX：1%	7m厚用×2台, 7m厚用×2台 (中央1/3mがMAX用, ほかに4/3mがRESIN用) 液体PF：3.5~4.0%(7m厚・7m厚とも)	標準特注 7m厚用：96.5%, 96.0% 粉末PF：2.3%, 2.5% 粉末WAX：1.2%, 1.5%
成型	4~5層構成	8'×24', 4層構成 Siempelkamp社製ツリバーカ 第1-4層：平行配向 第2-3層：ツリバーカ	8'×24', 5層構成 Carl Schenk社製 7m厚用×2台, 7m厚用×3台 第1-5層：平行配向 第2-4層：直行配向 第3層：ツリバーカ ツリバーカ板：(8'+8')×(24'+8') ツリバーカ：(8'+5')×(24'+5')	処理能力：11ton/hr/ツリバーカ 8'×24', 4層構成 Carl Schenk社製 7m厚用×2台, 7m厚用×2台 第1-4層：平行配向 第2-3層：直行配向	7m厚用×2台, 7m厚用×2台 7m厚用：平行配向 7m厚用：直行配向 7m厚用：8.3'×24.5'
熟成	7m厚用：11~12% 7m厚用：7~9%	Siempelkamp社製14段熱蒸ツリバーカ 最高温度：約210℃ 最大圧力：約48kg/cm ² 熟成時間：約4~7分	Dieffenbacher社製16段熱蒸ツリバーカ 最高温度：210~215℃ 最大圧力：35kg/cm ² 熟成時間：1/16'に対して20秒が基準 11mmの場合は125秒 17.5mmの場合は6~7.5分 7m厚用温度140℃を冷却するため 3回散水	7m厚含水率：6% KMP社製(Sweden)16段熱蒸ツリバーカ 最高温度：204℃ 最大圧力：211kg/cm ² 熟成時間：7/16'の場合は4.25分	12段熱蒸ツリバーカ 最高温度：230℃ 最大圧力：35kg/cm ²
裁断・冷却				1回散水 製品含水率：7%	
必要に応じて 加工・ツリバーカ 仕上げの後 エッジ・ツリバー 出荷 品質管理		最低24時間倉庫に保管して冷却後 出荷	最低24時間倉庫に保管して冷却後 出荷		
		各工場は、APA、SBA、TECO、ヒツツバーグ等の検査協会に所属し、各工場毎で毎日自主検査と週1回の検査協会抜き取り検査により品質管理を行っている。			

(注) この工場も樹皮・微細フレーク・端材等はボイラー燃料として利用していた。

2.2 OSBの使用状況

2.2.1 建築現場での使用状況

ここでは、カナダ東部およびアメリカ西部で視察した住宅建築現場 2箇所 で得られた情報を報告する。

(1) カナダ東部オタワ市郊外の住宅建築現場

建築現場は、オンタリオ州オタワ市オリーンズ地区（市街より20km程）で、11月5日（金）12:30～13:10、フォリンテック東部研究所の複合材料技術部主任研究員 Ernest Hsu 氏に案内されて雨天の中を見学した。

見学した住宅は、1棟2戸2階建（地下室付）の集合住宅で、屋根・壁・床の下地材としてOSBが使用されていた。床下地の目地部分は、OSB端部が吸水して厚さ膨張をしたため約3mmの段差が生じていた。床仕上げ前に、段差をサンダーで削り飛ばす必要性が認識できた。

住宅の価格は、見学した集合住宅で119,900\$～147,900\$、高気密・高断熱仕様のR-20住宅で210,000\$以上であった。

(2) アメリカ西部タコマ市郊外の住宅建築現場

建築現場は、ワシントン州タコマ市郊外（市街より10km程）で、11月10日（水）13:30～15:00、APA国際経済部経済開発コーディネータ Robert S. Potter 氏に案内されて Village Homes 社の住宅建設現場および既に完成し売りに出されている住宅展示場を見学した。

見学した住宅は、2階建（地下室なし）の戸建住宅で、屋根・壁の下地材としてOSBが、内層下地には15mm厚石膏ボード使用されていた。壁OSBは7/16"厚でステーブルでスタッドに留められており、床下地には23/32"厚D-Fir合板が使用されていた。

アメリカの平均的な住宅は、16"（406mm）間隔のスタッド・ジョイスト及び24"（610mm）間隔のラフターに対して、壁下地と屋根下地に7/16"厚（11.1mm）OSB、床下地に23/32"厚（18.2mm）D-Fir合板が標準的仕様、とのことであった。

また、この住宅の外壁には、木目模様を表面に刻印したOSBサイディングが使用されていた。この外壁材は、パイン（ロジポールパイン？）材を原料として、表層にPF樹脂、芯層にMDIを使用したOSBであると推察された。

見学現場の平均的な住宅価格は、3寝室＋2浴室＋2車庫、床面積およそ200㎡で19万\$前後であった。

2.2.2 DIY店での市販ボード価格

11月10日（水）15:30～16:00、アメリカ西部ワシントン州シアトル市郊外のDIY店で調べた各種のボード価格は、表2-2-5のとおりである。

表2-2-5 DIY店での各種ボード価格

ボードの種類	寸法	価格 (\$/枚)	等級
OSB	7/16"×4'×8'	7.88	
D-Fir 合板	1/2"×4'×8'	9.94	CDX級
〃	〃	15.44	SANDED BC EXTERIOR
パーティクルボード	1/2"×4'×8'	7.42	
〃	3/4"×4'×8'	9.17	
〃	3/8"×4'×8'	6.77	

1 \$ = 110円とすると、7/16" (= 11.1mm) 厚OSBは867円/枚で市販されていることになり、単純にm³換算すると26,239円/m³となる。

2.3 北米におけるOSB生産動向と製造コスト

2.3.1 OSB生産の現況

これまでに述べた北米におけるOSB生産の現況をまとめると、次のようになる。

(1) 生産量

北米におけるOSB生産量は、1992年では、カナダ204万m³、アメリカ587万m³、合計791万m³となり、現在では両国合せた生産量の比で見るとOSB：合板＝1：2となっている（梶田 照：カナダ・アメリカ西海岸木材産業実態調査報告書（1993））。

OSB工場数は、北米44、スコットランド 2、フランス 1、となっている（表2-2-1参照）。建設・計画中の工場数は、北米19、アイルランド 1、スコットランド 1、ベネズエラ 3となっている（表2-2-2参照）。なお、現在建設中の工場のうち、エインズワース・ランバー社（日本へ100%輸出計画）とノーボード・インダストリーズ社（日本へ50%輸出計画）の2工場は、日本向けの3'×6'OSBを生産・輸出する計画である。

(2) 原料

カナダ・アメリカ国境地帯では、アスペンを主原料とし、伐採時に少量のバーチも混ざるため、使用される。アメリカ南部では、サウザンパインを主原料とし、さらに雑多な広葉樹（イエローポプラ、スウェートガム、メープル、ウォールナット、オークなど）も使用される。

アスペン、サウザンパインとも約30年サイクルの伐採・再生を計画している。

また、アメリカ南部は民有林が多く（公有林のような規制が少ない）、サウザンパインの利用量と生長量は同程度だが、広葉樹は生長量の半分程度しか利用されていない。このため南部では、未利用の広葉樹資源を原料にするOSB工場が増えている。

(3) 製造条件

表2-2-4のとおり。

(4) 用途

屋根下地と壁下地は合板よりもOSBが、床下地は合板が多く用いられる。OSBを床下地に用いた場合には、吸水によるエッジ部の厚さ膨潤を起こすことがあり、このときは床をサンダーで平滑にする必要がある。

アメリカの平均的な住宅は、16"（406mm）間隔のスタッド・ジョイスト及び24"（610mm）間隔のラフターに対して、壁下地と屋根下地に7/16"厚（11.1mm）OSB、床下地に23/32"厚（18.2mm）D-Fir合板が標準的仕様なため、7/16"厚OSBの生産量が最も多くなっている。

(5) ボード工場への投資

合板に適した中・大径原木が減少・高騰し、合板工場の利益が低下しているのに対して、小径木を原料とするOSB工場の利益は向上している(表2-2-6参照)。このため企業家は、合板工場への投資を控えてOSB工場に積極的に投資し、新工場の建設・計画を盛んに行っている。

(6) OSB価格の推移

北米では木製品が投機の対象であり、OSB価格は図2-2-2のような価格変動を経て、現在では、アメリカ国内の需要高から高値安定価格となっている。

2.3.2 OSBの製造コスト因子

OSB工場の調査から得た原木価格、歩留り、接着剤価格等は、前述の表2-2-4のとおりである。

また、入手資料によると、平均的歩留りは図2-2-3、接着剤価格は表2-2-7、製造コスト中の変動経費の内訳は表2-2-8のとおりである。

表2-2-8に示したコスト因子のうち、大きな比率を占める4因子について、B社のOSB工場で調査した単価を代入したのが表2-2-9で、それらはどれも日本より大幅に安いのが現状である。

表 2 - 2 - 6 北米における構造用パネルの製造コストと販売価格

(フォーリンテックカナダ東部研究所入手資料)

Canadian Structural Panel Costs and Prices
\$CAN/MSF, FOB Mill

	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
PLYWOOD										
CSP, 3/8-Inch (9.5 mm)										
Price	227	246	215	228	223	340	400	381	357	340
Cost	188	195	193	192	194	218	232	237	245	253
Price/Cost Ratio	1.21	1.26	1.12	1.19	1.15	1.56	1.72	1.61	1.46	1.34
OSB										
Eastern Canada, 7/16-Inch										
Price*	131	175	130	147	232	381	388	378	357	322
Cost	144	146	137	137	139	147	156	165	172	181
Price/Cost Ratio	0.91	1.20	0.95	1.07	1.67	2.59	2.48	2.28	2.08	1.78

* FOB price for oriented strandboard is calculated by FORSIM using reported delivered prices to Chicago, deducting an estimated freight cost, and adjusting for the exchange rate. Consequently, this price is for U.S. sales only and is not meant to indicate either FOB mill prices for sales in Canada, or a mill realization price.

Structural Panel Variable Production Costs and Prices (U. S.)
\$/Thousand Square Feet, FOB Mill

	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
WESTERN 1/2-INCH, 4/5-PLY*										
Price	199	228	214	224	284	384	425	395	378	348
Cost	179	205	230	237	253	269	333	363	333	295
Price/Cost Ratio	1.12	1.11	0.93	0.95	1.12	1.43	1.25	1.09	1.14	1.18
SOUTHERN PINE 1/2-INCH CDX, 3-PLY*										
Price	172	200	183	190	246	348	362	357	345	317
Cost	163	163	167	164	169	189	211	225	229	237
Price/Cost Ratio	1.05	1.22	1.10	1.16	1.46	1.84	1.72	1.59	1.51	1.34
NORTH CENTRAL 7/16-INCH OSB (24/16)										
Price	127	171	130	147	218	316	319	313	309	274
Cost	98	101	103	101	103	109	116	123	128	135
Price/Cost Ratio	1.30	1.69	1.26	1.45	2.12	2.89	2.76	2.55	2.34	2.03
Ratio of OSB to Southern Pine Plywood Prices	0.74	0.85	0.71	0.77	0.88	0.91	0.88	0.89	0.87	0.86

* Costs and prices are for 1/2-inch nominal plywood, 15/32-inch actual. Southern costs are for a 4-ply panel.

表2-2-6 北米における構造用パネルの製造コストと販売価格
(フォーリンテックカナダ東部研究所入手資料)

北米でのOSBと合板の利益率の比較 (1992年) (単位: \$/m²)

	11.1mm厚OSB			9.5mmCSP合板			11.9mm厚サウザンパイン合板 (CDX級, 3プライ)		
	価格	コスト	価格/コスト	価格	コスト	価格/コスト	価格	コスト	価格/コスト
カナダ	232	139	1.67	223	194	1.15			
アメリカ	218	103	2.12				246	169	1.46

- (注1) OSBの価格は、カナダ東部およびアメリカ中部での価格。
 なお、ここでの価格は工場出し値。
 (注2) CSP合板とは、カナダ針葉樹合板 (Canadian Softwood Plywood) のことで、カナダの針葉樹合板のうち、
 ダグラスファー以外の樹種で作られた合板のことである。
 (注3) CDX級とは、外装用合板で表裏にそれぞれC、D級単板を用いていることを意味する。

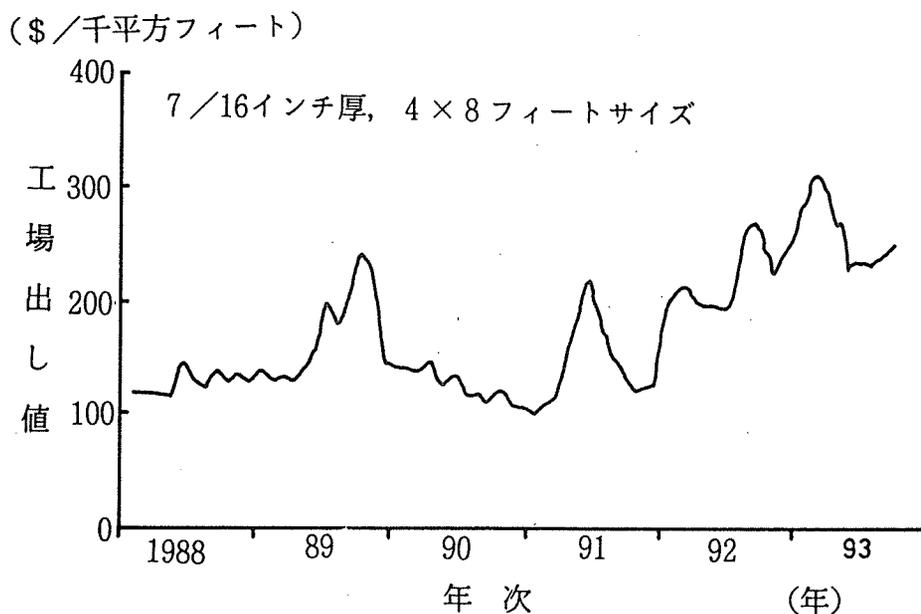
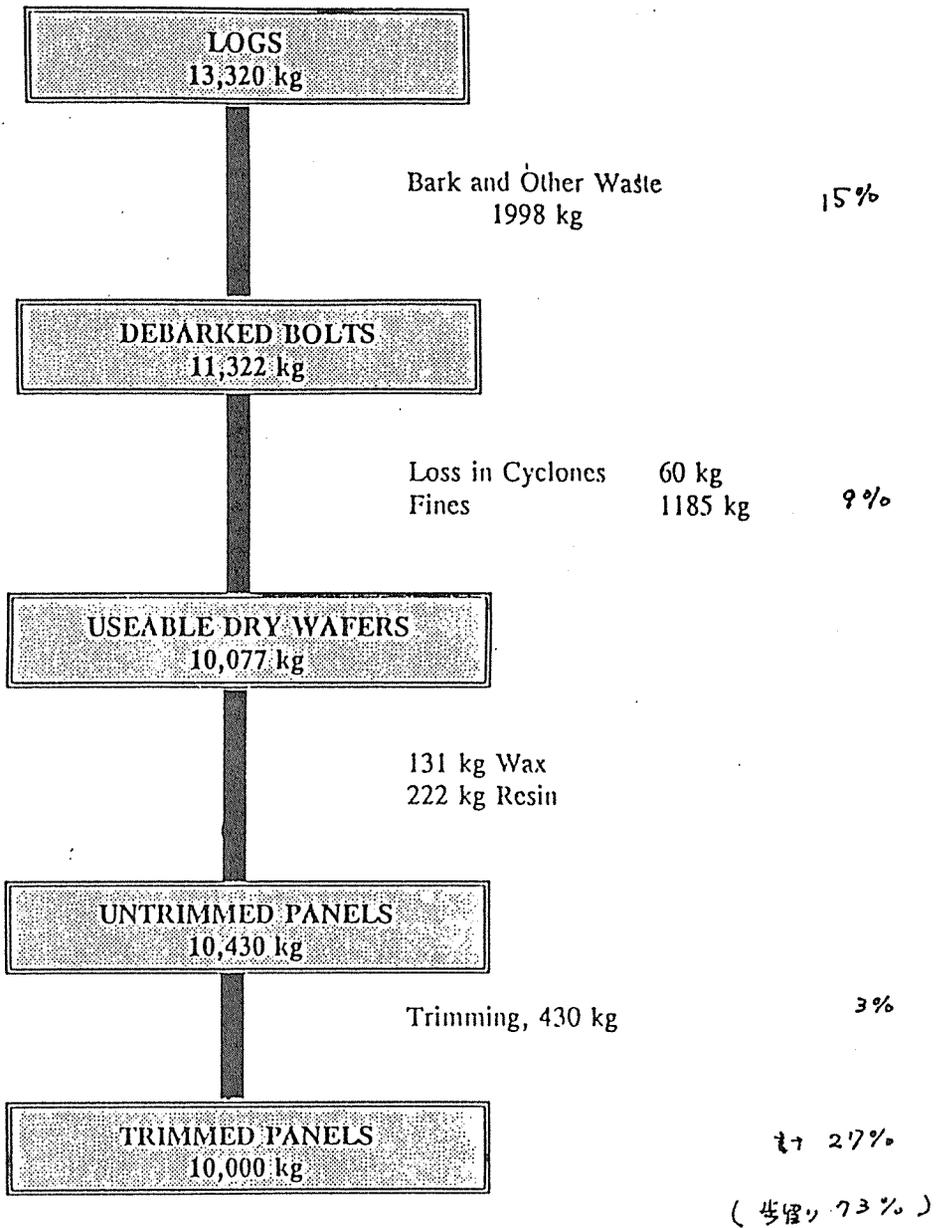


図2-2-2 アメリカ北中部でのOSB価格の推移

(米材ウィクリー、1992年9月28日号、Random Lengths、1993年8月27日号より作成)



Conversion: 73% by Mass
48% by Useable Volume

Mass Conversion of Logs to OSB

図 2-2-3 OSBの歩留り

(フォーリンテックカナダ東部研究所入手資料)

表 2-2-7 アメリカにおける接着剤価格
(アメリカ南部林産試験場入手資料)

Adhesive	Major application	Sales (metric kton)	Sales value (Million \$)	Price (\$/lb)	Price (\$/kg)
Urea-formaldehyde	Particleboard	700	142	0.09	
Urea-formaldehyde	Hardwood plywood	45.4	11	0.11	
Phenol-formaldehyde	Softwood plywood	681	195	0.13	
Phenol-formaldehyde	OSB	82	33	0.18	0.40
Phenol-formaldehyde (powder)	Waferboard	30	33	0.50	1.10
Resorcinol-formaldehyde, phenol-resorcinol formaldehyde	Laminated lumber	3.6	17	2.10	
Melamine-formaldehyde	Laminated lumber and finger joints	1.4	3	1.00	
Isocyanate	Waferboard	1.4	2	0.67	1.48
Polyvinyl acetate	Furniture, doors, mobile homes	1.1	2	0.80	
Mastic	Construction	12	14	0.54	

* Includes resin solids and solvents.
** Data compiled by James T. White, Georgia Pacific, 1988.

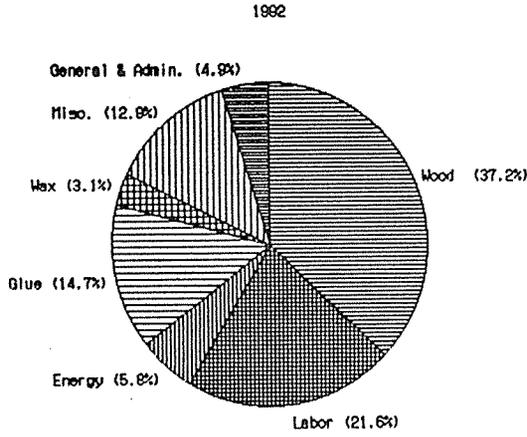
Resin Costs, USA (Jan. 1991)

Type material	Price, Solids Basis	
	(\$/lb)	(\$/kg)
UF, liquid	0.16	.35
PF, liquid	0.30 ^a	0.66 ^b
PF, powder	0.59	1.30
PMDI, 100%	0.75	1.65

^aNovember 1990, ^a0.43; ^b0.95

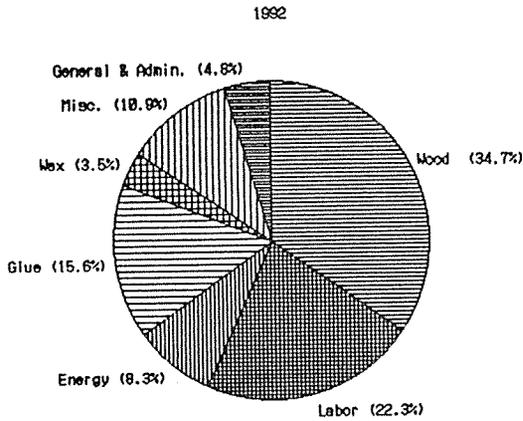
表 2-2-8 北米におけるOSB製造コスト(変動経費)の内訳
(フォーリントックカナダ東部研究所入手資料)

Average Variable Costs for Ontario and Quebec OSB Mills
\$ (Canadian) per 1,000 Square Feet, 3/8-inch Basis



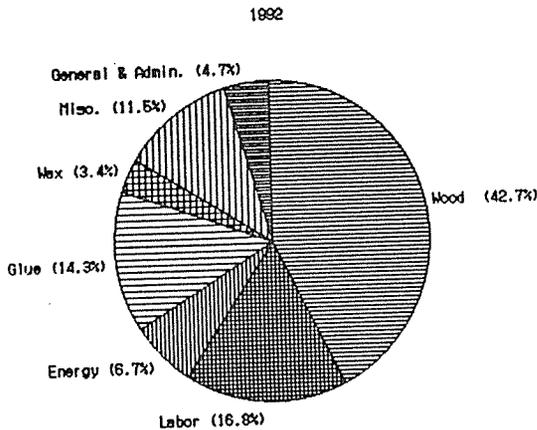
	Annual									
	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Wood (Delivered)	46.62	45.92	42.66	43.25	44.20	48.67	53.76	59.32	61.74	65.57
Labor	21.44	22.10	24.70	25.20	25.65	25.81	26.15	26.51	27.02	27.73
Energy	5.78	6.42	6.72	6.60	6.85	6.62	6.93	7.27	7.73	8.29
Glue	18.44	19.13	18.50	17.10	17.44	19.24	20.20	20.73	21.52	22.42
Wax	5.68	5.20	4.30	3.70	3.49	3.83	3.99	4.14	4.31	4.51
Misc.	17.20	16.80	14.70	15.70	15.32	15.93	16.60	17.24	17.95	19.79
Gross Variable Costs	115.16	115.57	111.59	111.54	113.14	120.09	127.63	135.21	140.29	147.51
General & Admin.	5.06	5.87	6.09	6.18	5.83	6.00	6.38	6.76	7.01	7.38
Total Average Variable Costs	121.02	121.44	117.57	117.72	118.97	126.09	134.02	141.27	147.30	154.97
Exchange Rate (1CAN/1US)	1.23	1.18	1.17	1.15	1.21	1.28	1.28	1.28	1.27	1.27
Total Average Variable Costs (\$US)	98.37	102.57	100.78	102.75	98.46	98.79	104.35	110.66	115.85	122.25

Average Variable Costs for OSB
North Central U.S.
\$ per 1,000 Square Feet, 3/8-inch Basis



	Annual									
	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Wood (Delivered)	27.46	25.91	28.99	30.25	30.52	34.43	38.01	41.90	43.94	46.82
Labor	17.22	17.95	18.37	19.01	19.68	19.76	20.05	20.41	20.92	21.61
Energy	7.32	8.10	8.57	6.83	7.29	7.62	8.03	8.38	8.82	9.44
Glue	17.04	19.15	16.24	14.01	13.72	14.44	15.07	15.48	16.21	17.10
Wax	3.00	3.00	3.05	3.03	3.05	3.11	3.24	3.38	3.53	3.71
Misc.	7.62	8.10	8.52	9.50	9.60	9.79	10.22	10.65	11.12	11.69
Gross Variable Costs	79.67	82.22	83.73	82.62	83.86	89.14	94.61	100.21	104.55	110.38
General & Admin.	3.98	4.05	4.26	4.26	4.21	4.46	4.73	5.01	5.23	5.52
Total Average Variable Costs	83.65	86.27	87.99	86.88	88.06	93.60	99.34	105.22	109.77	115.90
% Change	5.3	3.1	2.0	-1.3	1.4	6.3	6.1	5.9	4.3	5.6

Average Variable Costs for OSB
Southern U.S.
\$ per 1,000 Square Feet, 3/8-inch Basis



	Annual									
	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Wood (Delivered)	30.51	37.22	36.90	38.45	40.51	46.72	51.21	56.61	60.32	64.25
Labor	12.57	12.96	13.25	15.60	15.95	16.01	16.25	16.54	16.95	17.51
Energy	5.08	6.13	6.33	6.10	6.35	7.10	7.48	7.79	8.19	8.76
Glue	15.49	16.65	14.36	13.72	13.53	14.24	14.86	15.27	16.00	16.87
Wax	2.35	2.50	2.63	3.20	3.23	3.30	3.44	3.59	3.75	3.94
Misc.	9.60	10.20	10.50	10.70	10.89	11.11	11.59	12.08	12.61	13.26
Gross Variable Costs	76.40	85.65	83.96	87.77	90.48	98.48	104.83	111.88	117.81	124.59
General & Admin.	4.23	4.56	4.36	4.15	4.42	4.92	5.24	5.59	5.89	6.23
Total Average Variable Costs	80.63	90.21	88.32	91.92	94.90	103.40	110.07	117.47	123.71	130.82
% Change	2.9	11.9	-2.1	4.1	3.2	9.0	6.4	6.7	5.3	5.7

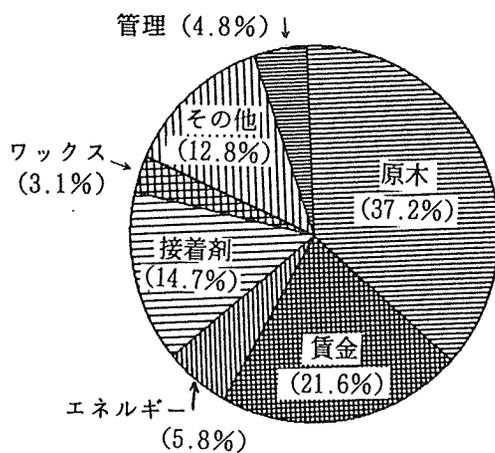
SEE Notes to Cost Tables on page 233 for definitions of terms used.

表2-2-9 OSB製造コストの単価
(カナダ東部, 1993年)

因子	単価
原木	2,125円/m ³
賃金	—
	(米国南部 1,100円/時)
接着剤 (粉末フェノール)	119円/kg
エネルギー (電気)	5円/kWh
OSB販売価格	18,530円/m ³
	(11.1mm厚, 工場出し値)
OSB流通価格	867円/枚
	(11.1mm厚, 4×8フィートサイズ, シアトルDIY店調べ)

(注) 換算率: カナダドル=85円/\$,
アメリカドル=110円/\$

(参考) 表2-2-8より抜粋



OSB製造コスト中の変動経費内訳
(カナダ東部, 1992年)

3 O S B 関連機関と調査資料

3. 1 O S B 関連機関

S B A 協会は、1976年O S B ・ ウェハーボードのメーカー5社により設立され、現在16社が会員になっている。木質パネルの製造に関して総合的な品質管理に努めている。なお、木質パネルの品質検査を行っているのはA P A (American Plywood Association)、T E C O (Timberco Inc.)、P T L (Pittsburgh Testing Lab.) などであり、S B A 協会では品質検査を行っていない。

A P A は1933年、Douglas Fir Plywood Associationとして設立された、北米の構造用木質パネルと構造用集成材の製造業界を代表する機関である。アメリカ合衆国においてA P A に所属する合板工場は82、O S B 工場は34ある。A P A に所属しない工場はT E C O、あるいはP T L の品質検査を受け、それらのスタンプが製品におされる。

A P A の活動としては、品質管理、研究開発、市場開発、政府機関および他業界との協力などがある。品質管理の活動として傘下の企業の製品に一定の品質を保つこと、また品質管理に関する研究、工場管理者研修、構造用木質パネルおよび構造用大断面集成材のJ A S 規格の格付け検査や認定の業務などがある。A P A には約36人の検査官 (Auditor) がおり、A P A のメンバーの工場において週一回抜き打ち検査を行っている。合格基準に達しない場合は指導を行い、それでも合格水準に到達しない場合はスタンプをはずすという。

3. 2 O S B の材質

メーカー間で材質の差異があるとの考えから、今回の調査の目的の一つにO S B の材質についてのデータ収集があったが、あまり集めることができなかった。その理由の一つとしてA P A が定めている性能規格によってO S B の材質が規定されているため、ユーザーが製品につけられた品質表示のスタンプを信頼して使用していることがあげられる。前述したように品質の検査がかなり厳密に行われているからである。日本で用いられている製造規格の場合との大きな差異であろう。

O S B の欠点として寸法安定性があまり良くないということがある。コストをアップしてまで寸法安定性を上げる必要がないということがいわれているが、一方で、業界がO S B の寸法安定性の向上にかなり興味をもっていることも事実である。例えば、カナダのフォーリンテック研究所は、20%というO S B の厚さ膨張率を10%に低下させるプロジェクトを、三大プロジェクトの一つとしてS B A 協会 (Structural Board Association) と協力して行っている。

3. 3 O S B の性能規格

カナダでは、カナダ規格協会 (C S A) の定める基準 (C A N / C S A O 4 3 7 ・ 0 -

M) (表3-1)にあわせOSB・ウェハーボードの製造を行っている。OSBに関してはO-1とO-2の二つの等級が、ウェハーボードについてはR-1が規定されている。例えばO-2クラスのパネルは、屋根、壁、床下地材として使用した場合、合板と同様の効果がある。米国ではAPAのパネル性能基準あるいはNITS基準(PS2-92)にあわせてOSBが製造される。APAのPRP・108とPS2-92はほぼ同じ内容となっている。

3.4 OSBに関する実態調査

OSBに関連して、A社、B社、フォーリンテック東部研究所、C社、D社、アメリカ合板協会研究所、住宅建設現場において行った調査について説明する。

3.4.1 A社の見学(1993年11月3日)

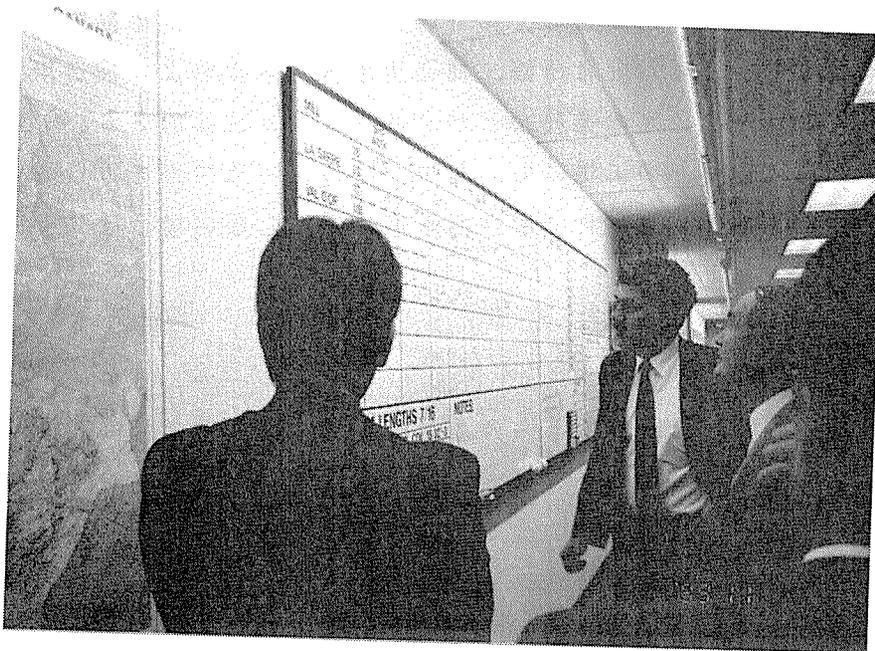


写真3-1 A社オフィス

OSBの工場販売価格の決定現場を見学した。

表 3 - 1 OSB及びウエーハーボードの基本的特性 (CSA O437.0)^(a)

	等級 R-1		等級 O-1		等級 O-2	
	メートル法	インベリアル法	メートル法	インベリアル法	メートル法	インベリアル法
乾燥・出荷時の許容寸法誤差						
・幅と長さ (表示寸法からのかい離)	+0, -4mm	+0, -5/32"	+0, -4mm	+0, -5/32"	+0, -4mm	+0, -5/32"
・直角性 (対角線差)	4mm	5/32"	4mm	5/32"	4mm	5/32"
・直線度 (直線からのかい離)	1.5mm/端部	1/16"/端部	1.5mm/端部	1/16"/端部	1.5mm/端部	1/16"/端部
・厚さ(b)						
・パネル平均値 (表示厚さからのかい離)	±.75mm*	±.030**	±.75mm*	±.030**	(c)	(c)
・パネル内誤差 (パネル平均値からのかい離)	±.75mm*	±.030**	±.75mm*	±.030**	(c)	(c)
乾燥・出荷時の物理的特性						
・曲げ破壊強度(MD)	17.2MPa	2500psi	23.4MPa	3400psi	29.0MPa	4200psi
・曲げ破壊強度(XMD)	17.2MPa	2500psi	9.6MPa	1400psi	12.4MPa	1800psi
・曲げヤング係数 (MD)	3100MPa	450,000psi	4500MPa	650,000psi	5500MPa	800,000psi
・曲げヤング係数(XMD)	3100MPa	450,000psi	1300MPa	190,000psi	1500MPa	225,000psi
・剥離強度	0.345MPa	50psi	0.345MPa	50psi	0.345MPa	50psi
・釘接合せん断力 (t = mm 或いはインチによる厚み)	(70t)N	(400t)lb.	(70t)N	(400t)lb.	(70t)N	(400t)lb.
湿潤時の物理的特性						
・2時間煮沸後の曲げ破壊強度(MD)	8.6MPa	1250psi	11.7MPa	1700psi	14.5MPa	2100psi
・2時間煮沸後の曲げ破壊強度(XMD)	8.6MPa	1250psi	4.8MPa	700psi	6.2MPa	900psi
・6サイクル後の曲げ破壊強度 (MD)	8.6MPa	1250psi	11.7MPa	1700psi	14.5MPa	2100psi
・6サイクル後の曲げ破壊強度 (XMD)	8.6MPa	1250psi	4.8MPa	700psi	6.2MPa	900psi
・24時間浸水後の膨潤						
・12.7mm及びそれ以下	15%	15%	15%	15%	15%	15%
・12.7mmを越えるもの	10%	10%	10%	10%	10%	10%
・線膨張 (MDとXMDの最大値)						
・50% - 90% RH	0.20%	0.20%	0.20%	0.20%	0.20%	0.20%
・全乾から飽和まで	0.40%	0.40%	0.40%	0.40%	0.40%	0.40%

- (a) 必要とされる最小値 (または最大値) は5枚のサンプル平均値であり、その数値より20%以下 (または以上) のものが無いことを条件としています。
(注) 業界の性能基準は通常、表1に示されている水準を越えています。表1に示される数値は設計のための許容応力度ではありません。
OSBとウエーハーボード用の許容応力度に関しては現在、研究開発中です。
- (b) 表に示された許容誤差は表面研磨のされていないパネルの場合です。研磨されたパネル間の許容誤差 (表示厚みからの誤差) は±0.40mmで、パネル内のパネル平均値からのかい離は±0.25mmです。
- (c) 等級O-2のパネルは許容誤差+1.00mm; -0.5mmで製造されています。

3. 4. 2 B社のOSB製造状況（1994年11月4日）

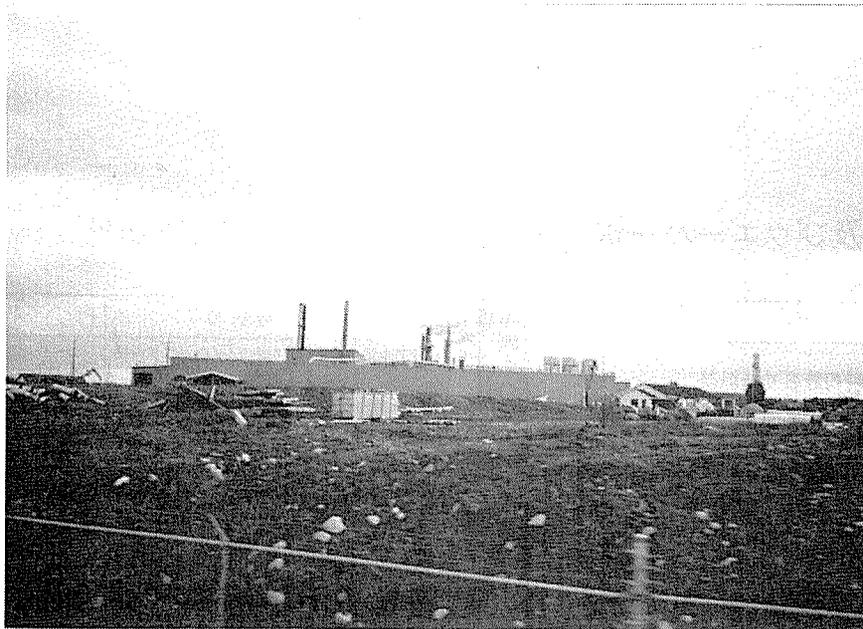


写真3-2 第2工場

第1工場、第2工場合わせて生産規模40万トンの北米で最大規模の工場



写真3-3 トラックにより運び込まれるアスペン

周囲100kmから末口径10～50cmのアスペンが集材される。



写真 3 - 4 貯木場

原木は約 3 ヶ月間貯木場に置かれる。

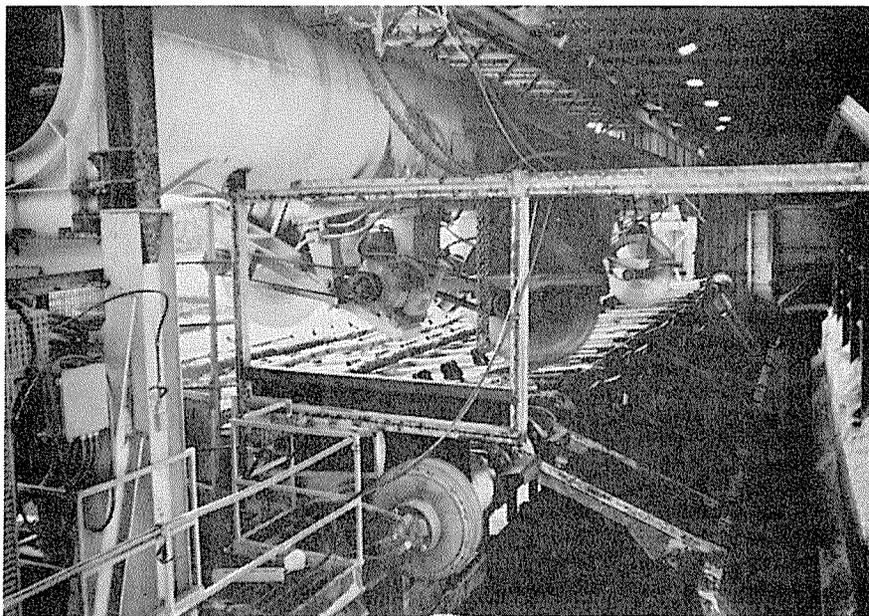


写真 3 - 5 原木の玉切り

貯木場から玉切り場へクレーンにより運び込まれる。玉の長さは 4 m。

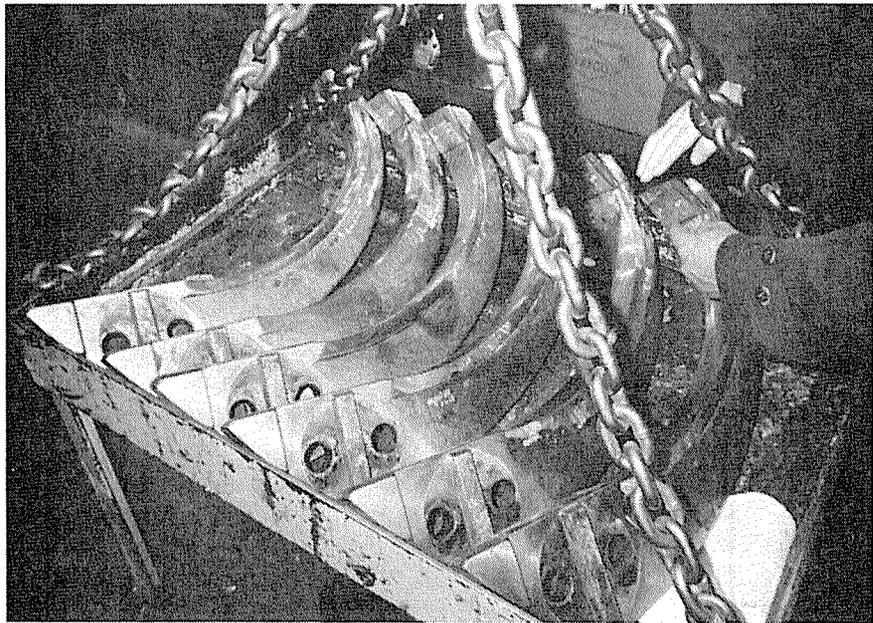


写真 3 - 6 デバーカーの刃
玉切り後、デバーカーにより剥皮される。冬季、水分の凍結のため刃先が交換される。

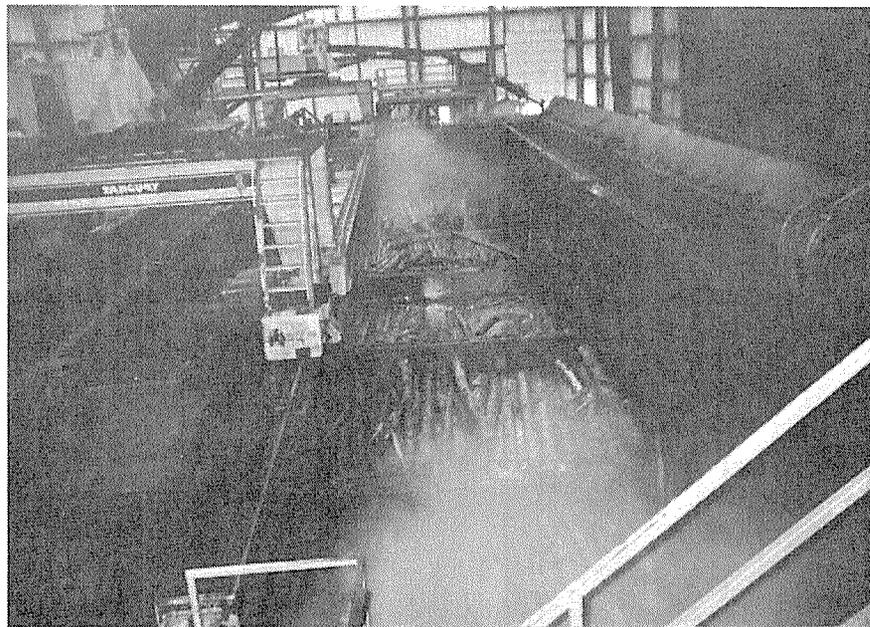


写真 3 - 7 温水浸せきされる玉
40～50℃で2～24hr温水浸せきされる。

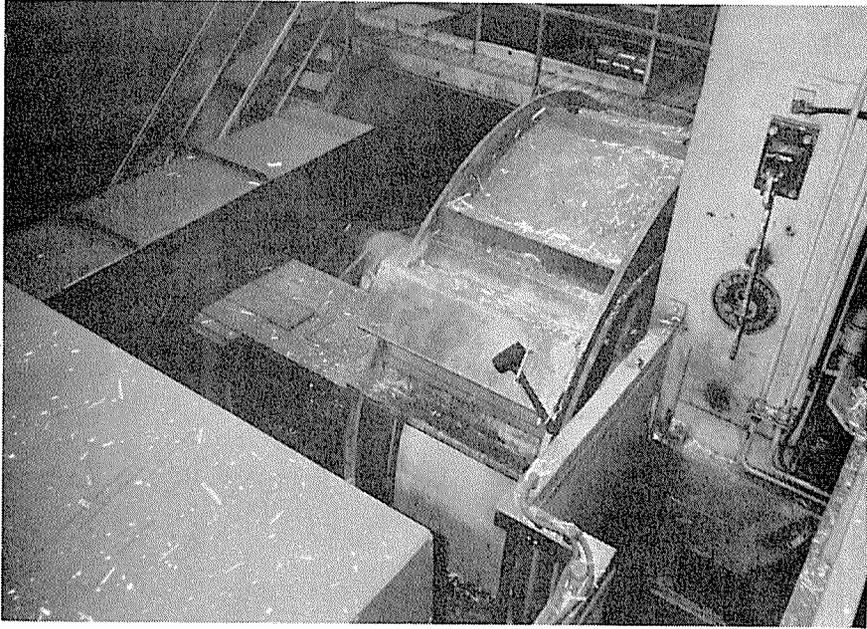


写真 3 - 8 ユニバーサルタイプのリングフレーカー
フレーカー全体が左右に動きながら、中に挿入されたアスペンからストランドを切削する。常時 3 台が稼働、1 台が刃物交換用である。

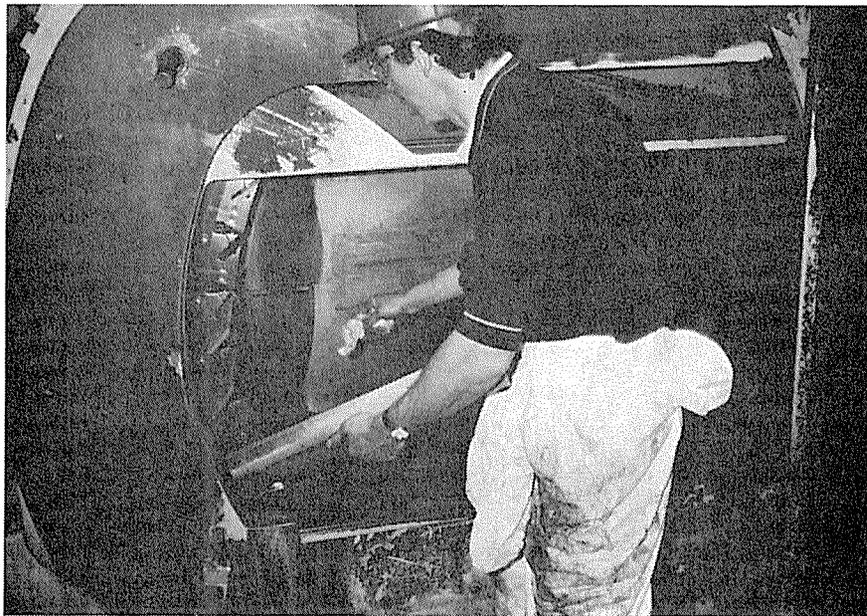


写真 3 - 9 リングフレーカーの刃の交換
刃は 8 時間毎に交換される。ボタン操作で刃が 3 枚飛び出し、刃の交換が容易に行われる。

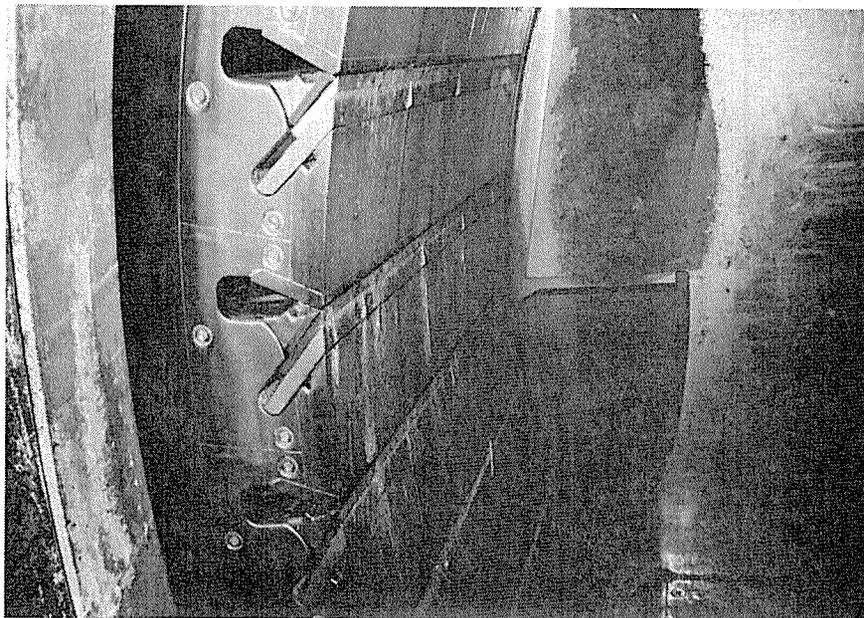


写真 3 - 1 0 リングフレーカー内部

刃の手前にストランドの長さを規制する卦引きの刃が見られる。切りとられたアスペンストランドの幅はほぼ一定。アスペン自体が割れ易いことによる。

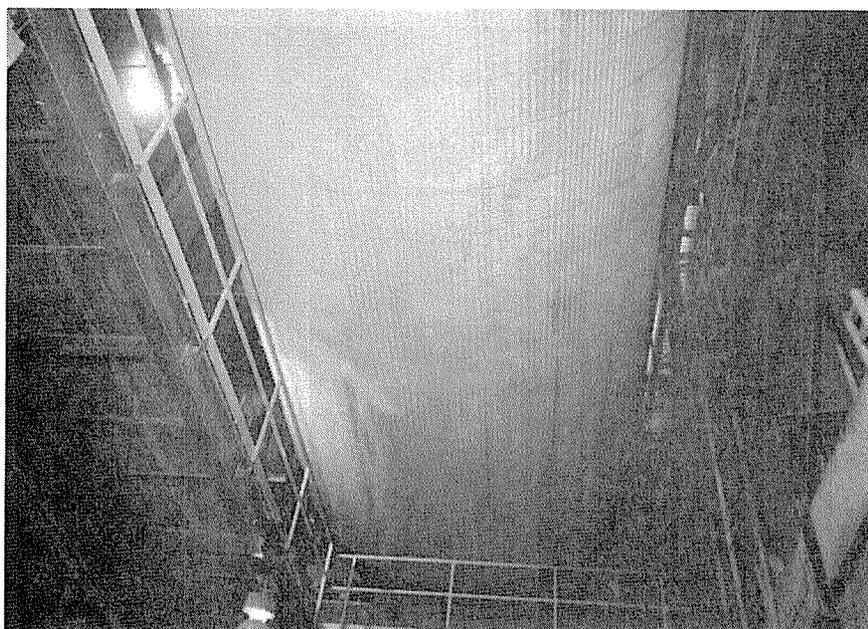


写真 3 - 1 1 Schenkmann and Piel製の乾燥機

85' 長のドラム中で18分かけて乾燥する。

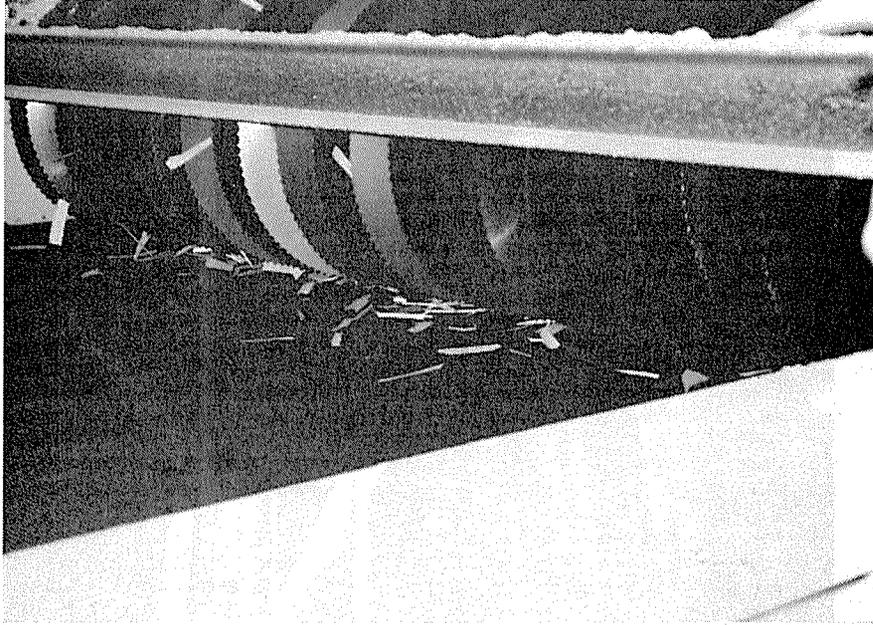


写真 3 - 1 2 ディスクロールタイプの配向装置

当日は、中心層に微細ストランドをランダムに配した 5 層構成の O S B を製造していた。



写真 3 - 1 3 フォーミングされたマット

フレークのサイズはフェース用が 1 0 2 mm、コア用が 7 6 mm、厚さが 0 . 6 mm、幅は約 1 0 mmである。

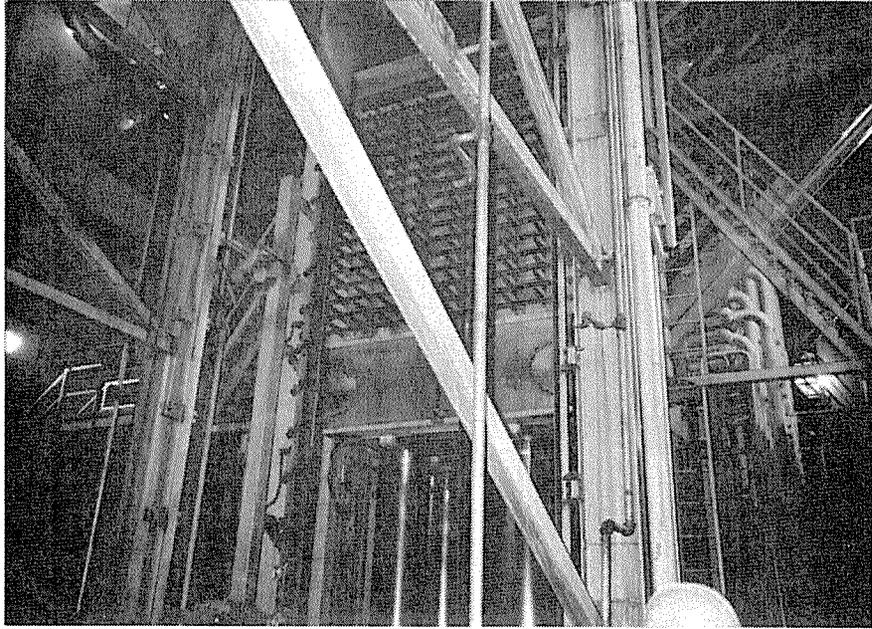


写真 3 - 1 4 16段の熱盤プレス

プレス前に一度散水された後、 $210 \sim 215^{\circ}\text{C}$ で熱圧を行う。サイズは $8' \times 24'$ 、熱圧時間は $1/16''$ 厚に対して20秒が基本である。

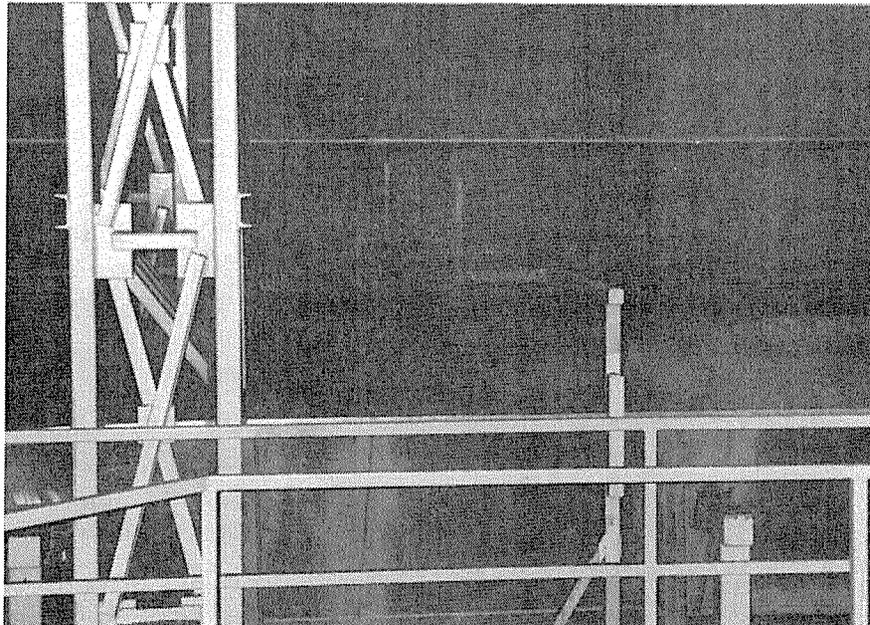


写真 3 - 1 5 製板後の散水

熱圧後3回散水され、 140°C までボード温度が下げられる。

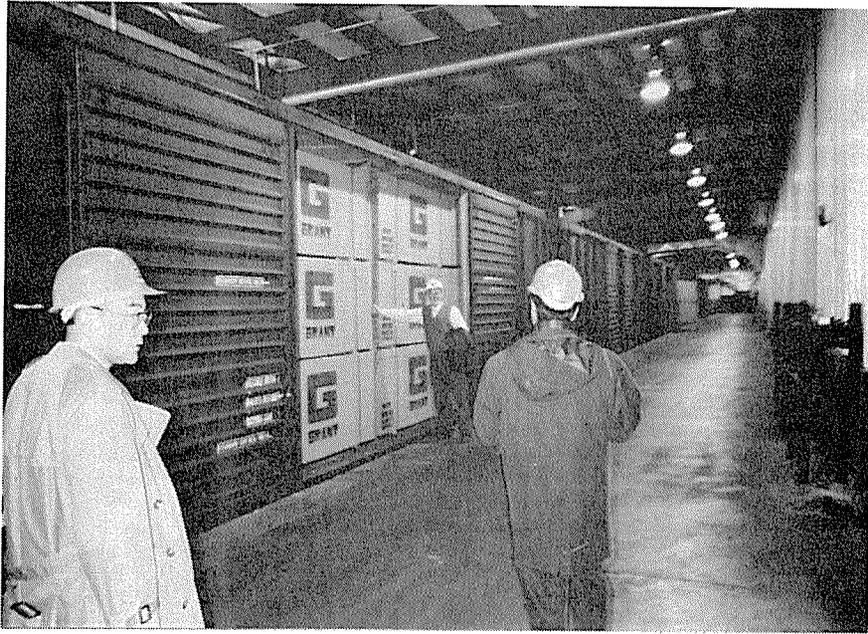


写真 3 - 1 6 貨車による出荷

最低 2 4 hr 倉庫に保管された後、工場から貨車で出荷される。

3 . 4 . 3 フォーリンテック東部研究所 (1 9 9 3 年 1 1 月 5 日)

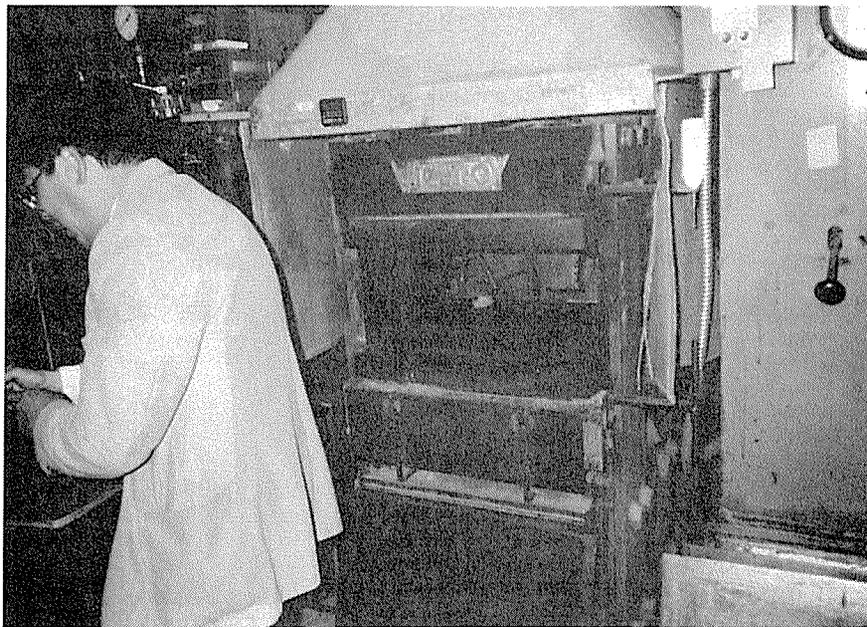


写真 3 - 1 7 蒸気噴射プレス

蒸気による後処理によりボードの寸法安定性を向上させることが可能である。

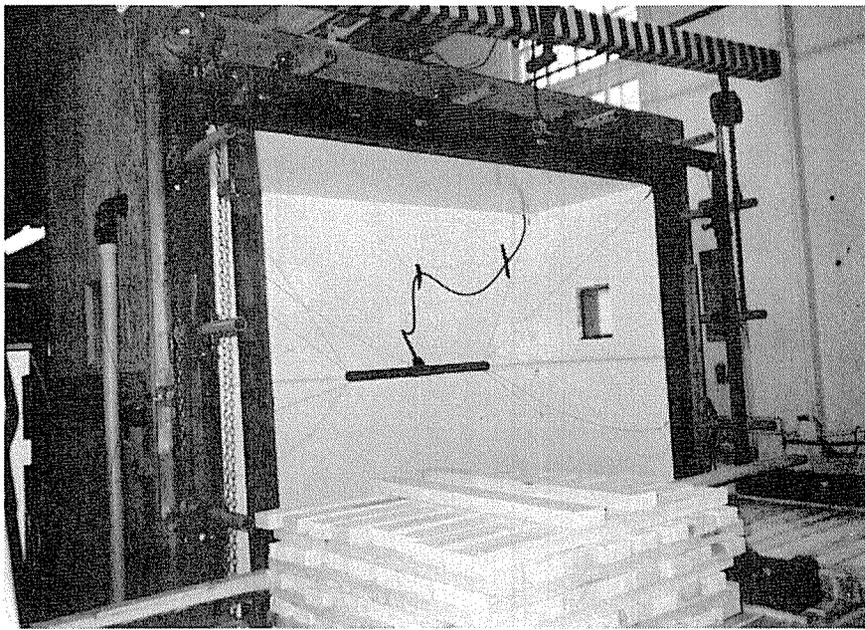


写真 3 - 1 8 環境試験室

パネルをセットし、部屋内部の湿度を変化させ、パネルの挙動を調べる。



写真 3 - 1 9 小型ウェハライザー

実験室用の c a e 製小型ウェハライザー

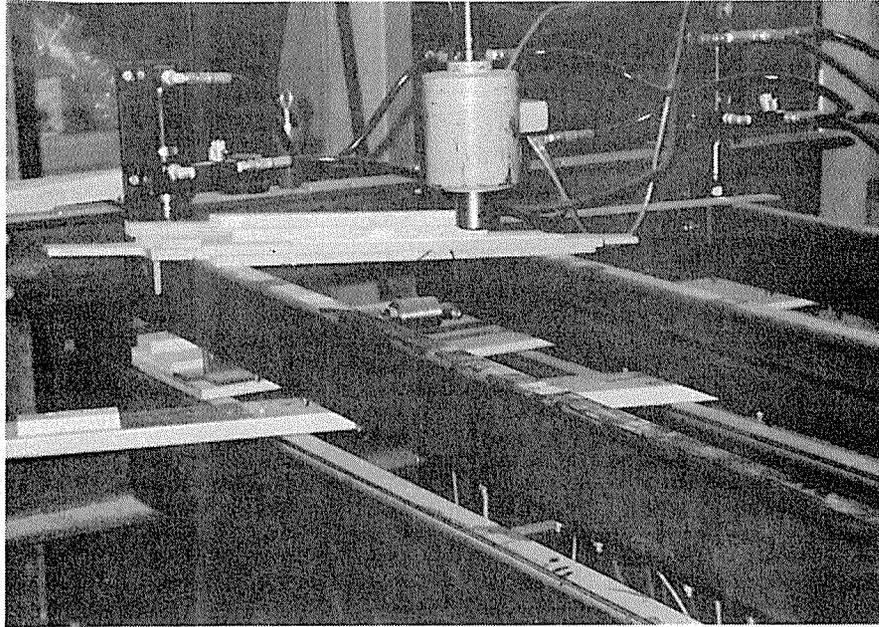


写真 3 - 2 0 集中荷重試験装置

一定間隔で取り付けられている突起によりパネルをおさえ、集中的に荷重をかける。

3. 4. 4 カナダ東部オタワ市郊外の住宅建築現場（1994年11月5日）



写真 3 - 2 1 オタワ市郊外Follingbrook住宅建築現場

地下室付き2階建ての集合住宅。当日は雨が降り建築現場がかなりぬかるんでいた。



写真 3 - 2 2 住宅内部の様子

屋根・壁・階段・床の下地に OSB が用いられていた。



写真 3 - 2 3 完成した住宅

見学した集合住宅の価格は 119,900Ca\$ ~ 147,900Ca\$ であった。

3. 4. 5 C社のOSB製造状況(1993年11月8日)



写真3-24 原木の集荷

約1/4がイエローポプラ、1/4がハッカベリ、その他が雑広葉樹とサザンパイン。

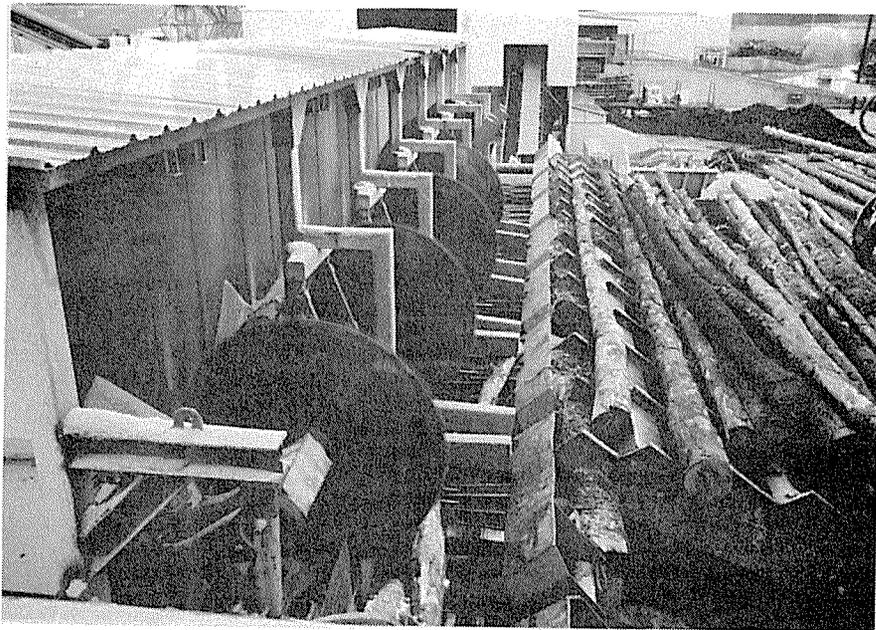


写真3-25 原木の玉切り

貯木場からクレーンによって原木を運び約10フィートに玉切りする。

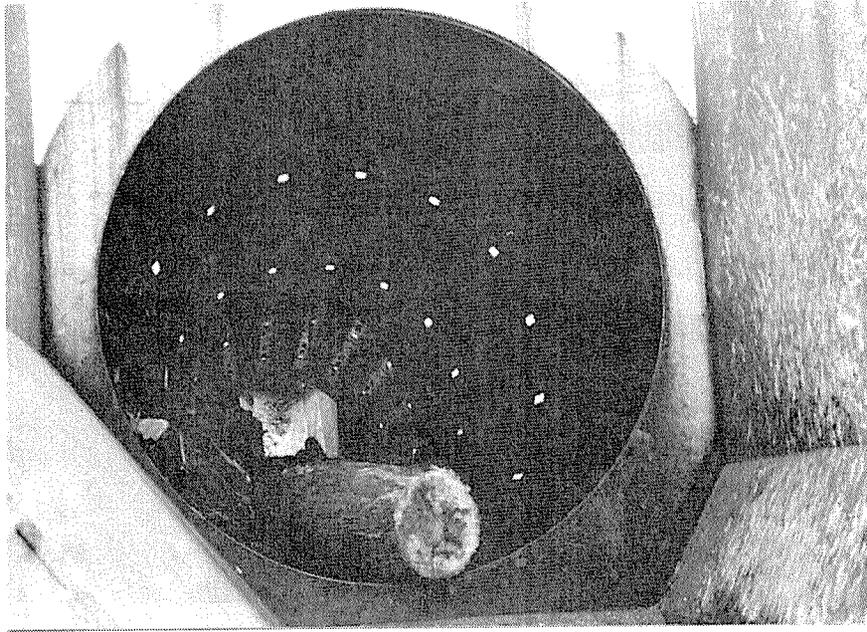


写真 3 - 2 6 ドラムバーカー内部

十分な皮剥きが行われず、皮がついたままの丸太が多く見受けられた。

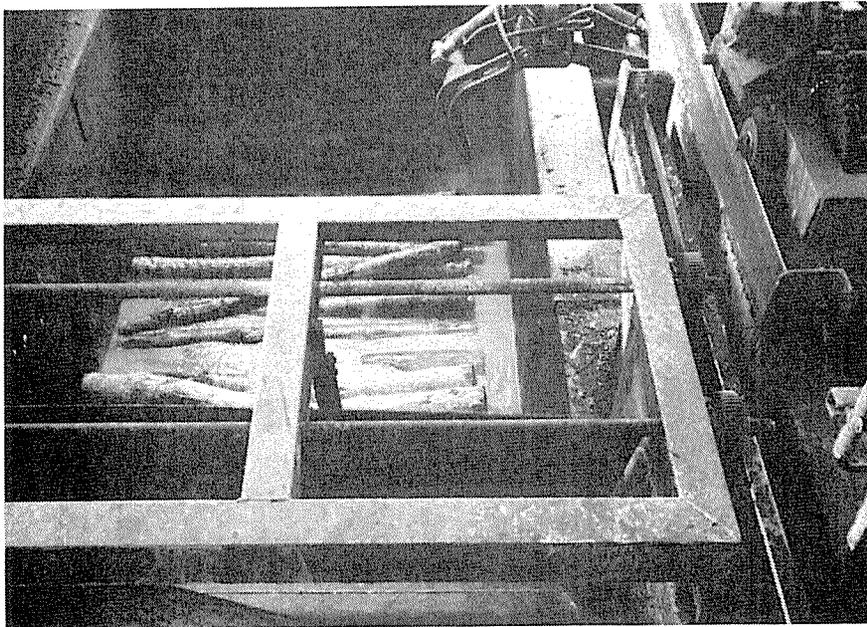


写真 3 - 2 7 温水浸せき処理

71℃、24hrの条件で温水浸せきを行う。

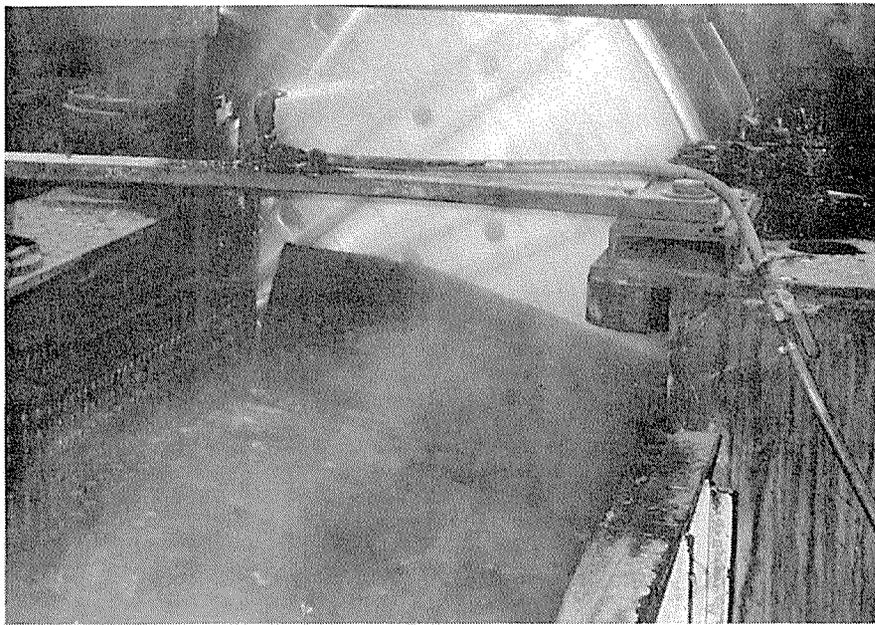


写真 3 - 2 8 フレークの切削
c a e 製ウェハラライザー 2 台が常時稼働し、1 台が刃物交換用であった。
5 hr ごとに刃物の交換を行う。

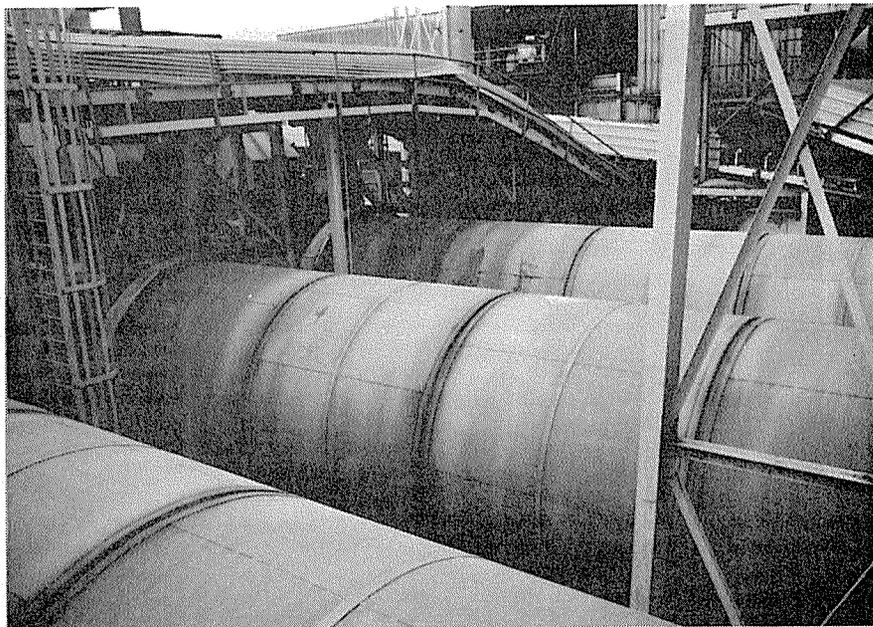


写真 3 - 2 9 ドライヤーによる乾燥
乾燥時間は約 2 . 5 分であった。

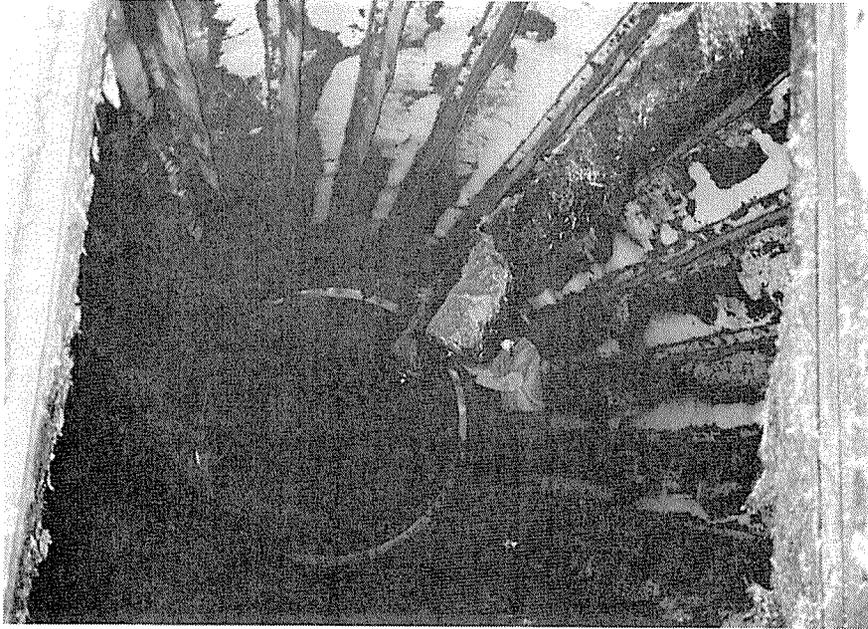


写真 3 - 3 0 ブレンダー内部

フェイス用とコア用ブレンダー各 2 台で接着剤を添加する。5 本の回転式ノズルのうち、中央がワックス添加用、他の 4 本が接着剤添加用であった。

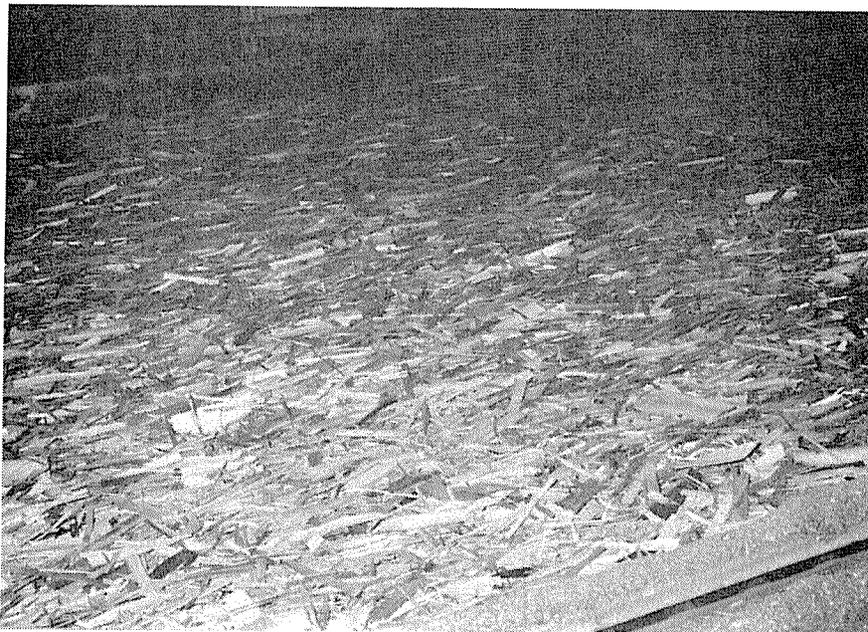


写真 3 - 3 1 フォーミング中のマット

4 層配向でフォーミングが行われていた。

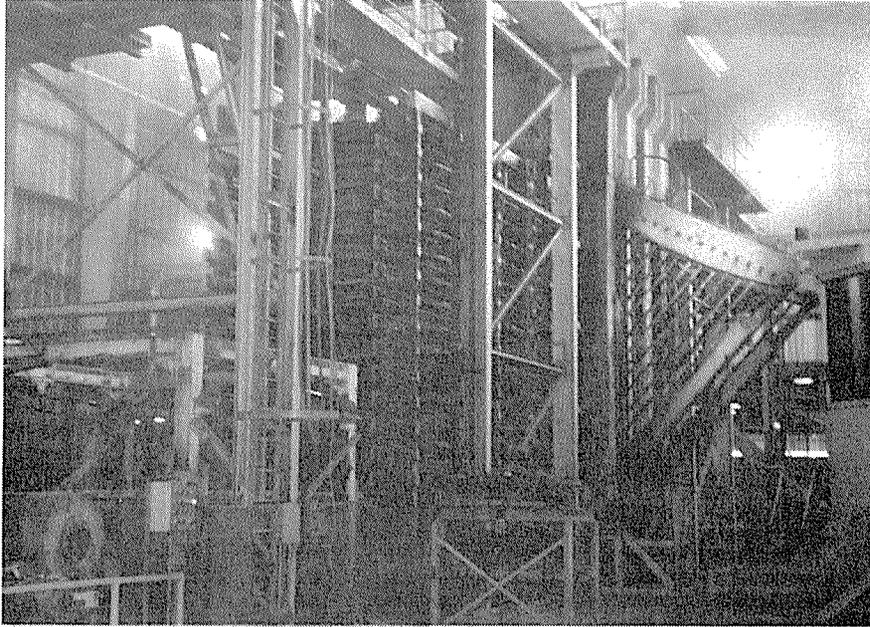


写真 3 - 3 2 16 段式熱盤プレス

8' × 16' のサイズで、7 / 16" 厚の場合、204℃、4分で熱圧を行う。

3. 4. 6 サザンパイン合板工場（D社）の製造状況

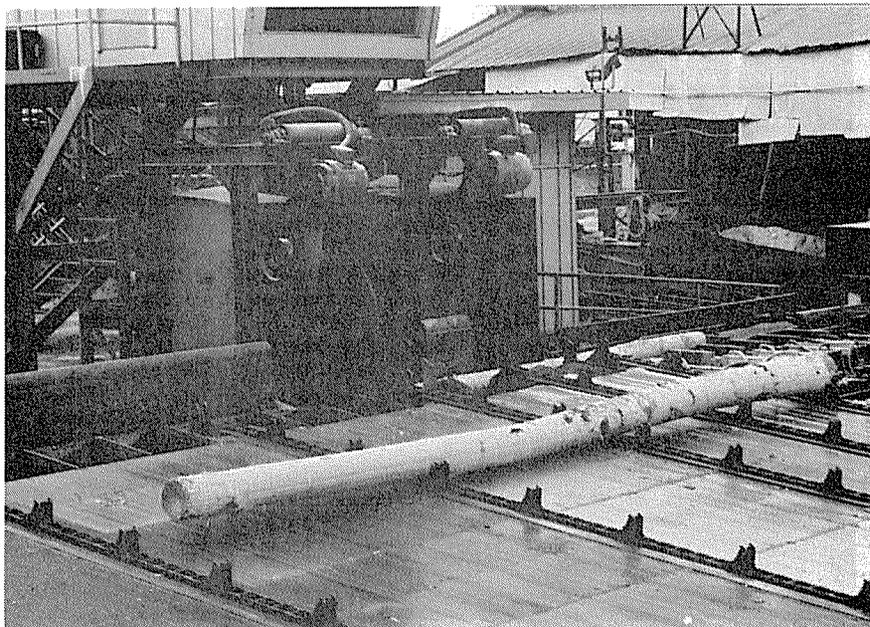


写真 3 - 3 3 原木の玉切り

玉切りの後、直径14"以上を製材用に、14"以下を合板用にまわす。

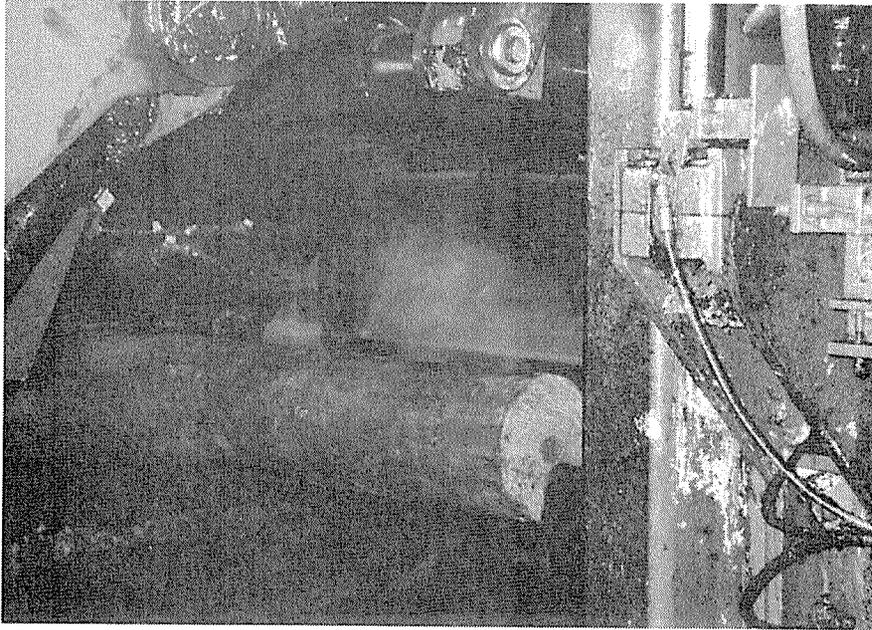


写真 3 - 3 4 ロータリーレース

90℃、24hrの温水浸せきの後、2基のレースにかけられる。スピンド有りとなしの2種類があり、レース後の最小丸太径はそれぞれ4”と2”である。

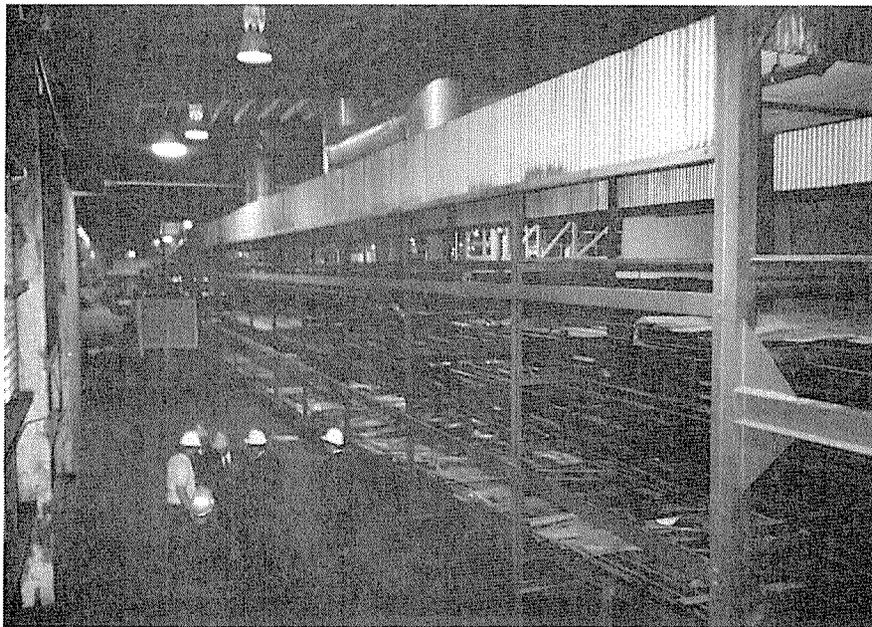


写真 3 - 3 5 単板乾燥

連続式の乾燥機により、191℃で8～10分間、平均含水率10～12%まで乾燥される。

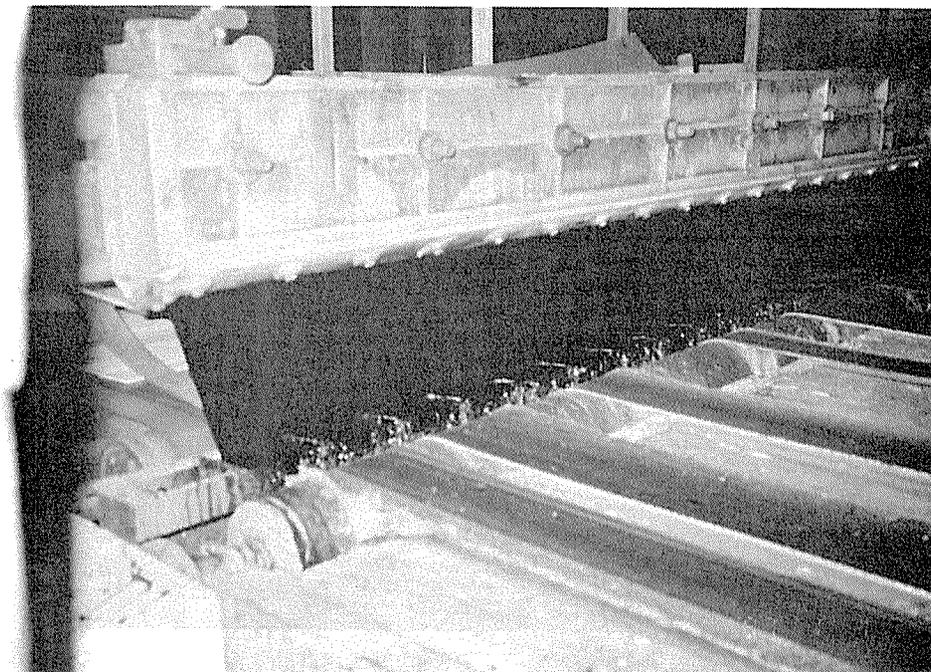


写真 3 - 3 6 カーテンコーターによる樹脂の塗布
単板を選別した後、PFレジン塗布する。

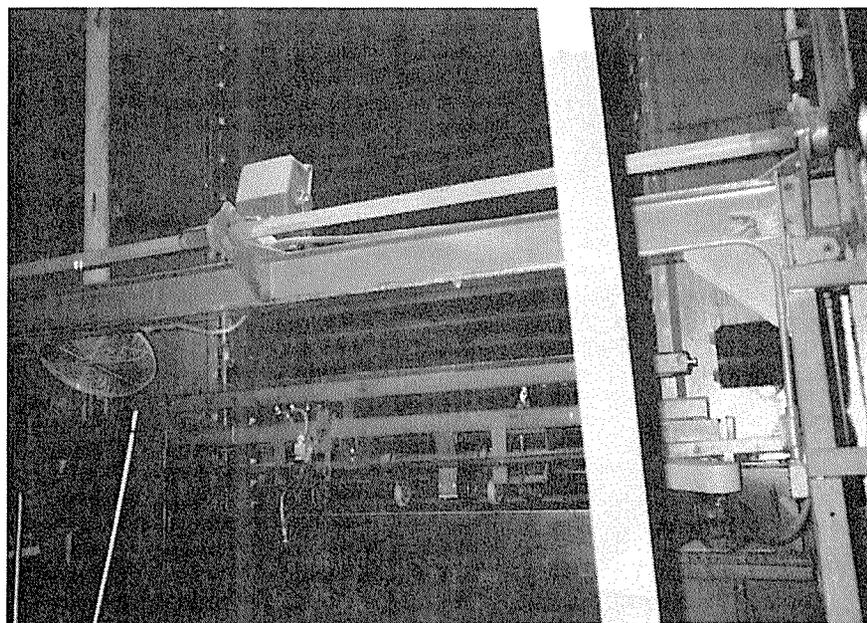


写真 3 - 3 7 14 段式熱盤プレス
コールドプレスにより仮圧縮した後、5 / 8 ” 厚 4 プライ合板の場合、
177℃で3分間圧縮を行う。

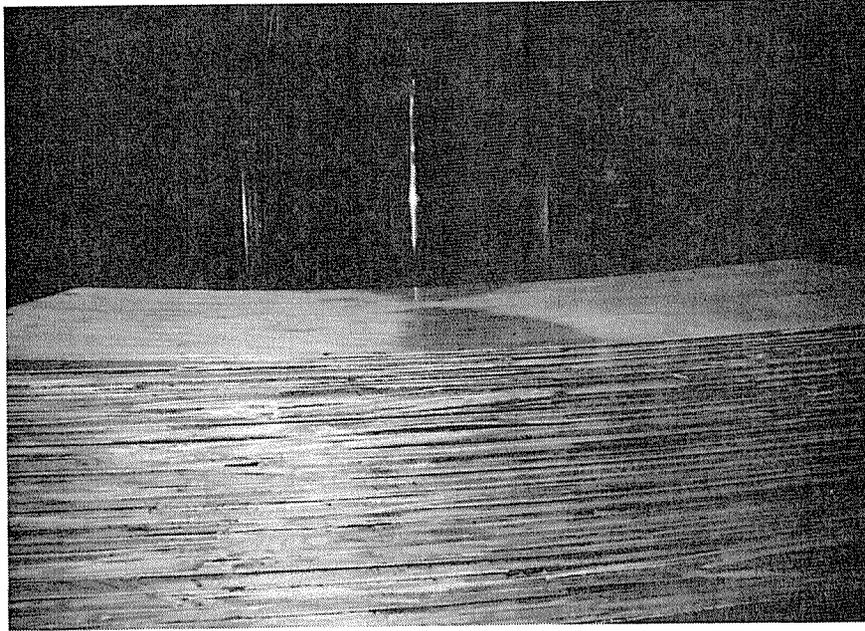


写真 3 - 3 8 熱圧後散水された合板

小径材から製造されるサザンパイン合板は狂いが生じ易いので、含水率調整のために散水が行われる。

3. 4. 7 アメリカ合板協会研究所（1993年11月10日）

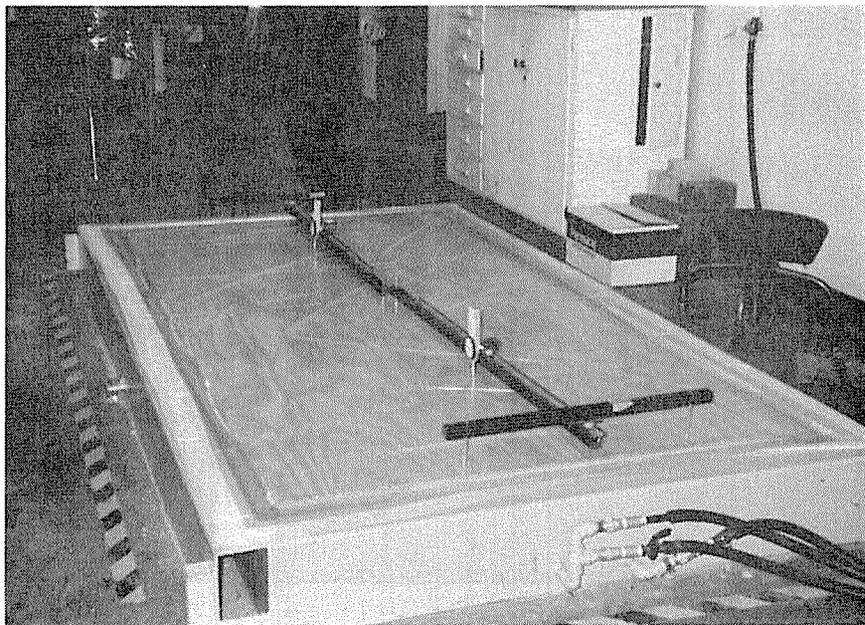


写真 3 - 3 9 等分布荷重試験装置

屋根に雪が積もった場合、建物に横風が当たった場合などを想定している。2点支持されたパネルを裏から真空で引き中央のたわみを測定する。

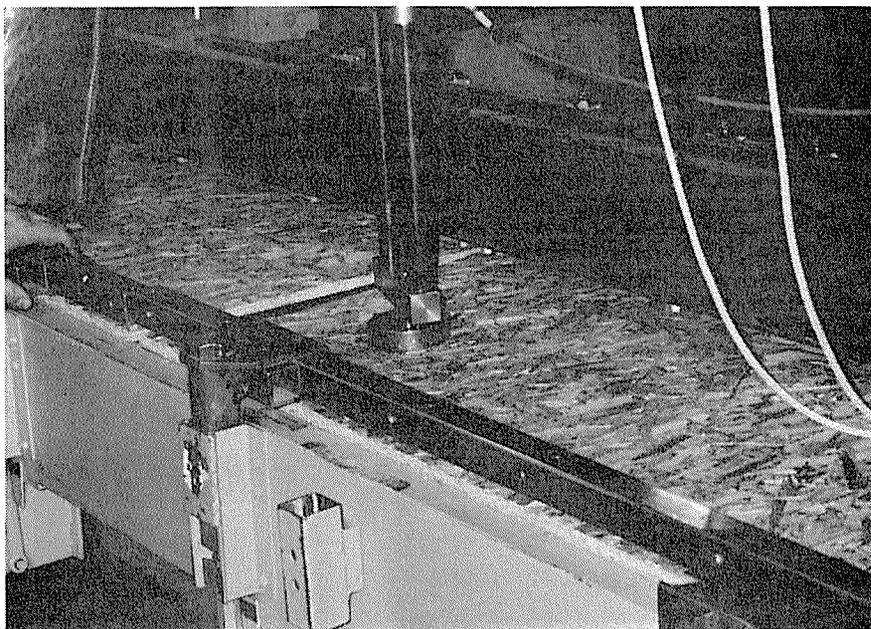


写真 3 - 4 0 衝撃・集中荷重試験装置

突起物がついた枠によってパネルを押さえ、衝撃試験と集中荷重試験を行う。

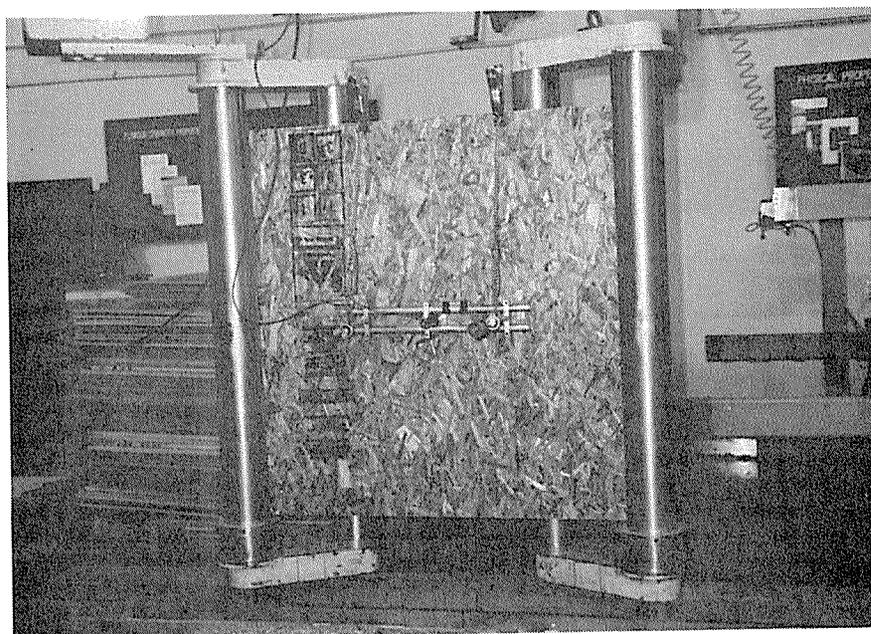


写真 3 - 4 1 パネル用曲げ試験装置

実大のパネルの曲げ試験を行う。

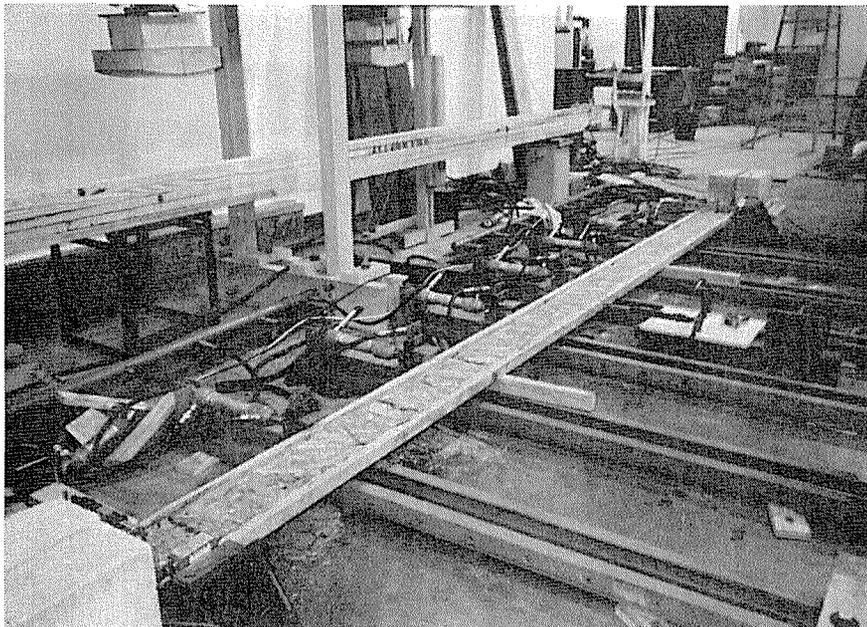


写真 3 - 4 2 ビーム用曲げ試験装置

グルーラム、I - B e a m等の曲げ試験を行う。

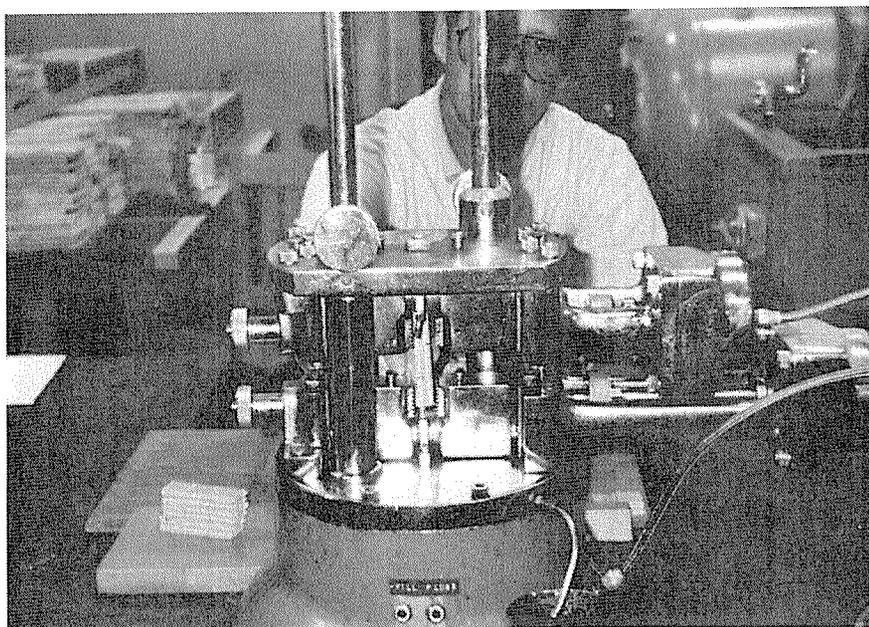


写真 3 - 4 3 せん断試験装置

合板のせん断試験を行う装置

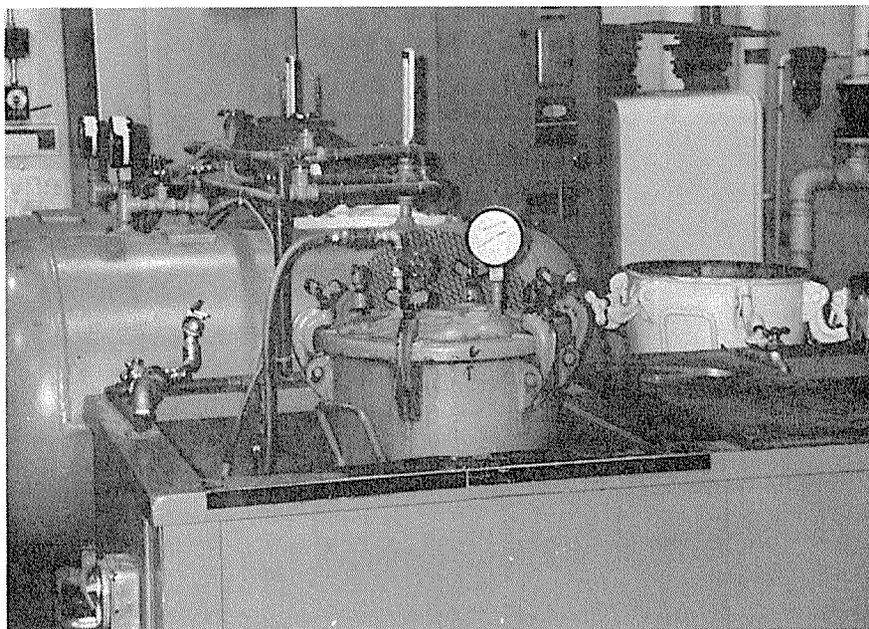


写真 3 - 4 4 湿潤試験用圧力容器

容器内で圧力をかけ、試験体に水の注入を行う。

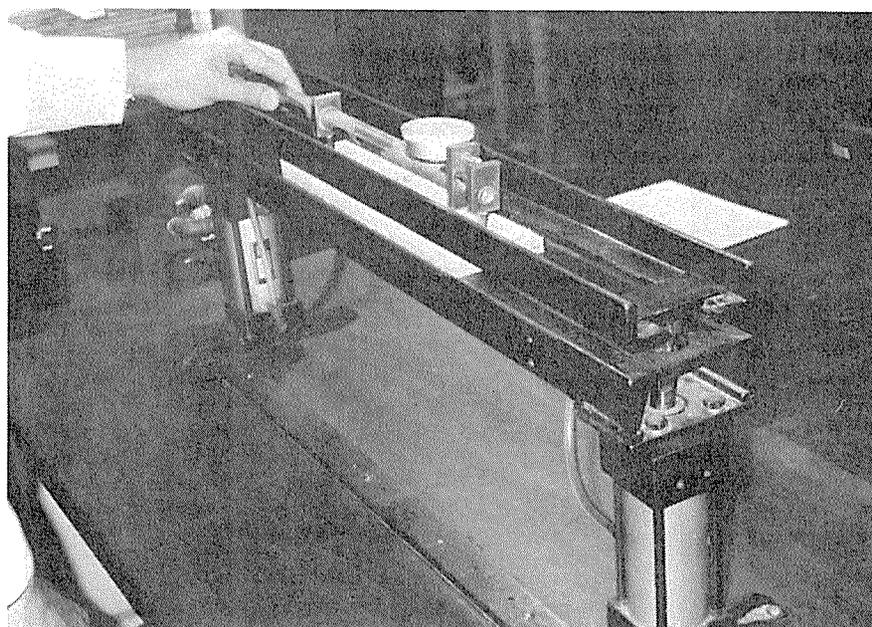


写真 3 - 4 5 線膨張率測定装置

試験体にあけられた 2 つの孔の間の長さを、湿潤前後で測定する。



写真 3 - 4 6 散水装置

ビニールカバー内でパネルに散水を行う。

3 . 4 . 8 アメリカ西部タコマ市郊外の住宅建築現場（1993年11月10日）

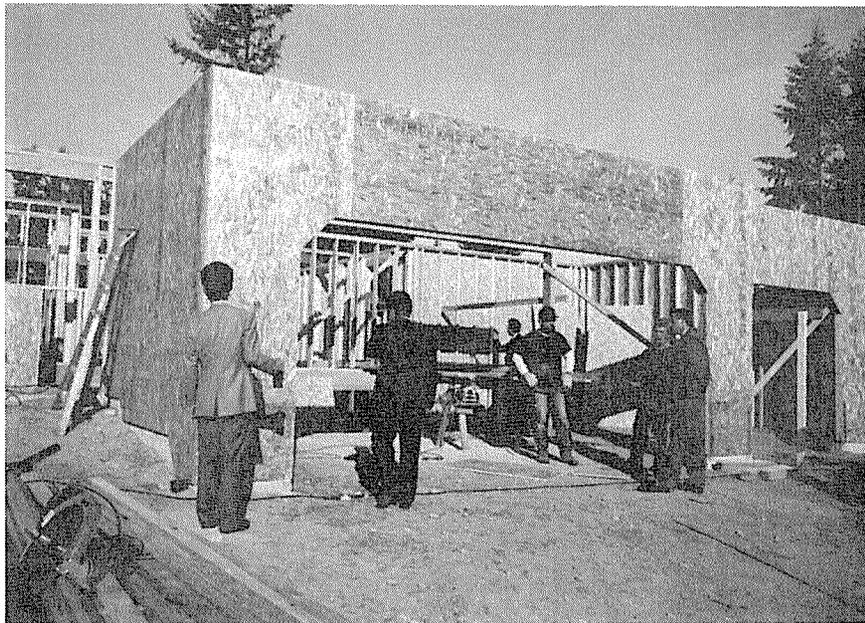


写真 3 - 4 7 建築中の住宅

屋根・壁の下地材にOSBが用いられ、床にはダグラスファー合板が用いられていた。

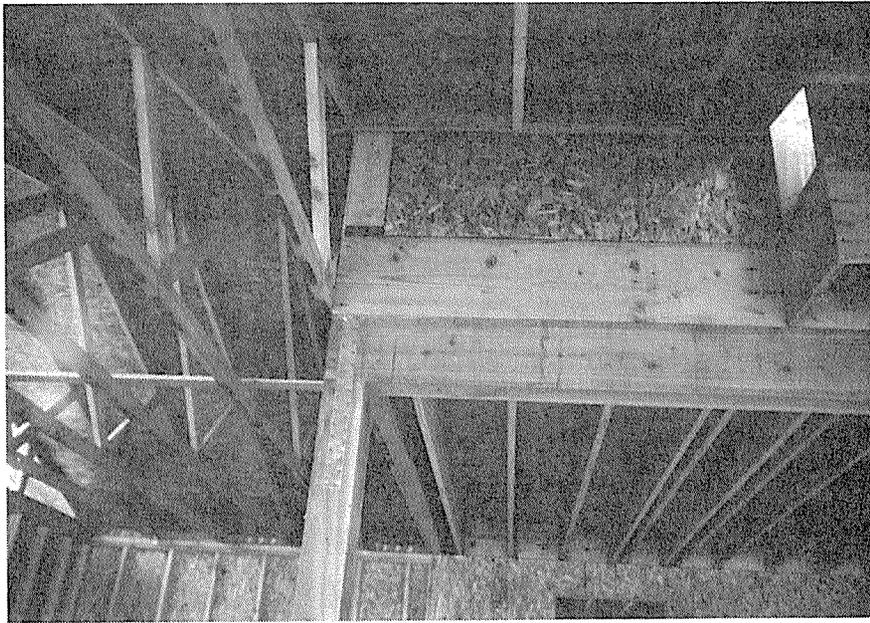


写真 3 - 4 8 住宅内部

OSBはステープルでスタッドに留められていた。

第2章 O S Bに関する国内調査

1. 日本の木質パネルとO S B

現在O S Bが課題として取り上げられる理由は、国産材の有効利用という国内的な課題と、原料依存型産業であるため地域性の強い木質パネルの規格が欧州におけるヨーロコードの動きと連動して国際的に規格の統一方向を模索していること、また林産物として日米間の貿易摩擦の話題に上がるなど、対外的な課題がその背景となっているといえよう。

O S Bは国内での使用量こそ少ないが、木質資源が変化する中で今後の木質パネルの行方をうらなう上でキーとなるパネルである。そこで、国内における海外機関を中心にO S Bに関する調査（1993年8月）を実施した。調査対象機関および会社は以下の通りである。

1)ウエアハウザー・ジャパン(株)、2)ノルボード・インダストリーズ・Inc（ジャパン）、3)カナダ林産物審議会（C O F I）、4)米国合板協会（A P A）、5)日本繊維板工業会。

調査項目は、1)工場立地、2)最近の生産量および工場数の動き、3)O S B原料、接着剤の種類と添加量、寸法安定化、4)メーカー間の材質の差異、5)構造用パネルの規格の種類と内容、6)構造用パネルの使用実態、7)価格、などであったが、これらの項目の多くは海外調査と重複するため、ここでは、国内におけるO S Bの実態を中心に報告する。

1. 1 国内の木質パネル供給とO S B

図-1に国内の木質パネルの供給量を1992年実績で示した。全体では1000万立米であり、これは国内の木材の年間総需要量の約1割に相当する。このうち、約8割が合板、パーティクルボード1割、繊維板1割となっている。世界全体では、木質パネルは約1億立米が生産され、合板よりもパーティクルボードがやや上回っており、欧州では合板とパーティクルボードの比率は逆転している。日本で使用される木質パネルはこれまで優良な南洋材を

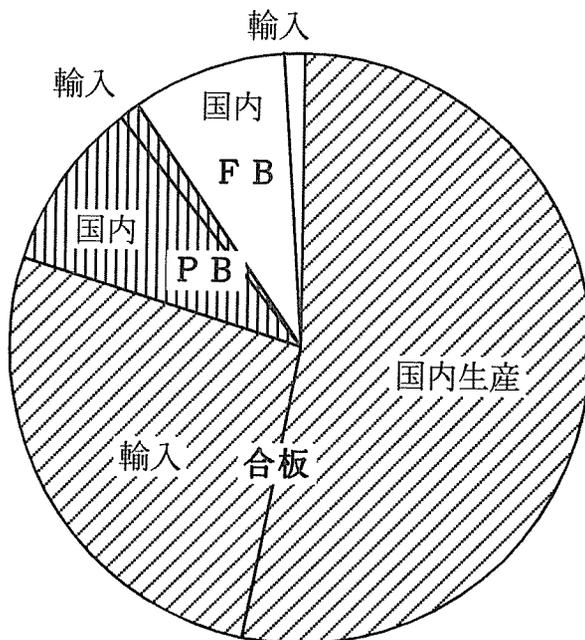


図-1 日本の木質パネル供給（1992年）

合板：896万立米
P B：117万立米
パーティクルボード
F B：111万立米
ファイバーボード

ベースにした合板依存型となっていることは周知のことである。1992年については供給合板の1/3程度が輸入により賄われているが、輸入比率は年々増加している。

繊維板の供給量は、1992年実績で111万立米であり、パーティクルボードは117万立米となっている。パーティクルボードの内訳は国内生産が105万立米であるのに対して輸入はその約1割の12万立米程度となっている。輸入パーティクルボードは木質パネル全体の1%程度と小さな値ではあるが、本稿で話題とするのはこの1%程度の内訳である。

日本の通関統計上では、輸入されるOSBはパーティクルボードに分類されるため、この内訳を調べることでOSBの輸入量が推定できる。ちなみに、輸入量の推定には輸出側の資料を調べるのが近道であると考えられるが、APAではOSBは構造用パネルとして合板の仲間に分類されているので、必ずしも簡単ではない。日本ではパーティクルボードに、米国では合板に分類されていることはOSBが新しく開発された材料であり、いまだに評価分類が十分に定まっていない事を示すものであろう。

1992年に輸入されたパーティクルボードの国別の比率を図-2に示した。総量は12.4万立米であり、カナダが最も多く、次いでマレーシア、米国、インドネシアの順となっている。1992年についてはこの順であるが、年により国別の順番は変化している。上位5カ国が主要な輸入国である。

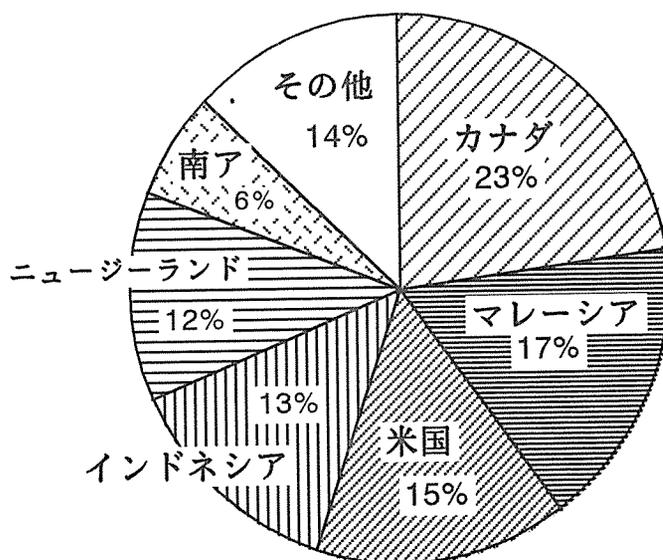


図-2 パーティクルボードの輸入状況(1992年)

総量：12.4万立米

このうち、カナダから輸入されるパーティクルボードはほとんどがOSBであると推定されている。OSBが入ってくる可能性が有るのは、カナダと米国である。米国から輸入される「パーティクルボード」の内訳、すなわちこの中にどれだけOSBが含まれているかについては、現時点では明らかではない。仮に、米国のしめる15%のうち5%が「普通の」パーティクルボードとし、10%がOSBとすると、カナダの23%を加えて輸入量の33%がOSBということになる。これは1992年の時点で約4万立米となり、1993年の国内調査の際に聞かれた「現在5万立米程度が輸入されているのではないか」という値と概ね合致する。輸入パネルの数量および相手国は年により変化するものであり、OSBは特に変

化が著しいため詳細な値は求めにくい。「概ね5万立米程度が輸入されており現在増加傾向にある」というのが、通関統計等から類推できる結論である。

前述の通り、日本の木質パネルは合板依存型であり、OSBの動向は合板の推移を抜きには語れない。1980年以降の合板の国内供給量の変化を図-3に示した。1980年代の後半から輸入量の増加が著しいことが看取できると同時に、1980年には800万立米であった国内生産が1992年には600万立米と減少傾向を示していることが理解できる。今後この傾向はさらに続くものと思われる。合板の減少分を何が補うかが大きな関心事であり、OSBの動向を左右する重要な因子である。

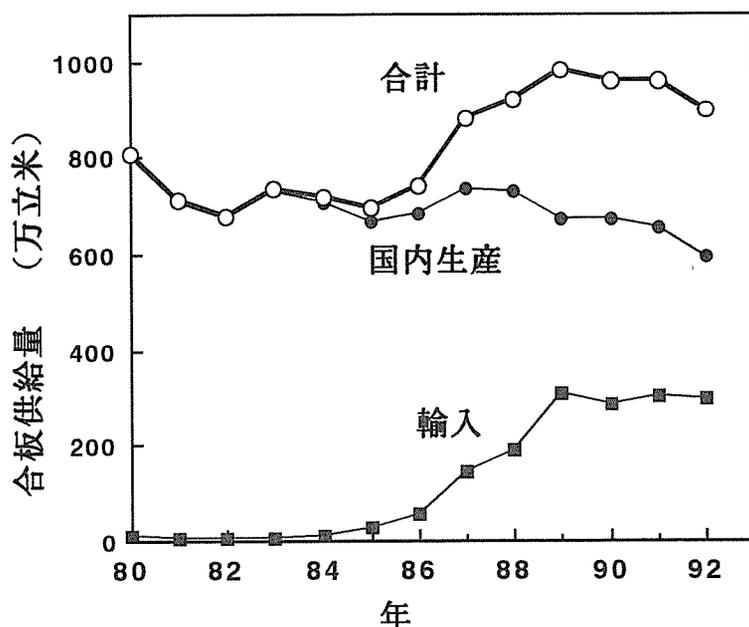


図-3 合板供給量の推移

日本への輸出を行っている北米のOSBメーカーが日本の市場をどのように見ているかについて、一つの見方を示すことでOSBの動向を考えてみたいと思う。内容を簡略化するために、誤解を恐れず短絡的な表現を試みる。

「日本の合板生産は図-3が示す通り減少傾向にある。今後10年間を考えると200万立米は減少するであろう。300万立米の減少も有りうるかもしれない。この不足分を何が補うかが問題である。第一には輸入合板で賄われるであろう。インドネシアは有力な候補である。しかし同国は日本のみを向いているのではなく、欧州をもターゲットとしている。不足分を全て補うことはできない。オセアニアも北欧も合板の輸出を太らせるであろう。北米の針葉樹合板も当然有力な候補である。しかし北米西海岸の合板生産は環境問題や資源問題が引き金となって低下している。北米では北米内の需要を満たす必要がある。第二の候補はパーティクルボードやMDFである。非木質系材料での代替も部分的には生じるであろう。いずれにしても、全てが合板やパーティクルボードで補完されることはなく、ここにOSBの可能性が生じることになる。100万立米程度が予測不可能な部分であり、この中へのOSBの参入も十分可能であろう。」

1. 2 O S B原料と接着剤および材質

北米でのO S B原料は前述の通りアスペン、サザンパインが主流で、その他の広葉樹ならびに針葉樹が使用されている。日本に現在輸入されているO S Bの多くはアスペンが使用されているものと推察されるが、今後、各種の原料を使用したものが入ってくる可能性がある。接着剤は粉末フェノール、液体フェノール、イソシアネートおよびこれらの併用がある。また、強度や寸法安定性などの性能に関してもメーカー間の差異があるものと思われる。しかしながら北米では品質保証制度が日本とは異なり、原料や接着剤などの製造方法に抛らず品質検査に基づく品質保証が行われているために、これらの差異を把握することは困難であった。北米では多くはA P Aが総合的な品質管理を行っており、この他にT E C O、P T Lなどの機関がO S Bの材質を保証している。構造用途のO S Bについては前述の通り、北米に現在5社7工場が農林水産省の認定工場、「J A S認定工場」として存在する。

1. 3 国内での使用と寸法の問題

日本国内でO S Bの使用は梱包材から始まった。その後、屋根および壁下地として住宅用に用いられるようになった。現在では、輸入量約5万立方メートルの半分が梱包用、半分が構造用と推定されている。O S Bのせん断性能は合板よりも優れており構造用パネルとしての使用は今後増加するものと見込まれる。国内での構造用途の多くは工場内で組み立てを行うプレハブ工法での使用であり、これは建設時の雨水の心配が少ないためである。O S Bは水分に対する寸法変化、厚さ膨張が問題とされ国内での使用には寸法安定性への不安が多く聞かれるが、構造用途では寸法の問題がそれ以上に大きい。

O S B、ウエハーボードは初期にはマット寸法4ft×16ft用のプレスで生産されていたが、1980年代に入り8ft×16ftのプレスが導入されるようになった。1985年以降に建設された工場では8ft×24ft盤×12段プレスが主流となっている。8ft×24ftのO S B原板からは4ft×8ft（しはち、よんぱち）の板が6枚裁断できる。これが北米での通常の方法である。

マット寸法8ft×24ftの原板から日本向けの3×6（さぶろく）板を採る場合寸法の問題が生じる。図-4(A)に示したように、3×6板が8枚採れるが、2×6の板4枚が無駄になる。25%の面積を占める斜線部はほとんど利用価値がなく、その分が25～30%のコストアップとなるのである。さらに3×6では4×8と比して梱包の費用も嵩むとの声も聞かれた。日本向けをねらった新設工場では9ft×24ft盤のプレスを導入することにより3×6板を12枚採ることができ、寸法問題を解決している。

壁に使用する場合は若干事情が異なり、8ft×24ftでも対応が可能な場合もある。図-4(B)に示すように3×8に裁断して、枠組み壁工法の45.5cm間隔のスタッドに貼ることができる。この場合歩止りは向上する。また、O S Bの製造ラインではマットは24ftの方向に流れていくため、原板の長手方向が表層の配向方向となる。したがって3×8板の3尺方向に表層ストランドが配向し強度的に勝る方向をスパン方向とすることができる。

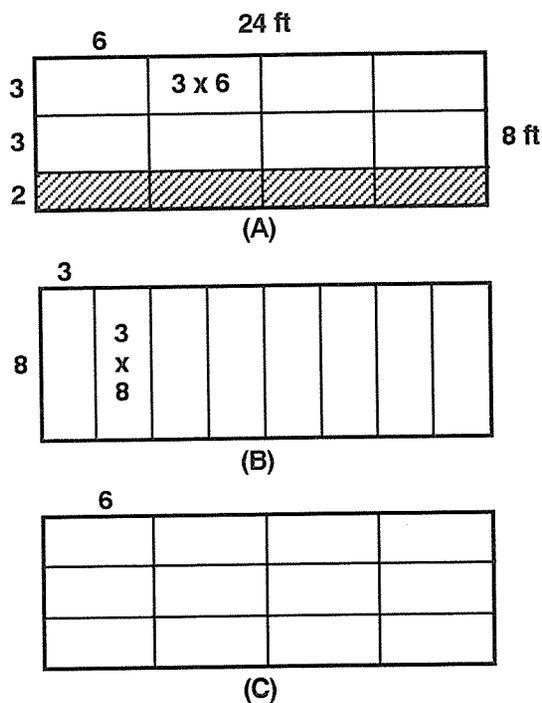


図-4 OSBの裁断方法

- (A) 3×6板
- (B) 3×8板
- (C) 変則寸法
810×1820
(mm)

野地板に使用する場合も歩止り向上の工夫が可能である。図-4(C)のように原板の8ft側を3等分して810mm×1820mmの変則寸法板を採る方法がある。屋根の場合には、横使用することで配向方向とスパン方向を一致させることができる。板幅が810mmと変則であっても特に問題にはならず、4×8、3×8よりも軽いためむしろ日本向きでもある。

図-4(B)(C)は特殊な例であり、いずれにしても、原板寸法から派生する問題は歩止り、すなわちコストとの関連で問題となっている。

住宅用途ではウレタンなどをOSBでサンドイッチにしたフォームコアパネルとして使用するなど新しい手法が試みられている。今後合板の代替材料として使用量は増加するものと見込まれるが、在来工法やその他の用途では材質上の問題も無いわけではない。4×8のOSBには木口に澆水用のシールが施されている。これは短期の吸水には効果が確認されているが長期の水中浸漬では効果が認められない。また裁断によってシールされていない面が露出する場合もある。合板を使用していた感覚をそのままOSBに持ち込むのは危険であろう。その他、合板との直接比較では比重が高く重い、クリープ性能が劣るなどの意見や、初期強度は変わらないものの、繰り返し耐力や耐久性に不安があるなどの指摘がある。OSBの使用に際しては、材質を理解した上でOSBに適した施工上の工夫が必要であろう。

2 ユーザー（住宅メーカー）調査

2.1 はじめに

環境保全への社会の認識の高まりと資源枯渇に対する危機感が、わが国の木質パネルの需要構造を大きく変えつつある。つい数年前までは、合板と言えばラワン合板を指し、構造用木質パネルの大半を占めていたが、最近では国内外の針葉樹合板が出回り、OSBやパーティクルボードなどの構造用木質ボード類が合板の代替材料として多いに注目されている。とくに、一昨年来の合板を含む木材の高騰によって、北米で合板に代替する構造用パネルとして急激に需要を伸ばしているOSBが注目されるようになった。

構造用パネルの需要動向は、当然ながら住宅メーカーの資材需要の影響が大きい。ここでは、木質プレファブ、2×4、在来軸組、鉄骨プレファブ等、工法の異なるわが国の代表的な住宅メーカー、4～5社を訪問し、OSBを含む木質パネルの使用に関する実態調査ならびに今後の方針や展望について聞き取り調査をおこなった。

2.2 住宅メーカーへの調査・質問事項

OSBの使用に関する実態調査に際しては、各々の住宅メーカーに予め以下のような調査、質問事項を提示し、聞き取り調査をおこなった。

- a) 工法：木質プレファブ・2×4・在来木造軸組・鉄骨プレファブ
- b) 年間着工数
- c) 一戸当り平均床面積
- d) 一戸当りの木質床パネルの平均使用量
- e) 現在使用しているパネルの種類と部位について：野地・床下地・壁下地・その他
- f) ラワン合板代替材料として使用あるいは使用を検討しているパネル材料はどれですか？ また、その部位は？：針葉樹合板・OSB・パーティクルボード・その他
- g) 将来におけるOSBの住宅部材への利用状況に関する予測についてお聞かせください。
- h) OSBを利用するとすれば、どのような部位への適用が考えられますか？
- i) その際、障害となる材質、流通、コスト等の問題についてお聞かせください。
- j) その他、OSBに関する自由な意見をお聞かせください。

2.3 調査結果

2.3.1 工法・年間着工数・一戸当りの木質パネルの平均使用量等について

調査対象となった住宅メーカーの工法、およその年間着工数、一戸当りの木質パネルの平均使用量等の基礎資料を表2.2-1にまとめて示す。

表2.2-1 調査対象の住宅メーカーの工法・年間着工数・一戸当りの木質パネルの平均使用量等基礎資料

会社名	A社	B社	C社	D社
工法	木質パネル接着	2×4	木造軸組	鉄骨プレファブ
年間着工数(棟)	20.000	11.000	10.000	30.000
一戸当り平均床面積(m ²)	134	154	150	140
一戸当り木質パネル使用量(枚)	515	300	200	89
単位面積当り木質パネル使用量(枚/m ²)	3.84	1.95	1.33	0.64

注) この他、鉄骨プレファブ系住宅メーカー、E社を調査しているが、基礎資料が得られなかったため、ここでは割愛している。

表より、一平方メートル当りの木質パネルの使用量は、当然工法によって大きく異なり、調査した範囲でみると、木質パネル接着工法で最も多く、次いで、2×4、木造軸組、鉄骨プレファブの順に少なくなっている。A社(木質パネル接着工法)の木質パネル使用量は、同じ木質系住宅のなかで最も使用量の少ないC社(木造軸組)のおよそ3倍に達している。

一方、鉄骨系と木質系を比べると、やはり後者の木質パネル使用量が圧倒的に多い。すなわち、D社の単位面積当りの木質パネル使用量はC社の1/2、A社の1/6に過ぎない。

2.3.2 パネルの種類と使用部位について

各社が使用している木質パネルの種類とその部位を、表2.2-2にまとめた。

表をみるかぎりでは、OSBへの急激な転換は認められない。むしろ、ラワン合板から北米産あるいは国産針葉樹(カラマツ、ラジアータパイン)合板や複合合板への転換が大幅に進んでいることが伺える。これらの合板は、ラワン合板に比べると、“あばれ”など寸法安定性や表面平滑性に劣るが、力学的性質が似通っており、そのためラワン合板に替わ

る当面の代替材料として選ばれていることがわかる。

表2.2-2 住宅メーカー各社の木質パネルの種類と使用部位

会社名	A社	B社	C社	D社	E社
工法	木質パネル接着	2×4	木造軸組	鉄骨プレファブ	鉄骨プレファブ
使用部位					
野地	針葉樹合板 9mm	針葉樹合板 9mm (国産3× 6)	幅はぎ板 (ス ギ), 合板12mm	針葉樹合板12m m (CSP4×8) 一部, 針葉樹合 板 (国産3×6)	ラワン合板 針葉樹合板
床下地 (1F)	複合合板12mm	ラワン合板 15/12mm	---	針葉樹合板 12mm PB12,15mm	PタイプPB 15mm
床下地 (2F)	同上	同上	合板12mm, MタイプPB 15mm	PB12,15,20mm 針葉樹合板	MタイプPB 15mm
壁下地	(内壁) 1類ラワ ン合板4mm, (外壁) 特類ラワ ン合板5.5mm	針葉樹合板 (CSP・DFP)	石膏ボード 一部合板	石膏ボード 一部針葉樹合板 12mm	石膏ボード 一部ラワン合板
その他、 OSB関連	集合住宅の野地 に12mmを一部 使用。 スタッドとして 使用を検討。	壁パネルとし て一部使用。 複合パネルと しての使用	実験的に、展 示住宅の野地 に使用。	---	---

注) PB：パーティクルボード、複合合板：表層にラワン単板、コアに針葉樹単板を用いた合板。

たとえば、野地板には針葉樹合板あるいは複合合板が多く用いられている。パーティクルボードは重く、滑りやすいこと、また雨がかりでは厚さ方向の寸法安定性に不安があることなどのために、野地としてはほとんど利用されていない。むしろ、床下地としての利用、特に2階床には遮音特性が優れていること、水分に対する不安が少ないことなどのために、鉄骨系を中心に需要が伸びている。

一方、壁下地をみると、A社およびB社のように構造用パネルには合板が、またC社、D社、およびE社のように非構造用途では石膏ボードが多いようである。

OSBの利用に関してみると、A社では集合住宅の一部に野地として12mmのOSBを

用いている。サイズは8×3フィート（配向方向）であり、歩留りを高めている。

A社で注目されるのは、OSBをパネル材料としてではなく、平割の軸材代替材料として厚物OSBを小断面の軸材に加工していることである。たとえば、厚さ30mmのOSBから30×81mmのスタッドを切出し、水性ビニルウレタンやエポキシ樹脂で木口接着を施す試みがなされている。この場合、パネルの強度は従来のものに比べて60%程度になり、ESL（ウェアハウザー社のOSL）をスタッドに用いると80%程度にまで向上する。そのほか、壁、階段台板、天井野縁、階段のささら桁などへの応用が試みられている。さらに、通気工法における胴縁付外装下地材にコルゲート状成形OSBの利用など種々の新しい試みがおこなわれている。

B社では、OSBを壁パネルとして700棟（93年度）余りに用いており、これを順次1600（94年度）、2100棟（95年度）に増やしていく計画をしている。水分に対する寸法安定性が十分ではないので、品質管理の行き届く工場生産によりパネル化されたものを、当面壁材に使用している。その他、OSBフェイス、スチレンフォームコア一体型複合パネル（ウェアハウザー社、ジャンボパネル）を野地に用いる試みもなされている。現在年間100棟程度であるが、これを順次増産するとともに、野地以外の床、壁パネルとして利用する計画である。OSBの特性を活かして、長スパン（16フィート）の屋根をかけることができる。

C社では、現在OSBを使用していない。しかし、展示住宅においては実験的にOSBを8×3フィートの野地板にプレカットし、木口を改めてシールして用いている。歩留り向上のために、一部表裏が逆になっているので、滑りやすいという問題も生じている。

2.3.3 ラワン合板を代替するパネル材料およびOSBの将来的な利用について

ラワン合板代替材料として使用あるいは使用を検討しているパネル材料およびその部位について、それぞれの住宅メーカーの意見をまとめると、表2.2-3のとおりである。

表2.2-3 ラワン合板代替材料として使用を検討しているパネル材料およびその部位

会社	ラワン合板代替材料として使用を検討しているパネルとその部位
A社	針葉樹合板（壁、床）、PB（床）、MDF／ハードボード（壁）、OSB（野地）
B社	針葉樹合板（床）、OSB／PB（壁、野地）
C社	針葉樹合板／複合合板（野地）、PB（2階床）
D社	針葉樹合板（野地、一階床）
E社	針葉樹合板（野地）、PB（床）

表より、OSBの使用を具体的に検討しているのは、構造用パネルとして使用している木質パネル住宅のA社および2×4住宅のB社のみである。A社は、主として野地への適用を、B社は壁下地、場合によっては野地への適用を考えている。

C社、D社およびE社は、将来的にはOSBを野地等に利用せざるを得ないとしながらも、現状では種々の問題から他の代替材料を使用していく方針を取っている。

北米においても、OSBは、構造的な負担が小さい野地、次に壁下地として使用され、建設時に雨がかりによる寸法安定性が問題となるために、床下地としての利用が最も遅れているようである。この意味からは、木造軸組、木質・鉄骨プレファブ系ではOSBの床パネルへのより積極的な転換がおこなわれて良いと考えられる。しかし、これらの工法を採用している各社の床下地に関しては、従前より基本設計の段階でラワン合板からパーティクルボードへの転換を進めており、これをOSBに変える理由が見つからないようである。

2.3.4 OSBを利用する際の材質・流通・コスト等の問題について

各社が共通して指摘するOSBの材質上の問題は、厚さ方向の寸法安定性である。このため、例えば壁下地パネルとして用いる際には、外壁を乾式、胴打ち通気工法とする、雨仕舞い処理を確実にを行うために工場生産で品質管理を高めるなどの方策が要求される。

野地としての使用においても、木口シールの問題、歩留り向上のため8×3フィートサイズの採用、表・裏の両面使用などサイズ上の工夫が必要であるほか、釘打ちではパネル間に3mm程度の隙間を開けて厚さ膨張に対処したり、クラック発生を防ぐためにエッジから1インチ程度離しておこなうなど、施工上の注意が必要である。しかし、最近では3×6サイズに対応する工場も現れており、また使い慣れるにしたがって施工上の問題もある程度解決するようと思われる。

一方、流通・コスト面では、OSBが北米での針葉樹合板の価格に連動する相場商品になりつつあり、必ずしも他のエンジニアードウッドのような価格安定性を保っていない、すなわち価格の変動が非常に大きいことに対する不満が強い。輸入材であることから、発注から納入までの期間が長いことや、国内流通コストが高いことも障害になっている。価格面では、北米においては針葉樹合板とOSBとの価格差が5～15%もあるのに対し、国内では3%程度であり、パーティクルボードに比べるとあまり大きなメリットがないとの指摘もあった。

その他、木造軸組工法住宅では、外観の悪さを指摘する意見もあった。

2.4 おわりに

本調査において、住宅メーカー各社におけるOSBの位置付けがおよそ明らかになった。ラワン合板の代替材料としての性能・価格・供給安定性等の諸条件とそれぞれの工法

の特性を勘案しながら、針葉樹合板、OSBおよびパーティクルボード、あるいは場合によってはMDF等の使い別けが進みつつあるのが現状であろう。

最後に、本調査に際して快くご協力いただいた住宅メーカー各社に対して厚く御礼申し上げます。

また、今回の調査から漏れたが、ある2×4住宅メーカーは野地材として従来のラワン合板からOSBへの部材転換を進めている。このため、住宅モジュールを4×8ベースから3×8ベースに切り替え、また足場板についてもOSBの使用を進めている。これに伴い、同社のOSB年間使用量は10,000m³に達する予定である。

以上のように近い将来、OSBが多様な用途に使われる時代がやってくるように思われる。寸法安定性に優れたOSBの国産化が実現すれば、このような動きが一層加速されることであろう。OSBの国産化が待たれる所以である。

第3章 海外におけるOSBの規格

1 はじめに

OSBに関する規格としてよく引用されるものに、PS2-92*（米）とCSN/CSA-0325.1-88*（加）とがある。これら2つの規格の最大の特徴として、規定の内容が従来の「製造規格」ではなく、いわゆる「性能規格」となっていることがあげられる。

したがって、これらOSBに関する規格の内容を理解するためには、まず「性能規格」に関する理解を深めておく必要がある。

そこで本章では、まず「性能規格」が成立してきた背景や「製造規格」との相違点などについて述べたのち、PS2-92（米）の全訳を掲載する。

注釈：*この両者は米加の特別2国間委員会（BNC）により規定されたもので、実質的には同じものである。またその内容はOSBのみならず、合板、PB、FB、コンプライなど、すべての構造用木質パネルを包含している。

1.1 「性能規格」出現の背景

いわゆる「規格」の目的としては、品質の改善、生産・使用・消費の合理化、取引の単純公正化などがあげられる。改めて指摘するまでもなく、木材や木質材料に関する規格がこのような目的のために果たしてきた役割は非常に大きい。

しかしながら、北米では十数年以上前から、従来の「製造規格」に関するいくつかの問題点が指摘され始めた。特に構造用木質材料の規格については、従来なら問題にならなかったようなことさえ、問題視されるようになった。

これらの問題点をいくつか列挙してみると、

次のようになる。

① 資源的な問題

原料として使える樹種が指定されている規格では、資源的あるいは価格的な問題が生じた場合、指定されていない樹種へ転換することが困難である。

② 技術開発意欲に関する問題

製造方法が細かく規定されていると、規格の最低ラインを確保して価格を下げるためだけの技術に陥る危険性が高い。また逆に、高い品質の製品であってもそれが価格に反映されない。

③ 製造規定の問題

原材料のバラツキが大きく、また製造工程のわずかな相違が製品の強度特性に大きく影響を及ぼすような場合には、製造方法の規定による品質保証が困難である。

④ 新技術・新製品への対応

製造方法を規定した規格が存在するが故に、その規格から少しはずれた製品や全く画期的な新製品が世の中に出にくくなり、いわゆる現状技術の既得権の主張が生まれやすい。

⑤ 建築設計思想の変化

世界的な趨勢になりつつある限界状態設計法に対応するためには、実大データの蓄積が必要であるが、製造規格では品質管理的データは蓄積できても、製品の最終用途で要求される性能に関するデータは蓄積されない。

これらの問題点を解決するためのアプローチとして、アメリカ合板協会（American Plywood Association）が1980年代から提唱してきたのが「性能規格（Performance Standard）」である。

1. 2 「製造規格」と「性能規格」の比較

「製造規格」とは、個々の製品の製造過程を規定し、製品の最低限の品質を要求するものである。有名な例としては、合板に関する U.S. Products Standards PS1-83 for Construction and Industrial Plywood や パーティクルボードに関する American National Standards for Mat-Formed Wood Particle Board ANSI A208.1 等がある。日本の合板、集成材およびパーティクルボードに関する JAS および JIS もほぼこれらと同じ種類の規格である。

一方、「性能規格」とは、まず最終用途が定義され、それに要求される性能を満足すれば、どのような材料、構成の製品であってもよいとするものである。したがって、構造用パネルの性能規格が 1 種類あれば、製品ごとの規格を設ける必要はなく、どのような木質パネル製品に対しても適応できる。

両者の品質保証に関する流れの比較を図 1 に示す。この図から明らかなように、製造規格では最終用途における性能が直接保証されないの

に対し、性能規格では保証されることになる。

性能規格の詳細な内容については後述するが、まず、その利点をあげれば次の 2 点に集約される。

① 製造方法の自由度が高い。

性能さえ満足すれば、原料や製造方法に制限がないので、製造における創意工夫が活かされるとともに、画期的な新製品が市場に出るのが容易となる。

② 製品データが蓄積される。

実大製品の性能データを定期的に提出することが義務づけられているので、製品の最終用途で要求される性能に関するデータが自然に蓄積される。

このように、性能規格では 1. 1 で述べたような従来の規格におけるいくつかの問題点を解決できる可能性があることがお分かりいただけるであろう。

次の 1. 3 以降では、性能規格による品質保証の方法論の概略を述べる。

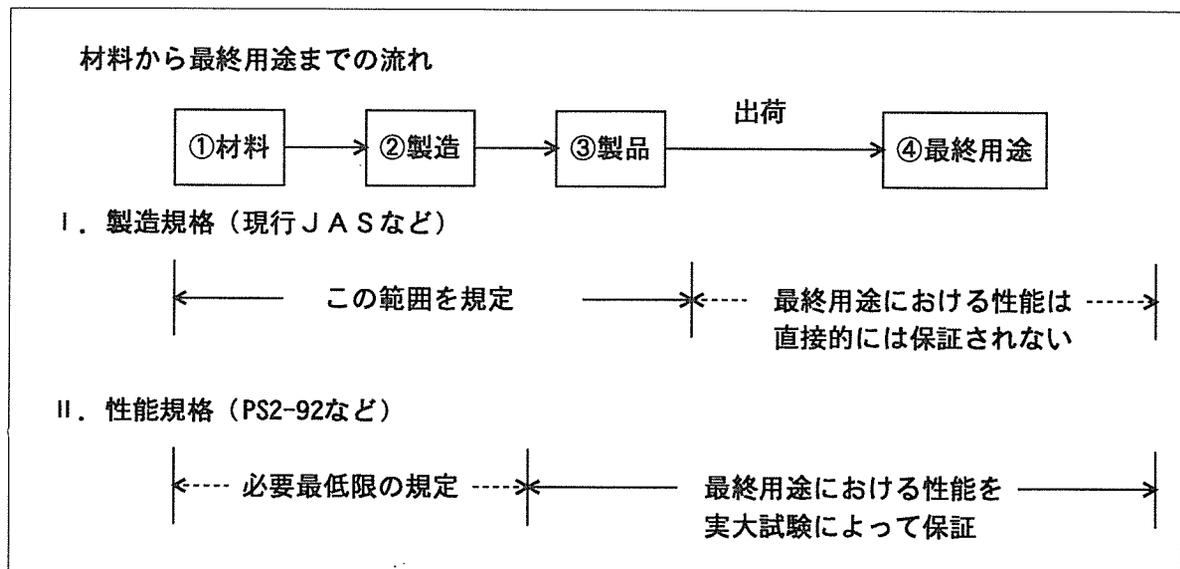


図 1. 製造規格と性能規格の比較

1. 3 性能規格による品質保証の方法論

A P A 発行の構造用パネルの性能規格とポリシー (Performance Standards and Policies for Structural-use Panels) によれば、性能規格による品質保証の方法論は次の通りである。

1. 3. 1 序論

性能規格は製品の最終的な用途に対して適用されるものであって、製品がどのような方法で製造されるかについて規定するものではない。その最大の目的は個々の用途に対して、製品が意図された使用条件を満足することを保証するものである。このためには、性能判定基準値が市場において製品の良好な性能を保証するような特性を表すものでなければならない。従って、使用条件に近い新しい試験方法が必要であった。この結果、性能試験による認証方法が、製品の特性と実際の使用状態とを関連づけている。

品質保証という立場からみれば、ルーチンの試験では、製品の品質が認証を受けた時と同一であることを明らかにすればよい。製品の品質変化に敏感であるような試験方法が試みられてきた。この結果、試験の迅速化のための品質保証試験が開発・提案された。

性能規格では、次のようなステップがとられる。

1. 3. 2 性能に基づく認証

一連の製品サンプルが規格に定められた性能基準を満足するかどうかを確かめるための試験に用いられる。これらの基準は構造の妥当性、寸法安定性、耐久性を証明するためのものである。この結果は、製品の認証の際の基準となる。性能規格は製造工程に対して必要最小限の制約しか与えていない。

1. 3. 3 製品の評価

1.3.2に用いられたものと同じロットの製品について、品質管理基準に基づいて測定される性

質 (密度、I B、残存強度など) の評価が行われる。この製品評価によって得られた結果は意図された製造範囲の下限值を代表すると考えられ、コントロール値として採用される。次いで、工場および認証を受けた最終製品に限定された製品仕様書が作成される。この工場仕様書は性能規格に適合した製品を将来ともに生産するための品質管理基準となる。

工場仕様書は、責任を負った製造者による製品について設定されるものである。もし製造条件が変更になった場合、製造者は変更になった製品について再度認証を求めることが出来る。

1. 3. 4 品質保証

製品の品質は工場側の責任範囲である。品質と工程管理は、A P A に記録された工場作業手引きに規定されている。公認検査員によって明らかにされた工場品質管理記録は A P A によって検査され、チェック試験が一定の期間ごとに実施される。品質管理試験は、製造上の変動に対して敏感である。工場仕様書の限界値以下の製品は品質管理が出来ていないとみなされ、A P A の品質保証ポリシーの規定に従って品質管理が再度設定されるまで、商標を取り消される。

性能規格は製造方法に対してはかなり寛容であるが、製造者に対して性能試験に合格した製品と同一な製品を製造させる責任を負わせている。

性能試験による品質保証プログラムの流れを図 2 に示す。

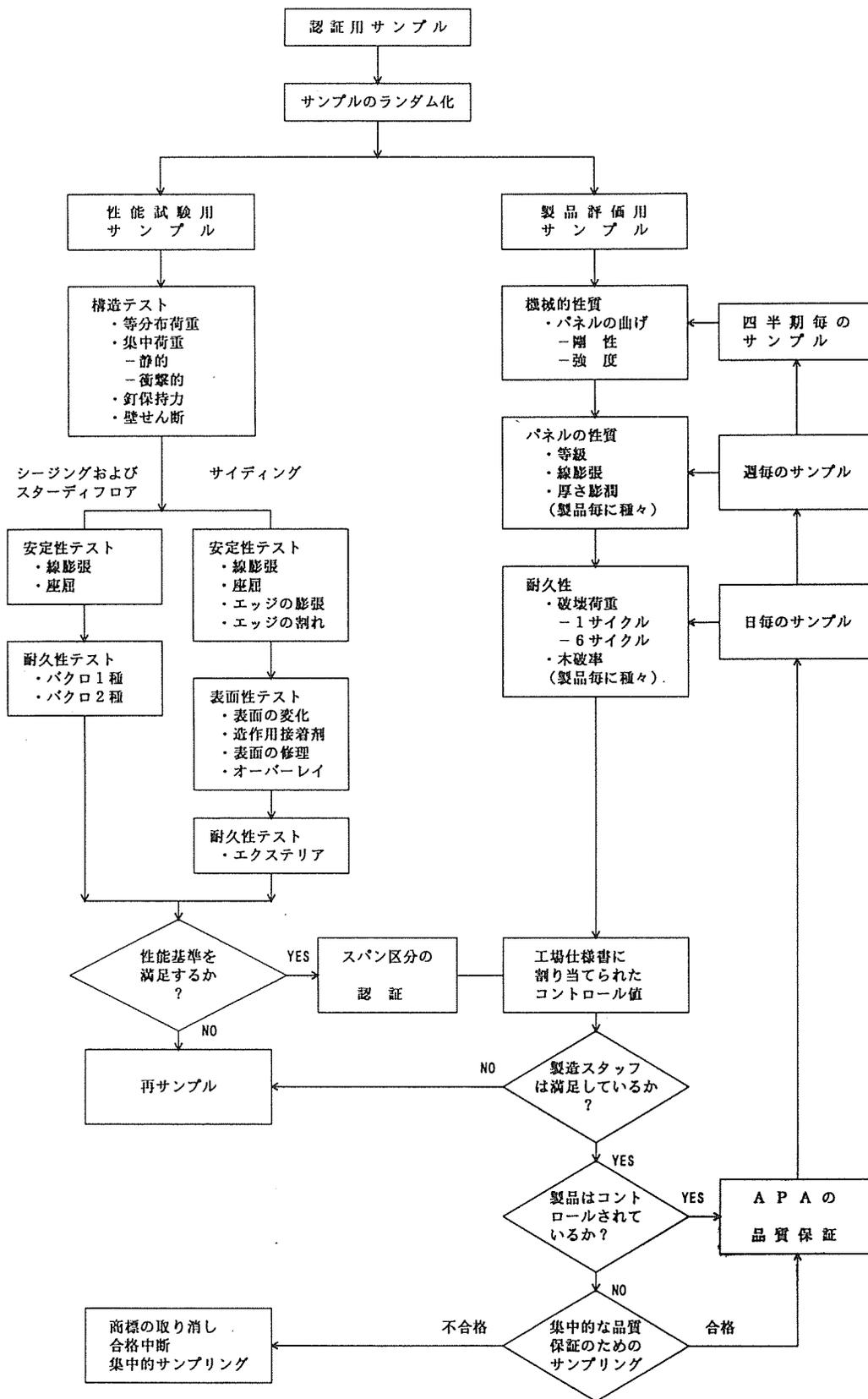


図2、APAの性能区分パネルの認証と品質保証プログラム

この図で、もっとも注目すべきなのが、図右上の「四半期毎のサンプル」である。

ここでサンプリングされた製品はAPAによって実大試験され、そのデータは自動的にデータベースに蓄積される。この膨大な量の試験デ

ータが構造物の設計、特に現在アメリカで導入が検討されている限界状態設計法に役立つことになるわけである。

図3に性能規格の認証を受けた製品の表示方法を示す。

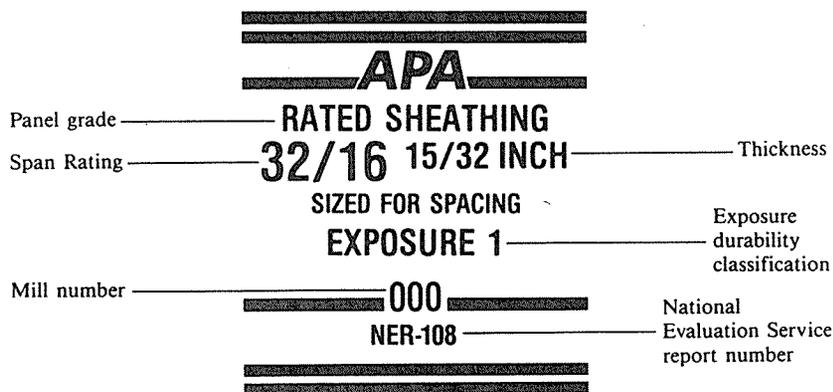


図3、製品の表示方法

2 自主製品規格 P S 2 - 9 2 構造用木質パネルの性能規格の翻訳

要約

この規格は構造用パネルの性能要求事項、接着耐久性、構成と仕上がり、寸法と許容誤差、商標、および含水率について規定したものであり、合板、ウエファーボード、OSB、構造用パーティクルボード、複合パネル等の広範な製品を包含している。またこの規格は耐久性とグレードによってパネルを分類している。さらにこの規格は、試験方法、用語や定義、検査機関が検査する品質保証プログラム、サンプル、試験体等についても規定している。なお再検査の方法は付録に記されている。

規格審査委員会はアメリカ商務省の手続きに従って、この規格を高度なものとするよう指導してきた。

キーワード

接着耐久性(adhesive bond durability); 認証(certification); 建築用下張り(construction sheathing); 寸法と許容誤差(dimensions and tolerances); 表示(marking); 含水率(moisture content); 配向性ストランドボード(oriented strand board); パネル構成(panel construction); 性能要求事項(performance requirements); パーティクルボード(particleboard); 合板(plywood); 試験方法(test methods)、自主規格(voluntary standard); ウエファーボード(waferboard)、木質パネル(wood-based panels)

構造用木質パネルの性能規格

1992年8月27日承認

本規格はアメリカ合板協会によって起草され、米国商務省の自主製品規格の手続きに従って、展開されてきたものである。

1. 範囲

- 1.1 この自主製品規格は、ある木質構造用パネルが構造用の下張りや単層床として認められるかどうかを評価するのに必要な事項を制定したものである。また、この規格はこれら製品の製造者、流通業者、ユーザーに共通理解のための基礎知識を与えるものである。
- 1.2 この規格は構造用パネルの性能要求事項、接着耐久性、構成と仕上がり、寸法と許容誤差、商標と含水率について規定している。
- 1.3 また、この規格は認定のための試験方法や、商品や定義に関する用語集を包含している。
- 1.4 この自主製品規格では、国際的な単位システム（S I）と慣習的な単位が併用されている。釘の間隔のように慣習的な単位への換算が大きな問題とならないような場合、S I単位への換算にはわかりやすい概算値が示されている。一方、それが非常に重要な場合、例えばパネルの厚さなどについては、正確なS I単位へ換算されている。公称単位については、実際の寸法がS I単位で示されている。S I単位で示された値が標準値であって、括弧内に示された値は参考値である。
- 1.5 この規格中に示された意見注釈（Advisory notes）は強制的なものではない。

2. 用語

2.1 全単板パネル（All-veneer panel）

単板が交互に直交する通常の合板。

2.2 複合パネル（Composite panel）

単板と木質材料を組み合わせたパネル。

2.3 照査値（Control value）

工場仕様書に設定された機械的または物質的性質の限界値。

2.4 はく離（Delamination）

合板の場合、接着剤を塗布してプレスで圧縮した後、単板間に生じた目に見えるはがれのこと。干割れ、葉節、割れ、目切れ等は、はく離とは見なさない。

(a) 暴露1種パネルの再検査を目的とする場合、はく離とは19.4cm²（3平方インチ）を越えた接着層の目に見えるはがれを言う。ただし、あるグレードに許容されている欠点が直接原因となる次のような場合は除く、

節及び節穴に関連したはく離

欠点の大きさプラス、その周囲の幅が19mm（3/4インチ）を越えないもの。

その他の許容された欠点に関連したはく離

欠点のサイズを越えないもの。

(b) 外装用パネルの評価を目的とする場合、はく離とは節穴、やにつぼ、割れ、隙間、およびその他の許容される空隙と同じ場所に存在する19.4cm² (3平方インチ) を越えた単層接着層の目に見えるはがれを言う。

2.5 パネル主軸 (Major panel axis)

定格スパンに従って支持材に直交して取り付けられる軸のことで、一般にパネルの長手方向を言う。

2.6 マット成形パネル (Mat-formed panel)

構造用パネルの定義に合致した木質系パネルで、単板を含まないもの。ウエファーボードや配向性ストランドボードなどを含む。

2.7 工場仕様書 (Mill specification)

製品の品質及び一貫性に影響する製造上の特徴を示した文書。工場仕様書は各グレードの各製品に固有なものである。この仕様書は第三者の検査による工場の品質管理プログラムに使われる。

2.8 性能規格 (Performance standard)

性能に基づいて商標登録された製品に関する規格。性能は最終用途に近い状態の試験によって測定される。

2.9 P S - 1

建築用及び産業用合板に関する自主製品規格 P S 1 - 8 3 のこと。

2.10 試料 (Sample)

一体あるいは数体のパネルから切り取られた多数の試片で、性能基準値のために解析されるもの。

2.11 試料平均 (Sample mean)

試験の平均値で、観測された値の総和を試験数で割ったもの。

2.12 試料標準偏差 (Sample standard deviation)

試験における変動の尺度で、次式により計算される：

$$S = \sqrt{\left\{ \sum X^2 - (\sum X)^2 / n \right\} / (n - 1)}$$

但し：

S = 試料の標準偏差

X = 試験の値

n = 観測された値の数

2.13 切り使いパネル (Shop-cutting panel)

接着性能以外の欠点で本規格の要求項目に合致しないために、パネルのグレードを満足しないとして不合格にされたパネル。このようなパネルには7.2.1に規定された別のマークを表示すること。なおパンクを起こしたパネルは「切り使いパネル」とは見なされない。

2.14 定格スパン (Span rating)

一般的な最終使用状態において、支持材の中心（芯）から中心（芯）までの間隔を示す指数。通常、インチで表示される。

2.15 試験片 (Specimen)

個々の試片のことを言う。

2.16 安定性 (Stability)

建設時及び使用時、一般的な気候の条件下で平面性を保つパネルの能力。

2.17 安定性指数 (Stability index)

パネルが仕様に従って取り付けられた時、平面性を保つ能力を示す指数。

2.18 構造用パネル (Structural-use panel)

主に木材から構成されたパネル製品で、最終用途における機械的・物理的性質が重要であるもの。資格を有する検査・試験機関の商標を有するこのような製品は、ここに示された最終用途性能要求の1項目以上に適合せねばならない。また単層床あるいは屋根や床や壁の下張りとして、1カ所以上の国立調整機関により認可されねばならない。このようなパネルは目的とする最終用途が明確に表示されねばならない。

2.19 試験暴露条件 (Test exposure condition)

試験に先立ってパネルに施す暴露の条件。

3. 引用文献

3.1 ASTM 規格^{*1)}

- ・ E-72-80 Method for Conducting Strength Tests of Panels for Building Construction : 建築用パネルの強度試験方法
- ・ E-661-88 Test Method for Performance of Wood and Wood-Based Floor and Roof Sheathing Under Concentrated Static and Impact Loads : 静的・動的集中荷重による木製・木質材料製の床・屋根下張りの性能試験方法
- ・ D-1037-89 Method for Evaluating the Properties of Wood-Base Fiber and Particle Panel Materials : 木質ファイバー・パーティクルパネル材料の性能評価方法
- ・ D-1761-88 Method of Testing Mechanical Fasteners in Wood : 木材用接合金具の試験方法
- ・ D-3043-87 Methods of Testing Structural Panels in Flexure : 構造用パネルの曲げ試験方法
- ・ D-4442-92 Test Method for Direct Moisture Content Measurement of Wood and Wood-Based Materials : 木材・木質材料の直接的含水率測定方法

注^{*1)}

これらの文献のコピーはASTM(1916 Race Street, Philadelphia, PA 19103. で入手可能である

3.2 その他の文献

- ・ PS1-83 Voluntary Product Standard—Construction and Industrial Plywood^{*2)}

- ：自主製品規格－構造用及び産業用合板
- ・ CAN/CSA-0325.0-92*³⁾ 建設用下張り

注*²⁾

自主製品規格PS1の最新版では、要求事項を他に適用したり、表示に用いることを許可している。これらの規格のコピーは合衆国印刷局文書監督部 (The Superintendent of Documents, U.S. Government Printing Office, Washington, DC20402) もしくは国立技術情報サービス(National Technical Information Service, 5285 Port Royal Road, Springfield, VA 22161)で手可能である。

注*³⁾

この出版物のコピーはカナダ規格協会(178 Rexdale Boulevard, Rexdale (Tronto), Ontario, Canada M9W 1R3.) で入手可能である。

4. 分類

4.1 一般事項

本規格に包含される構造用パネルは暴露耐久性とグレードによって分類される。

4.1.1 暴露耐久性 (Exposure durability)

本規格が包含する構造用パネルは、次節に示された接着耐久性と原材料の組み合わせによって分類される。

4.1.1.1 外装用 (Exterior)

永久的に風雨や湿気に曝される用途に適したパネル。

4.1.1.2 暴露1種 (Exposure 1)

風雨や湿気に永久的には曝されない用途に適したパネル。しかし工事の遅れ、高湿度、水漏れ等による湿気や、その他の過酷な状況に対しては抵抗を示すもの。

4.1.1.3 暴露2種 (Exposure 2)

内装用途に適したパネル。しかし高湿度、水漏れ等に対しては抵抗を示すもの。

4.1.2 グレード (Grade)

この規格は、下張り・構造用1種下張り・単層床のために設計・製造された構造用パネルのグレードを包含する。

4.1.2.1 下張り (Sheathing)

建築用途に用いられる構造用木質パネルで、屋根・床下張り (Subfloor) ・壁の面材料として用いられ、定格スパンに従った間隔の支持材に取り付けられる。

4.1.2.2 構造用1種下張り (Structural I Sheathing)

4.1.2.1 に示されたものと同様の構造用木質パネルであるが、構造用1種下張りパネルでは、横方向の強度と剛性、及び壁せん断に対する追加的要求事項に適合しなければならない。

4.1.2.3 単層床 (Single floor)

床下張り (Subfloor) と床下地 (Underlayment) の組み合わせに用いられる構造用木質パネルで、定格スパンに従った間隔の支持材に取り付けられる。

5. 要求事項

5.1 一般事項

この規格を満足するすべての構造用パネルは、ここに示されたすべての要求事項を満足しなければならない。試験方法は第6章に示されている。すべての用語は第2章に定義されている。商標と認証（Certification）に必要な事項は、第7章に示されている。

5.2 寸法の許容範囲とパネルの直角度

5.2.1 サイズ

長さあるいは幅については、プラス0～マイナス3.2mm（1/8インチ）の許容誤差が許されている。

5.2.2 厚さ

商標に示された厚さについては、プラスマイナス0.8mm（1/32インチ）の許容誤差が許されている。ただし、認証試験によって同程度の値が決められている場合は除く。

5.2.3 直角度と通直度

対角線に沿って測定された時、直線1メートルにつき1.3mm（1/64インチ）以内でパネルが直角であること。また、パネルの一隅から隣接する隅に引いた直線がパネルのエッジから1.6mm（1/16インチ）以内になるように製造されること。

5.3 原材料

5.3.1 単板

パネルを構成するすべての単板は、自主製品規格PS-1の要求する等級と仕上げを満足していること。

意見注釈：本規格のカナダ側の同等規格であるCAN/CSA-0325.0では繊維に直角方向に測定した節の最大サイズを76mm（3インチ）に制限している。

5.3.2 他の材料

パネル製造に使用される他の原材料は木材を砕いて製造したファイバーあるいはパーティクルを含むものとする。

5.4 設計と構成

定格スパンの認証を受けるパネルは全単板パネル、複合パネル及びマット成形パネルの3種類に区分される。用語の定義に関しては第2章を参照すること。パネルは5.5に規定された要求事項を満足することを、グレードと定格スパンに基づいた個々の構成毎に認証されねばならない。

5.5 性能要求事項

本規格に従い商標を受ける構造用パネルは、構造的性能、物理的特性及び接着耐久性の3分野における性能判定基準値を越えていなければならない。5.5.1、5.5.2及び5.5.3に示された性能に関する要求事項は、特に断らない限り、すべてのグレードの構造用パネルに適用される。

5.5.1 構造性能

パネルは規定の試験手続きに従った各々の構造条件下で試験され、5.5.1.1から5.

5.1.4までの性能要求事項を満足しなければならない。第6章には試験片についての要求事項と再試験の手続きが詳述されている。

5.5.1.1 集中荷重

パネルは静的・衝撃集中荷重に関する6.4.1の試験方法に従って試験される。パネルは商標に示された最終用途とスパンに対する表1の判定基準値に適合しなければならない。

構造用1種下張り (Structural I Sheathing) と表示されたパネルは、荷重がパネル中央に作用する場合を除き、長さ方向に平行な柵材を付けた形態で、6.4.1の手続きに従って試験される。パネルの最小寸法は1220 x 2440mm (48x96インチ) とする。柵材は芯-芯 (o.c) が610mm (24インチ) の間隔となるように配置する。パネルの端部は柵材で支持してはならない。パネルは表1の屋根-24の判定基準値に適合しなければならない。節及び節穴に関する追加的な試験項目については6.4.2を参照すること。

5.5.1.2 等分布荷重

パネルは等分布荷重に関する6.4.1の試験法に従って試験される。パネルは商標に示された最終用途とスパンに対する表2の判定基準値に適合しなければならない。

構造用1種下張り (Structural I Sheathing) と表示されたパネルは、長さ方向に平行な柵材を付けた形態で、6.4.2の手続きに従って試験される。パネルの最小寸法は1220 x 2440mm (48x96インチ) とする。柵材は芯-芯で610mm (24インチ) の間隔で配置する。パネルの端部は柵材で支持してはならない。パネルは表3の判定基準値に適合しなければならない。

5.5.1.3 壁水平せん断 (Racking)

壁のスパンが16または20、屋根のスパンが16、20又は24と格付けされたパネルは、壁水平せん断に関する6.4.3の手続きに従って試験される。パネルは商標に示された最終用途及びスパンに関する表4の判定基準値に適合しなければならない。

5.5.1.4 接合金物保持力

パネルはせん断及び引き抜き荷重に関する6.4.4の手続きに従って試験される。パネルは商標に示された最終用途及びスパンに対する表5の判定基準値に適合しなければならない。

5.5.2 物理的性質

引用された試験法に従って各々の物理的性質を試験するとき、パネルは5.5.2.1及び5.5.2.2の性能要求項目を満足しなければならない。第6章には試験片についての要求事項と再試験の手続きが詳述されている。

5.5.2.1 線膨張

パネルは次に示された線膨張試験法のいずれかに従って試験される。

a. 全乾から減圧-加圧浸せき

パネルは全乾から減圧-加圧浸せきの線膨張に関する6.4.7の手続きに従って試験される。線膨張は真鍮製の標点 (brass eyelets) 間で測定された時、0.50%以下であること。

b. 片面ぬれ及び相対湿度

パネルは片面ぬれで測定される線膨張 (単層床のみ) と厚さ膨張に関する

6.4.8の手続き、及び相対湿度暴露により測定される線膨張（単層床のみ）と厚さ膨張に関する6.4.9の手続きに従って試験される。

拘束を受けないパネルの線膨張は、パネル主軸方向に関しては0.30%、パネル主軸に直角方向に関しては0.35%以下であること。単層床の厚さ膨潤は25%以下であること。

5.5.2.2 安定性

パネルは6.4.10に従って安定性指数が評価される。安定性指数は商標に示された最終用途及びスパンに対して、5.2かそれ以上（単層床では5.5かそれ以上）でなければならない。

5.5.3 耐久性能

引用された試験方法に従って接着系に関与する物性が試験される時、パネルは5.5.3.1から5.5.3.5の性能要求項目を満足しなければならない。第6章には試験片についての要求事項と再試験の手続きが詳述されている。

5.5.3.1 接着耐久性

構造用パネルは、暴露耐久性の分類のために、以下に示された接着性能に関する要求を満足しなければならない。

a. 外装用

すべて単板から構成され、外装用に格付けされたパネルは、外装用パネルに関するPS-1の接着性能要求事項に適合すること。

b. 暴露1種

すべて単板から構成され、暴露1種に格付けされたパネルは、暴露1種に関するPS-1の接着性能要求事項に適合すること。

格付けされた複合パネルは、6.4.18に従って乾湿繰り返しを施された後、6.4.13に従って試験され、第6章のはく離に関する要求事項を満足すること。

マット成形パネルと複合パネルの木質材料は、6.4.18に従って乾湿繰り返しを施された後、6.4.6に従って試験され、個々のパネルの残存強度が40%以下とならずに、最小でも50%の平均残存強度を示すこと。

c. 暴露2種

すべて単板から構成され、暴露2種に格付けされたパネルは、準耐水性接着剤を用いた内装用パネルに関するPS-1の接着性能要求事項に適合すること。

格付けされた複合パネルとマット成形パネルは、6.4.14に従って乾湿繰り返しを施される。乾湿繰り返しの後、商標に示された最終用途及びスパンに対して、5.5.1（5.5.1.3は除く）に与えられたすべての構造性能基準値を満足すること。

5.5.3.2 節及び節穴に関連した接着耐久性

すべて単板から構成され暴露1種に格付けされた構造用パネルは、6.4.19と6.4.20に従って試験され、6.2.4.2の要求事項を満足しなければならない。

5.5.3.3 カビ抵抗性

パネルは6.4.15の手続きに従ってカビ抵抗性の試験を満足しなければならない。フェノールあるいはイソシアネート系樹脂接着剤を用いたパネルはカビに対する抵

抗性を持っており、この要求事項を満足すると見なされている。

5.5.3.4 高温抵抗性

5.5.3.1の要求事項を満足する場合、パネルは十分な高温抵抗性（71℃：160℉）を満足すると見なされている。

5.5.3.5 バクテリア抵抗

パネルは第6章に定義された6.4.16の手続きに従ってバクテリア抵抗性の試験を満足しなければならない。フェノールあるいはイソシアネート系樹脂接着剤を用いたパネルはバクテリアに対する抵抗性を持っており、この要求事項を満足すると見なされている。

5.5 含水率

出荷時のパネルの含水率は、6.4.11で決定される全乾重量の18%を越えてはならない。

6. 試験片の作製と試験

6.1 一般事項

グレードによって異なる性能試験に基づいて、構造用パネル製品として認められるかどうかが決まる。パネルは建設中及び使用中における構造的な要求事項を満足すること、一般的な使用条件において接着力を保持すること、および予期される湿度中での安定性を保つことが可能でなければならない。この章では試験片に必要な事項、適合基準値、再試験のオプション、製品評価に必要な事項と試験方法について詳述する。

6.2 認証試験

6.2.1 一般事項

パネルのグレードによって認証に必要な試験は異なる。必要な試験と性能基準値は第5章に詳述されている。適合基準値と再試験での必要事項はこの章で示される。

認証試験に必要なパネルは、最小の性能を示すものの中から選ぶものとする。

試験は製造者の仕様書及び用途に従い、商標に示された支点間隔で行う。性能に影響を及ぼすような特別な製品仕様（例えば、防湿・防水処理）は、6.3.1のように記すこと。

製品の初めての認証が失敗であった場合、製造工程を変更しないまま、再試験の規定が適用される。製品が再試験の規定を満足すると、その製品は該当する性能認証試験に合格することになる。そうでない場合、その製品は性能認証試験に合格しないことになる。もしパネルの構成や製造工程が変更されれば、追加の認証試験が試験機関によって行われる。

6.2.2 構造性能

6.2.2.1 集中荷重

6.4.1に従って、各々の暴露条件において最低10個の試験片（少なくとも5枚のパネルから採取された試験片）について、静的及び動的集中荷重に対する評価を行なう。

a. たわみ

少なくとも試験体の90%が、表1に示された最大値以下であること。

再試験：もし1ロットの10個の試験片の内、2個がたわみの必要項目を満足しない場合、別のロットの10個の試験片（少なくとも5枚のパネルから採取された試験片）を用いることが認められる。もしこの再試験において、1個の試験片が不合格ならば、その要求事項は満足されたと見なされる。

b. 最大荷重

各々のロットにおいて、100%の試験片が表1に規定された最小破壊荷重に耐えること。

再試験：もし1ロットの10個の試験片の内、2個が破壊荷重の必要項目を満足しない場合、別のロットの10個の試験片（少なくとも5枚のパネルから採取された試験片）を用いることが認められる。もしこの再試験において、すべての試験片が合格すれば、その要求事項は満足されたと見なされる。

6.2.2.2 等分布荷重

6.4.2に従って、各々の暴露条件において最低10個の試験片（少なくとも5枚のパネルから採取された試験片）について、等分布荷重に対する評価を行なう。

a. たわみ

平均たわみが表2と3に示された値以下であること。

再試験：もし平均たわみが規定値を越え、ただしそれが20%以内である場合、別のロットの10個の試験片（少なくとも5枚のパネルから採取された試験片）を用いることが認められる。もし最初と2度目のロットの平均値が規定値を越えなければ、その要求事項は満足されたと見なされる。

b. 最大荷重。

各々のロットにおいて、100%の試験片が表1に規定された最小破壊荷重に耐えること。

再試験：もし1ロットの10個の試験片の内、1個が破壊荷重の必要項目を満足しない場合、別のロットの10個の試験片（少なくとも5枚のパネルから採取された試験片）を用いることが認められる。もしすべての試験片がこの再試験に合格すれば、その要求事項は満足されたと見なされる。

6.2.2.3 壁の水平せん断

6.4.3に従って、少なくとも2体の試験体について、壁の水平せん断に対する評価を行なう。

a. たわみ

平均たわみが表4に示された値以下であること。

再試験：もし平均たわみが規定値を越え、ただしそれが20%以内である場合、もう1体の壁試験体を用いることが認められる。もし、合計3体の平均値が規定値を越えなければ、その要求事項は満足されたと見なされる。

b. 最大荷重

各々のロットにおいて、100%の試験体が規定された最小破壊荷重に耐えること。もし2個が試験された場合、試験値が互いの値の10%以内の差であるこ

と。

再試験：もし2個の最大荷重が10%以内の差でない場合、もう1体の試験体を用いることが認められる。もし、3体の中の最小値が、最小破壊荷重を越えていれば、その要求事項は満足されたと見なされる。

6.2.2.4 接合金具保持力

6.4.4に従って、各々の暴露条件と特性について最低20個の試験片（少なくとも5枚のパネルから採取された試験片）が、せん断及び引き抜き荷重に関する試験を受けなければならない。

a. 最大荷重

少なくとも95%の試験片が規定された最小破壊荷重に耐えること。

再試験：もし1ロットの20個の試験片の内、4個が破壊荷重の必要項目を満足しない場合、別のロットの20個の試験片（少なくとも5枚のパネルから採取された試験片）を用いることが認められる。もし、この再試験に不合格するものが1個だけであれば、その要求事項は満足されたと見なされる。

6.2.3 物理的性質

6.2.3.1 線膨張

第5章に述べられたグレードにおいて、次に示された線膨張試験法及びそれに関連した判定基準値を満足しなければならない。製造者によって付加された特徴、例えば塗装や含水率調整などは6.3.1に示される。

a. 全乾から減圧-加圧浸せき

パネルの主軸方向及び直角方向について、各々最低10個の試験片（少なくとも5枚のパネルから採取された試験片）が、6.4.7に従って全乾から減圧-加圧浸せきによって測定される線膨張に関する試験を受けねばならない。

各々の軸方向について、少なくとも80%の試験体で、全乾から浸せきの間に標点(brass eyelets)間で測定された線膨張の値が、規定値以下となること。

再試験：もし1ロットの10個の試験片の内、各軸方向について4個が線膨張の最小値を満足しない場合、別のロットの10個の試験片（少なくとも5枚のパネルから採取された試験片）を用いることが認められる。もし、この再試験に不合格するものが2個以下であれば、その要求事項は満足されたと見なされる。

b. 片面ぬれ及び相対湿度

パネルの主軸方向及び直角方向について、各々最低10個の試験片（少なくとも5枚のパネルから採取された試験片）が、6.4.8に従って片面ぬれ及び相対湿度によって測定される線・厚さ膨張に関する試験を受けねばならない。

相対湿度変化に曝されたときの線・厚さ膨張については、パネルの主軸方向及び直角方向について、各々最低10個の試験片（少なくとも5枚のパネルから採取された試験片）が、6.4.9に従って試験を受けねばならない。

各々の軸方向と試験法について、少なくとも80%の試験体で、線膨張の値が規定値以下となること。

再試験：もし1ロットの10個の試験片の内、各軸方向について4個が線膨張

の最小値を満足しない場合、別のロットの10個の試験片（少なくとも5枚のパネルから採取された試験片）を用いることが認められる。もしこの再試験に不合格するものが2個以下であれば、その要求事項は満足されたと見なされる。

6.2.3.2 安定性

パネルの主軸方向及び直角方向について、各々最低10個の試験片（少なくとも5枚のパネルから採取された試験片）が、6.4.10に従ってパネルの安定性指標を決定するための試験を受けねばならない。

各々の軸方向について、少なくとも80%の試験体で、最小安定性指標がグレードとスパンの組み合わせについて要求される規定値以上となること。

再試験：もし1ロットの10個の試験片の内、4個が安定性の要求を満足しない場合、別のロットの10個の試験片（少なくとも5枚のパネルから採取された試験片）を用いることが認められる。もしこの再試験に不合格するものが2個以下であれば、その要求事項は満足されたと見なされる。

6.2.4 耐久性能

6.2.4.1 接着耐久性

接着耐久性試験は以下のように実施する。

a. 暴露1種

すべて単板から構成され暴露1種と格付けされたパネルは、暴露1種に関するPS-1の要求事項を満足せねばならない。複合パネルでは、6.4.18に従って試験された20枚以上のパネルから各1個のサンプルを採取する。同様に6.4.18に従って4回あるいは6回の乾湿繰返しを施してはく離を試験された20枚以上のパネルから各1個のサンプルを採取する。少なくとも95%の試験片が4回繰返しに合格し、90%が6回繰返しに合格すること。

マット成形パネルと複合パネルの木質材料では、6.4.18に従って乾湿繰返しを施した少なくとも20枚のパネルから試験片を採取し、6.4.6に従って残存強度を試験する。残存強度は次のようにして計算する：

$$\%RS = P_t / P_c \times 100$$

ここで、%RS = サンプルの残存強度のパーセント

P_t = 繰返し後の試験片の平均破壊強度（5個）

P_c^* = 繰返し以前の試験片の平均破壊強度（5個）

*：照査試験片は納入された時の状態で破壊される。

試験されたサンプルは、次の6回繰返し^{*4)}に引き続き、規定された最小残存強度を示すこと。

再試験：複合及びマット成形パネルの場合、もし20枚のパネルの平均残存強度が要求を満足しても、個々の最小残存強度を満足しないパネルが1枚の場合、別のロットの20個の試験片（20枚のパネルから各1個ずつ採取された試験片）を用いることが認められる。複合パネルの場合、もし85～90%の試験片が、6.4.18の6回繰返し試験によるはく離、及び6.4.13の評価に対する要求事項を満足するなら、別のロットの20個の試験片（20枚のパネルから各1個ずつ採取された試験片）を用いることが認められる。もし、再試験の結果がこの要求

事項を満足するなら、接着耐久性における要求事項は満足されたと見なされる。

b. 暴露2種

すべて単板から構成され暴露2種と格付けされたパネルは、準耐水性接着剤を用いた内装用パネルに関するPS-1の接着性能要求事項に適合せねばならない。格付けされた複合パネルとマット成形パネルには、6.4.14に従って乾湿繰り返しを施す。各グレードに対して要求される構造性能試験は、6.2.2の性能要求事項に従って実施される。

c. 外装用

すべて単板から構成され外装用と格付けされたパネルは、外装用パネルに関するPS-1の接着性能要求事項に適合せねばならない。

注 *4) : 6回繰り返し試験は非常に過酷なので、残存強度は接着耐久性に関係するだけで、構造設計値には関係しない。

6.2.4.2 節及び節穴に関連した接着耐久性

すべて単板から構成され暴露1種に格付けされた構造用パネルは、6.4.19と6.4.20に従って試験する。試験する節及び節穴は繊維直角方向に測定して51mm以上(2インチ)、76mm(3インチ)以下であること。20個の節及び節穴を6.4.19に従って試験し、さらに20個を6.4.20に従って試験する。

6.4.19に従って試験する節及び節穴は、表1、6.2.2.1(a)及び6.2.2.1(b)に示された乾燥状態での静的・動的集中荷重に対する要求事項、適合条件値、再試験項目を満足しなければならない。20個のロットについて、6.4.20に従って試験した節及び節穴の95%が、6.4.20.4に従って測定された節及び節穴の周辺の下部や、半円の幅あるいは半円の幅と同等の部分で、半径方向に19mmを越えるはく離を示さないことが必要である。

再試験：もし1ロットの20個の節及び節穴の内、2個以下が試験の要求を満足しない場合、別のロットの20個の試験片を用いることが認められる。もしすべての試験片がこの再試験に合格すれば、その要求事項は満足されたと見なされる。

6.2.4.3 カビ抵抗性

4枚のパネルを6.4.15の手続きに従って試験する。

a. すべて単板から構成されたパネルでは、もし20週間を越える試験グループが、少なくとも照査値の90%の平均接着せん断強度を示せば、十分なカビ抵抗性を持っていると見なされる。さらに、2以下のグループが80%未満、1以下のグループが75%未満と評価されねばならない。

b. その他のパネルでは、もしいずれの試験グループも照査値の平均値から標準偏差の1.8倍の値を引いた値より低い値を示さなければ、十分なカビ抵抗性を持っていると見なされる。

6.2.4.4 高温抵抗性

パネルは、6.2.4.1の要求事項を満足する場合、十分な高温抵抗性を有すると見なされる。

6.2.4.5 バクテリア抵抗

少なくとも4枚のパネルを6.4.16の手続きに従って試験する。

a. すべて単板から構成されたパネルでは、もし12週間を越える試験グループが、少なくとも照査値の80%の平均強度を示せば、十分なバクテリア抵抗性を持っていると見なされる。どのグループも照査値の70%未満であってはならない。

b. その他のパネルでは、もしいずれの試験グループも照査値の平均値から標準偏差の1.8倍の値を引いた値より低い平均値でなければ、十分なカビ抵抗性を持っていると見なされる。

6.3 製品の評価

6.3.1 工場仕様書

もし製品が6.2の性能認証試験に合格すれば、製品と工場に固有の製造仕様書が、6.3の製品評価に基づいて作成される。

製品評価は性能認証試験のために製造者から提供されたものと同じロットについて行なう。製品評価によって得られた照査値（定義の項を参照）は、個々の工場の品質管理手続きと検査・試験機関の検査プログラムによる品質評価の基礎となるべきものである。

本章で評価された個々のパネルの特徴以外に、製品の認証に影響を及ぼすような製造技術は、個々の工場仕様書に記されていないなければならない。これには、特殊塗装；熱、水あるいは化学処理；オーバーレイ；付加的処理；あるいはその他の製造に関連した処理が含まれる。さらに、6.2.4.2に従って試験された最大サイズの節及び節穴は製造仕様書に記されること。

6.3.2 パネルの構成

6.3.2.1 全単板パネル

パネルは、工場仕様書のために樹種と単板構成が定義され、6.3.3と6.3.4によって評価されること。ただし、6.4.3.2は除く。

6.3.2.2 複合パネル

木質材料は6.3.3、6.3.4.1及び6.3.5に要求された方法で評価されること。さらに仕上げられた（ベニアを張られた）パネルは6.3.3、6.3.4.1、6.3.4.3及び6.3.5の規定によって評価されること。

6.3.2.3 マット成形パネル

マット成形パネルは6.3.3、6.3.4.及び6.3.5の規定によって評価されること。

6.3.3 機械的性質

6.3.3.1 曲げ剛性

6.4.5の手続きに従ってパネルの主軸方向及び直角方向の曲げ剛性を、各々20個の試験片（少なくとも10枚のパネルから採取された試験片）について評価する。各パネル方向の照査値はサンプルの平均値となり、最小値は平均値から導かれる90%信頼限界の下限值とする。

6.3.3.2 曲げ強度

6.4.5の手続きに従ってパネルの主軸方向及び直角方向の曲げ剛性を、各々10個の

試験片（少なくとも10枚のパネルから採取された試験片）について評価する。各パネル方向の照査値は、観察された最小値と、平均値から標準偏差の1.8倍の値を引いた値のうち、どちらか高い方の値とする。

6.3.4 物理的性質

6.3.4.1 パネル厚さ

仕上げられたパネルの厚さを6.4.11に従って、20枚について評価する。照査値は個々のパネルの平均値の最小値とする。商標には、0.8mm（1/32インチ）で丸められた最小公称厚さを示す。

6.3.4.2 含水率

パネルの含水率を6.4.11に従って、20枚について評価する。照査値はパネル含水率の最大値とする。公称値はもし必要であれば6.2.3.1の線膨張試験によるものであってもよい。

6.3.4.3 線膨張

6.4.7の手続きに従って20枚のパネルから採取された試験片について線膨張を評価する。複合パネルや非配向性の表面材料を含むマット成形パネルについては、主軸に平行方向で75x300mm（3x12インチ）の試験片を各パネルから準備する。配向性の表面材料を含むマット成形パネルについては、主軸に平行方向及び垂直方向に75x300mm（3x12インチ）の試験片を各パネルから準備する。照査値は、観察された最大値と、平均値から標準偏差の1.8倍の値を加えた値のうち、どちらか低い方の値とする。配向性の表面材料を含むマット成形パネルについては、主軸に平行方向及び垂直方向それぞれについて、照査値を決定する。

6.3.5 接着特性

6.3.5.1 乾湿繰返し後の破壊荷重

暴露1種及び2種に分類された複合パネル及びマット成形パネルについては、少なくとも20個以上のサンプルを20枚のパネルからそれぞれ1個ずつ採取し、6.4.6に示された試験片を用いて6.4.17（単サイクルの浸せき－乾燥試験）の手続きに従って乾湿繰返し処理を施す。暴露1種に分類された複合パネル及びマット成形パネルについては、少なくとも20個以上のサンプルを20枚のパネルからそれぞれ1個ずつ採取し、6.4.6に示された試験片を用いて6.4.18（6サイクルの試験）の手続きに従って乾湿繰返し処理を施す。単板を含むパネルでは乾湿繰返しの後、直ちに6.4.13に従って単板－単板あるいは単板－木質材料間のはく離を試験する。試験した試験片の少なくとも95%は6.4.13に示されたように、はく離を示してはならない。乾湿繰返しを施した試験片はその後6.4.6の手続きによって試験する。

各認証における各パネルの照査値は、観察された破壊荷重（5個の試験片の平均値）の最小値と、サンプルの平均値から標準偏差の1.8倍の値を引いた値のうち、どちらか高い方の値とする。さらに、6.4.17と6.4.6に従って試験した暴露1種パネルについては、90%信頼区間の下限値を認証における平均値とする。

6.3.5.2 全単板パネルの暴露1種接着耐久性

暴露1種全単板パネルの接着耐久性に対する照査値は6.2.4.1(a)に規定されている。

6.3.5.3 節及び節穴に関する接着耐久性

節及び節穴に関する接着耐久性に対する照査値は、6.4.20に従って試験された節及び節穴について6.2.4.2に規定されている。

意見注釈：品質検査という意味での節及び節穴に関する接着耐久性の評価は、最大寸法の節及び節穴が日々行われる接着耐久性のサンプルで発見された時に行なうべきである。できれば、6.4.20に従って試験し、6.2.4.2の評価基準値を満足すること。

6.4 試験方法

6.4.1 静的・衝撃集中荷重下での性能

6.4.1.1 一般事項

ASTM E-661の最新版の一般規定を適用する。

6.4.1.2 試験片の準備

試験片の準備に関してはASTM E-661を適用し、必要な試験片の数に関しては6.2を適用する。試験片には、必要であれば、乾湿繰返し処理を施す。

6.4.1.3 試験の手続き

静的集中：試験に用いる杵材が木材ではなくて鉄であること、また釘と同じ役目を果たす金物を使うことを除いては、ASTM E-661の手続きを適用する。たわみの測定の間、荷重速度は445N (100lbf) / 30秒とする。たとえ、手動の油圧載荷システムが用いられている場合であっても、荷重速度はたわみの測定に引き続き5分以内に破壊を生じさせるだけのものでなければならない。

動的集中：次の事項を除いて、ASTM E-661のA方法による手続きを適用する。

- 1) 木材ではなくて鉄の試験杵材であること、また釘と同じ役目を果たす金物が使われること。
- 2) 24を越える定格スパンについては、衝撃バグの重さが27kg (60ポンド) であること。

各試験体の幅は24以下の定格スパンについては610mm (24インチ)、それを越える定格スパンについては1220mm (48インチ) とする。

6.4.2 等分布荷重下での性能

6.4.2.1 一般事項

この方法は、雪、風、載荷等の荷重による等分布荷重下における構造用パネルの性能を判定するための手続きを示したものである。等分布荷重は試験体の下側を減圧にすることによって与える。これによって大気圧が試験体に等分布荷重を作用させることになる。試験体は減圧チャンバー内の杵材に支持される。

6.4.2.2 装置

減圧チャンバー：減圧チャンバー（図1）はパネルを上面に載せるようにした隙間のない箱でできている。0.15mm (6ミル) のポリエチレンシートあるいはそれと同等のシートの外周をテープでしっかりと固定し、減圧チャンバーの表面を目張りする。チャンバーは破壊や過度の変形を起こさずに、荷重に耐えるよう強固であること。減圧ポンプは試験体の下部の空気圧を下げるために用いる。荷重は電気的なデータの読みとりのためには圧力ゲージによって測定されるが、マノメータや真空ゲージを用いてもよい。

杵材の支持：杵材は荷重を作用させたときのたわみや回転に抵抗するように支持されること。

たわみゲージ：たわみゲージは杵材の上方に脚を置いた3脚によって固定されること。たわみは0.025mm（0.001インチ）刻みで測定される。

6.4.2.3 試験体の準備

選ばれたサンプルは試験される製品を代表するものであること。

長さ：杵材に平行な試験体の長さは芯-芯の間隔の2倍とする。

幅：試験体の幅は少なくとも595mm（23.5インチ）とする。

厚さ：試験体の厚さは調湿の後、測定・記録すること。

調湿：試験に先立ち、試験体は表2に規定されたように調湿されること。

6.4.2.4 試験の手順

6.4.2.3の準備に引き続き、試験される試験体を減圧チャンバー内の杵材に取り付ける。この間隔はパネルが格付けされた値とし、釘の寸法や間隔もそれに従ったものとする。続いて減圧チャンバーの上面をポリエチレンシートで目張りし、たわみゲージを載せる三脚を適切な位置にセットする。このとき2つの外側のスパン間（図2）での最大たわみ^{*5)}を読みとるためにゲージをセットする。

パネルには毎分2.4kPa(501bf/ft²)の速度で荷重を作用させる。最大荷重に達するまで、あるいは要求される保証荷重に達するまで、1.2kPa(251bf/ft²)毎にたわみを読みとる。たわみのデータは荷重-たわみ曲線の直線が十分描ける程度の数であればよいが、6個未満にはしない。ある荷重におけるたわみは、直線のスロープを原点を通るように変換して補正し決定する。

注^{*5)}：スパンが2つあるシステムに等分布荷重が作用したときの最大たわみ点は、外側の杵材から測定したSの0.4215倍の所にある。ただし、Sは杵材の芯-芯間隔である。

6.4.3 壁の水平せん断荷重下での性能

6.4.3.1 一般事項

壁の水平せん断に対するASTM E-72の14章と15章の一般規定を適用する。

6.4.3.2 試験片の準備

試験片の準備に関しては、プレート上部に取り付けられた89x89mm（公称4x4インチ）の木材が過度の変形を防ぐための鉄管（100x150mm：4x6インチ）で補強されることを除いては、ASTM E-72の手続きが適用される。下部のプレートのつぶれを記録するために、水平のダイヤルゲージを壁の下部隅（ASTM E-72の図7）に取り付ける。

間柱の杵材は含水率15%以下のベイマツかサザンパインのスタッドグレードとする。釘の寸法と間隔は表4に示されたとおりである。76mm（10d）の釘が用いられる場合、中央のスタッド（パネルのジョイント部）には、材の割れを防ぐために64mm（公称3インチ）の杵材を用いる。

足場板用釘を使うことも許される。試験体は乾燥状態（納入された状態）で試験されること。

6.4.3.3 試験の手順

壁に載荷している間、変形量を記録する。荷重-たわみ曲線を描くために、破壊

に至るまでに少なくとも10個の読みとりを等間隔で行なう。表4に示された荷重の1倍と2倍の負荷では、荷重が除荷された後、5分間の回復時間をとることが許される。2.5倍の負荷では、ダイヤルゲージを取り除き、壁が破壊に至るまで負荷する。

たわみはパネルの浮き上がり、基礎のすべり、部材のつぶれを総変形量から差し引いて報告する。最大荷重を記録する。

6.4.4 接合金物の保持性能

6.4.4.1 一般事項

試験は、パネルのせん断変形に対する釘の一面せん断耐力を測定するために行なう。この手順は他のパネル製品のデータと比較出来るためのデータを示すが、接合部の設計のための情報を得るためには使えない。

直接的な引き抜き荷重も測定する。

6.4.4.2 試験片の準備

〔せん断荷重〕

各試験片は150x150mm (6x6インチ) とする。試験点とするために、4つの点を試験片の主軸の中央線上で、両端から25mm (1インチ) のところにマーキングする。釘の寸法は要求されたものとする。

下張り材は試験片を恒量とするために、温度 $20 \pm 3^{\circ}\text{C}$ 、湿度 $65 \pm 3\%$ の恒温恒湿器内に入れる。少なくとも24時間間隔で測定した値が0.2%以内となるとときに恒量であると見なす。

調湿に続き、釘の頭がパネル面と同一になるように貫通させる。釘打ち中にパネルの裏の部分が剥がれないようにするために、裏に補強ブロック (backing) を当ててもよい。すべての釘は試験直前に打ち込む。

〔引き抜き荷重〕

試験片はせん断抵抗試験片から切り取るのに都合の良い寸法 (少なくとも75x150mm [3x6インチ]) でよい。51mm (6d) の普通釘をパネルの表面に垂直に打ち、少なくとも胴部の12mm (1/2インチ) は材料の表面に突き出しておく。

〔調湿〕

試験に先立ち、試験片は表5に示されたように調湿しておく。

6.4.4.3 試験の手順

〔せん断荷重〕

釘には一面せん断荷重を作用させる。図3に示されたような装置を用いる。釘の胴部は堅くクランプする。ローラーはパネルに横方向を拘束して、垂直方向の動きを確かなものにする。荷重はヨークタイプの加重ヘッドによって与える。このような加重ヘッドを図3に示す。

毎分5mm (0.2インチ) の速度で動く試験機のクロスヘッドによって、試験片に連続的に荷重を作用させる。

〔引き抜き荷重〕

釘の保持力試験はパネルの厚さ方向に打ち込まれた釘の、パネル表面に垂直な引き抜き抵抗を測定するために行なう。

荷重の方法はASTM D-1761の第10.2章に従うこと。

毎分5mm (0.2インチ) の速度で動く試験機のクロスヘッドによって、試験片に連続的に荷重を作用させる。

6.4.5 パネル曲げ

6.4.5.1 一般事項

この試験方法は、フルスパンの曲げ強度と曲げ剛性に関する基礎的データを与えるものである。ASTM D-3043のC試験法が適用される。

6.4.5.2 試験片の準備

試験片の寸法が1220x1220mm (48x48インチ) の半パネルであることを除いて、試験片はASTM D-3043のC試験法に従って準備される。

6.4.5.3 試験の手順

試験片の主軸方向及び直交方向について剛性を試験し、要求事項通りに最大曲げモーメントを測定することを除いては、ASTM D-3043のC試験方法を適用する。

6.4.6 小試験片曲げ

6.4.6.1 一般事項

この試験は接着性能を評価する強度情報を得るために行なう。試験は乾湿繰返しを受けた試験片について行なう。

6.4.6.2 試験片の準備

15個の25x125mm (1x5インチ) の試験片を各サンプルから切り取る (方向性を持つパネルの場合には各方向について15個)。対照試片とD4及びD5暴露試片との比較のために、横方向のマッチングを行なう。単板を含むパネルから準備した試験片では単板の繊維方向に沿って125mm (5インチ) の寸法に切り取る。マット成形パネルから準備した試験片ではパネルの主軸に平行に125mm (5インチ) の寸法に切り取る。ただし、パネルが方向性を示す場合は、パネル主軸に平行に5個、垂直に5個の試験片を切り取る。試験片は適切な処理を施した後に試験する。

6.4.6.3 試験の手順

各試験片は100mm (4インチ) のスパンで、荷重ヘッドと径19mm (3/4インチ) の支持点を持った梁として試験する。荷重は破壊まで毎分25mm (1インチ) を越えない速度でスパン中央に作用させる。単板を用いた複合パネルでは、試験片の厚さが梁の梁せいとなるように配置する。マット成形パネルでは、試験片の厚さが梁の幅となり、25mm (1インチ) の寸法が梁せいとなるように配置する。試験片の破壊荷重は±4.4N (1 lbf) まで測定する。各パネルの平均破壊荷重を計算する。配向性を示すその他のパネルでは、試験片の方向毎に平均値を計算する。平均値を報告する。

6.4.7 全乾から減圧加圧浸せきにより測定した線膨張と厚さ膨潤

6.4.7.1 一般事項

この試験法はパネルの寸法安定性を評価するものである。

6.4.7.2 試験片の準備

試験片は少なくとも幅75mm (3インチ)、長さ300mm (12インチ) の寸法に切り取る。

試験片は外層の単板 (もし単板がある場合) の、特に標点の近辺に存在する節穴、節、あるいは割れ等の顕著な欠点を避けて選ぶ。とはいえ、グレード内で普通に存在する欠点は含むこと。

測定点として使うために、予めあけられた穴に入れた真鍮の標点あるいはその他の固定された参照点を、試験片の中心線上の両端から25mm（1インチ）の位置にそれぞれ設定する。参照用の測定点を用いることによって、パネルの端部に生じる付加的な膨れの影響を受けずに線膨張を決定することができる。

さらに厚さの膨れを測定するために、各試験片の端部に点をマーキングする。

厚さはこれ以降の項で修正される場合を除き、6.4.12に従って測定する。

6.4.7.3 試験の手順

試験片は $103 \pm 2^\circ\text{C}$ （ $217 \pm 4^\circ\text{F}$ ）で24時間、あるいは恒量になるまで乾燥する。少なくとも2時間離して測定した値が0.2%以内で一致した時に恒量であると見なす。

乾燥後、各試験片をポリエチレンでラップし、ほぼ室温になるまで冷却する。試験片はその後、面外のねじれを防ぐために平坦な治具の上に置く。ついで、標点間の距離を、ダイヤルゲージ付きのバータイプのコンパスで、0.025mm（0.001インチ）の単位で測定する。

ラチェットタイプのマイクロメータを用い、アンビルの端部をパネル端部と同一平面にして、少なくとも2個所の厚さを0.025mm（0.001インチ）の単位で測定する。マイクロメータについては6.4.12で解説される。

乾燥状態での測定に引き続き、 $18 \pm 15^\circ\text{C}$ （ $65 \pm 10^\circ\text{F}$ ）の水で満たされた加圧容器中に試験片を置き、 $91 \pm 7\text{kPa}$ （ 27 ± 2 インチ水銀柱）で1時間の間、減圧する（真空に達するまでの時間は含まない）。その後、試験片を 690kPa （100psi）を越えない圧力で2時間の間、加圧する。湿潤暴露の後、試験片を容器から取り出し、長さと同さを測定する。

膨張の値は、次式に示されるように、全乾状態の寸法に対するパーセンテージで計算する。

$$\text{パーセント変化} = (L_w - L_d) / L_d \times 100$$

ここで、 L_w = 飽和状態での寸法

L_d = 全乾状態での寸法

6.4.8 片面ぬれにより測定された線膨張と厚さ膨潤

6.4.8.1 一般事項

この性能試験は線膨張と端部の厚さ膨潤を測定するためのものである。

6.4.8.2 試験片の準備

1220x1220mm（48x48インチ）の試験体の1辺をカットし、残りの3辺は製造されたままにしておく。

試験片の対角線上で角部から25mm（1インチ）の位置に予めあけておいた4つの穴に、真鍮の標点を入れる。これによって、パネルの主軸に平行及び直角に、公称1170mm（46インチ）の標点距離となる。

さらに、厚さ膨潤の評価のために、試験体のカットされていない側に点をマーキングする。厚さは6.4.12に従って測定する。

含水率（全乾基準）は、試験に先立ち、同一ロットからのパネルについて、6.4.11に従って測定する。含水率が12%を越える場合、試験体は温度 $20 \pm 3^\circ\text{C}$ （ $68 \pm 6^\circ\text{F}$ ）、相対湿度 $65 \pm 5\%$ で、平行含水率になるまで調湿する。少なくとも24時間離して測定

した2つの値が0.2%以内で一致した時に恒量であると見なす。

6.4.8.3 試験の手順

線膨張試験片は、面外のねじれを防ぐために平坦な治具の上に置く。次に、標点間の距離をダイヤルゲージの付いたバータイプのコンパスで、0.025mm (0.001インチ)の単位で測定する。厚さは端部に沿って、ダイヤルゲージ付きのマイクロメータを用い、ラチェットで圧力を加えながら、0.025mm (0.001インチ)の単位で測定する。

納入状態での測定に引き続き、試験片を拘束しない状態で、垂直から30度以内に立てかけ、 $18 \pm 6^\circ\text{C}$ ($65 \pm 10^\circ\text{F}$)の水で片面を濡らす。継続的に濡らす期間は14日間とする。背面に水をつけてはならない。背面は大気に曝すだけとする。新たに切断されたもの以外の端部は水に曝す。新たに切断された端部を上側にくるようにし、エッジシーラーによって目止めしてもよい。湿潤暴露の後、試験片の寸法を再度測定する。

膨張の値は、次式に示されるように、初期状態の寸法に対するパーセンテージで計算する。

$$\text{パーセント変化} = (L_w - L_d) / L_d \times 100$$

ここで、 L_w = 湿潤状態での寸法

L_d = 乾燥状態での寸法

6.4.9 相対湿度下での暴露により測定された線膨張と厚さ膨潤

6.4.9.1 一般事項

この試験方法は、ASTM D-1037の第107～110章（含水率変化による線膨張）に従って、線膨張を測定するものである。

厚さ膨張は、6.4.9.2と6.4.9.3に述べられた方法で測定する。

6.4.9.2 試験片の準備

1つの試験体から、2つの試験片をASTM D-1037の第107～110章の手続きに従って採取する。試験体の寸法は幅75mm長さ1040mm (3x41インチ)とする。それより短い長さも許されるが、300mm以上とする。線膨張の測定点として使うために、試験片の中心線上で端部から25mm (1インチ)の位置に、予めあけておいた穴に真鍮の標点を入れる。これによって、公称990mm (39インチ)の標点距離となる。

さらに、厚さ膨潤の評価のために、試験体の両端から75mm (3インチ)のところに、点をマーキングする。

6.4.9.3 試験の手順

面外のねじれを防ぐために線膨張試験片を平坦な治具の上に置くこと、及び標点間の距離をダイヤルゲージの付いたバータイプのコンパスで0.025mm (0.001インチ)の単位で測定することを除いて、線膨張の試験はASTM D-1037の第107～110章の手続きに従う。厚さは、ダイヤルゲージ付きのマイクロメータを用い、ラチェットで圧力を加えながら、0.025mm (0.001インチ)の単位で測定する。

膨張の値は、次式に示されるように、初期の”乾燥”状態の寸法に対するパーセンテージで計算する。

$$\text{パーセント変化} = (L_w - L_d) / L_d \times 100$$

ここで、 L_w = 湿潤状態での寸法

L_d = 乾燥状態での寸法

6.4.10 パネルの安定性指標

6.4.10.1 一般事項

この方法は、湿潤状態におけるパネルの座屈の臨界値を明らかにするためのものである。

6.4.10.2 試験片の準備

1220x1220mm (48x48インチ) の曲げ試験体 (6.4.5参照) から、6.4.7の全乾から浸せきまでの線膨張測定に関する記述に従い、各パネル方向について試験片を切り取る。

6.4.10.3 試験の手順

製造者の仕様書に従った製品を実用に供したときに平面性を保つ能力、すなわち安定性指数は予期されるスパン、パネルの剛性、線膨張係数を用いて計算する。

1220x1220mm (48x48インチ) の試験片の曲げ剛性は、パネルの方向ごとに6.4.5の手続きに従って決定する。線膨張では全乾から浸せきまでについて測定を行なう。その手続きは6.4.7に従う。

安定性指数は各試験片の各方向ごとに次式により計算する。

$$A = \log_{10} (\pi^2 EI / KL^2 \phi)$$

ここで、

A = 安定性指数

EI = 剛性、 $N \cdot mm^2 / m$ (lbf · in² / ft)

ϕ = 線膨張、mm/mm (in/in) (100で割った膨張率)

K = 単位調整係数、14.6 (公式中に慣習的な単位が用いられるとき1.0)

L = スパン、mm (in)

スパンは、パネル主軸については、認証された最大定格スパン、直交方向については、製造者によって規定された最大釘間隔である。

6.4.11 パネルの含水率

6.4.11.1 一般事項

この試験は、ASTM D-4442に従って全乾法によるパネル含水率を決定する手順を定めるものである。

6.4.11.2 試験片の準備

75mm (3インチ) のホールソーを用い、各々のパネルの側面から少なくとも50mm (2インチ) 離れた位置より試験片を切り取る。パネルの寸法が150x150mm (6x6インチ) 未満 (パネルの厚さによる) であれば、パネルをそのまま用いる。

6.4.11.3 試験の手順

試験片の重量は、 $103 \pm 2^\circ C$ ($217 \pm 4^\circ F$) の乾燥器中に恒量となるまで置き、 $\pm 0.2\%$ の精度で求める。少なくとも2時間離して測定した値が0.2%以内で一致した時に恒量であると見なす。

含水率は次式で計算する。

$$M = [(W_w - W_d) / W_d] \times 100$$

ここで、

M = 含水率

W_w = 初期重量 (グラムまたは相当する単位)

W_d = 全乾重量 (グラムまたは相当する単位)

6.4.12 パネルの厚さ

6.4.12.1 一般事項

この方法はパネルの厚さを決定する手順を示す。

6.4.12.2 試験片の準備

測定は納入されたままのパネルについて行なう。

6.4.12.3 試験方法

10mm (0.40インチ) 以上、20mm (0.79インチ) 以下の直径のアンビルを持ったマイクロメーターにより、0.025mm (0.001インチ) の単位で測定を行なう。マイクロメーターは測定中35kPa (5psi) 以上、69kPa (10psi) 以下の圧力をかけながら用いる。

厚さの測定はそれぞれのパネルについて、アンビルがパネルの側面に当たらないようにして側面の中央部で行なう。パネルの厚さは4つの測定値の平均とする。

6.4.13 はく離のプローブ試験

6.4.13.1 一般事項

この試験手順は複合パネルのはく離を決定する方法を定めたものである。

6.4.13.2 装置

使用するプローブは、先端の厚さ0.3mm (0.012インチ)、幅6mm (1/4インチ) で、先端から12mm (1/2インチ) の所で厚さ0.3mm (0.025インチ) となるようにテーパをつけたものである。6mm (1/4インチ) の幅は末端から25mm (1インチ) の所で16mm (5/8インチ) となる。プローブの長さは使い易い任意の長さでよい。プローブの先端ははく離部を横切る繊維を切断しないように直角とし、鋭利にはしないこと。

6.4.13.3 試験片の準備

各サンプルから外層の木理を長さ方向として、存在する単板の欠点を避けながら、5個の試験片を切り取る。はく離の測定は種々の機械的試験の前に行なう。

6.4.13.4 試験の手順

はく離は次の手順に従って評価する。試験片のはく離は目視によって検査する。試験片の単板-単板、単板-木質材料間の接着層の外周部分に生じたどのようなはく離も、深さを測定するためにプローブ試験を行なう。連続した25mm (1インチ) の長さの部分で、はく離が6mm (1/4インチ) の深さである場合は、はく離試験に不合格となる。はく離部へプローブを挿入するには若干の圧力が必要である。圧力は、親指と人差指の間にプローブを挟むことで得られる力を限度とする。ほじるような動作は、どのような場合にも行なってはならない。

不合格になった試験片の数は報告すること。

6.4.14 性能試験のための湿度サイクル

6.4.14.1 一般事項

この促進乾湿繰返し試験はパネルの耐久性を測定するためのものである。

6.4.14.2 試験片の準備

試験片の寸法と要求される試験片数は暴露に続いて行われる性能試験によって異なる。

6.4.14.3 試験の手順

乾湿繰返しを受けた各ロットから、少なくとも2個の試験片をとり、その重量が±0.2%以内の誤差となるようにする。乾湿に対して最大限に暴露されるように試験片をラックの中に入れる。

66±3℃（150±5ℱ）で8時間、試験片を水中に浸せきする。温水浸せきに引き続き、試験片を納入時とオリジナル時の差が5%以内になるまで、82±5℃（180±10ℱ）で乾燥する。

試験片が乾燥重量になり、外気中で1.5時間冷却すれば、性能試験の準備が整う。

6.4.15 カビ抵抗性試験

6.4.15.1 装置

試験片をカビの繁殖条件下におくために培養器を用いる。各培養器は相互に連絡した3つの区画からなり、試験片の調整トレイと、前面の密閉ドアを備えたものとする。トレイの各側面には、最大の湿潤表面積を与えるため、垂直に垂らされたタオルの一端が水に浸されている。これらの容器は培養器の各区間の床に置く。容器中の水のレベルは深さ65から75mm（2-1/2から3インチ）に保つ。

カビの培養器は気温を一定に保つために、人間の入れるような室内に置く。この室内の気温は、サーモスタットによって調整された500ワットのヒーターで27℃（80ℱ）に保つ。室内のすべての区間の温度を平衡に保つため、ファンによる強制空気循環を用いる。カビの成長は静止した空気に依存するため、培養器内では空気循環を行わない。

培養器の回りの空間を均一に維持すること。

6.4.15.2 試験片の準備

パネル内の接着剤のカビ抵抗性を決定するために用いる試験片は、試験されるパネルの構成によって異なる。全単板パネルでは、PS-1の6.4.1に示されるように、最大破壊荷重に対して裏割れが閉じる方向に鋸目を入れた合板せん断試験片を用いる。

単板を含む複合パネル及びマット成形パネルの試験片は、25x125mm（1x5インチ）の寸法とする。単板を含む複合パネルの試験片は、単板の木理方向に長さ125mm（5インチ）の寸法に切断する。マット成形パネルの試験片は、主軸に平行に25x125mm（1x5インチ）の寸法とする。単板を含む複合パネルの試験片は、単板の木理方向に長さ125mm（5インチ）の寸法に切断する。マット成形パネルの試験片は配向表面材を持つ場合を除いて、主軸方向に平行に長さ125mm（5インチ）の寸法に切断する。次に示すように1対の試験片を用いるときは、1つを主軸方向、他を主軸に垂直方向とする。

カビ試験に用いた4枚のパネルから100対の試験片（配向性の表層を持つものでは各方向毎に100対）を切りとる。これら対になった試験片（カビ試験用と隣接する対照用試験片）は、完全にランダム化し、試験の各方向について20片（カビ試験片と対照用試験片）毎の10組とする。その後、各グループについて、対照試験片と試験片とを分離する。

6.4.15.3 試験の手順

培養器に入れる前に、全単板の試験片とその対照試験片を室温の水中に5秒間浸せきし、その後、相対湿度90%から97%、温度27℃（80ℱ）の調湿チャンバーの中で1週

間調整する。1週間後、試験片とその対照試験片を取り出す。試験片には大豆粉をまぶし、カビの培養器に入れてあった松の辺材の単板片の上に平らに置く。これらの単板と試験片は、重ねて培養器の中に入れる。対照試験片は室内で乾燥する。

2週間間隔で、カビのグループ試験片を培養器から取り出し、1週間室温で乾燥させる。試験片と対照試験片は要求通りに試験する。全単板製品のカビ抵抗性試験には10グループで十分である。

単板を含む複合パネル及びマット成形パネルのカビ試験片は、室温の水中に5秒間浸せきし、その後、相対湿度90から97%、温度27℃（80ℱ）の調湿チャンバーの中で1週間調整する。

単板を含む複合パネル及びマット成形パネルの対照試験片は、6.4.17に従って試験する。2週間間隔で、カビ試験及び乾湿繰返し処理を施した試験片から得た、単板を含む複合パネル及びマット成形パネルは、1週間室温で乾燥し、6.4.6に従って試験する。

6.4.16 バクテリア試験

6.4.16.1 一般事項

この方法はバクテリア生育促進状況の下でバクテリアの攻撃に対する十分な抵抗性を接着系が保持しているかどうかを決定するものである。

6.4.16.2 試験片の準備

試験片の寸法はパネルの構成によって異なる。全単板パネルでは、PS-1の4.5.1に示されるように、最大破壊荷重に対して裏割れが閉じる方向に鋸目を入れたせん断試験片を用いる。その他のパネルでは、25x125mm（1x5インチ）の寸法の試験片を用いる。単板を含む複合パネルの試験片は、単板の木理方向に長さ125mm（5インチ）の寸法に切断する。単板には欠点があってはならない。

マット成形パネルの試験片は主軸方向と平行に切断する。ただし、配向性を有する場合には、パネル主軸に平行及び直角を一对として切断する。

1つのセットに80個の試験片が必要である。各セットの試験片は、1から80までの番号をつけ、奇数番号の試験片はバクテリアの暴露に、偶数のそれは対照試験に用いる。10個の奇数番号の試験片とマッチングした10個の偶数番号の試験片は1つの試験及び対照のグループとなる。80個の試験片からなる4つのグループを各方向について試験する。

6.4.16.3 試験の手順

全単板パネルの試験片は、対照試験片も含めて、外装用合板のPS-1の減圧－加圧繰返しに用いられるサイクルに従って、1.5時間減圧状態で、さらに1.5時間加圧状態で水中に浸せきする。対照試験片はその後、湿潤状態で試験する。破壊荷重を記録し、対照試験の平均を各暴露グループごとに求める。

単板を含む複合パネル及びマット成形パネルについては、すべての試験片を6.4.17の減圧－浸せきについての乾湿繰返しに従って試験する。対照試験片は6.4.17の規定に従って乾燥し、6.4.6の手続きに従って乾燥状態で試験する。破壊荷重を記録し、対照試験の平均を各暴露グループごとに求める。

バクテリア暴露のためのすべての試験片は、大豆の粉7%、水83%、ハンノキの鋸屑

10%（含水率18%）から構成されたスラリーの中に平らに浮かべる。スラリーには50%の水酸化ナトリウム水溶液を重量比で0.3%添加する。スラリーはトレイの中に深さ25mm（1インチ）まで入れる（注意：銅のスラリーは使用してはならない）。スラリーと試験片の入ったこれらのトレイを6.4.15に述べられた培養器内に置く。

1つの暴露グループを3週間に一度、計12週間にわたって取り出す。全単板パネルは一般的な合板せん断試験法によって、湿潤状態で試験する。単板を含む複合パネル及びマット成形パネルについては、6.4.17の乾燥サイクルに従って乾燥し、6.4.6に従って試験する。

6.4.17 品質保証（単一サイクル試験）のための湿度サイクル

6.4.17.1 一般事項

この乾湿繰返し試験は、接着性の低下を促進する品質管理方法である。一般的に乾湿繰返しに引き続いて、機械的試験を行なう。

6.4.17.2 試験片の準備

試験片の寸法と形状は、乾湿繰返しに続いて行われる機械的試験により異なる。

6.4.17.3 試験の手順

試験片は周囲の水や空気の流動が円滑に行われるようにするため、ラック内に置く。その後試験片を、減圧-加圧容器内に入れ、温度66℃（150°F）の水中に浸せきする。容器は50.6kPa（15インチ水銀柱）で30分間減圧する。その後、減圧を解除し、試験片を大気圧中で30分間、水中に浸せきする。続いて、容器内の水を排出し、試験片を毎分45から50回強制換気が行われる乾燥器内で、温度82℃（180°F）、15時間乾燥する。試験片はその後、それぞれの試験方法によって、乾燥状態で試験する。

6.4.18 はく離と強度残存（6回繰返し試験）のための湿度サイクル

6.4.18.1 一般事項

この乾湿繰返しは、暴露第1種に格付けされた製品のはく離と残存強度を評価するために用いられる。

6.4.18.2 試験片の準備

試験片の寸法と形状は、乾湿繰返しに続く機械的試験により異なる。

6.4.18.3 試験の手順

試験片は適切な乾燥が行われるようにするため、間隔をあけてラックに置く。ラックは温度66℃（150°F）の水を満たした加圧容器内に入れる。容器は50.6kPa（15インチ水銀柱）で30分間減圧し、その後、解圧する。試験片は大気圧中で30分間、再び熱を加えることなく、同じ水中に浸せきする。続いて、試験片を取り出し、毎分45から50回強制換気が行われる乾燥器内で、82℃（180°F）、6時間乾燥する。試験片をその後、加圧容器に戻し、減圧-浸せき処理を繰り返す。2度目の減圧-浸せき処理の後、試験片を再度乾燥器内に置き、15時間乾燥する。これで2サイクルが完了する。試験は6サイクルが完了するまで、さらに2日間続けて行なう。試験片は適切な試験方法によって、乾燥状態で試験する。

6.4.19 節及び節穴に関連した接着耐久性

6.4.19.1 一般事項

本項では、静的・衝撃集中荷重がパネルの最大欠点に作用したときのたわみと損

傷に対する抵抗力を確かめるための乾湿繰返しと荷重の手順を示す。

この方法は、すべて単板から構成され、暴露1種に格付けされた構造用パネルの、繊維直角方向に51mm（2インチ）を越え、76mm（3インチ）以下の節及び節穴を評価するものである。

6.4.19.2 試験片の準備

1220mmx2440mm（48x96インチ）のパネルから、少なくとも595mm（23.5インチ）の幅と、その2倍のスパンをもつ試験体を切り取る。試験片は対象となる節及び節穴が試験片の中央線上にあり、少なくともどちらかの端部から295mm（11-5/8インチ）離れた形態とする。対象となる節はグレード内で許された最大のもの（0～12mm）とする。

各試験片をタンクの中に垂直に吊り下げ、72時間の間、両面にスプレーで水を吹きかける。スプレーする代わりに、パネルを水中に浸せきすることも許される。ただし水の深さはパネルの上方向に600mm（24インチ）を越えてはならない。パネルは、 $20 \pm 3^{\circ}\text{C}$ （ $68 \pm 6^{\circ}\text{F}$ ）、相対湿度 $65 \pm 3\%$ で恒量に達するまで再乾燥する。

6.4.19.3 試験の手順

静的集中荷重－以下のことを除いて、ASTM E-661と本規格の6.4.1の手続きに従う。

1. 曲げ荷重が作用するとき、対象となる節及び節穴が引張側に来るように、試験片を試験機のフレームにセットする。
2. 荷重は節及び節穴とは逆の面に作用させる。

動的集中荷重－以下のことを除いて、ASTM E-661と本規格の6.4.1の手続きに従う。

1. 対象となる節及び節穴が引張側に来るように、試験片を試験機のフレームにセットする。
2. 衝撃用バッグは、760mm（30インチ）の高さから一度落下させる。
3. 衝撃荷重は対象となる節及び節穴とは逆の面に作用させる。

6.4.20 ラジアルプローブ試験

6.4.20.1 一般事項

この方法は、全単板パネルにおける節及び節穴に関連したはく離を決定するための手順を定義したものである。

6.4.20.2 装置

使用するプローブは、先端の厚さ0.3mm（0.012インチ）、幅6mm（1/4インチ）で、先端から12mm（1/2インチ）の所で厚さ0.3mm（0.025インチ）となるように、テーパをつけたものである。6mm（1/4インチ）の幅は末端から25mm（1インチ）の所で16mm（5/8インチ）となる。プローブの長さは使い易い任意の長さでよい。プローブの先端ははく離部を横切る繊維を切断しないように直角とし、鋭利にはしないこと。

6.4.20.3 試験片の準備

各サンプルから一つの節及び節穴を選ぶ。その節及び節穴はグレード内で許された最大のもの（0～13mm）とする。各試験片は節及び節穴を中心として300x300mm（12x12インチ）に切断する。

試験片は次の3種類のサイクルの内の一つに従って、乾湿繰返し及び再乾燥を行なう。

1. 6.4.19に規定された72時間の水噴霧。

暴露の後、温度 $20 \pm 3^{\circ}\text{C}$ ($68 \pm 6^{\circ}\text{F}$)、相対湿度 $65 \pm 3\%$ で恒量に達するまで試験片を再乾燥する。

2. 6.4.19に規定された72時間の水中浸せき（72時間の水噴霧の代用）。

暴露の後、温度 $20 \pm 3^{\circ}\text{C}$ ($68 \pm 6^{\circ}\text{F}$)、相対湿度 $65 \pm 3\%$ で恒量に達するまで試験片を再乾燥する。

3. 試験片を加圧容器内に入れ、温度 $49 \pm 6^{\circ}\text{C}$ ($120 \pm 10^{\circ}\text{F}$)の水中に浸せきし、容器を $91 \pm 7\text{kPa}$ ($27 \pm 2\text{inHg}$ 水銀柱)で3時間減圧する。その後、試験片に 41kPa (60psi)を越えない気圧を、3時間かける。この後、容器を再度 $91 \pm 7\text{kPa}$ ($27 \pm 2\text{inHg}$ 水銀柱)で2時間減圧する。暴露の後、温度 $20 \pm 3^{\circ}\text{C}$ ($68 \pm 6^{\circ}\text{F}$)、相対湿度 $65 \pm 3\%$ で恒量に達するまで試験片を再乾燥する。

6.4.20.4 試験の手順

各試験片は節及び節穴を中心にして、半径方向に8個の扇形に分割する。節及び節穴の周辺部分は目視によってはく離を検査する。はく離が観察されたところに、プローブを $35.5 \pm 4.5\text{N}$ ($8 \pm 1\text{ lbf}$)の力で挿入する。

暴露の後、試験片を温度 $20 \pm 3^{\circ}\text{C}$ ($68 \pm 6^{\circ}\text{F}$)、相対湿度 $65 \pm 3\%$ で恒量に達するまで再乾燥する。ほじるような動作やせん断を生じさせるような動作は行なってはならない。

各扇形について、その先端からはく離までの距離をエッジに沿って測定し、記録する。はく離が見られない場合、扇形の先端から節及び節穴までの距離を測定し、記録する。

各試験片のはく離の総面積は次式で計算する。

$$A = \pi R^2$$

ここで、

A = はく離の総面積 (mm^2 あるいは in^2)

R = 半径方向のはく離の平均。はく離の境界あるいは節及び節穴の境界から扇の先端までの16個の距離（扇形の両エッジで測定された）の平均。

7. 商標と証明

7.1 積み荷の証明

購入者が指定されたグレードと品質を持った構造用パネルを受け取っていることを確実にするために、製造者は各荷口ごとに、そのパネルがこの規格に従っていることを述べた「検査証明書」を用意しなければならない。

この規格に合格していることを証明された各パネルには、資格を持った検査及び試験機関の証印スタンプが押されなければならないが、それらは(1)製造過程の検査（充分な量のサンプリング、試験及び検査）に基づくか、(2)この規格に合格したと証明されている荷口の中から無作為にサンプリングしたものを試験するか、のいずれかに従っていなければならない。

7.1.1 資格を持った検査及び試験機関

資格を持った検査及び試験機関とは、次のうちのいずれかである。

- (a) ここに規定されているすべての要求事項に適應する検査、サンプルリング及び試験によって決定される製品のグレード付け、寸法測定、樹種、構成、サンド仕上げ、接着、仕上がりその他の特性を確認出来る設備と訓練された技術を有する機関。
- (b) 検査及び試験の実施に当って、機関に働く職員が守るべき手続きが明らかになっている機関。
- (c) 検査され、試験される製品を製造しているいかなる会社とも、資金的関係がなく、また資金的援助を受けることのない機関。
- (d) それらのいかなる会社にも、所有されたり、運営されたり、管理さたりしていない機関。

7.2 パネルの表示

この規格に合格しているすべての下張り、構造用1種下張り及び単層床パネルはこれらの仕様の下にグレードの名前を表示したマーク、あるいは検査及び試験機関のマークが付されていなければならない。もし、このようなマークによって表示されていれば、製品の仕様はパネルに表示された検査及び試験機関で入手できる。製造された公称厚さ、定格スパン、暴露耐久性の分類、及びこの規格に合格しているというPS-92の表示は商標中に表示されねばならない。製造者による補足的な仕様は各パネルに明瞭に表示されること。

7.2.1 取り消し表示のマーク

この規格に従っていると表示されたパネルがその後不適當として除外される場合には、製造業者は次の要領で、規格に関する一切の表示は無効又は抹消するという表示をしなければならない。

そのようなパネルには最小100x125mm(4x5インチ)の四辺形のスタンプで、「切り使い用のパネルにつき、このスタンプ以外のすべての表示は無効とする。」と記された表示を明確に提示しなければならない(切り使い用パネルに関する定義を参照のこと)。

この規格の規定に従っていないパネルの商標や証明には、この規格を参照しているような表示をしてはならない。

8. 発効日と I D

この規格が効力を発する日は1992年8月27日である。この日付以降、この規格を契約書、基準、宣伝、送り状、製品に貼布するラベルなどに引用することは可能である。しかしながら、いかなる製品であっても、その製品が連邦規格局あるいは商務省によって承認あるいは保証されていると意味すると思われるような広告や表現をしてはならない。

この規格の要求事項を満足している製品であることを表示するために、次のような表現が許される。：

「この は、米国商務省の自主製品規格の手続きに従って展開されて

きた自主製品規格PS2-92（構造用木質パネルの性能規格）のすべての要求事項を満足している。この製品が規格を満足するための責任は、（製造者及び流通業者の名前、住所）にある。」

「自主製品規格PS2-92に適合（製造者及び流通業者の名前、住所）」

9. 規格編纂の歴史

1988年9月、特別2国間委員会（BNC）が組織され、合板の性能要求事項を考慮した規格を発展させ、実行するという合衆国とカナダの相互目的が促進されることとなった。このアクションは1987年の自由貿易合意（FTA）の履行の結果であった。その合意に基づき、合衆国における合板およびその他の構造用パネルに対する関税は、合板規格を含む貿易問題が解決するまで撤廃されなかった。合衆国にとっての関心事は、PS1には許されている合板のあるグレードがカナダの合板規格に含まれず、従ってカナダの建築コードに受け入れられないことであった。

2国間委員会は現行のAPA規格（APA PRP-108：構造用パネルに対する性能規格と方策）とカナダ規格協会の規格（CAN/CSA-0325.0-92：建設用下張り）を審査することから仕事を開始し、技術的相違点を見つけ、合板の貿易問題を解決するためにそれらの規格が果たす役割を検討した。その結果、性能に基づいた共通の基準値を発展させることがこの貿易問題を解決する手段となることが結論づけられた。

次いで2国間委員会は、合衆国及びカナダの合板に関する相違点の情報を得るための米加共同研究に出資した。APAとCSAの技術的相違点に関する評価と共同研究から得られたデータに基づき、2国間委員会は1990年11月に新しい米加それぞれの規格の原稿を、国家的コンセンサスを得る手続きを踏むために米規格技術研究所およびカナダ規格協会に提出した。

1991年3月、APAは米規格技術研究所と米商務省の手続きに従って自主製品規格としての性能規格を発展させるという合意に調印した。1991年4月、米規格技術研究所は、連邦規格の発展に対して責任を持つ自主製品規格のプログラムの下に規格審査委員会を設立した。1991年の10月15日、30日間の審査期間において、文章の手直しをした後、委員会は満場一致で、提案された規格を自主製品規格として、公共審査するよう推薦した。

1992年3月、提案された自主製品規格はリストアップされた製造者、流通業者、消費者およびその他この規格に興味を持つ人々に配布された、そして、1992年4月8日、米規格技術研究所は、連邦登記簿に提案された規格の公示と公共意見の受け入れを公表した。75日間の意見公募期間が設けられ、1992年6月22日に終了した。米規格技術研究所は公文化された手続きに従って、製造者、流通業者、消費者の間にコンセンサスが得られたものと判断した。この規格は1992年8月27日、自主製品規格PS2-92構造用木質パネルの性能規格として、米規格技術研究所から発刊された。

この新しい規格は現行の規格、例えば自主製品規格PS1-83建築用及び産業用合板に取って代わるものではなく、様々な形態の構造用パネル：合板、ウエファーボード、OSB、構造用パーティクルボードや複合パネルなどの性能に基づいた規格と

して使われるものである。

10. 常任委員会

この自主製品規格を常に斬新なものとしておくために常任委員会が設置されている。委員会の委員名簿はこの委員会の事務局(The Standards Management Program, Office of Standards Services, National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, Maryland 20899. USA)で入手可能である。

付録 A

A1 積み荷の再検査方法

A1.1 一般事項

この情報は産業上の慣習に基づいたものであり、構造用パネルの買主に提供されるものである。

A1.2 再検査の要求

この規格に準拠していると証明されたパネルの品目あるいはロットについて買主側から再検査の要求があれば、それは売主側に提起されるべきである。この規格に準拠すると証明されたパネルが買主と売主の間で苦情処理の合意がないまま、購買、販売、出荷された場合、商標権を持つ有資格の試験・検査機関によって、そのパネルの再検査がなされるという同意があったものと見なすことができる。

A1.3 買い手の責任

下記の点について、再検査の要求を売主に提起することができる。

(a) パネルのグレードについて

仕切られた品目のグレードについて疑いがある時は、工場から最初の納入地点に到着後30日以内^{*6)}。

注^{*6)}：梱包された貨物の場合、30日の制限は貨物の納入後から最初の梱包を開梱した時までの期間を含むように延長される。但し、それは6ヶ月以内であって、問題のパネルが手つかずのままになっていることが確認され、又再検査の要求時点から少なくとも30日は移動しないでおくことが要求される。

(b) 外装用パネルの接着力について

はく離が見た目にも明らかな時。

(c) 暴露1種および2種の節及び節穴に関する接着力と耐久性について

工場から最初の納入地点に到着後6ヶ月以内にはく離が明らかに見られた時。

(d) 構造性能、例えば集中荷重に対するパネルの抵抗性について

工場から最初の納入地点に到着後6ヶ月以内。

(e) 物理的性質、例えばパネルの線膨張について

工場から最初の納入地点に到着後6ヶ月以内。

グレードに関して問題が生じたすべてのパネルについては、手付かずのままにしておくと同時に、適切な検査の妨げとなる損傷や汚染、さらには湿気への直接的な

暴露などを予防しなければならない。

品質に関して問題となったパネルは、再検査の要求時点から30日以内は他へ移動させてはならない。30日以内に、問題になった品物の一部あるいは全部が買主によって使用された場合、その使用した部分については買主が争いがなかったものと容認したものと見なされる。

A1.4 売主の責任

再検査の要求を受けた売主は、速やかにその要求のあったことを承諾しなければならない。

A1.5 経費と援助

もし問題になった品目、ロットあるいは貨物が、A1.6に規定された再検査に合格しなかった場合、再検査の費用は売主の負担となる。再検査に合格した場合、その費用は買主の負担となる。

買主は、再検査が順調に進むよう、合理的な助力を惜しんではならない。

A1.6 再検査の手続き及び解決法

A1.6.1 パネルの状態

この規格に準拠しているすべてのパネルが再検査される時は、塗装されていない生の状態でなければならない。この要求事項は接着力の再検査の場合には適用されない。

A1.6.2 パネルのグレード、サイズ及び厚さの再検査のためのサンプリング

買主又は売主の自由意志により、グレード、サイズ及び厚さについての再検査を、本規格への準拠が問題となった品目の全枚数について行ってもよい。しかし、買主又は売主は、荷口枚数の20%又は300枚のいずれか少ない方をサンプリングする検査に同意することもできる。これらのサンプルは問題となって再検査される品目を代表するものでなければならない。サンプリングの際、問題になっている各品目から抽出されるサンプルの枚数は、仕切書に書かれた各品目の枚数に比例していなければならない。グレード以下あるいはサイズや厚さが許容範囲外であると判明したパネルについては、不適当な商標を抹消し、再検査を行った有資格機関に承認された代理人が検査印を押して、適切な分類を表示し直さなければならない。

A1.6.3 パネルのグレード、サイズ及び厚さの再検査

もし再検査の結果、問題となっている品目の5%を越えるものが、仕切書に書かれたグレードより低く、又はサイズ及び厚さが許容範囲外であった場合には、その品目は再検査に不合格となる。不合格となったパネルを買主は引き取る必要はないが、その他のすべてのパネルは仕切書通り引き取らなければならない。

もし再検査の結果、問題になっている品目の5%以下が、仕切書に書かれたグレードより低く、又はサイズ及び厚さが許容範囲外であった場合には、その品目は再検査に合格したものとし、買主はそれらに対し、仕切書通りの支払いをしなければならない。これらの5%のグレードおよび寸法許容の他に、内層の間隙制限にも5%の許容が適用され、それらはPS1の3.8.1.に規定された埋木あるいは幅はぎされたクロスバンドに関する制限にも適用される。

A1.6.4 接着性能、節と節穴に関する接着耐久性、構造性能あるいは物理的性質

の再検査のためのサンプリング

問題になっている品目、ロット又は貨物の中から、20枚又は5%のいずれか少ない方の枚数が試験のためにランダムに選び出される。試験に必要なパネルの枚数をパーセンテージで計算する場合、0.01から0.49の端数は切下げ、0.50から0.99の端数は切上げることとする。このサンプル抽出は荷口全体にわたって、できる限り広範な位置から選び出さなければならない。もし、品目、ロット又は貨物の中に異なった接着要求事項を有するパネルがある時、試験及び評価はそれぞれの種類に応じて別々に適用される。

A1.6.5 接着力再検査のためのサンプリング

問題になっている品目、ロット又は貨物の中の未使用のパネルの再検査は、6.4およびA1.6.4に規定された手続きに従って実施されなければならない。もし再検査試験の結果、接着力が6.2.4の要求事項に合致しない場合には、その品目、ロット又は貨物は再検査に不合格となり、買主は荷受けを拒否することができる。もし接着力に関する要求事項に合致した場合には、その品目、ロット又は貨物は、仕切書通り買主が荷物を引き取らなければならない。ただし、買主は剥離している外装タイプのパネルを引き取る必要はない。

A1.6.6 節及び節穴に関する接着耐久性のための再検査

節及び節穴に関する接着耐久性の再検査は、売主と買主の間に合意がない場合、繊維直交方向に50mm(2インチ)を越え、76mm(3インチ)未満の節及び節穴に限定される。この範囲にある節及び節穴は6.4.19と6.4.20に従って再検査される。もしパネルが再検査のサンプリングより以前に暴露されていない場合、6.4.19と6.4.20に規定された乾湿繰返しを行うこと。

もし再検査試験の結果、接着力が節及び節穴の要求事項に合致しない場合には、その品目、ロット又は貨物は再検査に不合格となり、買主は荷受けを拒否することができる。もし接着力に関する要求事項に合致した場合には、その品目、ロット又は貨物は、仕切書通り買主が荷物を引き取らなければならない。

A1.6.7 構造性能の再検査

構造性能に関する再検査は、売主と買主の間に合意がない場合、集中荷重(5.5.1.1)のみに限定される。もし売主と買主が追加の試験に合意すれば、A1.6.4に示されたものよりはるかに多くのパネルが必要となる。

もし再検査試験の結果、集中荷重の要求事項に合致しない場合には、その品目、ロット又は貨物は再検査に不合格となり、買主は荷受けを拒否することができる。もし集中荷重に関する要求事項に合致した場合には、その品目、ロット又は貨物は、仕切書通り買主が荷物を引き取らなければならない。

A1.6.8 物理的性質の再検査

物理的性質に関する再検査は、売主と買主の間に合意がない場合、線膨張(5.5.2.1)のみに限定される。もし再検査試験の結果、線膨張の要求事項に合致しない場合には、その品目、ロット又は貨物は再検査に不合格となり、買主は荷受けを拒否することができる。もし線膨張に関する要求事項に合致した場合には、その品目、ロット又は貨物は、仕切書通り買主が荷物を引き取らなければならない。

表 1. 6.4.1に従って試験されたパネルの静的・動的集中荷重に関する性能基準値

最終用途における 定格スパン	試験暴露 条件 ^(a)	性能要求事項		
		最小終局荷重		0.89 kN (200-lbf)を作用 させた時の最小たわみ
		静的荷重	動的荷重 ^(d)	
屋根-16	乾燥 湿潤	1.78kN(400 lbf)	1.33kN(300 lbf)	11.1mm(0.438 in) ^{(b) (c)}
屋根-20	乾燥 湿潤	1.78kN(400 lbf)	1.33kN(300 lbf)	11.9mm(0.469 in) ^{(b) (c)}
屋根-24	乾燥 湿潤	1.78kN(400 lbf)	1.33kN(300 lbf)	12.7mm(0.500 in) ^{(b) (c)}
屋根-32	乾燥 湿潤	1.78kN(400 lbf)	1.33kN(300 lbf)	12.7mm(0.500 in) ^{(b) (c)}
屋根-40	乾燥 湿潤	1.78kN(400 lbf)	1.33kN(300 lbf)	12.7mm(0.500 in) ^{(b) (c)}
屋根-48	乾燥 湿潤	1.78kN(400 lbf)	1.33kN(300 lbf)	12.7mm(0.500 in) ^{(b) (c)}
屋根-54	乾燥 湿潤	1.78kN(400 lbf)	1.33kN(300 lbf)	12.7mm(0.500 in) ^{(b) (c)}
屋根-60	乾燥 湿潤	1.78kN(400 lbf)	1.33kN(300 lbf)	12.7mm(0.500 in) ^{(b) (c)}
床下張り-16	乾燥 湿潤/再乾燥	1.78kN(400 lbf)	1.78kN(400 lbf)	4.8mm(0.188 in) ^(b)
床下張り-20	乾燥 湿潤/再乾燥	1.78kN(400 lbf)	1.78kN(400 lbf)	5.6mm(0.219 in) ^(b)
床下張り-24	乾燥 湿潤/再乾燥	1.78kN(400 lbf)	1.78kN(400 lbf)	6.4mm(0.250 in) ^(b)
床下張り-32	乾燥 湿潤/再乾燥	2.45kN(550 lbf)	1.78kN(400 lbf)	5.3mm(0.207 in) ^(b)
床下張り-48	乾燥 湿潤/再乾燥	2.45kN(550 lbf)	1.78kN(400 lbf)	8.0mm(0.313 in) ^(b)
単層床-16	乾燥 湿潤/再乾燥	2.45kN(550 lbf)	1.78kN(400 lbf)	2.0mm(0.078 in) ^(a)
単層床-20	乾燥 湿潤/再乾燥	2.45kN(550 lbf)	1.78kN(400 lbf)	2.4mm(0.094 in) ^(a)
単層床-24	乾燥 湿潤/再乾燥	2.45kN(550 lbf)	1.78kN(400 lbf)	2.7mm(0.108 in) ^(a)
単層床-32	乾燥 湿潤/再乾燥	3.11kN(700 lbf)	1.78kN(400 lbf)	2.2mm(0.088 in) ^(a)
単層床-48	乾燥 湿潤/再乾燥	3.11kN(700 lbf)	1.78kN(400 lbf)	3.4mm(0.133 in) ^(a)

- (a) 「湿潤/再乾燥」は3日間継続的に濡らした後、乾燥状態で試験する。「湿潤」は3日間継続的に濡らした後、湿潤状態で試験する。「乾燥」は納入された状態のまま、あるいはASTM E-661に従って調湿した後に試験する。
- (b) 6.4.1に従って静的集中荷重を与えたときの基準値、続いて行われる動的の場合には適用しない。
- (c) 湿潤後のたわみは適用されない。
- (d) 荷重は24インチまでの定格スパンでは102N・m(75 lbf・ft)、32インチまでは122N・m(90 lbf・ft)、40インチまでは163N・m(90 lbf・ft)、48インチ以上では203N・m(150 lbf・ft)とする。
- (e) 6.4.1に従って、静的集中荷重とそれに続く衝撃荷重を作用させた場合に、適用する基準値。

表 2. 6.4.2に従って試験されたパネルの等分布荷重に関する性能基準値

最終用途の 定格スパン	試験暴露条件	性能要求事項	
		平均たわみ	最小終局分布荷重
壁-16	乾燥	(d)	3.6kPa(75 lbf/ft ²) (c)
壁-24	乾燥	(d)	3.6kPa(75 lbf/ft ²) (c)
屋根-16 ^(a)	乾燥	1.7mm at 1.68 kPa (0.067 in at 35 lbt/ft ²)	7.2kPa(150 lbf/ft ²)
屋根-20 ^(a)	乾燥	2.0mm at 1.68 kPa (0.080 in at 35 lbt/ft ²)	7.2kPa(150 lbf/ft ²)
屋根-24 ^(a)	乾燥	2.5mm at 1.68 kPa (0.100 in at 35 lbt/ft ²)	7.2kPa(150 lbf/ft ²)
屋根-32	乾燥	3.4mm at 1.68 kPa (0.133 in at 35 lbt/ft ²)	7.2kPa(150 lbf/ft ²)
屋根-40	乾燥	4.2mm at 1.68 kPa (0.167 in at 35 lbt/ft ²)	7.2kPa(150 lbf/ft ²)
屋根-48	乾燥	5.1mm at 1.68 kPa (0.200 in at 35 lbt/ft ²)	7.2kPa(150 lbf/ft ²)
屋根-54	乾燥	5.7mm at 1.68 kPa (0.225 in at 35 lbt/ft ²)	7.2kPa(150 lbf/ft ²)
屋根-60	乾燥	6.4mm at 1.68 kPa (0.250 in at 35 lbt/ft ²)	7.2kPa(150 lbf/ft ²)
床下張り-16	乾燥 湿潤/再乾燥	1.1mm at 4.79 kPa (0.044 in at 100 lbt/ft ²)	15.8kPa(330 lbf/ft ²)
床下張り-20	乾燥 湿潤/再乾燥	1.3mm at 4.79 kPa (0.053 in at 100 lbt/ft ²)	15.8kPa(330 lbf/ft ²)
床下張り-24	乾燥 湿潤/再乾燥	1.7mm at 4.79 kPa (0.067 in at 100 lbt/ft ²)	15.8kPa(330 lbf/ft ²)
床下張り-32	乾燥 湿潤/再乾燥	2.2mm at 4.79 kPa (0.088 in at 100 lbt/ft ²)	15.8kPa(330 lbf/ft ²)
床下張り-48	乾燥 湿潤/再乾燥	3.4mm at 3.83 kPa (0.133 in at 80 lbt/ft ²)	10.8kPa(225 lbf/ft ²)
単層床-16	乾燥 湿潤/再乾燥	1.1mm at 4.79 kPa (0.044 in at 100 lbt/ft ²)	15.8kPa(330 lbf/ft ²)
単層床-20	乾燥 湿潤/再乾燥	1.3mm at 4.79 kPa (0.053 in at 100 lbt/ft ²)	15.8kPa(330 lbf/ft ²)
単層床-24	乾燥 湿潤/再乾燥	1.7mm at 4.79 kPa (0.067 in at 100 lbt/ft ²)	15.8kPa(330 lbf/ft ²)
単層床-32	乾燥 湿潤/再乾燥	2.2mm at 4.79 kPa (0.088 in at 100 lbt/ft ²)	15.8kPa(330 lbf/ft ²)
単層床-48	乾燥 湿潤/再乾燥	3.4mm at 3.83 kPa (0.133 in at 80 lbt/ft ²)	10.8kPa(225 lbf/ft ²)

- (a) 屋根-16と屋根-20のパネルは、壁-16の性能要求事項を満足しなければならない。また、屋根-24のパネルは、壁-24の性能要求事項を満足しなければならない。
- (b) 「湿潤/再乾燥」は3日間継続的に濡らした後、乾燥状態で試験する。「乾燥」は納入された状態のまま、あるいはASTM E-661に従って調湿した後に試験する。
- (c) パネル主軸は試験の支持材に平行とする。
- (d) 適用されない。

表3. 6.4.2に従って試験された構造用1種下張りパネルの等分布荷重に関する性能基準値

公称厚さ	試験 暴露条件 ^(a)	性能要求事項	
		平均たわみ	最小終局分布荷重
11.1mm (7/16 in)	乾燥	2.5mm at 0.96 kPa (0.100 in at 20 lbf/ft ²)	4.3 kPa(90 lbf/ft ²)
11.9mm (15/32 in)	乾燥	2.5mm at 1.68 kPa (0.100 in at 35 lbf/ft ²)	6.5 kPa(135 lbf/ft ²)
12.7mm (1/2 in)	乾燥	2.5mm at 1.92 kPa (0.100 in at 40 lbf/ft ²)	7.2 kPa(150 lbf/ft ²)
15.1 & 15.9mm (19/32 & 5/8 in)	乾燥	2.5mm at 3.35 kPa (0.100 in at 70 lbf/ft ²)	11.5 kPa(240 lbf/ft ²)
18.3 & 19.1mm (23/32 & 3/4 in)	乾燥	2.5mm at 4.31 kPa (0.100 in at 90 lbf/ft ²)	14.4 kPa(300 lbf/ft ²)

(a) 「乾燥」は納入された状態、あるいはASTM E-661に従った調湿のこと。

表 4. 6.4.3に従って試験されたパネルの壁せん断荷重に関する性能基準値

最小公称厚さ	試験暴露条件 ^(b)	釘寸法 (コエンネイル)	釘の間隔		試験荷重		性能要求事項 ^(a)		
			パネルのエッジ	中間の柱 ^(c)	下張り	構造用1種下張り	最小たわみ	下張り	構造用1種下張り
			150mm (6in)	300mm (12in)	2.2kN/m (150 lbf/ft)	—	5.1mm (0.2 in)	9.5kN/m (650 lbf/ft)	—
7.9mm以下 (5/16 in)	乾燥	51mm (6d)			4.4kN/m (300 lbf/ft)	—	15.2mm (0.6 in)		
7.9mm (5/16 in)	乾燥	51mm (6d)	75mm (3in)	300mm (12in)	5.1kN/m (350 lbf/ft)	—	5.1mm (0.2 in)	14.3kN/m (980 lbf/ft)	—
9.5mm (3/8 in)	乾燥	64mm (8d)	75mm (3in)	300mm (12in)	6.0kN/m (410 lbf/ft)	6.7kN/m (460 lbf/ft)	5.1mm (0.2 in)	16.8kN/m (1150 lbf/ft)	18.8kN/m (1290 lbf/ft)
11.1mm (7/16 in)	乾燥	64mm (8d)	75mm (3in)	300mm (12in)	6.6kN/m (450 lbf/ft)	7.4kN/m (505 lbf/ft)	5.1mm (0.2 in)	18.4kN/m (1260 lbf/ft)	20.7kN/m (1415 lbf/ft)
11.9mm以上 (15/32 in)	乾燥	76mm (10d)	75mm (3in)	300mm (12in)	8.8kN/m (600 lbf/ft)	9.7kN/m (665 lbf/ft)	5.1mm (0.2 in)	24.5kN/m (1680 lbf/ft)	27.1kN/m (1860 lbf/ft)

(a) 枠材の間隔：壁-16、壁-20、屋根-16及び屋根-20のパネルでは、405mm(16in)o.c.。

その他の定格スパン及び構造用1種パネルでは、610mm(24in)o.c.。

(b) 「乾燥」は納入された状態、あるいはASTM E-661に従った調湿のこと。

(c) パネルの厚さが11.1mm(7/16in)以下で、柱の間隔が610mm(24in)o.c.のとき、中間の柱の釘間隔は150mm(6in)o.c.とする。

表5. 6.4.4に従って試験されたパネルのせん断と引き抜き荷重に関する性能基準値

					終局荷重に対する性能要求事項	
グレード	最終用途	パネル厚さ	釘の寸法 ^(a)	試験暴露条件 ^(c)	せん断	引き抜き ^(b)
下張り	壁	12.7mm (1/2 in) 以下	51mm (6d)	乾燥	534 N (120 lbf)	^(b)
		12.7mm (1/2 in) を越えるもの	64mm (8d)	湿潤/再乾燥	400 N (90 lbf)	^(b)
	屋根	12.7mm (1/2 in) 以下	51mm (6d)	乾燥	534 N (90 lbf)	89 N (20 lbf)
		12.7mm (1/2 in) を越えるもの	64mm (8d)	湿潤/再乾燥	934 N (210 lbf)	67 N (15 lbf)
	床下張り	12.7mm (1/2 in) 以下	51mm (6d)	乾燥	934 N (210 lbf)	89 N (20 lbf)
		12.7mm (1/2 in) を越えるもの	64mm (8d)	湿潤/再乾燥	712 N (160 lbf)	67 N (15 lbf)
単層床	床	12.7mm (1/2 in) 以下	51mm (6d)	乾燥	934 N (210 lbf)	89 N (20 lbf)
		12.7mm (1/2 in) を越えるもの	64mm (8d)	湿潤/再乾燥	712 N (160 lbf)	67 N (15 lbf)

(a) 平坦な胴部のコモンネイル

(b) 適用されない

(c) 「湿潤/再乾燥」は3日間継続的に濡らした後、乾燥状態で試験する。「乾燥」は納入された状態のまま、あるいはASTM E-661に従って調湿した後に試験する。

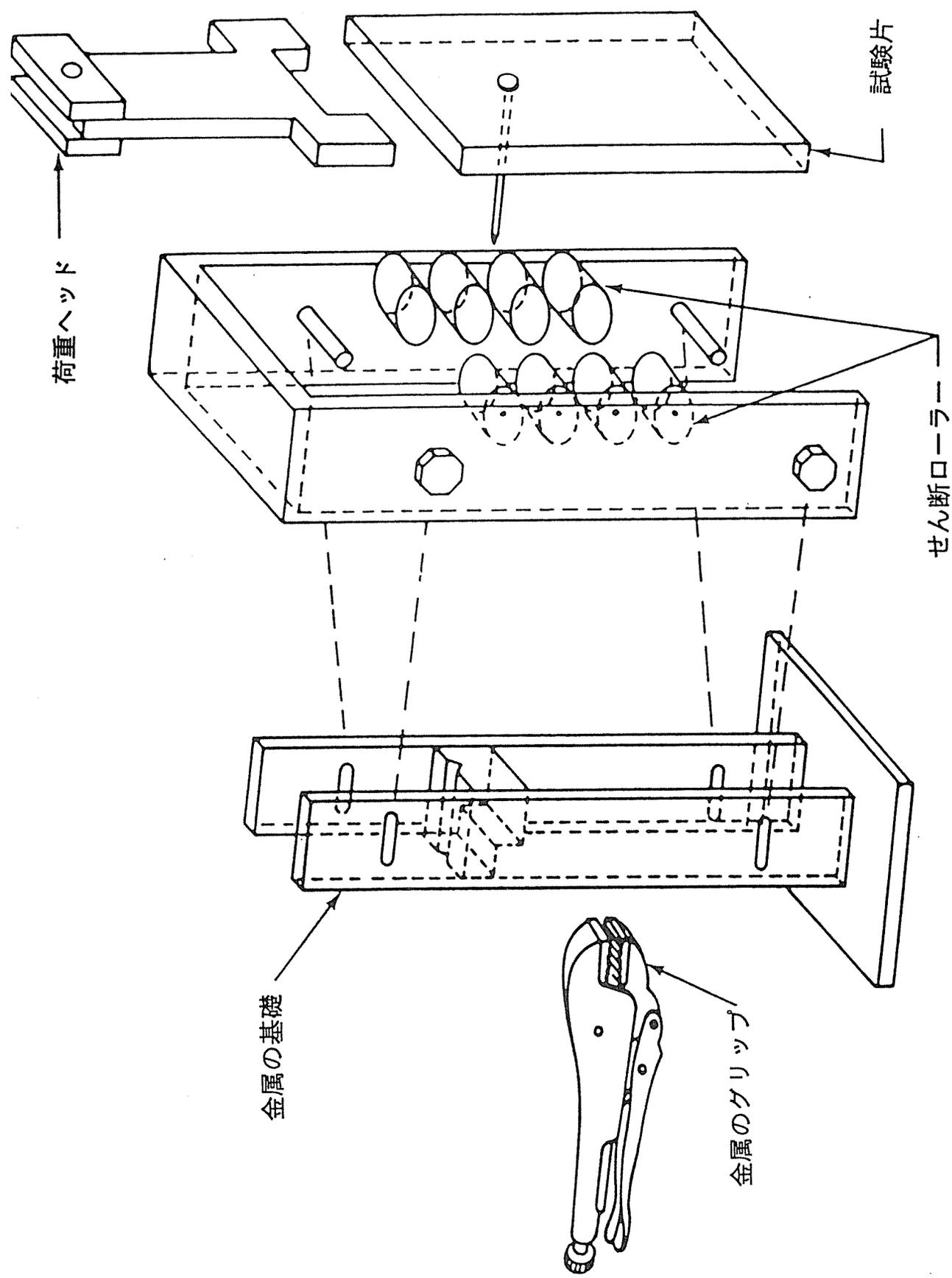


図3. 構造用パネルのせん断荷重に対する釘の保持性能測定装置

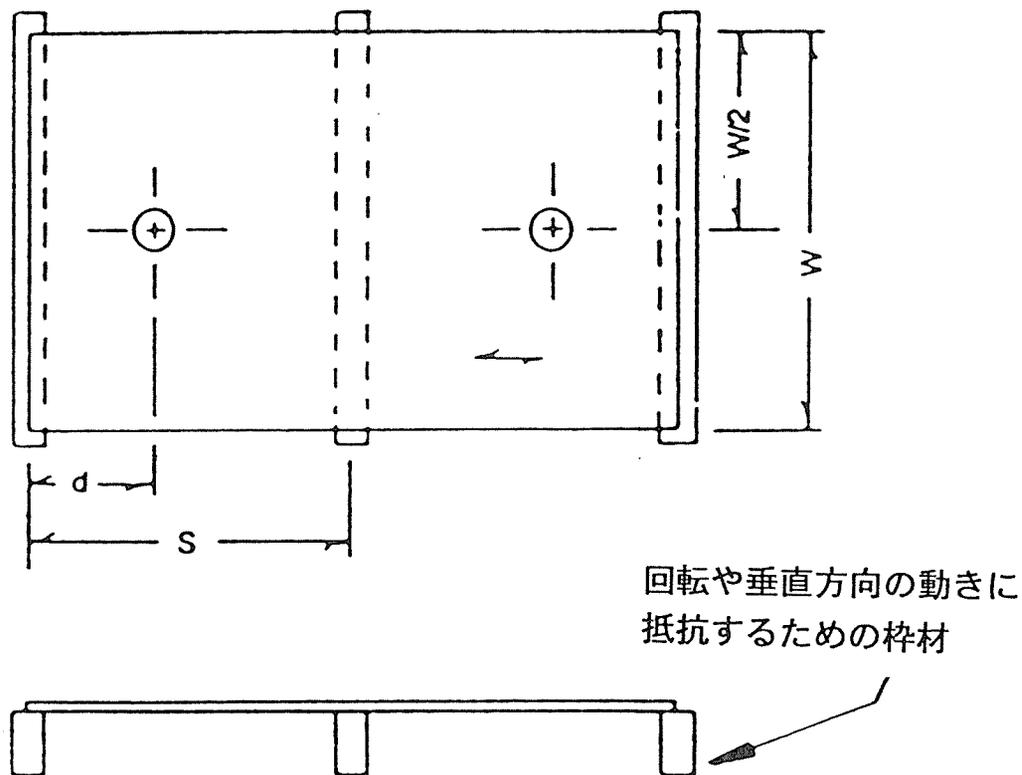


図2. 等分布荷重の試験体

- S = 支持材間の芯-芯距離
- d = $0.4215 \times S$
- W = パネルの幅、最小で595mm(23.5in)
- ⊕ = たわみ測定的位置

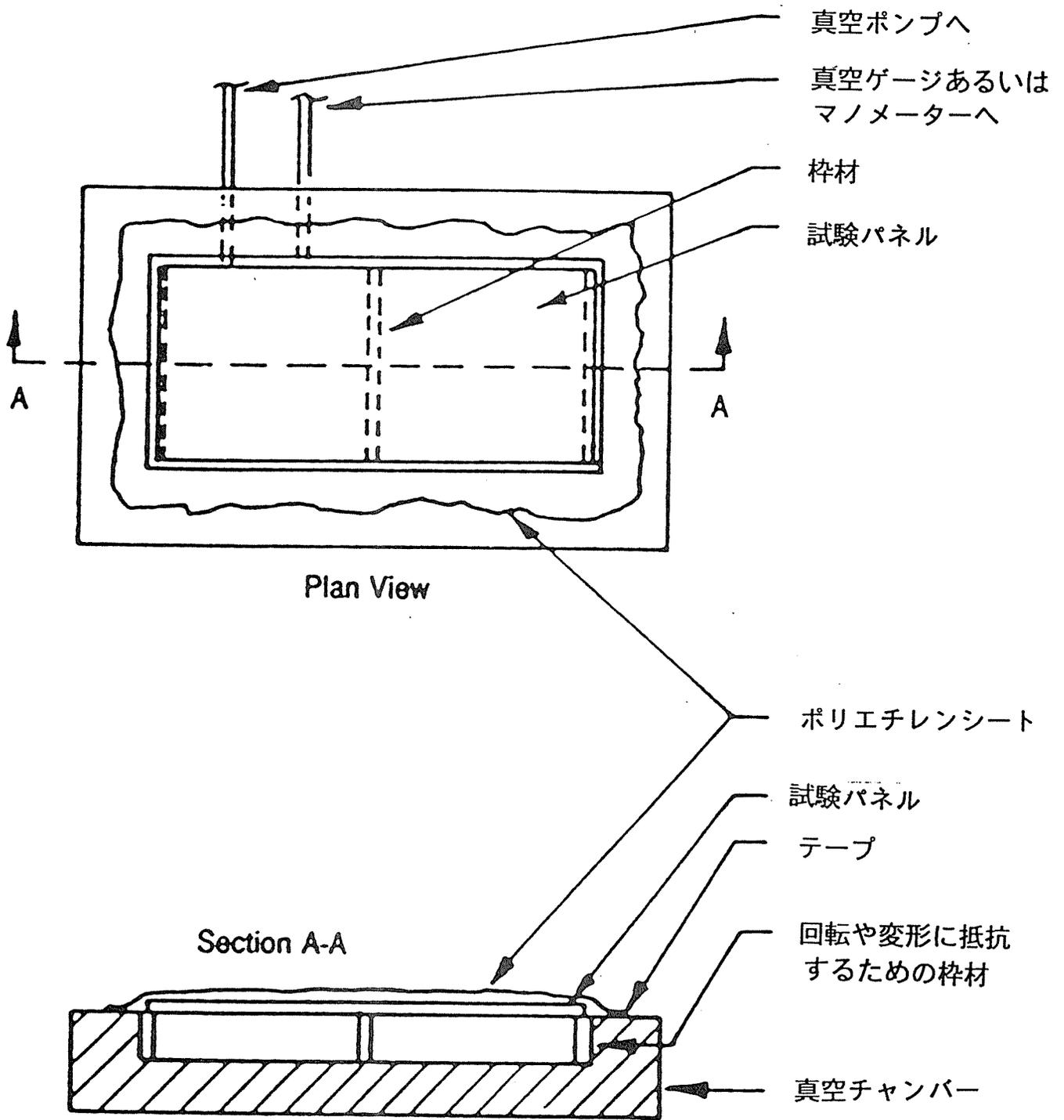


図1. 真空チャンバー試験装置

4. OSBの試作試験

4. 1 スギ間伐材を原料としたOSB

4. 4. 1 接着剤の種類と添加量の影響

(1) はじめに

スギ間伐材からフレーク（またはウエファー）状のパーティクルを作製した。そして、ユリア樹脂、メラミン・ユリア共縮合樹脂、フェノール樹脂およびイソシアネート系樹脂の4種類の接着剤を供試して、パーティクルへの接着剤の添加率（含脂率）を3、5、10、15%の4水準に設定してボード製造実験を行った。製造に際しては、接着剤を添加したパーティクルを機械的に配向させたものと、ランダムに配向させたもの2種類として、12mm厚の単層ボードを製造し、その材質について検討した。なお、目標ボード比重は0.6、ボードの大きさは40×40×1.2cmとした。

(2) 実験方法

1) パーティクルの作製と乾燥

まづ、スギ間伐材（並材、直径約25cm）の生材丸太から帯鋸で厚さ20mmの挽板を得た。その挽板の繊維方向が5cmとなるように鋸断してブロックとした後、垂直円盤カンナ台型シェービングマシン（MSH菊川（株）製）により50×20×0.6mmのフレーク状（ウエファー状といってもよい）パーティクルを得た。このパーティクルを充分天日乾燥した後、60℃に調節した熱風乾燥機で含水率が約3%になるまで乾燥し、直ちにビニール袋に貯蔵しておいた。

2) 供試接着剤とパーティクルへの接着剤等の添加方法

供試接着剤は、ユリア樹脂、メラミン・ユリア共縮合樹脂、フェノール樹脂およびイソシアネート系樹脂の4種類である。

表4-1 供試接着剤

供試接着剤	不揮発分 (%)	
フェノール樹脂	52.4	PL-222C
メラミン・ユリア共縮合樹脂	65.1	ユーロイドU-814
ユリア樹脂	65.1	ユーロイドU-755
イソシアネート系樹脂	100	UL-4800

含脂率は、3、5、10、15%の4水準とした。ユリアおよびメラミン・ユリア共縮合樹脂の場合は、所定量の接着剤、ワックス（セロゾール636、中京油脂製、添加率は全乾木材当り固形分0.5%）、硬化剤（20%塩化アンモニウム水溶液）およびアンモニア水を秤量した後、またフェノール樹脂およびイソシアネート樹脂の場合は所定量を秤量した後、ドラムブレンダーに所定量のパーティクルを入れ、エアレススプレーガンで添加した。なお、その際マット含水率が10%となるように調製した。

3) パーティクルの配向方法

パーティクルの配向には、当て板に垂直方向に高さ5cmのプレートを多数2cm間隔に取り付けた配向型枠（機械的配向法）を用いた。なお、プレート下部から当て板あるいはマット上面までの距離（自由落下距離）は2cmとした。

4) 熱圧条件

フェノール樹脂、メラミン・ユリア共縮合樹脂およびイソシアネート樹脂の場合の熱圧温度は180℃、ユリア樹脂の場合は160℃とし、圧縮圧力は35kgf/cm²、圧縮時間は8分とした。

5) 材質試験

材質試験は、吸湿寸法変化率試験を除いて、JIS A 5908¹⁾に準じて行った。すなわち、試験片の長さ方向を配向方向としたものと直交方向としたものおよびランダム配向の3種類の試験片の常態と湿潤曲げ試験、はく離強度、吸水厚さ膨張率、木ネジ保持力などについて検討した。吸湿寸法変化率は、20℃、65%RHから30℃、95%RHまで変化させた場合について、板面および厚さ膨張率を測定した。

(3) 結果と考察

1) ボード比重と平衡含水率について

製造したボードを20℃、65%RHの恒温恒湿室内で約2週間調湿した後のボード比重と平衡含水率と30℃、95%RHで調湿した時の平衡含水率の結果を、表4-2に示した。目標ボード比重を0.6としたが、イソシアネート系接着剤を用いて含脂率3%としたボードを除いて、ほぼ目標ボード比重に近いボードが製造できた。また、ユリアおよびメラミン・ユリア樹脂の65%RHでの平衡含水率はそれほどでもないが、その他の場合には含脂率が増加すると平衡含水率がやや低下する傾向がみられる。

2) パーティクルの配向の程度について

本実験で用いた配向装置の場合について、自由落下距離を種々変化させた時のパーティ

クルの配向の程度について予備的に実験を行った。その結果を写真4-1に示した。写真でも明らかなように、自由落下距離が短いほどパーティクルの配向の程度が良好であることがわかる。一般に、パーティクルの配向方法には、機械的方法と電気的方法とがあるが、前者は細長いパーティクルを配向できるが、形状・寸法の小さいパーティクルを配向させることは困難であり、そのような場合には後者の方法が用いられる。図4-1に、機械的方法によりスギのストランド・パーティクル(50 mm x 10 mm x 0.5 mm)を配向させた場合の自由落下距離を種々変化させた時の配向角の頻度分布の結果を示す²⁾。自由落下距離の増加とともに、配向角の分布曲線は徐々に平坦となり、ランダム配向の状態に近づく。図4-2は、このパーティクルとセミストランド・パーティクル(26mm x 2mm x 0.5mm)の平均配向角と自由落下距離との関係を示している。セミストランドの平均配向角は自由落下距離の増加とともに急激に増加し、その値はストランドよりは大きい。これはプレート間隔が10 mmではセミストランドに対して過大すぎることによると考えられ、プレート間隔はなるべくパーティクルの幅に近づけた方が良好な配向が得られる。ストランド・パーティクルの場合は、自由落下距離が3 cm以下では平均配向角に変化がなく、約10度である。しかし、それ以上では平均配向角が大きくなる。これはパーティクルがプレート間隔を通過して一度配向したものが、自由落下距離が長いと配向が乱れることによるものである。他方、これらの結果は、自由落下距離を自由に变化させることによりパーティクルの配向の程度が制御できることを意味している。

表4-2 製造したボードの比重と平衡含水率

樹脂 接着剤	含脂率 (%)	*1 ボード比重	平衡含水率(%)	
			65%RH*2	95%RH*3
ユリア	5	0.57	8.89	16.01
	10	0.61	8.44	15.20
	15	0.60	8.25	14.83
メラミン ユリア	3	0.56	8.86	15.88
	5	0.57	8.60	15.68
	10	0.59	8.36	14.94
	15	0.59	8.07	14.54
フェノール	3	0.58	8.30	16.32
	10	0.59	7.82	15.63
イソシア ネート	3	0.50	8.96	17.50
	10	0.55	8.34	16.42

*1 20℃, 65%RH, *2 20℃, *3 30℃

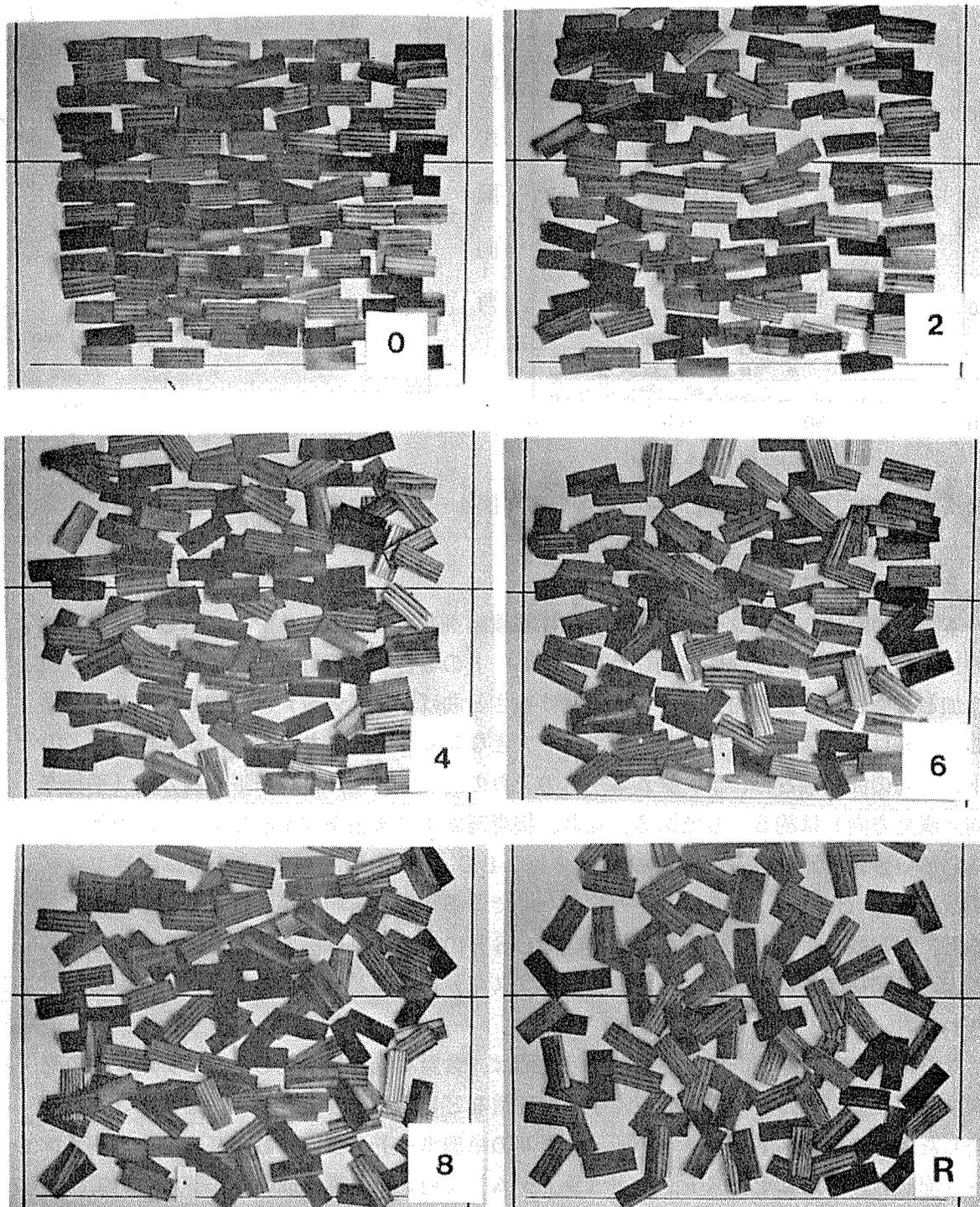


写真4-1 本実験に供したパーティクルの配向の程度
 写真中の数字は自由落下距離 (cm) を示す。

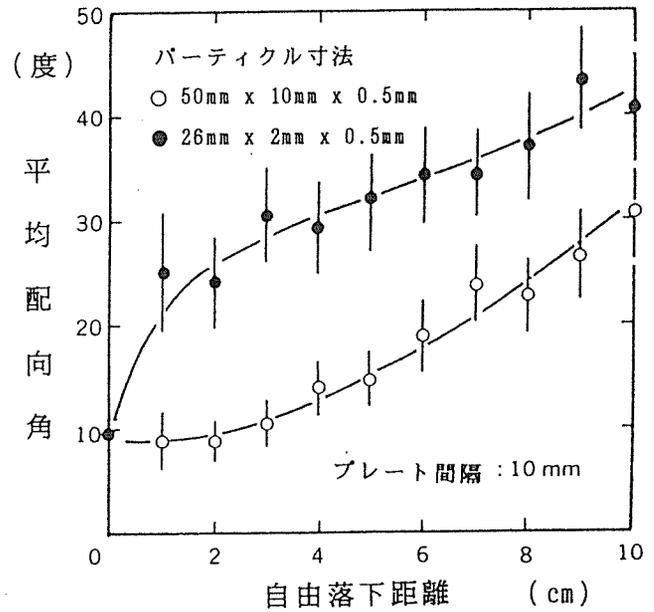
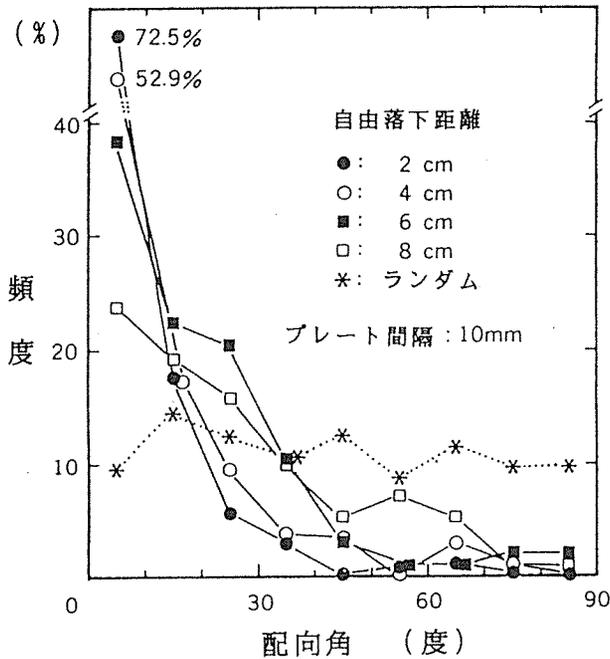


図4-1 自由落下距離と配向角の頻度分布 図4-2 自由落下距離と平均配向角の関係

3) 曲げ性能について

本実験で製造したフレックボードの曲げ試験結果を図4-3と4-4に示した。いずれの接着剤とも、また配向性およびランダムボードの場合も、接着剤の添加率(含脂率)の増加とともにほぼ直線的に曲げ性能(曲げ強さと曲げヤング係数)は増加している。常態曲げ性能は、接着剤が変化してもそれほど大きな差異は認められないが、配向性ボードの平行方向の曲げ強さは、ランダムボードのその約2倍、配向性ボードの異方度(平行方向/直交方向)は約5~6である。なお、接着剤および含脂率は不明であるが、市販されているOSB(比重0.63)の曲げ強さは $380.7 \pm 75.34 \text{ kgf/cm}^2$ 、曲げヤング係数は $58.35 \pm 11.64 \times 10^3 \text{ kgf/cm}^2$ である³⁾が、含脂率が10%であると仮定すると、本実験で得られた曲げ性能は市販のOSBのそれよりは優れており、これは90%以上が繊維長の長い仮導管から成る針葉樹(スギ)を原料としていることによるものとみられる。

なお、このような配向性ボードの曲げ性能は、含脂率以外に前記したパーティクルの配向度やパーティクルの寸法・形状、ボード比重などにより影響される²⁾。図4-5は、前記したスギのセミストランド・パーティクルの単層ボード(配向)および表層にストランド(配向)、心層にセミストランド(ランダム)を用いた3層構成のボードについて、パーティクルの配向度、ボード比重と曲げ性能との関係を示したものである。供試接着剤はメラミン・ユリア樹脂接着剤で、含脂率は単層は10%、3層の場合は表層11%、心層7%とした。図にみられるように、曲げ性能とボード比重の間には放物線的な関係がある。

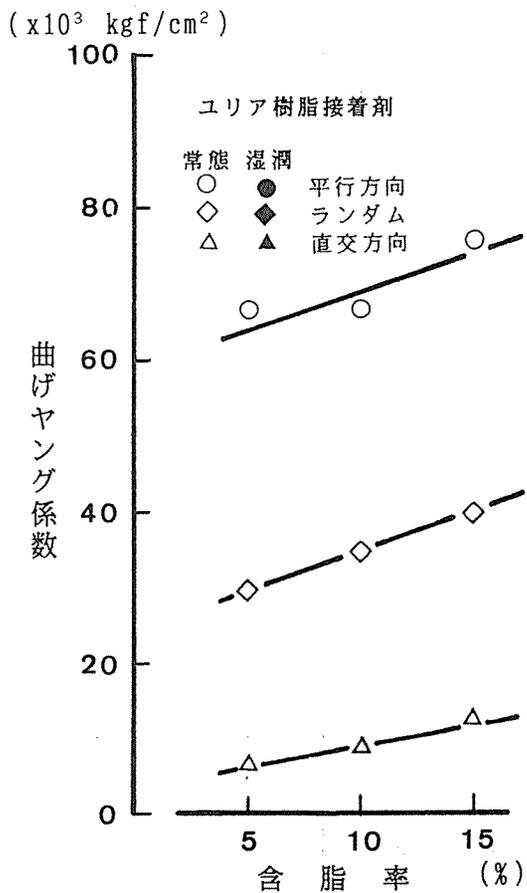
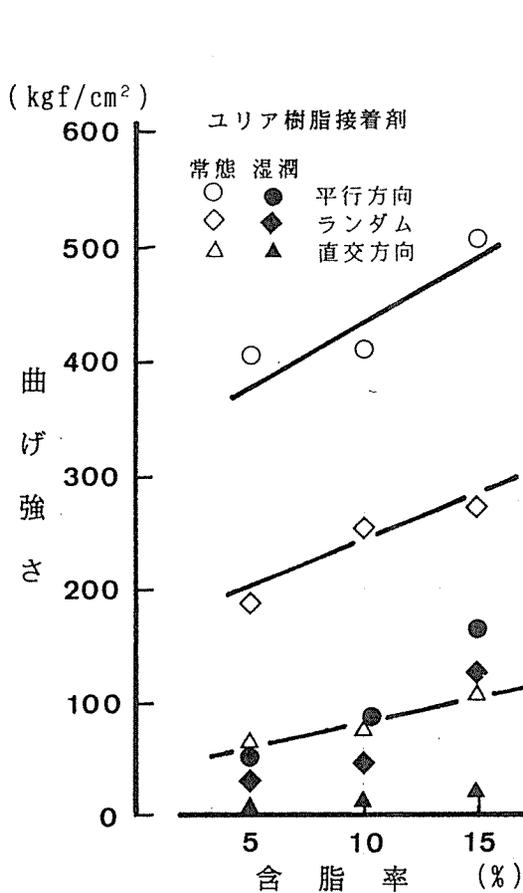
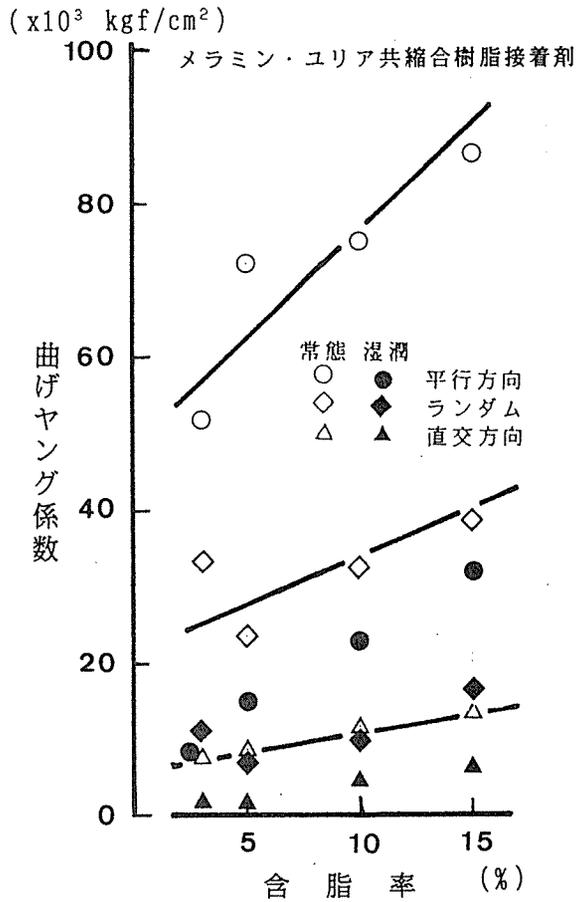
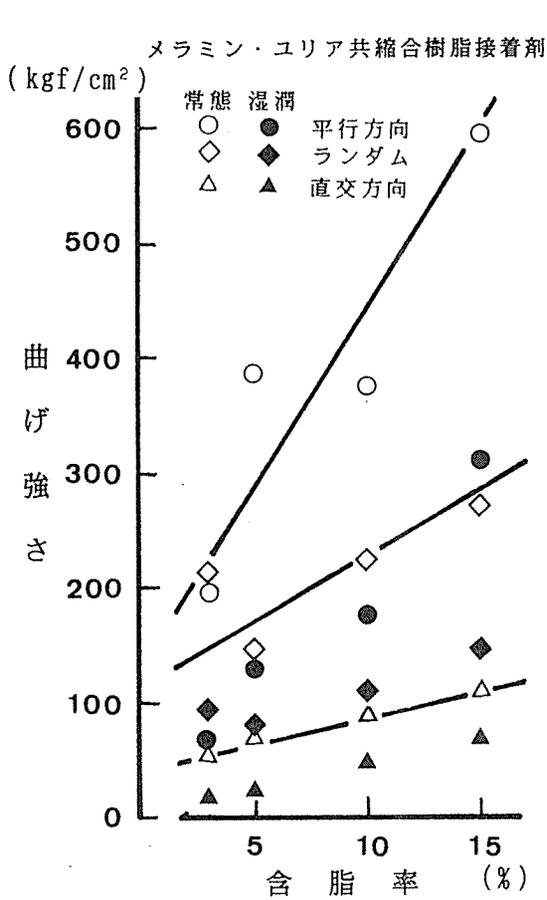


図4-3 曲げ性能の結果 (メラミン・ユリアとユリア樹脂接着剤)

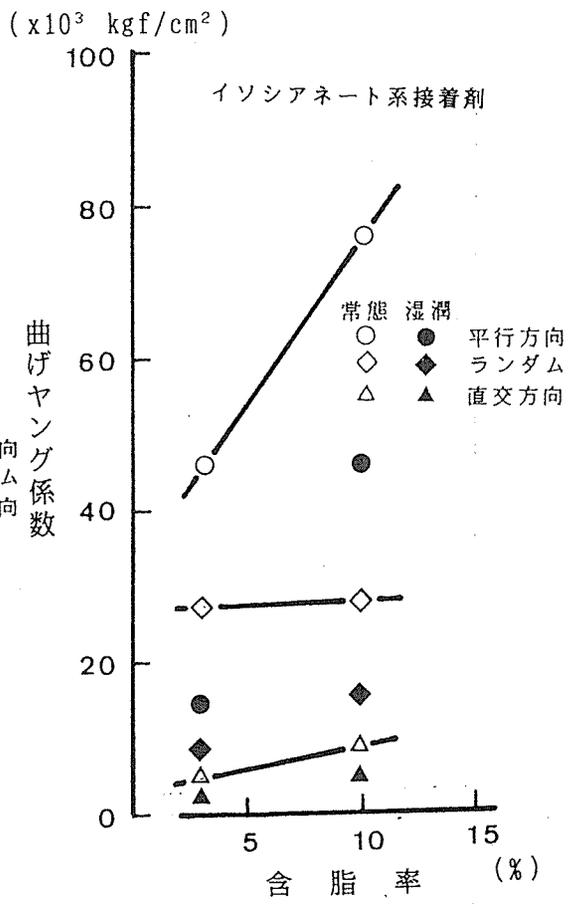
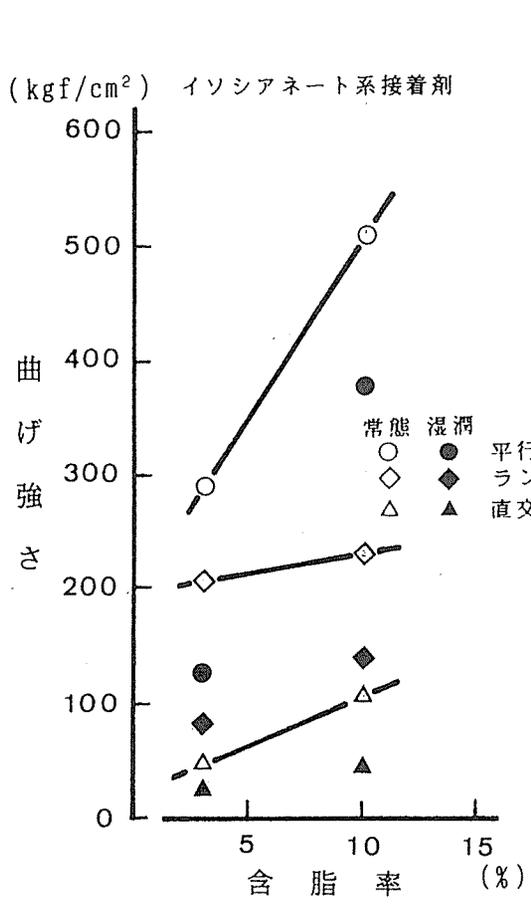
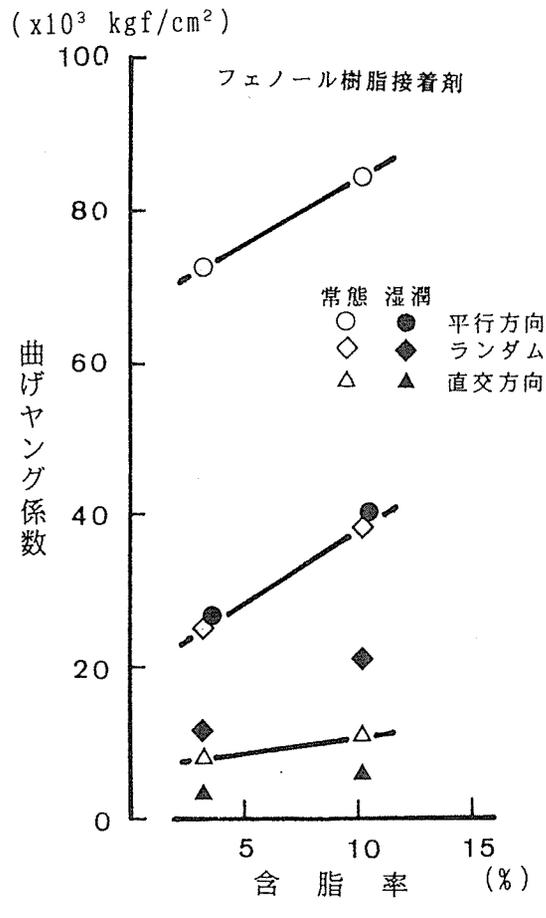
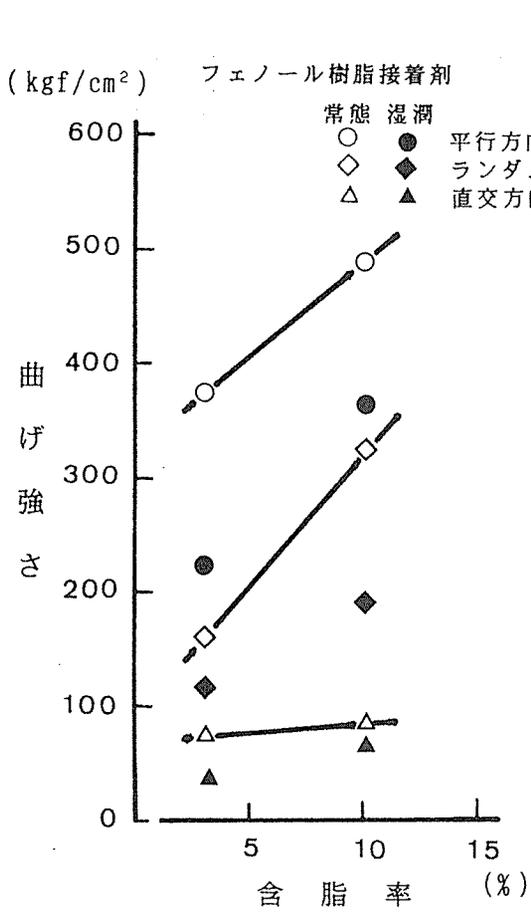


図4-4 曲げ性能の結果 (フェノールとイソシアネート樹脂接着剤)

ボード比重が0.5から0.7に増加すると、単層ボードの曲げ強さは約2倍になり、また3層ボードでは約65%の増加を示す。さらに、パーティクルの配向の程度が良好となるとともに曲げ性能が向上し、単層ボードの場合、平均配向角が44度から13度に低下すると配向方向の曲げ強さはランダムボードのその約2倍になり、直交方向のそれは1/2となる。3層ボードの曲げ性能は単層ボードのそれよりは大きい、これはパーティクルの細長比が大きいこととボードの厚さ方向の比重分布が単層ボードのそれと異なることによるものである。なお、表層と心層のパーティクルの構成比によっても曲げ性能が変化する⁴⁾。

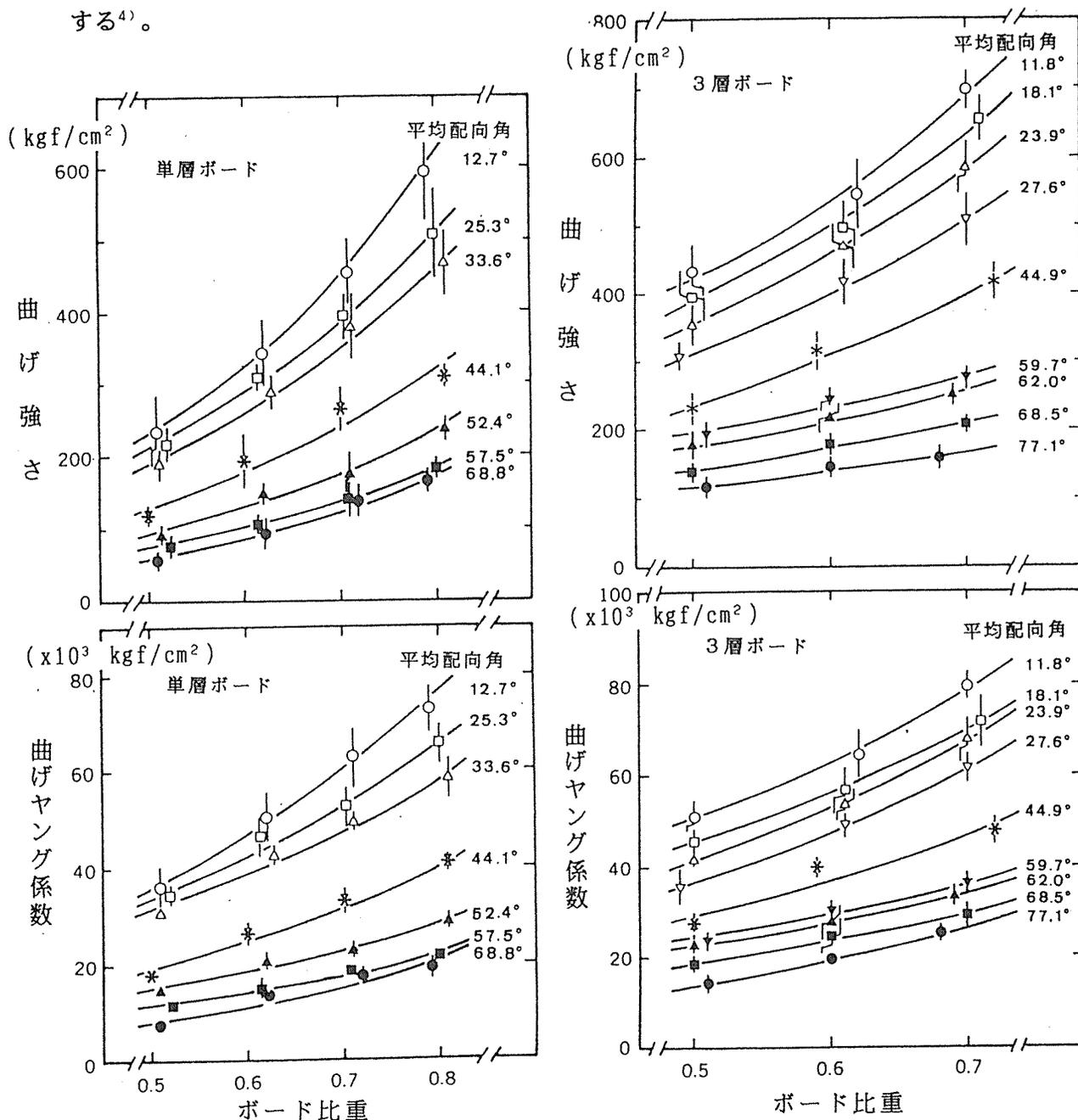


図4-5 ボード比重、平均配向角と曲げ性能との関係

4) はく離強さについて

パーティクル間の接着力を示すといわれるはく離強さは、図4-6にみられるように、含脂率の増加とともに放物線的あるいは直線的に増大する。JIS規格¹⁾では、はく離強さは3 kgf/cm²以上とされているが、含脂率3%ではいずれの接着剤でも合格しない。含脂率10%では、イソシアネート系接着剤でのはく離強さの値が他の接着剤での値に比べ

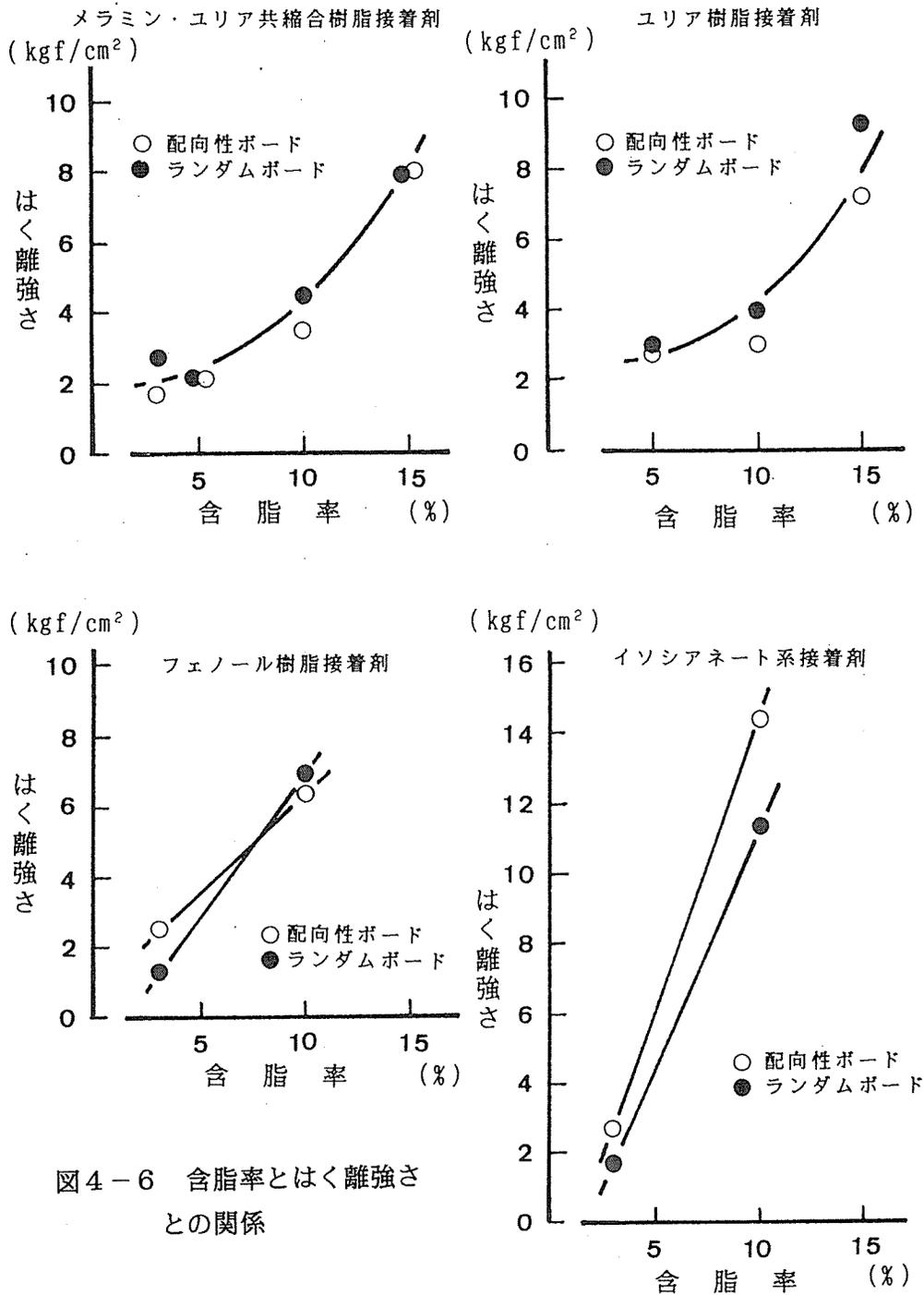


図4-6 含脂率とはく離強さとの関係

て極端に大きく、イソシアネートの反応性が高いことを示唆している。また、イソシアネート系接着剤を除いて、配向性ボードとランダムボードのはく離強さの間には有意な差異はみられない。なお、市販のOSB(12mm厚、比重0.63)のはく離強さは、 $5.03 \pm 1.3 \text{ kgf/cm}^2$ である³⁾。

5) 吸湿および吸水厚さ膨張率について

20°C、65%RHおよび30°C、95%RHで平衡させた時の寸法を測定し、全乾時の寸法を基準にして算出した厚さ膨張率の結果を表4-3に示した。また、24時間吸水させた場合のボードの厚さ膨張率の結果を図4-7に示したが、いずれの接着剤の場合も、また配向性ボード、ランダムボードともに、含脂率の増加とともに減少する傾向を示している。これらの結果は、図4-6に示したはく離強さの結果とよく対応している。すなわち、含脂率が増加するとともにパーティクルの密着性が良くなること、またボード比重を一定としているため、含脂率の増加とともにボード1枚当りの木材実質量が低下することが原因して圧縮比(ボード比重/原料木材の比重)が低下することが原因して吸水率が低下し、さらに厚さ膨張率が低下するものとみられる。

また、イソシアネート系接着剤の場合を除いて、配向性ボードの厚さ膨張率はランダムボードのそれよりやや大きい値となっている。なお、JIS規格では、厚さ12.7mm以下のボードの厚さ膨張率は25%以下と規定されているが、この値を参考にすると、メラミン・ユリアおよびフェノール樹脂接着剤の場合は含脂率を10%で、イソシアネート系接着剤のそれは5%で合格することを示している。また、市販のOSBの厚さ膨張率は $15.02 \pm 2.47\%$ という値が報告されている³⁾。なお、上記したスギのセミストランドおよびストランド・パーティクルの場合、パーティクルの配向度を種々変化させてもボードの吸水厚さ膨張率には大きな差異はみられず、むしろボード比重の影響が大きく現れる²⁾。

表4-3 供試接着剤、含脂率と吸湿厚さ膨張率との関係

樹脂 接着剤	含脂率 (%)	*1 ボード比重	厚さ膨張率(%)			
			20°C, 65%RH		30°C, 95%RH	
			配向性	ランダム	配向性	ランダム
ユリア	5	0.59	4.55	4.56	19.40	17.30
	10	0.61	3.57	4.21	15.05	14.34
	15	0.63	3.69	3.01	13.09	9.75
メラミン・ ユリア	3	0.59	4.45	3.68	21.74	13.47
	5	0.61	3.84	3.89	17.30	15.72
	10	0.62	3.18	3.95	10.77	14.03
	15	0.62	2.80	3.23	10.16	10.01
フェノール	3	0.61	4.32	4.34	20.34	14.70
	10	0.62	3.26	3.54	13.15	13.06
イソシアネート	3	0.53	6.41	6.73	22.97	21.17
	10	0.57	3.91	3.98	12.07	10.54

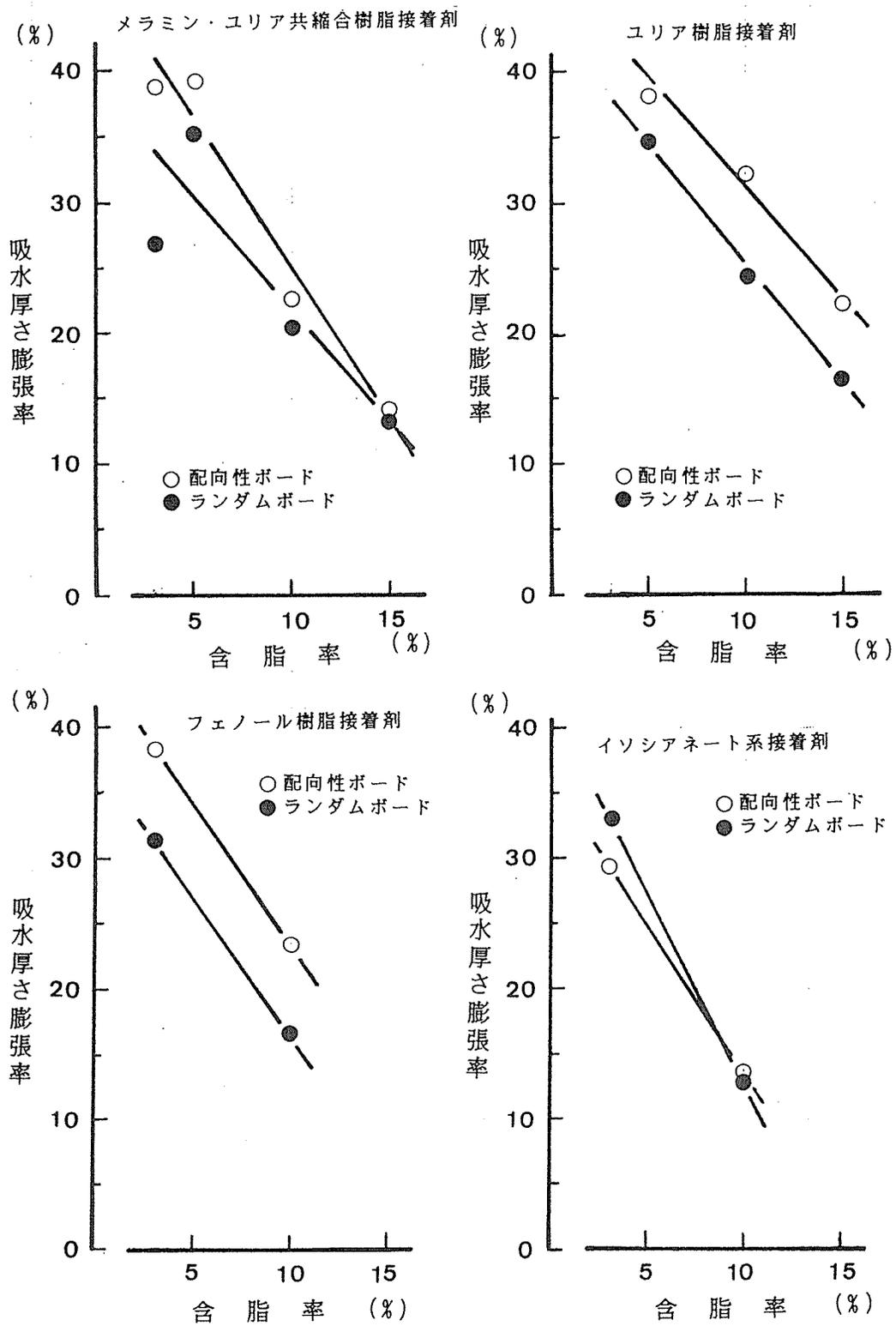


図4-7 供試接着剤、含脂率と吸水厚さ膨張率との関係

6) 吸湿による板面寸法変化率について

20℃、65%RHで調湿した後、次いで30℃、95%RHの条件で平衡させた時の寸法を測定し、65%RHの時の寸法を基準にして算出した板面寸法変化率の結果を図4-8に示した。図にみられるように、配向性ボードの平行方向は素材の繊維方向に相当するので、その寸法変化率はかなり小さく、0.025~0.087%の範囲にあり、供試接着剤の種類や含脂率にはあまり影響されない。また、ランダムボードの板面寸法変化率は0.057~0.109%の範囲にある。それに対して配向性ボードの直交方向の寸法変化率は0.515~0.806%の範囲にあり、平行方向に比べてかなり大きい値になるが、含脂率の増加とともにやや寸法変化率が減少する傾向がみられる。本実験では単層ボードについて検討したが、板面寸法変化率を低減するためにはパーティクルの直交配向を行なうことが得策であろう。また、平行方向やランダムボードでの寸法変化率の値がかなり小さいが、これは供試したパーティクルの平坦比が大きく影響しているものとみられる。

また、表4-4は、20℃、65%RHから30℃、95%RHの条件に変化させた時の含水率1%当りの寸法変化率を示しているが、配向性ボードの平行方向の値はランダムボードのその約1/2~1/3となっている。このように、寸法・形状の大きいパーテ

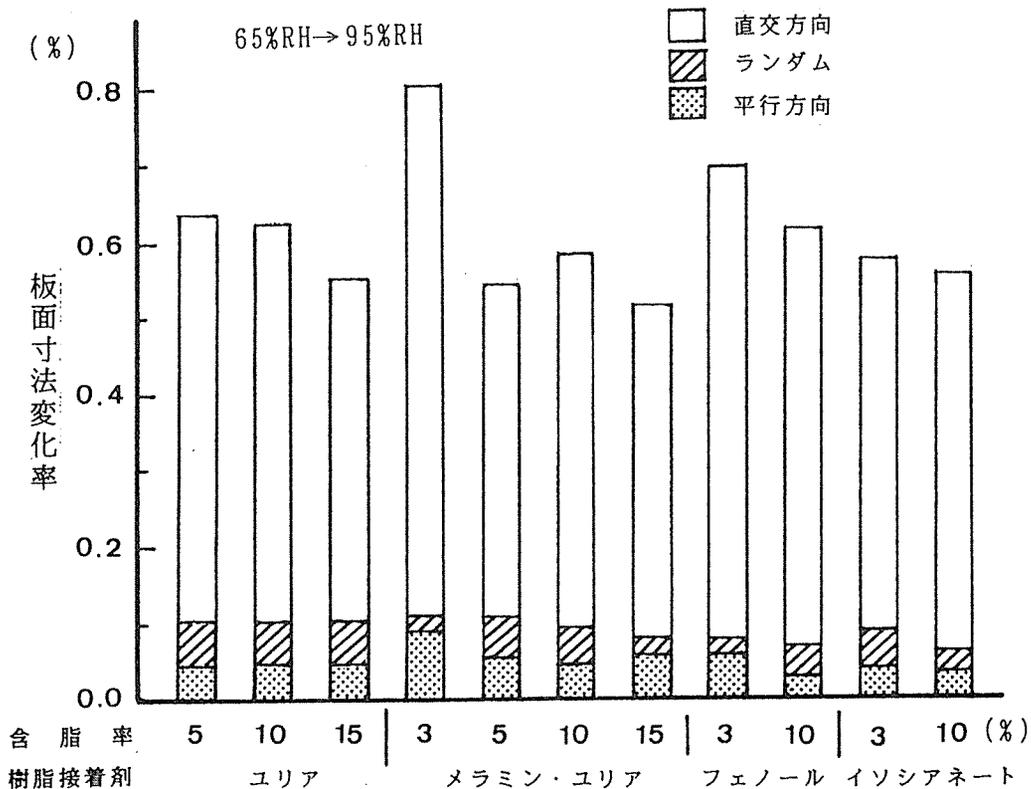


図4-8 65%RHから95%RHに変化させた時の板面寸法変化率

ィクルを配向することにより板面の寸法変化率はかなり小さくなるが、前項に示したように厚さ膨張率が大きくなる。したがって、パーティクルの厚さをもう少し薄くするか、あるいは化学修飾やスチーム処理などの方策を考慮する必要がある。

表4-4 含水率1%当りの寸法変化率(%/%)

樹脂 接着剤	含脂率 (%)	含水率1%当りの寸法変化率(%)		
		配向方向	ランダム	直交方向
ユリア	5	0.0054	0.0157	0.0923
	10	0.0091	0.0102	0.1003
	15	0.0060	0.0163	0.0884
メラミン・ ユリア	3	0.0120	0.0162	0.1441
	5	0.0070	0.0157	0.0778
	10	0.0029	0.0144	0.0953
	15	0.0074	0.0121	0.0839
フェノール	3	0.0072	0.0071	0.0899
	10	0.0030	0.0082	0.0855
イソシアネート	3	0.0042	0.0099	0.0692
	10	0.0050	0.0073	0.0732

文 献

- 1) JIS A 5908 (パーティクルボード)
- 2) Hiromu Kajita: Oriented Particleboard with Sugi Thinnings (*Cryptomeria japonica*) I. Effects of degree of particle alignment and board density on physical and mechanical properties. *Mokuzai Gakkaishi*, **33**, 865-871(1987)
- 3) 鈴木滋彦: 日本木材加工技術協会木質ボード部会主催「新時代を迎えた木質ボード類」-防・耐火性、耐久性、木質ボードを取り巻く情勢-講習会要旨、p.59、東京、1995年
- 4) 梶田 熙、棕代純輔: 3層配向性パーティクルボードの材質に及ぼす層構成比の影響、*材料(日本材料学会誌)*、第39巻、第444号、1218-1222(1990)

4. 1. 2 スギ材を原料としたOSBの材質に及ぼす層構成因子の影響

スギOSBの材質に係わる製造因子の中から、本報告では、1)ストランド長さ、2)層構成比率、3)配向の種類の影響について実験的に検討した。また、ストランドの配向角を評価した。

(1) ストランドの調製

厚さ20mmのスギ板材（気乾比重0.36）を繊維方向の長さL（L=30mm、50mm、70mm）に鋸断し、ディスクフレイカーを用いて厚さ0.6mmのストランドを切削した。長さ50mmのストランドをコントロールとして、30mmおよび70mmを比較用に用いた。ストランドはボード製造前に含水率2%以下（平均含水率1.8%）に乾燥した。

(2) 試作ボードの種類

試作したボードの種類を表-1に示す。ストランド長は3種類、配向の種類は、O、O-O-O、O-R-O、Rの4種類とした。ここでOは1方向にストランドを配向させた1軸配向ボード、O-O-Oはストランド配向を3層直交させたボード、O-R-Oは表裏層が同一方向に配向しコア層が無配向（ランダム）のボード、Rは無配向のボードである。O-O-OおよびO-R-Oは芯層の配向状態の異なるOSBを想定して試作した。O-R-Oボードの層構成比は25%（表層）：50%（芯層）：25%（裏層）とした。同表中の1軸配向（O）、ランダム（R）ボードの構成比率は意味をなさない。

3層直交ボード（O-O-O）については層構成比率を変化させた4種類のボードを製造し、1軸配向ボードを加えた5種類を層構成比率の検討に供した。

(3) ボード製造

600×600×450mmの試作ボックス型ブレンダーを約25rpmで回転させ、エアースプレーガンで接着剤を塗布した。大形ストランドへの接着剤の塗布は一般のパーティクルと比して難しいため、回転数、1回の投入量およびエアーの量などを繰り返し試行して最適な塗布条件を決定した。

ボードの製造条件は以下の通りである。寸法：370×370×12mm、目標比重：0.65、接着剤：液体PF樹脂接着剤、レジンコンテンツ：6%（固形分重量/全乾木材重量）、熱圧温度：180℃、圧力：26kgf/cm²、熱圧時間：10分、ワックス：無添加、表面：未研削。

1軸配向ボード（O）、3層ボード（O-O-OならびにO-R-O）の配向は、間隔20mmのプレートを用い、自由落下距離は20mm±10mmとした。図-1に配向装置の模式図を示す。手まきによりストランドを配向させマット表面とプレート下端との距離が20mmになるように心掛けた。またマットを均一にフォーミングするために試行錯誤を繰り返した。配向と均一フォーミングは実機ではすでに正確にコントロールされているが、

表-1 ボードの配向および層構成

配向方法		O			O-O-O			O-R-O			R		
		3	5	7	3	5	7	3	5	7	3	5	7
層 構 成	5-90-5 (%)					○							
	15-70-15					○							
	25-50-25				○	○	○	○	○	○			
	35-30-35					○							
	単層	○	○	○							○	○	○

○印の条件ボードを製造した。

配向方法：O；1軸配向ボード、 O-O-O；3層直交配向ボード

O-R-O；芯層無配向の配向ボード、 R；無配向ボード。

層構成：表層、芯層、裏層の重量%。

実験室レベルで新たに製造を行う際には、最も難しいプロセスである。本実験では、レジンを塗布と配向フォーミングの試行錯誤とは別に、2回の製造予備試験を通して実験室パネル製造の技術を蓄積した。

(4) 材質試験

製造後調湿を行い300×300mmに裁断したパネルを用いて、プレートせん断試験を行い、続いて板を打撃した時に発生する音のパワースペクトルのピークから直交2方向のヤング率とせん断弾性率を求めた。

幅50mmに裁断した後、打撃音による弾性定数の評価を行い、JISに準拠した静的曲げ試験を行った。

(5) ストランド配向角の測定

OSBの機械的性質に強く影響を及ぼすストランドの配向角について、ストランド長さ、自由落下距離の2因子について評価した。図-1に示した自由落下距離を20、40、60、80、100mmと変化させた。ストランド約100枚をプレートを通して配向させた。これを写真撮影し、プリントを拡大コピーした図からデジタイザーを用いて配向データをパソコンに収めた。50mmストランド長さについては10回の繰り返しを行い、各自由落下距離条件ごとに約1000枚の配向角を収集した。ストランド長さ30mm、70mmについては1条件約200枚のストランドの配向データを収録した。同様に、ランダム条件の配向角を測定した。

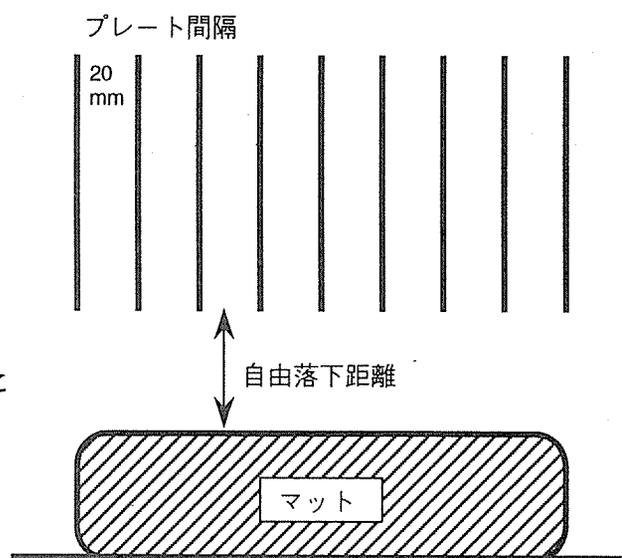


図-1 配向装置の模式図

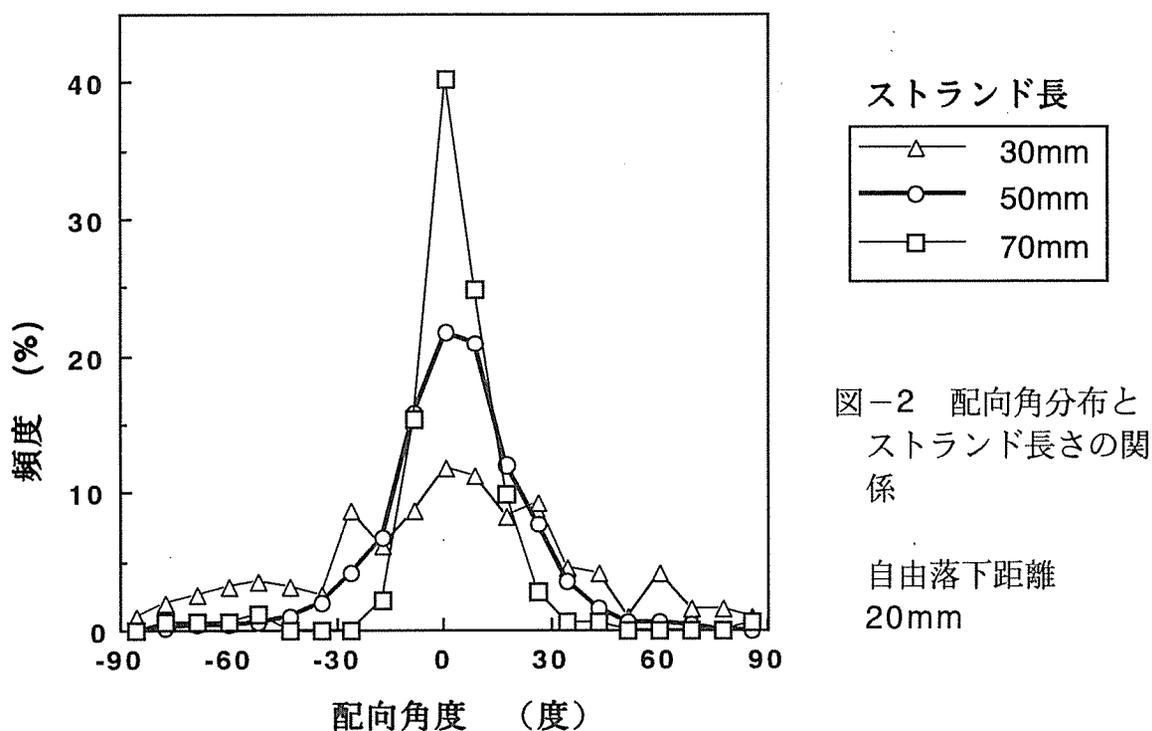


図-2 配向角分布と
ストランド長さの関
係

自由落下距離
20mm

(6) ストランド配向の評価

自由落下距離20mmの条件でフォーミングした時のストランド配向角の分布をストランド長さ別に図-2に示した。ストランド長30および70mmは約200枚、50mmは約1000枚の配向角度のデータを-90~+90度の間を21に区分し頻度分布を求めた。当然の結果ではあるが、ストランド70mmが最も配向度が良く次いで50mm、30mmとなっている。また、ストランド長70mmでは、配向角度が-30度~+30度の間ほとんどのストランドが入っているのに対して、ストランド長30mmでは全体になだらかな分布となっている。

3種類のボード(0、0-0-0、0-R-0)での配向層はここに示した分布状態のストランド配向が施されており、これらの強度を比較する場合には、ストランド長によって配向度が異なることを考慮する必要がある。

図-3はストランド長50mmのストランド配向角の分布と自由落下距離の関係を示している。各条件とも約1000枚のストランドの測定結果に基づいている。自由落下距離が短いほど分布は中央にシャープになっている。自由落下距離20~40mmでは、ほぼ正規分布に近い形状を示しているのに対して、自由落下距離60mm以上になると一定の値をベースとして、その上に角度0度を中心とする正規分布が加算された形状となっている。ランダム配向では多少の凹凸はあるがほぼ一定の値をとっている。

ここでは配向角度0度を中心として $\pm\pi/2$ を範囲とする配向角の評価方法を用いた。分布状態に及ぼす自由落下距離とストランド長の影響を、データの標準偏差により比較した(図-4)。ストランド長が短くなるにつれて、また自由落下距離が大きくなるにつれて標準偏差は大きくなっていることが分かる。同図にはランダム配向させたデータを同時にプロットした。 $-\pi/2$ から $+\pi/2$ の範囲に確率密度 $1/\pi$ で均一に分布するデータ

の標準偏差は $\pi / (12)^{0.5}$ となる。ランダム配向のデータはこの値とほぼ一致している。

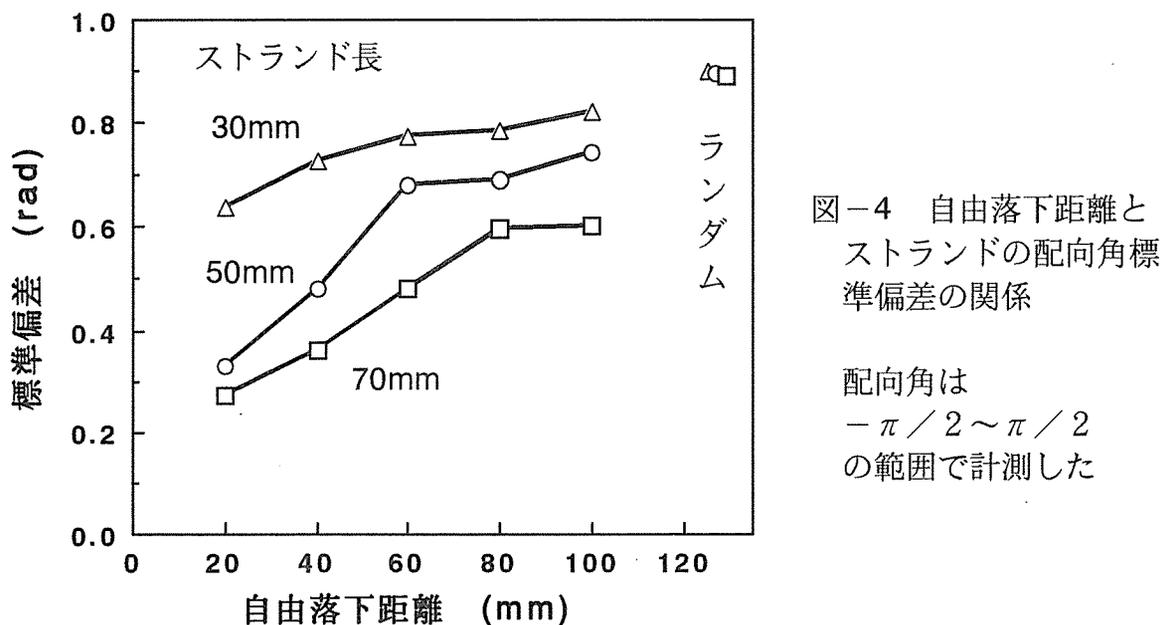
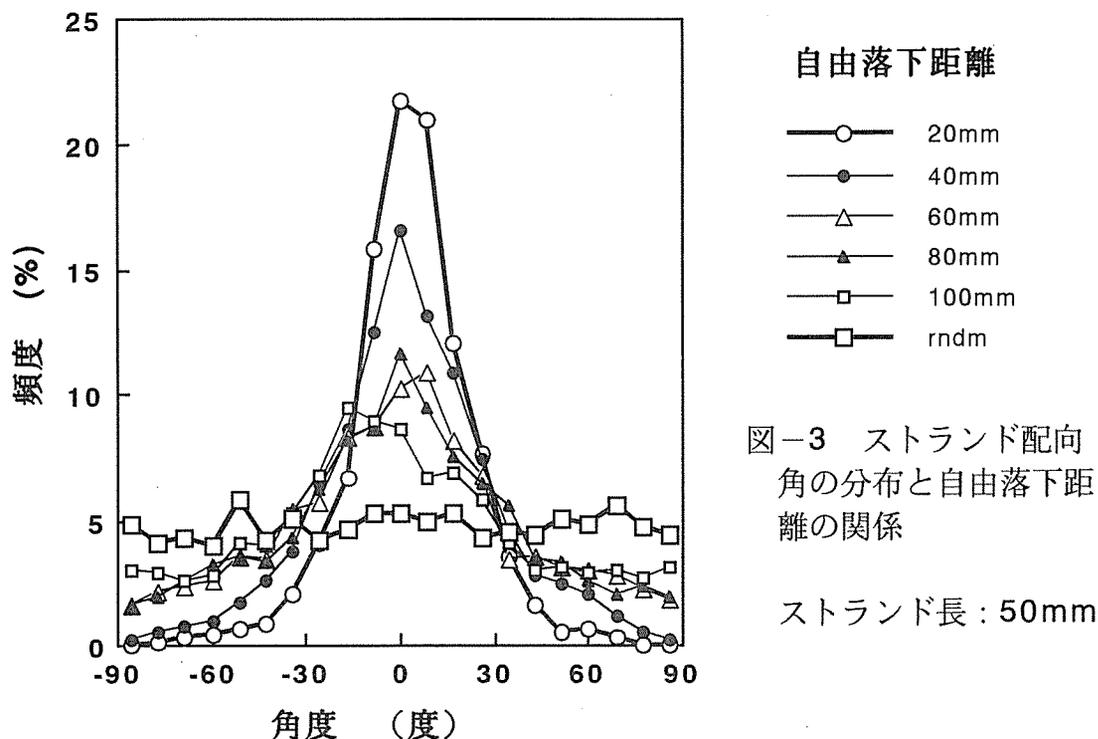


図-4に示した標準偏差を用いること、または図-2、図-3に示した配向角度の分布データを用いることで、実際に本実験で製造したボードのstrand配向をコンピュータシミュレーションにより再現することができる。配向と強度モデルについては二三の研究事例があるが現時点では十分な強度モデルは構築されていない。今後、強度予測等を行う際には、この分布データを用いることができる。

配向角のデータを用いて、ここではstrand配向の様子を再現することを試みた。図

図-5は配向を施さないストランド長50mmのランダム配向の様子である。3層（O-R-O）ボードの芯層ならびにランダム（R）ボードではストランドはこの様な無配列状態になっている。図-6は長さ50mmのストランドを自由落下距離20mmで配向させた時のデータを基に、乱数を用いて再現した様子を示している。ストランドは図の水平方向に配向している。配向角度 θ を -90 度 $\sim +90$ 度とした場合、同図に表われたストランドの配向角の標準偏差は19度である。また、配向角 θ の代わりに θ の絶対値を用いて評価する場合がある。その方法では平均配向角度15度、標準偏差11度となる。この図は今回試作した50mmストランドのO、O-O-O、O-R-Oボードの配向層の様子を再現したものである。

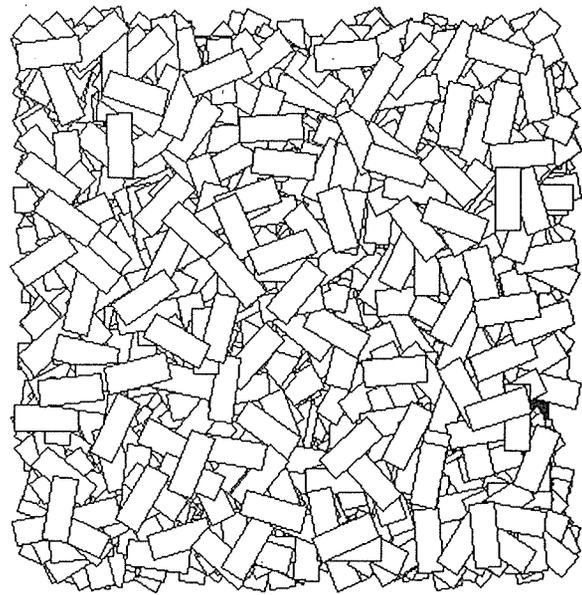


図-5 ランダム配向
ストランド長50mm

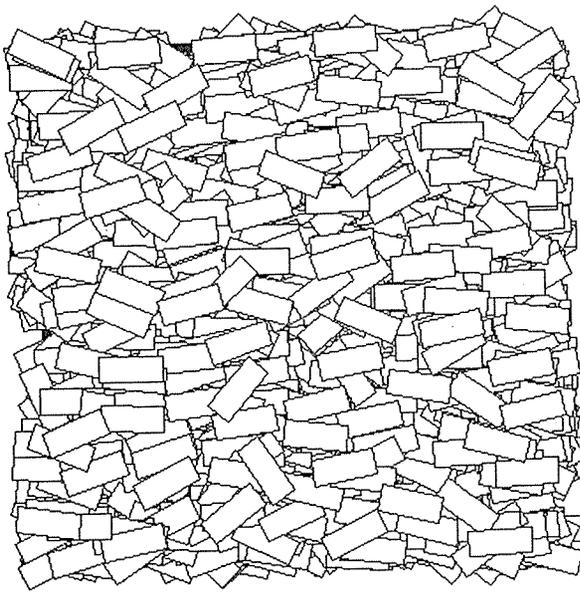


図-6 50mmストランドの配向の様子 自由落下距離20mm

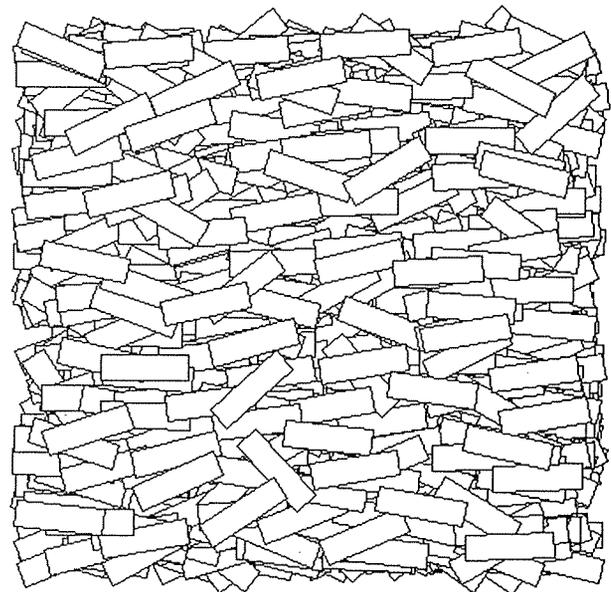


図-7 70mmストランドの配向の様子 自由落下距離20mm

同様に、自由落下距離20mm、ストランド長70mmの配向角のデータに基づいて図-7にストランドの様子を再現した。 θ を -90 度 $\sim +90$ 度で表わした場合、標準偏差は16度であり、 θ の絶対値による方法では平均値13度、標準偏差9.5度である。ストランド長70mmのO、O-O-O、O-R-Oボードの配向層はこの図に示した程度の配向が施されていることを示している。

(7) せん断弾性率と配向種類

図-8に面外せん断弾性定数(G)と層構成の関係を示した。全体として12種類のボードのGは15~18tonf/cm²の範囲にあり特に大きな差は見られないが、ストランド長50mm、70mmボードについては、配向ボードよりもランダムボードの方が大きくなる傾向が認められる。予備試験で行った、配向ストランドを表層に、芯層に一般小片無配向を用いたボードでは、表層配向比率を上げていくにつれてせん断弾性定数Gの値明らかに低下した。OSBでは直交配向させることにより、Gの値は配向度の向上とともに僅かではあるが低下する傾向が認められている。

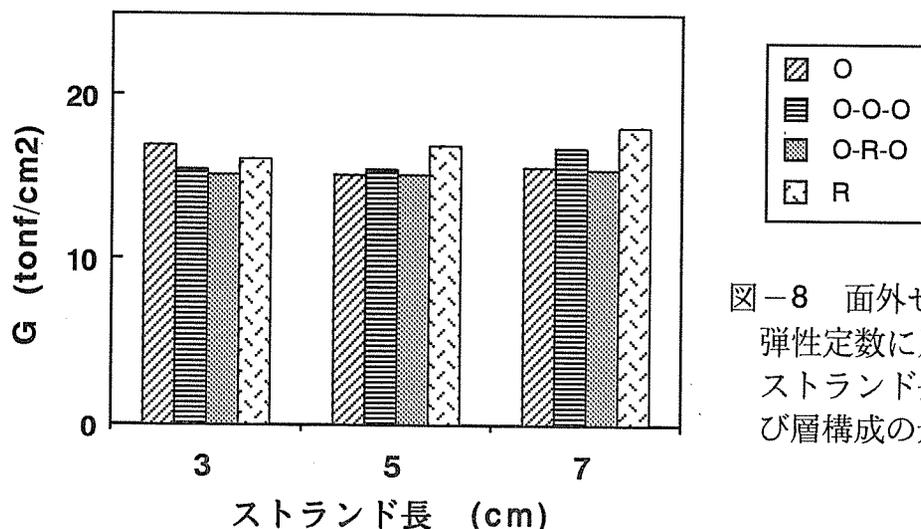


図-8 面外せん断弾性定数に及ぼすストランド長および層構成の影響

(8) 曲げ強さに及ぼすストランド長および配向種類の影響

図-9にランダムボードのMORとストランド長の関係を示した。平均値で比較するとストランド長30mmでは283kgf/cm²であったのが、70mmでは368kgf/cm²に増加している。これは、長いストランドでは木材の繊維方向の強さがボードの機械的性質に反映されるためである。この図から、パネルの強度を上げるためには、フォーミング等の製造条件をクリアできるのであればストランドは長いほどよいことが理解できる。北米で生産されているOSBでは、例外的に6インチほどのストランドを使うこともあるが、3~4インチが主流であり、木材の持つ特性をいかした使い方がなされている。

次に、1軸配向ボードのMORを図-10に示した。ストランド長30mmボードでは、配向に平行方向の曲げ強さ(MOR 1)が358kgf/cm²、直交方向の強さ(MOR 2)が261kgf/cm²となった。ランダムボードはこの間の値となっており、3者の差は特に大きいとは言えない。これは前述の通り、30mmストランドでは配向度が必ずしも高くないためである。ストランド長が増加するにつれてMOR 1は増大し、MOR 2は低下する。ストランド長70mmではMOR 1の平均値は771kgf/cm²、MOR 2が130kgf/cm²となった。曲げ強さ771kgf/cm²はスギ素材に匹敵する値である。ボード比重を原料比重で除した値を圧密度と言う。スギの場合、素材比重が低く圧密度2程度のパネルの製造が可能となり、1軸

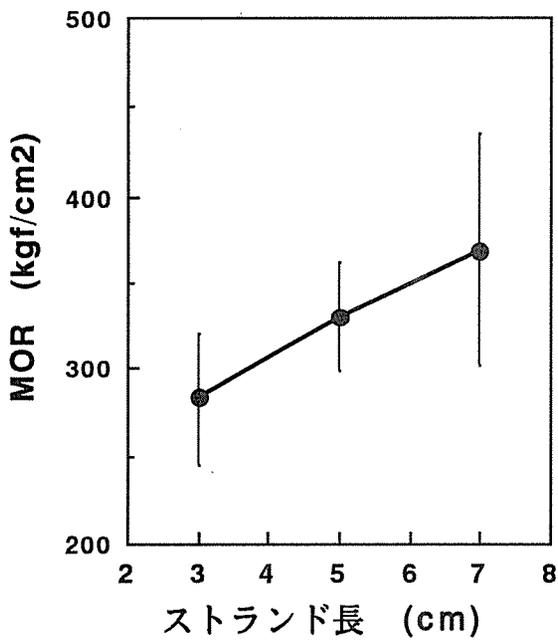


図-9 ランダムボードの曲げ強さに及ぼすストランド長さの影響
縦棒：標準偏差

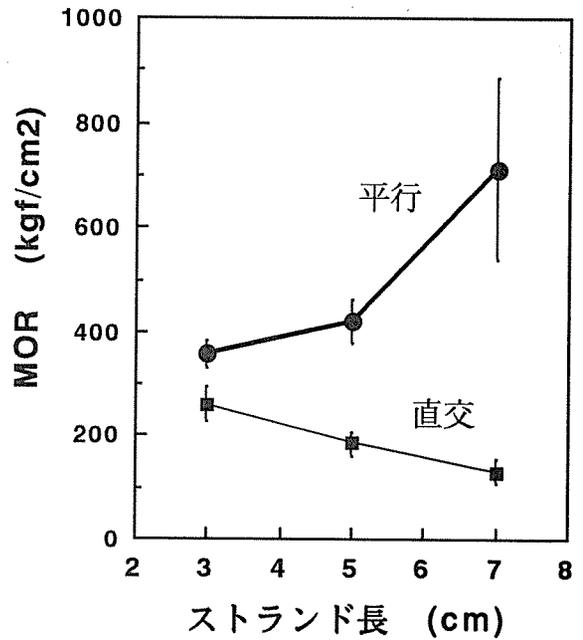


図-10 1軸配向ボードの曲げ強さに及ぼすストランド長さの影響

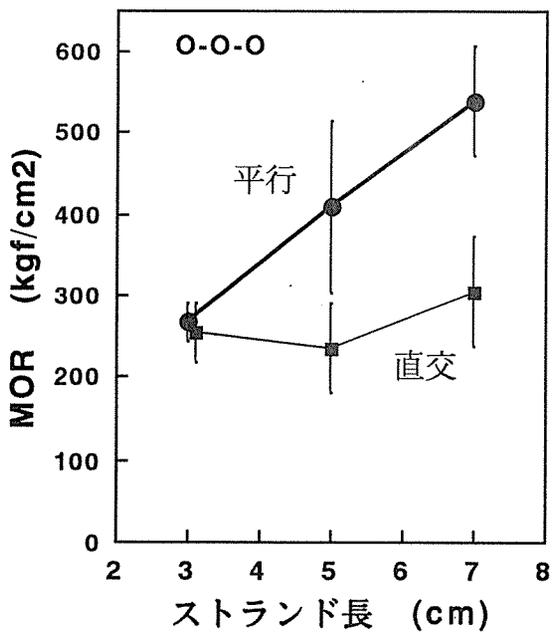


図-11 3層直交OSBの曲げ強さに及ぼすストランド長さの影響

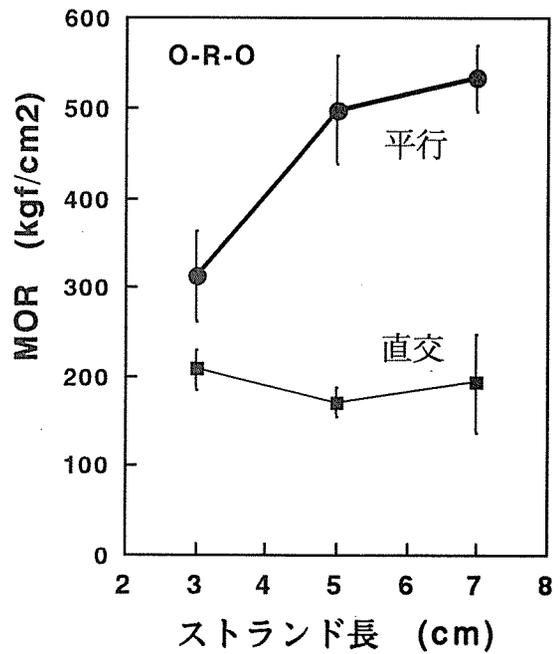


図-12 芯層無配向の3層OSBの曲げ強さに及ぼすストランド長さの影響

配向では素材を上回る強度を得ることも可能である。強度比（MOR 1 / MOR 2、平行 / 直交）は、ストランド長30mmが1.37であるのに対してストランド長70mmでは5.46と極めて大きくなっている。これは、図-2、図-4に示したように、自由落下距離20mmでは70mm長ストランドの方が30mmストランドよりも配向度が高くなることに起因している。1軸配向ボードの物性は、OSBの各層単体の特徴を表わすものとして評価している。

図-11に3層直交配向（O-O-O）ボード、図-12にO-R-OボードのMORとストランド長の関係を示した。配向方向のMORはともにストランド長の増加とともに増加した。70mmストランドのO-O-OボードのMORの平均値は539kgf/cm²と高い値を示した。

直交方向の曲げ強さ（MOR 2）は1軸配向ボード（図-10）では直交方向のMORはストランド長とともに低下したが、3層構成のO-O-O、O-R-Oボードともストランド長30mmから50mmへやや低下し、ストランド長70mmでは幾分増加する傾向が見られた。これはストランド長の増加により、表層の配向度が高くなることでMORが低下する要因と、芯層の強度が増加する要因とが重なり合っこのような傾向を示したものと考えることができる。ランダム（R）ボードであっても、ストランド長70mmでは芯層によるクロスバンドの効果が表われていると解釈することができる。

（9） 曲げ強さと層構成比率の関係

図-13にストランド長50mmの3層直交ボード（O-O-O）の層構成比率とMORの関係を示した。ここで、配向表層率10%とは、表層5%：芯層90%：裏層5%の構成比率を意味しており、また100%とは1軸配向ボードの値である。白丸で示した平行方向の曲げ強さ（MOR 1）は表層率の増加とともに増加し、逆に直交方向の曲げ強さ（MOR 2）は低下する。両者は配向表層率40%弱で交差している。この静的曲げ強さのデータのみか

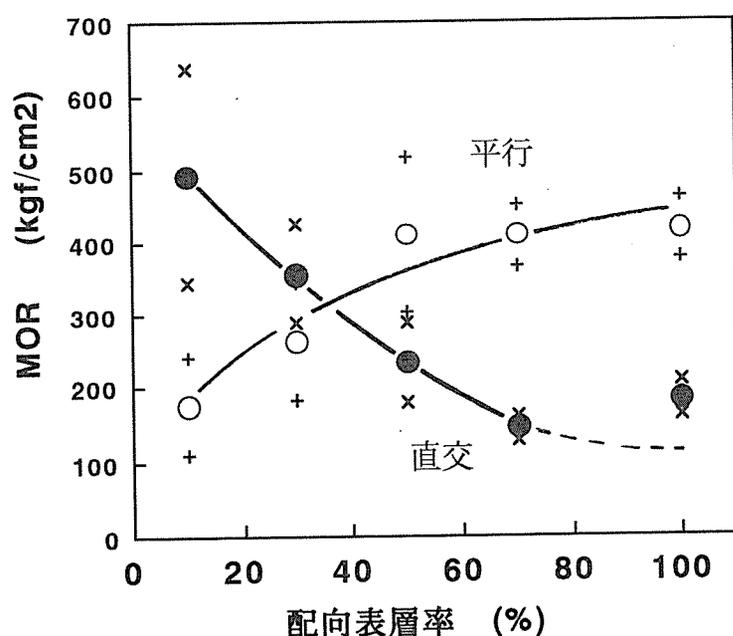


図-13 3層直交OSBの曲げ強さに及ぼす表層比率の影響

平均値と標準偏差

ら論ずるならば、層構成比率1 : 3 : 1で製造すれば曲げ強さの異方性のない3層直交OSBが製造できることになる。同図では1軸配向ボードの配向方向の強度よりも、表裏層の5%を直交配向させたボードの横方向のMORの方が大きな値を示した。このこと自体は理にそぐわない現象ではあるが、実験室レベルでの配向プロセスの限界であると考えている。ボード間に比重の差が生じていること、ボード内の比重分布が必ずしも均一でないこと、また、1軸配向と直交配向では熱圧成型時になんらかの差が生じることなどが原因であると考えられる。しかしながら、強度の平均値に多少の凸凹はあるものの、5種類のボード全体では配向表層比率とMORの関係はOSBの特徴を表わしているものと判断できる。

(10) 曲げヤング係数とボード構成

図-14に曲げヤング係数(MOE)に及ぼすストランド長および配向方法の影響を示した。MORと同様に、O、O-O-O、O-R-O、Rの4種類のボードともストランド長の増加とともに平行方向のMOE(E1)は増加している。MOEでは表層の効果が大きいいため、70mmストランドで比較した場合、1軸配向ボードがやや大きい傾向が見られるが、O-O-O、O-R-Oボード間には差は認められない。また、MORと同様に、O-O-O、O-R-Oボードの直交方向のMOE(E2)ではストランド長50mmよりも70mmストランドを用いたボードの方が大きくなる傾向が認められた。

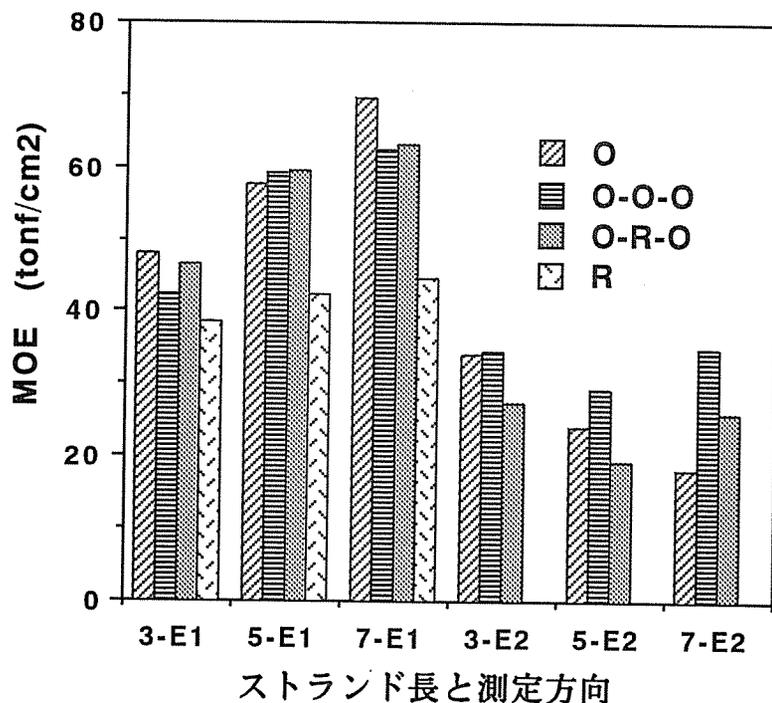


図-14 各種ボードの静的曲げヤング係数(MOE)

3、7、5 : ストランド長 (cm)
E1 : 表層配向に平行方向
E2 : 直交方向

(11) 配向表層率と直交配向比

OSB中のストランドの配向度合いを評価する方法には、前述のように直接ストランド

の配向角を測定する方法と、パネルの2方向の強度比率求める方法とがある。ここでは後者の方法によって評価した3層直交配向ボードの強度比と配向表層比率との関係を図-15に示した。直交配向比とは平行方向の値を直交方向の値で除した数値である。

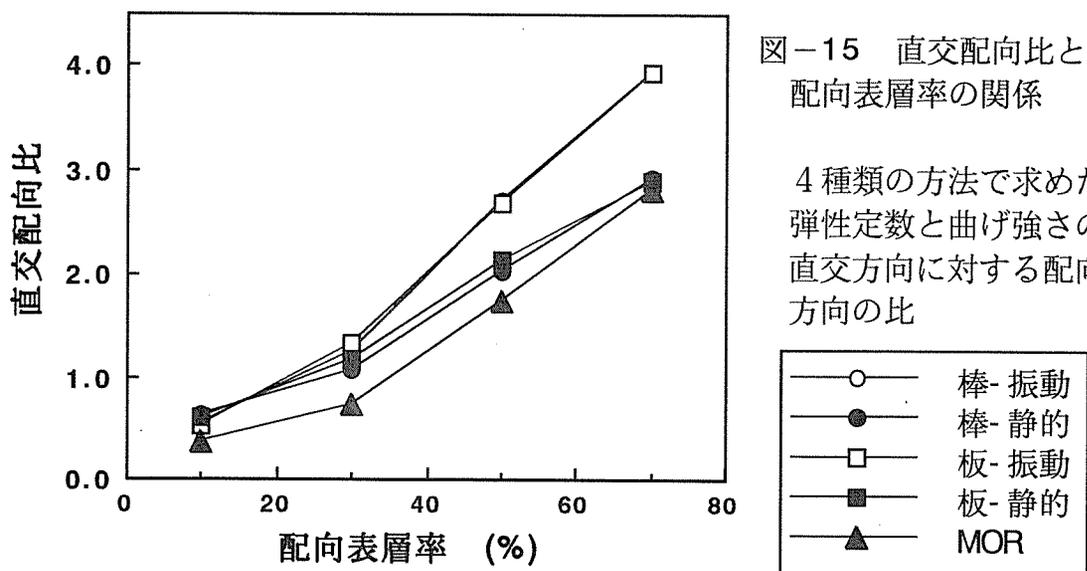
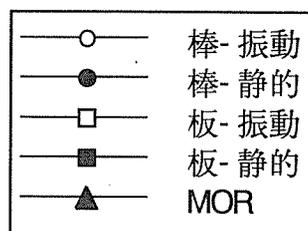


図-15 直交配向比と配向表層率の関係

4種類の方法で求めた弾性定数と曲げ強さの直交方向に対する配向方向の比



300×300mmのパネルの状態を試験した1)静的なヤング係数、2)打撃音のパワースペクトルのピークから評価したヤング係数、50×300mmの曲げ試験片を用いた、3)静的な曲げヤング係数、4)打撃音による動的なヤング係数、5)静的な曲げ強さの5種類を指標として選んだ。ヤング係数については静的な方法と動的な方法との間に差が認められ、動的な方法の方が直交配向比をやや大きめに評価している。この原因は不明である。また同図から、MORの直交配向比はMOEのそれよりも小さな値となることが分かる。

ここに示したヤング係数の直交配向比と配向表層比率との関係から、スギ材を用いたOSBについて、平行方向と直交方向の強度比率を任意に設計することが可能となる。たとえば、表裏層の構成比率を5～7%とすることによりパネルの縦横のMOEを等しくすることができる。MORの場合には17%程度となる。また、MOEの直交配向比を2とするためには、表裏層が20～25%とする必要がある。

(12) 曲げ強度残留率

促進処理による強度低下を評価するため、1時間水中浸漬→2時間煮沸→1時間水中浸漬処理を行い、湿潤状態で曲げ試験を行った。これは、JISの煮沸曲げ試験に前処理として1時間の水中浸漬処理を加えた変則処理条件である。処理試験片の曲げ強さは処理前の寸法により求めた。常態曲げ試験片6本の平均値に対する処理後3本の曲げ試験片のMORの比率を図-16に示した。試験片の比重のばらつきなど製造時の変動要因の影響のためボードのストランド長や配向方法の種類別の傾向を詳細に評価することは困難である。12種類のボードの2方向の値にランダムボード3種類の値を加えた合計27の曲げ強さ残留率の単純な平均値は77%となった。

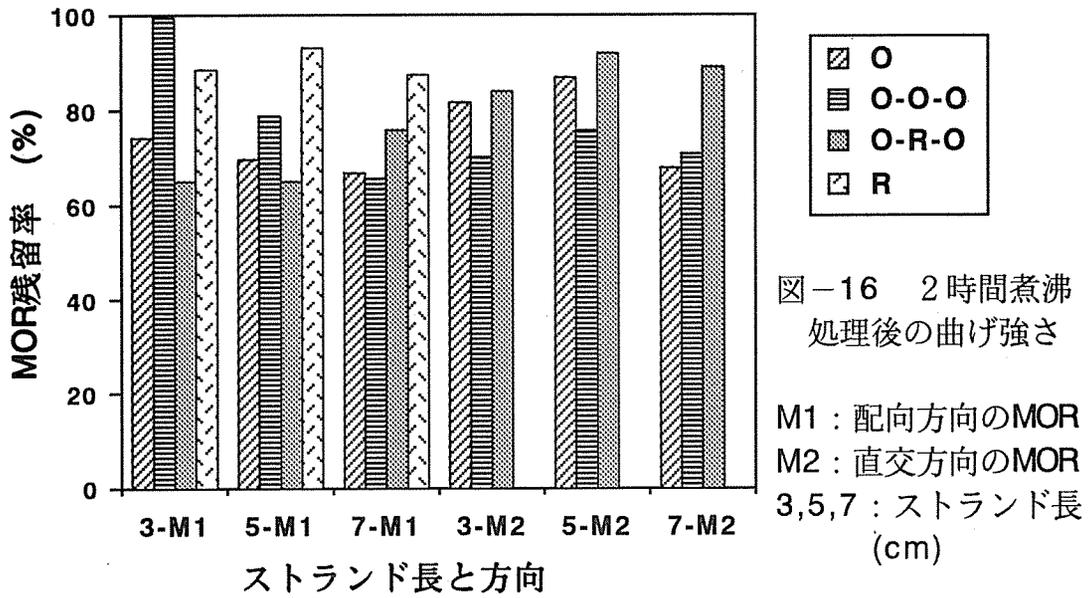


図-16 2時間煮沸
処理後の曲げ強さ

M1 : 配向方向のMOR
M2 : 直交方向のMOR
3,5,7 : ストランド長
(cm)

(13) まとめ

スギ材を原料としたOSBの試作試験を行った。ストランドへの接着剤の塗布、配向プレートを用いたフォーミングなど実験室ボード製造上の最適条件を会得した。また、ストランド長、自由落下距離とストランド配向角の分布状態を評価した。

3層構成のOSB 2種類（芯層直交配向、芯層無配向）を試作し材質を評価した。OSBの材質と構成との関係性を評価するため、1軸配向ボード、ランダムボードを加え、材質に関わる製造因子の中から、ストランド長さ、層構成比率、配向の種類の影響を実験的に検討した。

4.2 カバ・トドマツを原料としたOSB

国産材によるOSB（配向性パーティクルボード）の可能性を検討するため、北海道産広葉樹（カバ類）と針葉樹（トドマツ）を原料としたOSBの製造試験とその性能試験を行った。

4.2.1 原材料

用いた樹種は、北海道産のカバ類（主にシラカバ）とトドマツである。両樹種とも、上川郡美瑛町森林組合より購入したパルプ用材（小径木）である。この原木の中から、代表的な原木を約50本ずつ選び、その末口径と材長を測定した。

原木は剥皮し、厚さ24mm×幅105mm×長さ280mmの製材品を木取った。一部の製材品については、20°C65%の恒温恒湿室に放置し、気乾比重を測定した。

この製材を、生材状態でディスクフレイカー（罫引き間隔60mm）にかけ、設定寸法（厚さ0.6mm×幅24mm×長さ60mm）のフレイクを切削した。各樹種について、切削直後のフレイク約100枚の寸法を実測した。また、切削直後のフレイク含水率も測定した。

フレイクは、生材状態のまま40mm×20mmメッシュのふるいにより細片を除去した後、熱盤プレスで約4%まで乾燥し、製造実験に用いた。

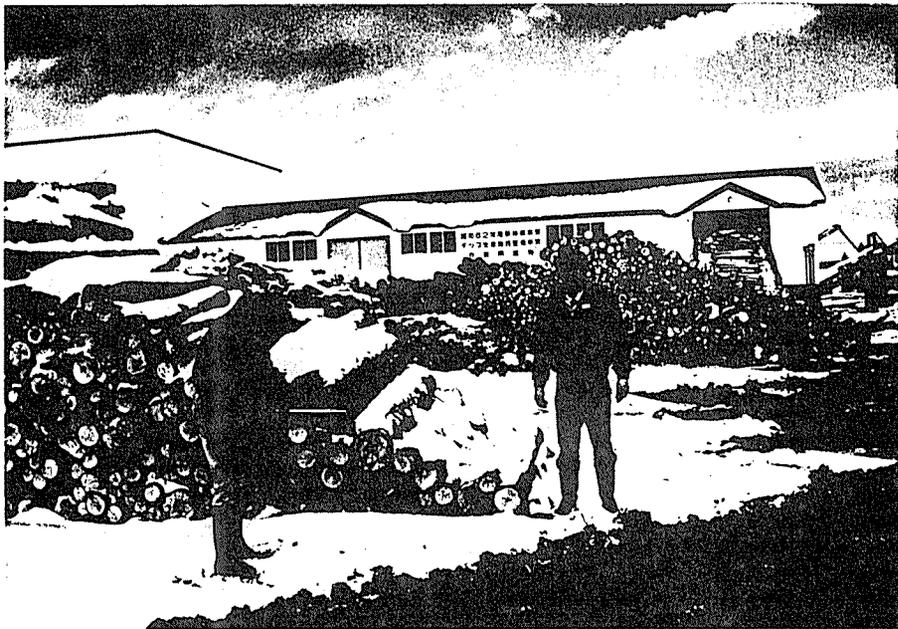
今回の試験に用いた原材料の性質を、表4-2-1に示す。

表4-2-1 原材料の性質

	トドマツ	カバ類
1 原木		
種類	パルプ用材	パルプ用材
材長(m)	1.84(1.80~1.85)	2.33(2.10~2.56)
末口径(cm)	12(5~21)	22(13~31)
気乾比重	0.43(0.38~0.50) (含水率16.5%時)	0.65(0.54~0.75) (含水率17.3%時)
2 フレイク		
切削時含水率(%)	28.4 (23.3 ~ 40.5)	32.3 (25.8 ~ 38.9)
切削後寸法		
長さ(mm)	59.75(54.05~61.20)	59.77(57.13~60.79)
幅(mm)	22.36(15.14~24.86)	22.80(16.98~24.80)
厚さ(mm)	0.61(0.30~0.84)	0.59(0.47~0.87)
3 接着剤		
種類	液体メラミンフォルムアルデヒド (三井東庄化学(株) ユーロイド u-814)	
固形分	65.3%	
硬化剤	塩化アンモニウム 0.8%添加(対接着剤固形分重量)	
4 ワックス		
種類	エマルジョン型(日本PMC(株) WR-982)	
固形分	30%	



カバ類



トドマツ

写真4-2-1 供試原木

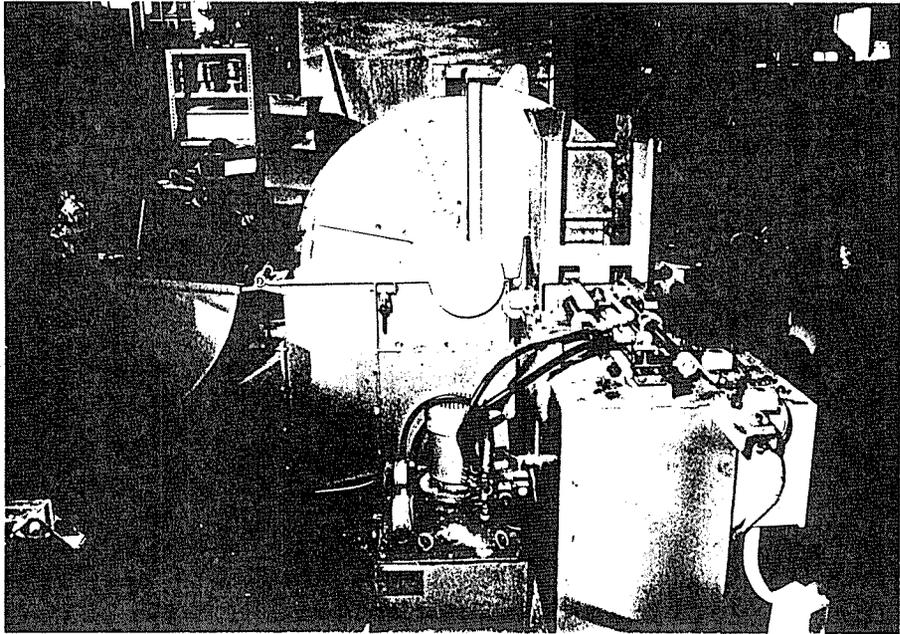
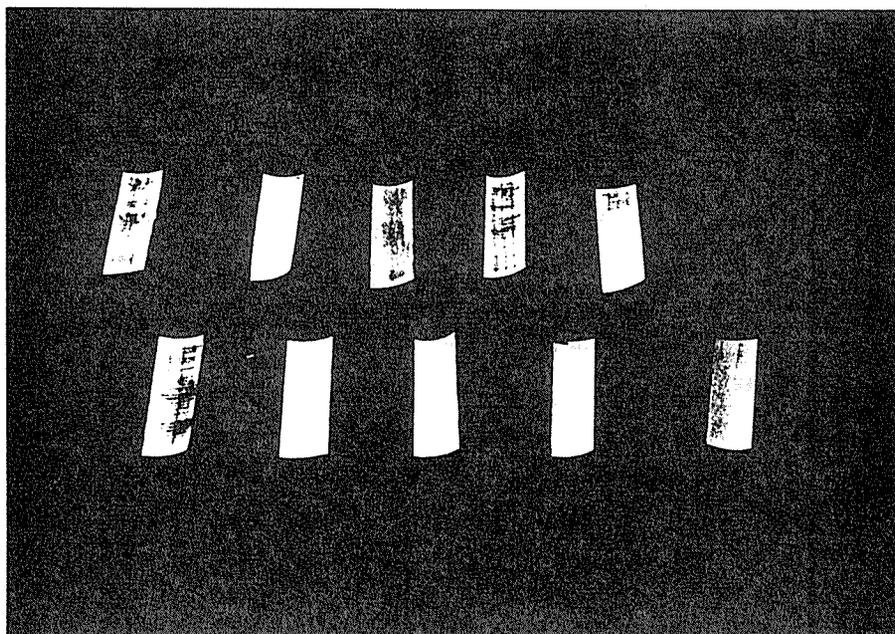
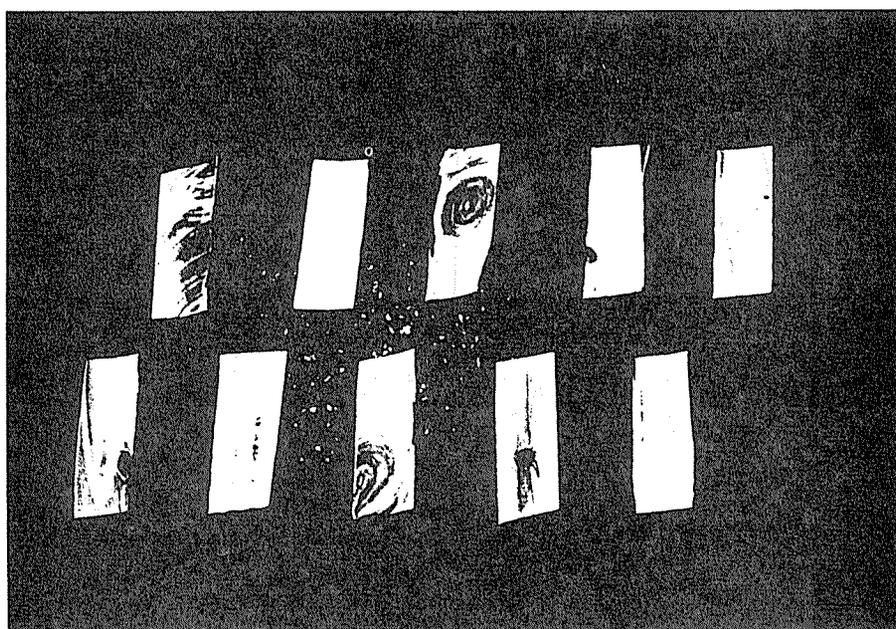


写真4-2-2 フレーカーとフレーク切削風景



カバ類



トドマツ

写真4-2-3 切削直後のフレーク

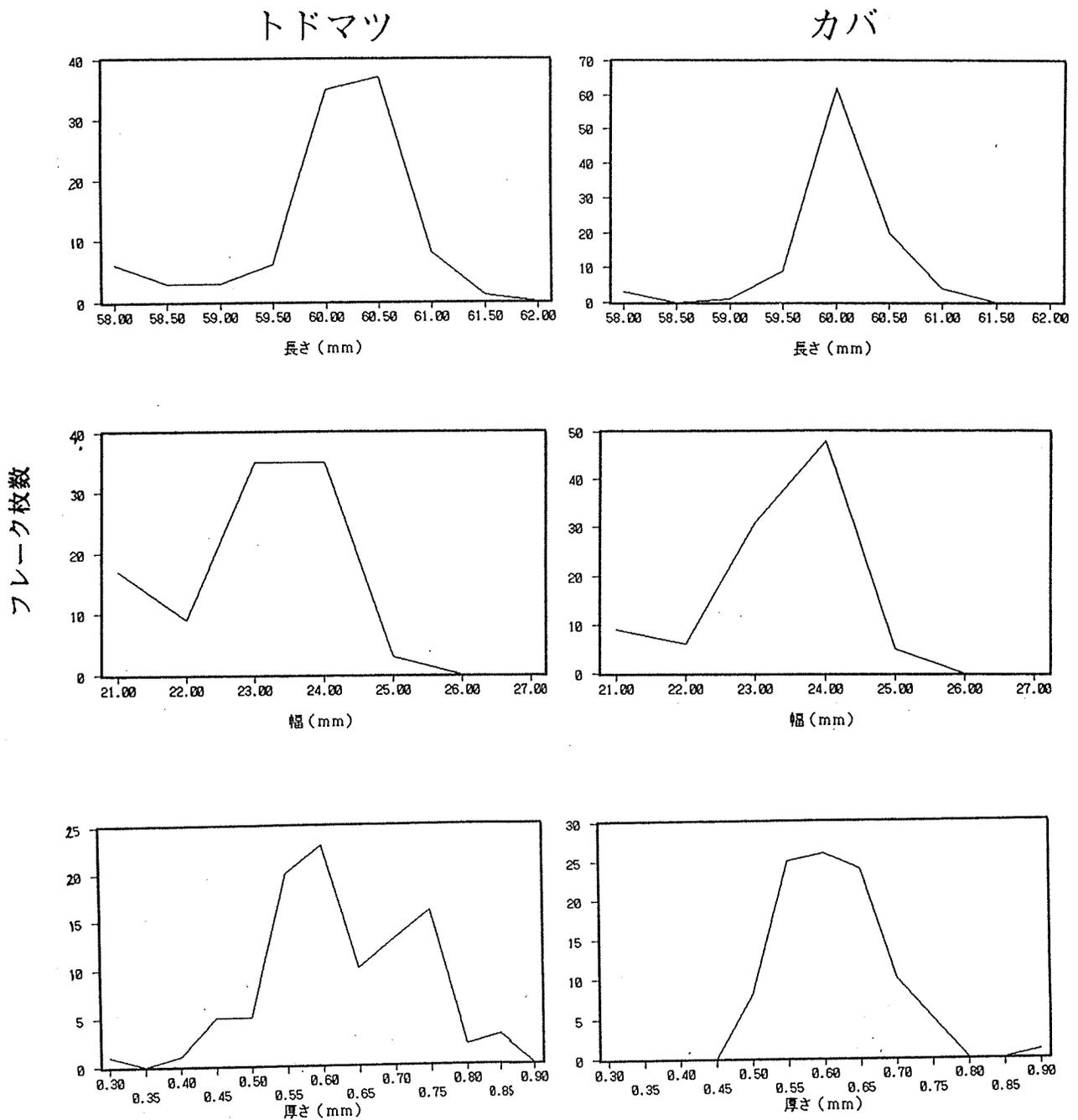


図4-2-1 切削直後のフレーク寸法の測定結果

4. 2. 2 製造試験

表4-2-2に示した製造条件で、製造順番をランダムにして、厚さ12mmのOSBを24枚製造した。

接着剤とワックスをあらかじめ混合し、固形分率61%の水溶液として（フォーミングマットの含水率が約10%となるように設定）、エアスプレーガンでブレンダー内のフレークに噴霧した。用いたブレンダーは、羽根が付いた攪はんシャフトが回転してフレークを混合する機構のため、攪はん中にフレークが多少痛む傾向が認められた。

フォーミングは、フォーミング装置と手作業で行った。今回用いたフォーミング装置によるフレーク配向角度の測定結果を、図4-2-2に示す。

最後に、フォーミング・マットを熱盤プレスに挿入し、厚さ制御によりOSBを熱圧成形した。

製造したOSBは、20°C65%の恒温恒湿室で約1カ月間調湿した。

表4-2-2 試験体の製造条件

樹種	2水準	①カバ類 ②ドドマツ
フレーク形状		長さ60mm×幅24mm×厚さ0.6mm
接着剤の種類		液体メラミンフォルムアルデヒド
接着剤添加率		10%（絶乾フレーク重量に対して）
ワックス添加率		0.5%（絶乾フレーク重量に対して）
フォーミング		手蒔きによる機械的方法 （スリット間隔：20mm、自由落下距離：約50mm）
積層構成	3水準	①ランダム ②直行配向 ③表層配向・内層ランダム
積層厚さ		表層：内層：表層の厚さの比=1：2：1（重量比）
プレス温度		160°C
プレス時間		5分
ボード寸法		厚さ12mm×約400mm×約400mm
ボード比重	2水準	①0.60 ②0.75
試験体数		各条件2枚（繰返し数2） ボード製造枚数 2樹種×3積層構成×2比重×2繰返し=24枚

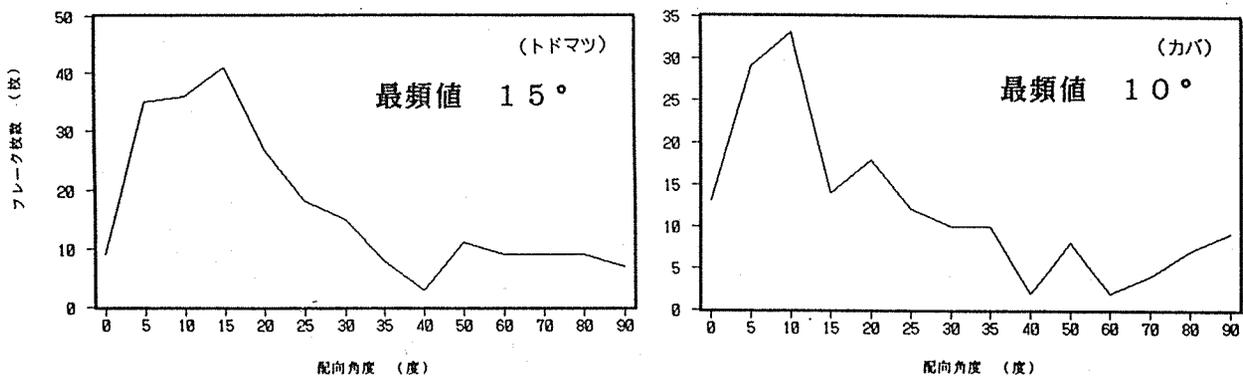
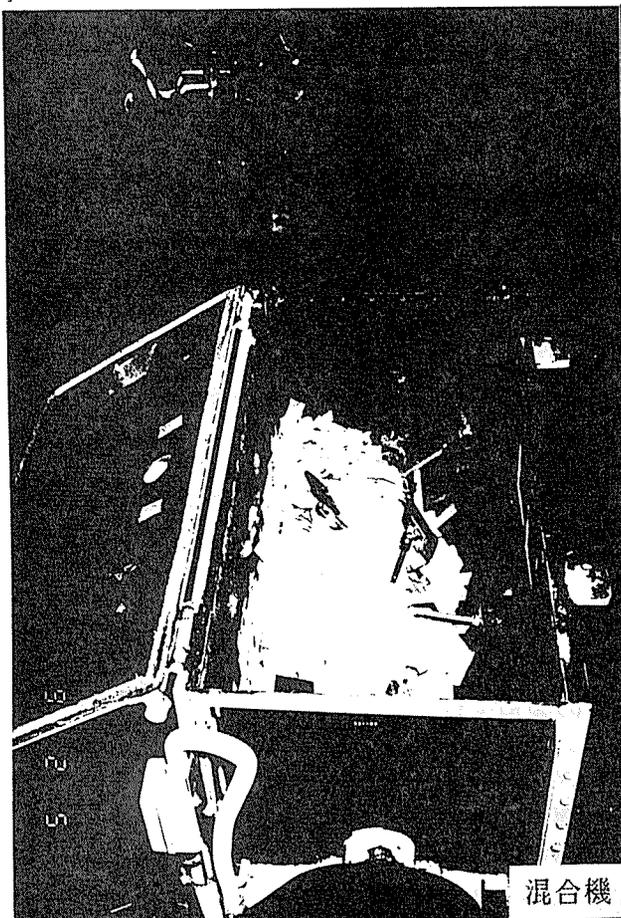
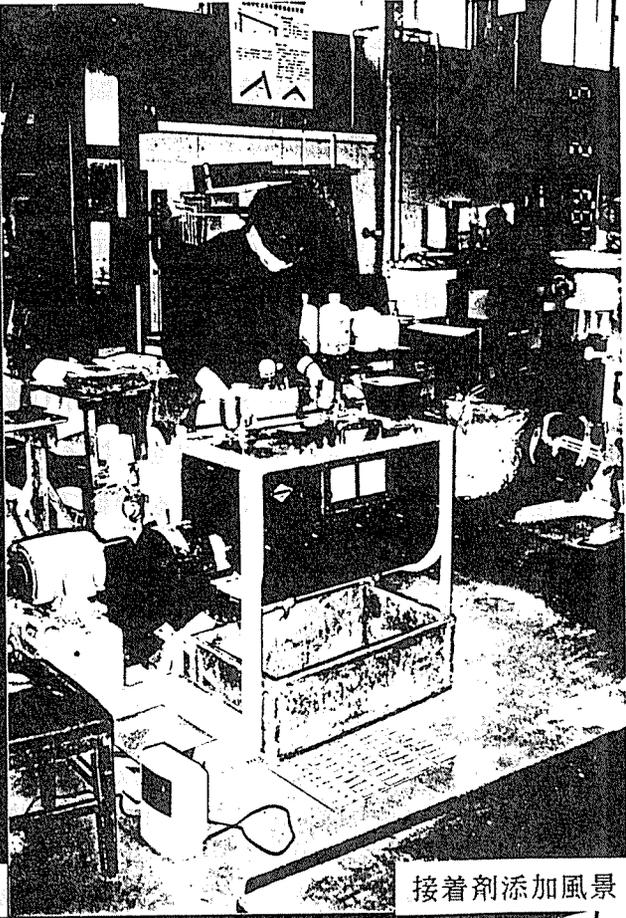


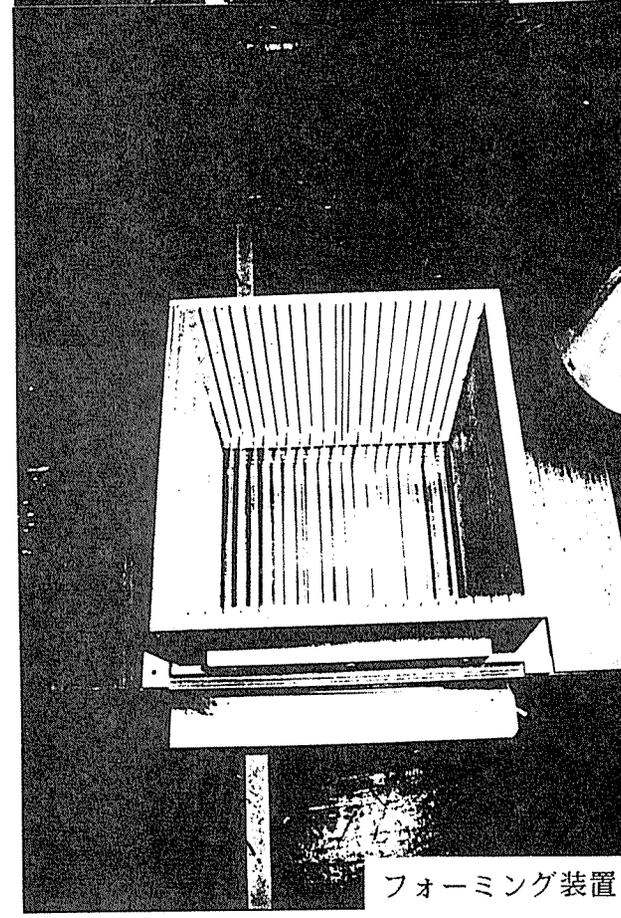
図4-2-2 フォーミング装置のフレーク配向角度の測定結果



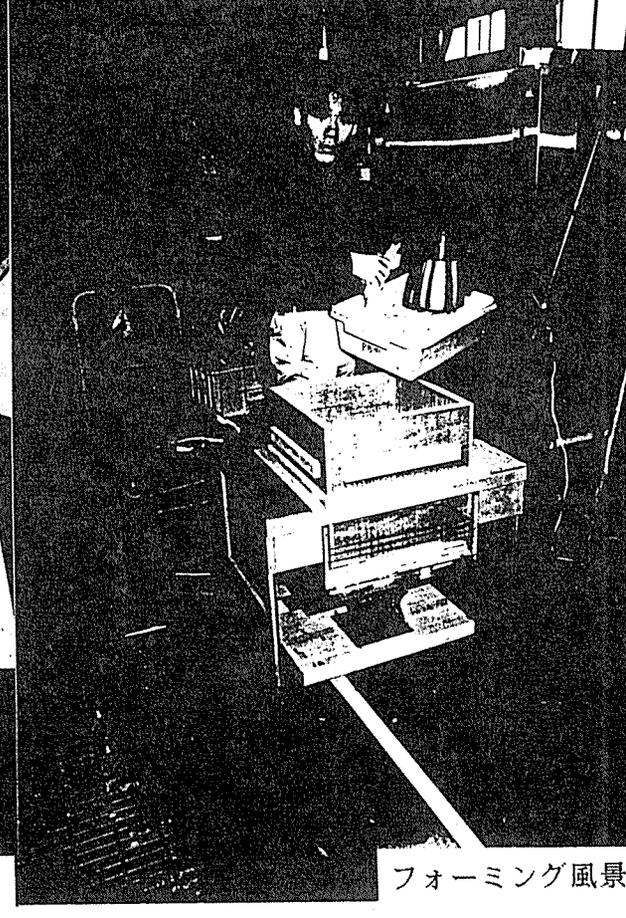
混合機



接着剤添加風景



フォーミング装置



フォーミング風景

写真4-2-4 OSB製造風景

4.2.3 性能試験

(1) 試験項目と試験方法

製造したOSBの性能試験は、表4-2-3に示す6項目について行った。

試験体の種類と寸法は表4-2-4のとおりで、1枚のOSBから図4-2-3に示す位置から試験体を採取した。

表4-2-3 試験項目と試験方法

試験項目	試験方法
① 配向・直行方向の曲げ強さ試験	JIS A 5908「パーティクルボード」に準拠
② “ ” の湿潤時曲げ強さB試験	同上
③ 吸水厚さ膨張率試験	同上
④ 剥離強さ試験	同上
⑤ 配向・直行方向の釘の側面抵抗試験	日本繊維板工業会規格(1978) 「下地用パーティクルボード」に準拠
⑥ 配向・直行方向の吸湿伸び率試験	同上

表4-2-4 試験体の種類と寸法

種類	厚さ	幅	長さ
曲げ強さ試験片 (記号：B)	12mm	50mm	200mm
吸水厚さ膨張率 試験片 (記号：TS)	12mm	50mm	50mm
剥離強さ試験片 (記号：IB)	12mm	50mm	50mm
釘側面抵抗試験片 (記号：LNR)	12mm	50mm	100mm
吸湿伸び率試験片 (記号：LE)	12mm	50mm	200mm

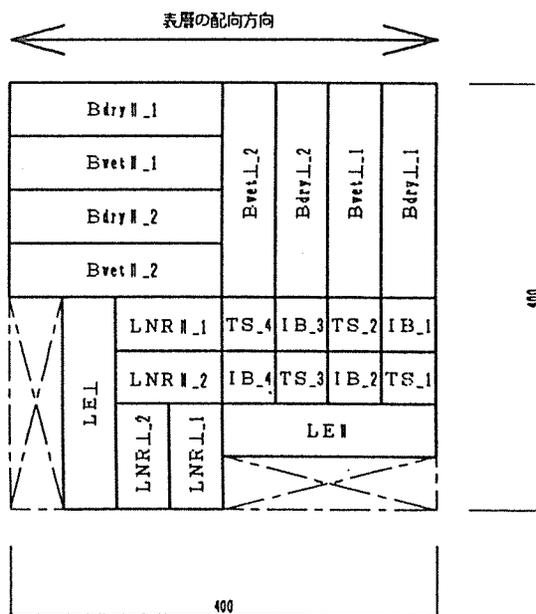


図4-2-3 試験体の採取位置

(2) 試験結果

今回用いたカバ類及びトドマツの平均気乾比重0.65及び0.43と設定ボード比重から、圧縮比を求めると、表4-2-5のようになる。

表4-2-5 圧縮比

設定ボード比重	カバ類	トドマツ
0.60	0.92	1.40
0.75	1.15	1.74

製造したOSBの性能試験結果は、表4-2-6のとおりである。この表の強度性能値は、設定比重に補正（設定比重／実測比重を乗じて補正）した値である。また、各数値は、1枚のOSBから採取された数個の試験体の平均値である。

表4-2-6 OSBの性能試験結果

因子A 樹種	因子B		因子C 積層構成	吸水厚さ 膨張率 (%)	吸湿伸び率		吸湿厚さ膨張率		曲げ試験B時の 吸水長さ膨張率	
	ボード 比重	圧縮比			平行	直交	平行	直交	平行	直交
A1:カバ	B1:0.60	0.92	C1:ランダム	11.9	0.020	0.030	0.52	0.78	0.49	0.45
				17.6	0.033	0.035	0.71	0.69	1.18	0.88
			C2:直交配向	14.2	0.026	0.023	0.54	0.60	0.38	0.44
				17.9	0.037	0.031	0.73	0.70	1.26	0.66
			C3:表層配向 内層ランダム	11.9	0.021	0.035	0.52	0.58	0.33	0.57
				15.2	0.019	0.041	0.67	0.72	0.50	0.69
	B2:0.75	1.15	C1:ランダム	22.3	0.034	0.030	0.97	0.72	0.82	0.79
				16.5	0.030	0.036	0.83	0.87	0.65	0.54
			C2:直交配向	21.7	0.026	0.035	0.66	0.74	0.71	0.53
				17.5	0.033	0.032	0.88	0.78	0.60	0.40
			C3:表層配向 内層ランダム	18.8	0.022	0.035	1.01	0.89	0.39	0.68
				16.6	0.018	0.041	0.81	0.81	0.21	0.47
A2:トド	B1:0.60	1.40	C1:ランダム	15.6	0.015	0.017	0.98	1.15	0.03	0.02
				16.5	0.017	0.018	0.78	1.14	0.04	0.08
			C2:直交配向	13.2	0.020	0.020	0.73	0.71	0.09	0.10
				17.2	0.022	0.020	1.08	1.18	0.18	0.11
			C3:表層配向 内層ランダム	21.1	0.012	0.020	1.5	1.36	0.03	0.15
				13.7	0.012	0.030	0.86	0.58	-0.02	0.08
	B2:0.75	1.74	C1:ランダム	20.4	0.026	0.024	1.22	1.31	0.09	0.10
				17.5	0.017	0.018	1.02	0.94	0.06	0.05
			C2:直交配向	15.6	0.026	0.029	1.04	0.71	0.20	0.13
				20.3	0.024	0.028	1.17	0.79	0.13	0.09
			C3:表層配向 内層ランダム	19.2	0.015	0.039	1.23	1.20	0.13	0.15
				21.1	0.015	0.037	1.27	1.19	0.09	0.18

表 4-2-6 OSBの性能試験結果(つづき)

因子A 樹種	因子B ボード圧縮比 比重	因子C 積層構成	剥離強さ 釘側面抵抗		常態曲げ(平行)		常態曲げ(直交)		湿潤曲げ(平行)		湿潤曲げ(直交)		湿潤/常態(平行)		湿潤/常態(直交)		
			平行	直交	ヤング係数 (kgf/cm ²)	破壊係数 (kgf/cm ²)	ヤング係数 (tf/cm ²)	破壊係数 (kgf/cm ²)	ヤング係数	破壊係数	ヤング係数						
A1:カバ	B1:0.60	C1:ランダム	0.3	119	93	20	101	17	89	8	51	7	61	0.40	0.50	0.41	0.69
			0.3	90	91	18	98	17	111	1	20	1	17	0.06	0.20	0.06	0.15
			1.3	145	145	28	171	18	126	14	83	7	69	0.50	0.49	0.39	0.55
	C2:直交配向	0.6	148	134	21	90	12	81	5	55	4	37	0.24	0.61	0.33	0.46	
		0.6	115	163	37	204	15	133	12	88	6	72	0.32	0.43	0.40	0.54	
		1.8	179	123	42	241	14	155	10	82	6	68	0.24	0.34	0.43	0.44	
	B2:0.75	C1:ランダム	1.2	230	241	31	261	36	297	7	76	8	75	0.23	0.29	0.22	0.25
			2.0	137	124	38	225	35	316	9	69	11	86	0.24	0.31	0.31	0.27
			1.9	258	249	41	258	25	224	12	95	12	127	0.29	0.37	0.48	0.57
		C2:直交配向	2.9	210	226	51	389	27	295	24	197	17	203	0.47	0.51	0.63	0.69
			3.2	240	252	61	376	21	212	25	124	13	124	0.41	0.33	0.62	0.58
			3.3	280	242	72	645	33	418	34	320	16	206	0.47	0.50	0.48	0.49
A2:トド	B1:0.60	C1:ランダム	4.7	189	171	36	435	33	393	23	234	32	220	0.94	0.54	0.97	0.56
			4.8	186	146	36	414	34	331	14	205	16	173	0.39	0.50	0.47	0.52
			4.2	164	142	47	432	27	314	9	228	11	191	0.19	0.53	0.41	0.61
	C2:直交配向	5.9	169	131	57	435	25	296	9	259	16	146	0.16	0.60	0.64	0.49	
		4.4	160	154	45	451	19	235	6	296	15	159	0.13	0.66	0.79	0.68	
		3.9	196	141	45	344	19	234	7	289	15	162	0.16	0.84	0.79	0.69	
B2:0.75	C1:ランダム	6.3	254	153	42	372	41	471	20	250	6	250	0.48	0.67	0.15	0.53	
		6.1	234	169	48	504	49	428	20	259	6	292	0.42	0.51	0.12	0.68	
		8.3	213	172	50	498	31	336	21	273	26	194	0.42	0.55	0.84	0.58	
	C2:直交配向	7.7	217	188	54	548	32	390	17	314	18	266	0.31	0.57	0.56	0.68	
		6.6	206	145	57	595	24	294	13	352	29	187	0.23	0.59	1.21	0.64	
		7.0	211	152	60	628	26	343	16	329	29	179	0.27	0.52	1.12	0.52	
C3:表層配向	内層7/4 A	6.6	206	145	57	595	24	294	13	352	29	187	0.23	0.59	1.21	0.64	
		7.0	211	152	60	628	26	343	16	329	29	179	0.27	0.52	1.12	0.52	

①寸法安定性

吸水厚さ膨張率試験体の気乾含水率は、カバ類 12.2 (10.3~13.6) %、トドマツ 10.3 (9.8~14.4) %であった。

吸水厚さ膨張率は、圧縮比(樹種・比重)に係わらずほぼ一定であったが、JIS規格(JIS A 5908) 200タイプの吸水厚さ膨張率の規定値12%を満足できなかった。

今回の試験での接着剤添加率10%は、樹種特性や圧縮比に係わらずフレークの吸水厚さ膨張を阻止できるが、さらに多く添加しないとJISには合格しないことが分かった。

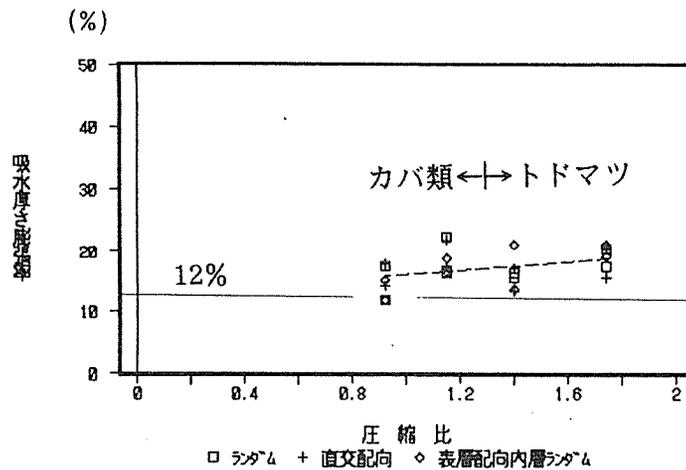


図4-2-4 圧縮比と吸水厚さ膨張率の関係

吸水長さ膨張率試験体の気乾含水率は、カバ類 13.8 (10.7~16.4) %、トドマツ 10.6 (10.0~11.2) %であった。吸水長さ膨張率は、樹種特性を反映して、カバ類よりもトドマツの方が小さかった。

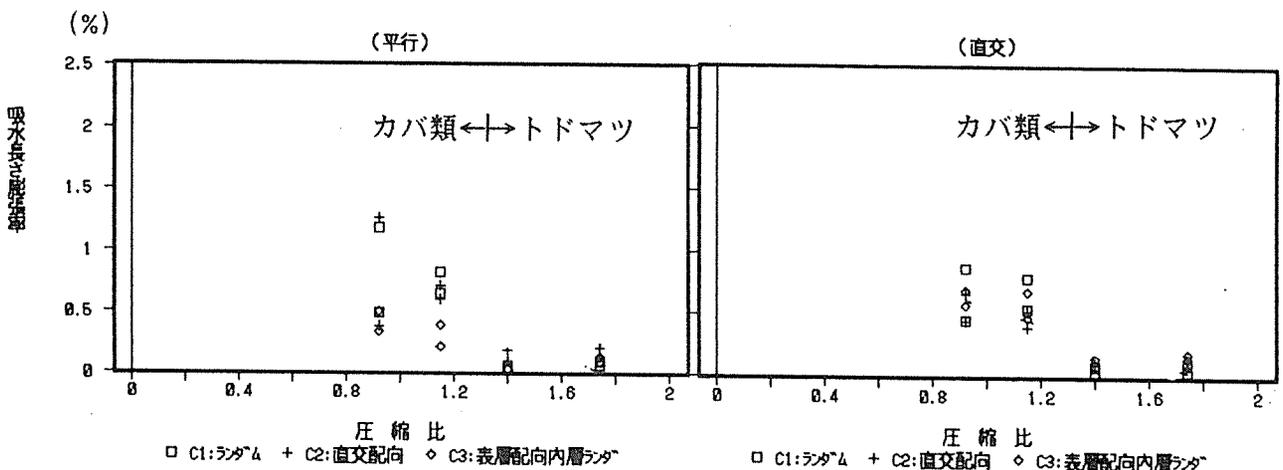


図4-2-5 圧縮比と吸水長さ膨張率の関係

吸湿伸び率（線膨張率）および吸湿厚さ膨張率は、試験片を20°C RH50%の恒温恒湿器内に4週間、次に20°C RH90%の恒温恒湿器内に4週間放置した時の長さおよび厚さ変化を、含水率変化1%当たりで表示したものである。

試験片の含水率は、20°C RH50%時がカバ類 8.8 (8.2~ 9.2) %、トドマツ 8.3 (7.9 ~ 8.6) %、20°C RH90%時がカバ類15.3 (14.0~16.1) %、トドマツ14.1 (13.4~14.8) %であった。また、含水率増加量は、カバ類 6.5 (5.6~ 7.3) %、トドマツ 5.8 (5.3 ~ 6.5) %であった。

吸湿伸び率は、樹種特性を反映して、カバ類は日本繊維板工業会規格（参考値）0.03%/以下を満足しないものが多かった。

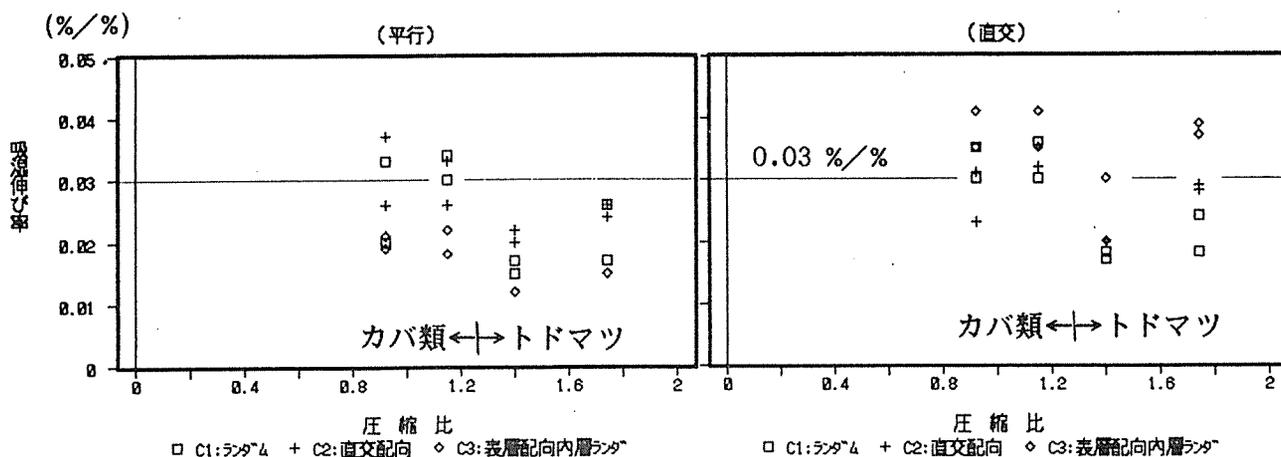


図4-2-6 圧縮比と吸湿伸び率の関係

吸湿厚さ膨張率は、圧縮比と比較的よい相関を示した。

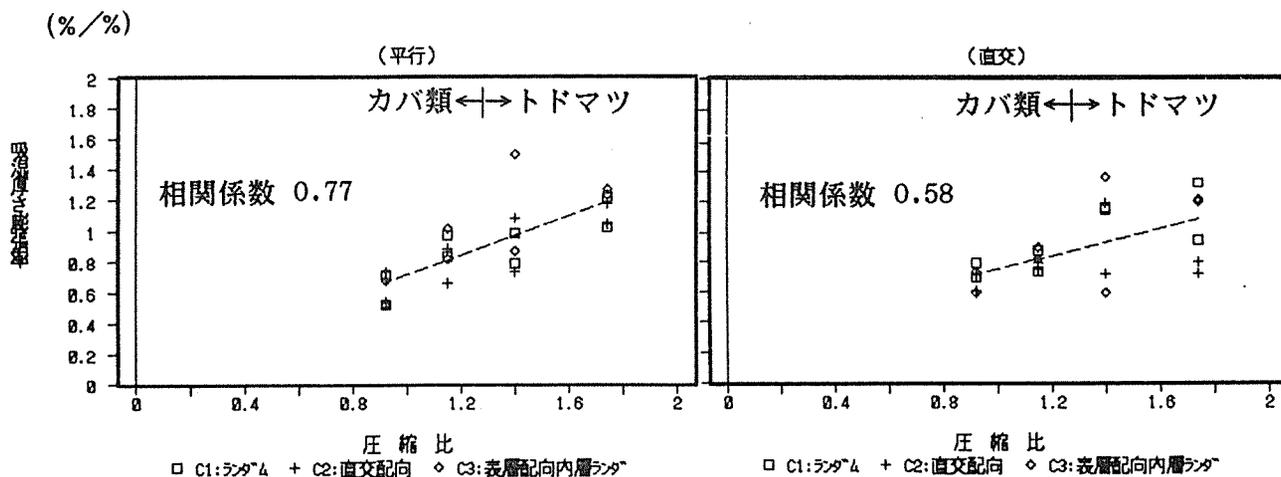


図4-2-7 圧縮比と吸湿厚さ膨張率の関係

②剥離強さ

剥離強さは、圧縮比と高い相関を示した。

カバ類の場合には、J I S 規格 (JIS A 5908) 200タイプの剥離強さの規定値 3kgf/cm^2 をほとんどが下まわっていることから、もっと大きな圧縮比となるボード比重にする必要がある。トドマツの場合には、どの条件でもこの規定値を満足していることから、圧縮比1.40 (設定比重0.60) 程度が適正と思われる。

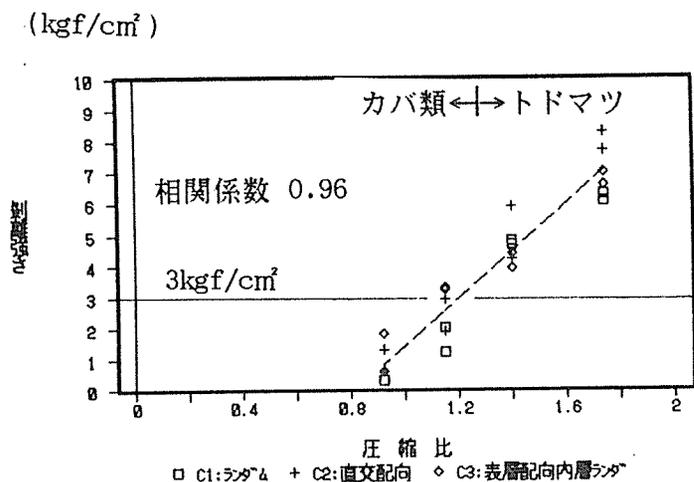


図 4 - 2 - 8 圧縮比と剥離強さの関係

③釘側面抵抗

釘側面抵抗試験体の気乾含水率は、カバ類 10.3 (9.1~11.1) %、トドマツ 9.2 (8.8~ 9.7) %であった。釘側面抵抗は、圧縮比ではなく、比重との相関が高かった。

また、圧縮比の小さいカバ類で、日本繊維板工業会規格 (参考値) 120kgf/cm 以上を満足しないものがあつた。

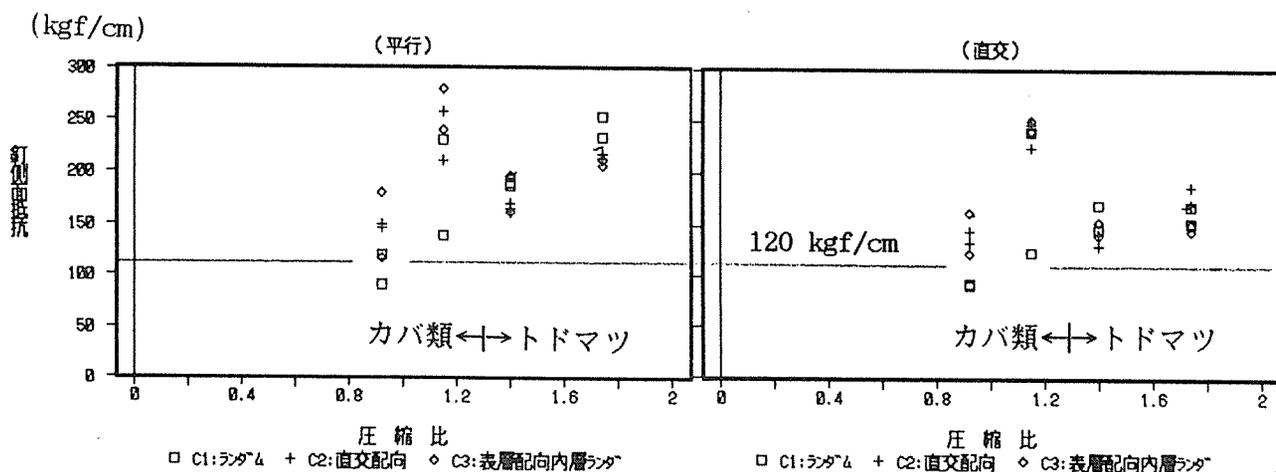


図 4 - 2 - 9 圧縮比と釘側面抵抗の関係

④曲げヤング係数

常態曲げ試験体の気乾含水率は、カバ類 11.3 (9.4~15.2) %、トドマツ 9.9 (9.3~11.1) %であった。湿潤曲げ試験体の気乾含水率は、カバ類 13.8 (10.7~16.4) %、トドマツ 10.6 (10.0~11.2) %であった。

常態および湿潤曲げヤング係数は、圧縮比と比較的高い相関を示した。

直交方向の常態曲げヤング係数は、J I S 規格 (JIS A 5908) 200タイプの常態曲げヤング係数の参考値30tonf/cm²をほとんどが下まわっていることから、もっと大きな圧縮比となるボード比重にする必要がある。

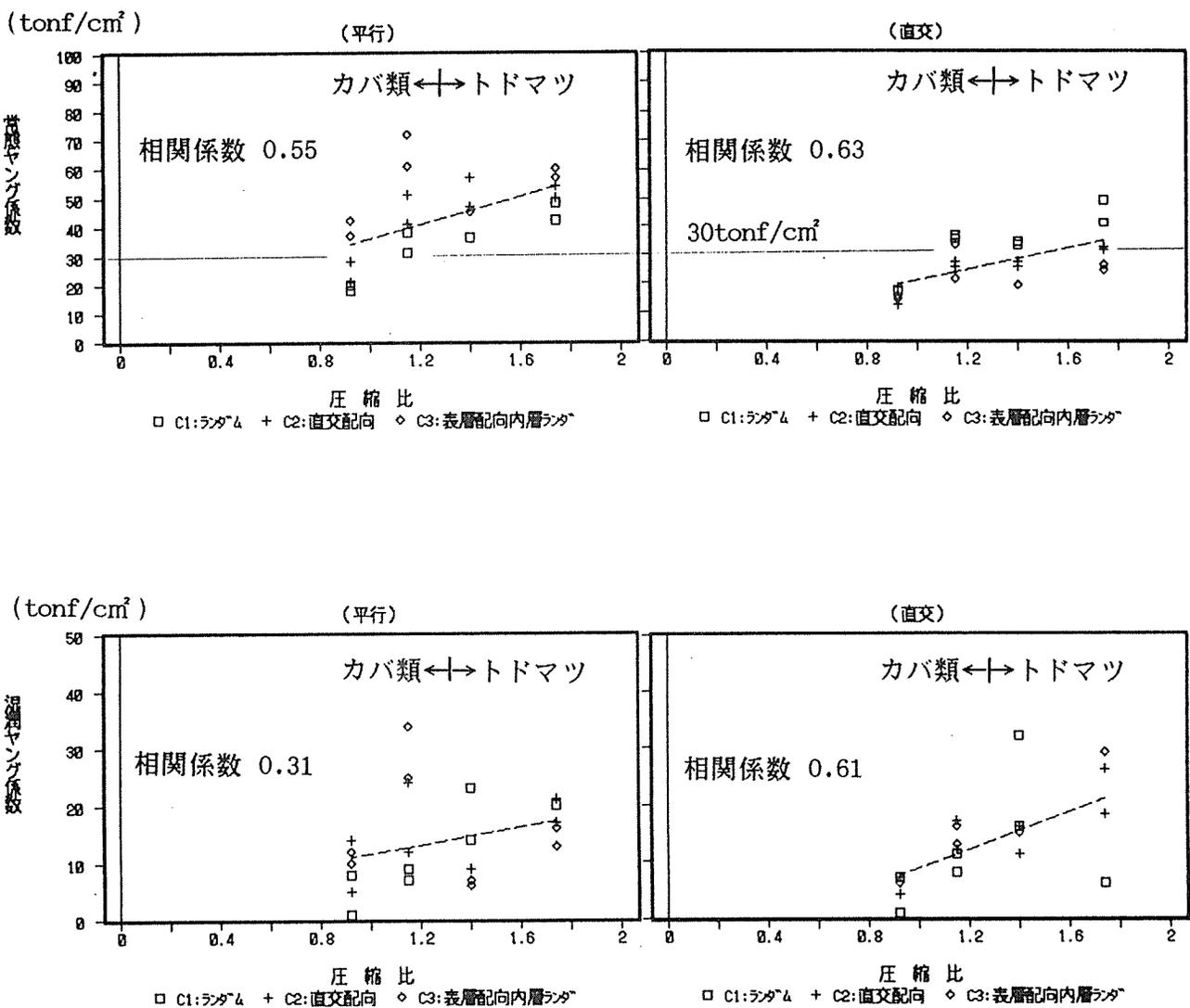


図 4 - 2 - 1 0 圧縮比と曲げヤング係数の関係

⑤ 曲げ強さ

常態および湿潤曲げ強さは、圧縮比と高い相関を示した。

カバ類の圧縮比0.92（比重0.60）の直交方向の常態および湿潤曲げ強さは、J I S規格（JIS A 5908）200タイプの常態および湿潤曲げ強さの規定値180および90kgf/cm²を全てが下まわったことから、当然ではあるが、1.00以上の圧縮比がボードには必要である。

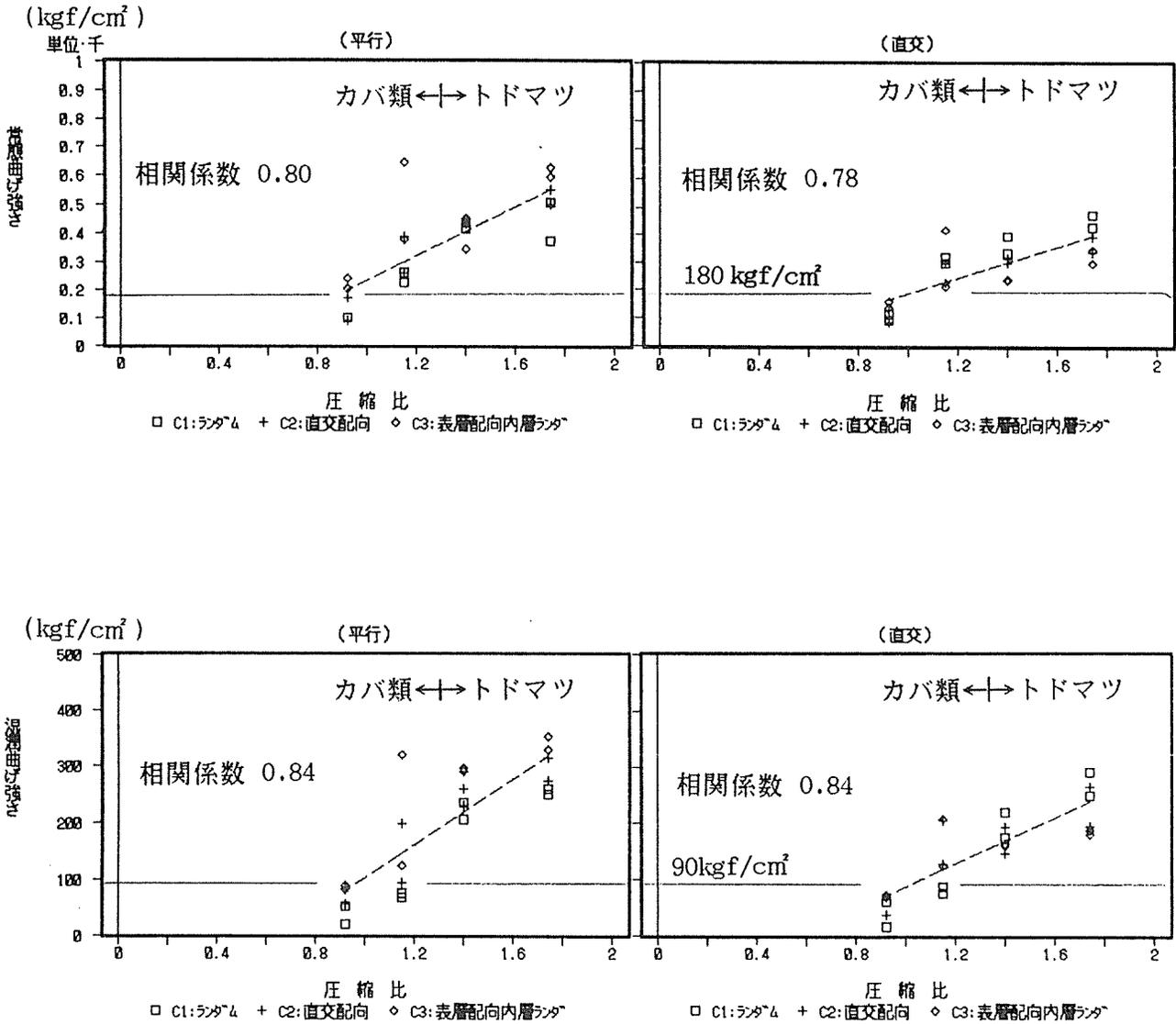


図 4-2-11 圧縮比と曲げ強さの関係

(3) 考 察

カバ類およびトドマツOSBの性能試験結果から、軽くて高強度な構造用OSBを目指す場合の原料としては、カバ類よりもトドマツの方が適しており、比重0.60（圧縮比1.40）のボードが経済的である。

4. 3 廃パレットを原料としたOSB

4. 3. 1 はじめに

北米においては、OSB (Oriented Strandboard) の生産が1980年初頭より本格的に開始されて以来、その生産量は直線的に伸びてきている。近年では、合板も含めた全構造用パネルの生産量の約25%を占めるに至っている。これらは主としてカナダ、米国北部ではアスペンを、米国南部ではサザンパイン、雑広葉樹を原料とし、丸太からストランドを製造している。

しかしながら、わが国では過去に北海道においてカラマツを原料としたOSBの製造が検討されたこともあったが、現在まで国産OSBは製造されていない。OSB製造に適した安価な原料を求めることができないことが主な原因と思われる。

一方、わが国のパーティクルボード工場では原料として、建築解体材、廃コンパネ、その他の廃木材などを使用する比率が増えている。わが国のパーティクルボードは、その原料を合板工場残廃材へ依存している面が強いが、合板製造の将来を考えると建築解体材などを使いこなしていかなければならない。東京新木場にあるパーティクルボード工場では解体材、廃コンクリート型枠用合板を原料としているが、その立地条件から流通資材(パレット・梱包材)の廃材も原料として多くの量が使われている。ここでは、大型の削片を得るのに適していると思われる廃パレット・梱包材に注目し、これらを原料としたOSB製造の可能性を検討した。

4. 3. 2 実験方法

(1) ストランドの製造

廃パレットを原料としたが、その樹種はベイマツ、ベイツガ、ベイモミなどであり、原料の気乾比重は0.42~0.57の範囲であった。

これらを原料とし図1に示す2通りの方法で削片を製造した。

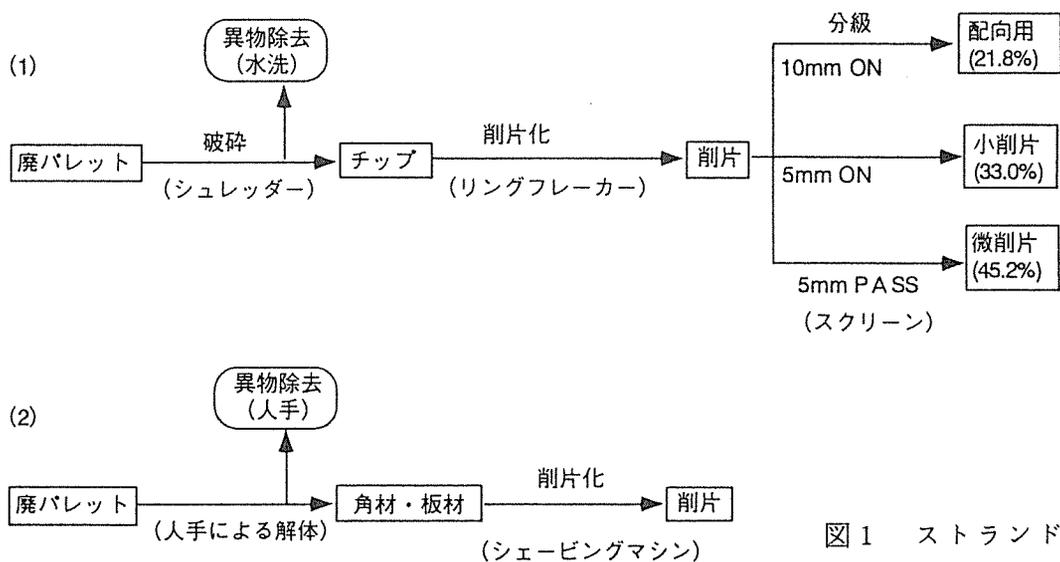


図1 ストランドの製造方法

①リングフレーカーによる方法

廃パレットをボード工場のシュレッダーにより破碎し、手作業による水洗により鉄などの異物を除去し、チップ化を行った。このチップをナイフリングフレーカー（Pallmann PZ-8）により切削し削片を得た。このときナイフの歩出しは0.6 mmとした。次にこの削片を振動スクリーンを用いて10 mm ON、10 mm pass～5mm ON、5mm passの3種類に分級した。10 mm ONの削片は配向用に、10 mm pass～5mm ONの削片はコア一用に用いた。分級後の削片の重量比は図1に示した通りであるが、OSB製造に使用できる削片の割合が55%と低い点が問題である。

②シェーピングマシンによる方法

シェーピングマシンにより大型の削片を得るため、廃パレットから手解体により角材・板材を得た。この材を原料とし、水平円盤かんな台型シェーピングマシンにより削片化し、スクリーンにより、微細片を除いた。切削条件は、刃出し0.4 mm、けびき長さ40 mmとした。この方法では、手解体により釘などを引き抜かなければならず、非常に手間がかかり現実的な方法ではなかった。

(2) ボードの製造

前述の方法で得た切削片を用いて次の6種類のボードを製造した。

表1 製造ボードの種類

No.	名称	表層	芯層
1	ランダム単層ボード	10 mm ON ランダム	10 mm ON ランダム
2	ランダム単層ボード	5 mm ON ランダム	5 mm ON ランダム
3	表層配向3層ボード	10 mm ON 配向 (50%)	5 mm ON ランダム (50%)
4	表層配向3層ボード	10 mm ON 配向 (30%)	5 mm ON ランダム (70%)
5	直交配向3層ボード	10 mm ON 配向 (50%)	10 mm ON 配向 (50%)
6	表層配向3層ボード	シェーピングマシンから得た削片を配向 (50%)	5 mm ON ランダム (50%)

注) No. 1～No. 5はリングフレーカーにより切削したフレークを使用。

接着剤はPタイプパーティクルボード用に使用されている純メラミン樹脂接着剤（三井東圧化学（株）、1-ロッド U-814）を用い、添加率を全乾パーティクル当たり10%（固形分）とし、削片にスプレীগンを用いて噴霧塗布した。このとき、硬化剤として塩化アンモニウムを接着剤重量比0.8%添加した。なお、パラフィンワックスは用いなかった。

接着剤添加後、手撒きによってフォーミングを行ったが、ストランドの配向にはアルミニウム薄板を2 cm間隔に平行に配した配向装置を用いた。なお、自由落下距離は約20 mm

一定となるようにした。熱板温度180℃、初期圧縮圧力40kg/cm²、熱圧時間5分とし、400mm×400mm×12mm（厚さ）の板を成板した。このとき目標比重を0.6と0.75のボードをそれぞれ3枚製造した。

製造ボードを調湿したのち、JIS A 5908 に準じて曲げ試験、はく離試験、厚さ膨張率試験を行った。また、ASTM D 1037 に準じて釘側面抵抗試験、線膨張率試験を行った。

4. 3. 3 試験結果

リングフレーカーによって製造した削片の長さの分布を図2に示した。

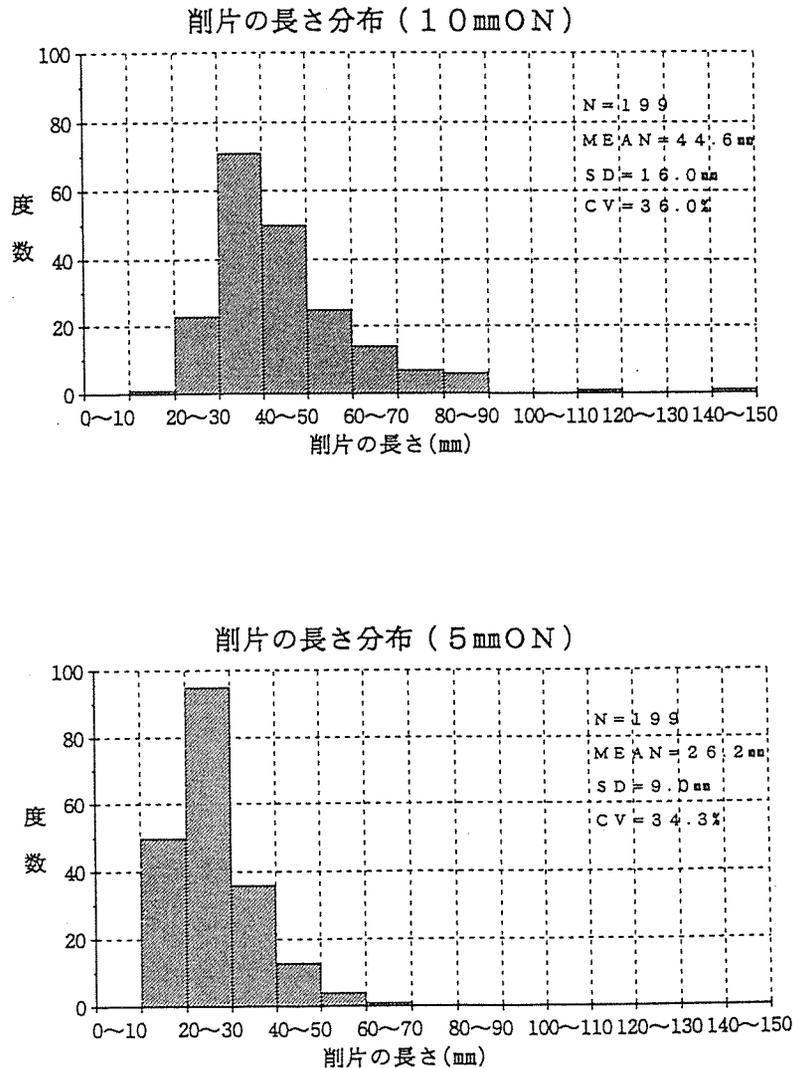


図2 リングフレーカーにより切削した削片の長さの分布

10 mm ONの削片の平均長さは45mmを、10mm pass～5 mm ONの削片の平均長さは26mmを示した。後者の削片を20mm間隔のスリットにより配向させるのは困難であり、コア一用とし

ランダムに配置することとした。

図3にランダムボードの曲げ強さと比重の関係を示す。曲げ強さに削片の長さの影響が認められ、10mm ONの削片を用いたボードの曲げ強さは10mm pass～5mm ONの削片を用いたボードの曲げ強さより大きい値を示した。

図4にリングフレイカーおよびシェービングマシンから得た削片を用いて製造した表層配向ボード (No. 3, No. 6) の曲げ強さと比重の関係を示した。比較のためにランダムボード (No. 1) の曲げ強さも同時に示した。配向ボードの配向方向の曲げ強さは、ランダムボードよりかなり上昇していることがわかる。図から、No. 3とNo. 6のボードの曲げ強さに差は認められず、シュレッター、リングフレイカーを用いて能率よく製造した削片を配向させることにより高強度のボードが得られることがわかる。

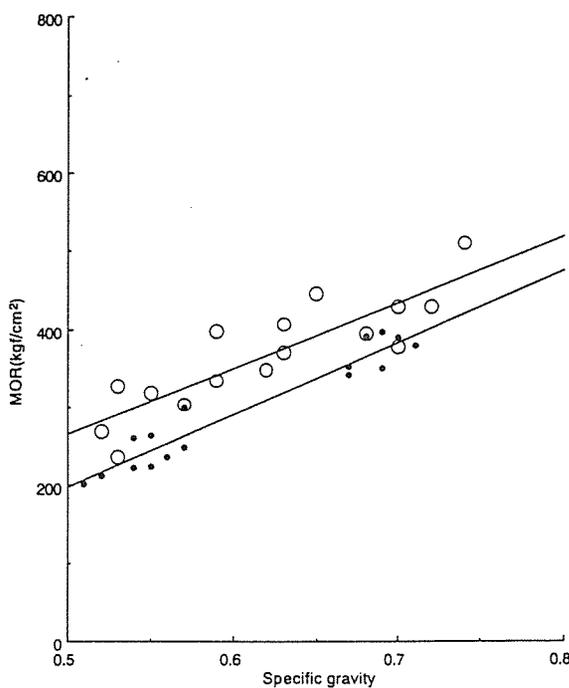


図3 ランダムボードの比重とMORの関係

- ランダムボード(10mm) $y = -156.99 + 844.21x$ $R^2 = 0.746$
- ランダムボード(5mm) $y = -264.89 + 925.33x$ $R^2 = 0.926$

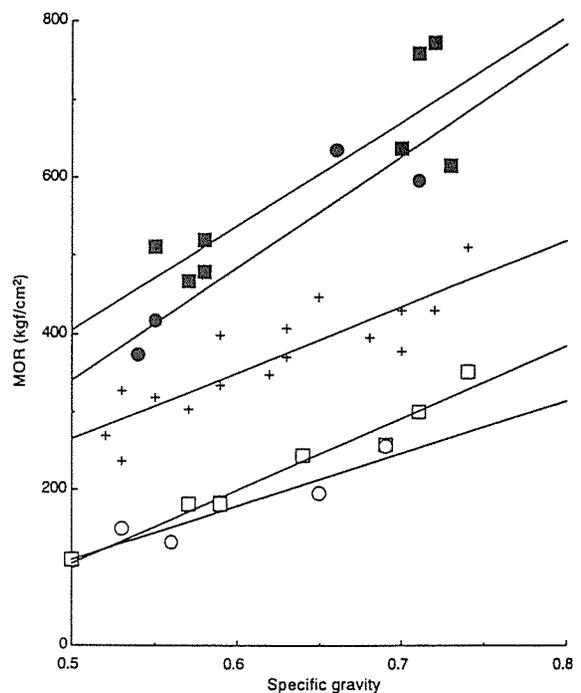


図4 シェービングマシンおよびリングフレイカーから得た削片で製造した表層ボード (F/C=5/5) の比重とMORの関係

- リングフレイカーで製造したボード (//) No. 3
- シェービングマシンで製造したボード (//) No. 6
- リングフレイカーで製造したボード (⊥) No. 3
- シェービングマシンで製造したボード (⊥) No. 6
- + ランダムボード (10mmON) No. 1

図5に表層配向3層ボード、図6に直交配向ボードの曲げ強さと比重の関係を示した。ストランドを配向させたいずれのボードも、配向方向の曲げ強さはランダムボードの曲げ強さより大きく、直交方向ではランダムボードより下回った。また、配向方向の曲げ強さは、フェースストランドの割合が低くなると低下する傾向を示す (図5)。

曲げ強さと同様、製造ボードの曲げヤング係数と比重の間にも良好な直線関係が認められた。曲げ強さ、曲げヤング係数と比重との回帰式より、ボード比重 0.7のときの曲げ強さ、曲げヤング係数を求め、表2に示した。

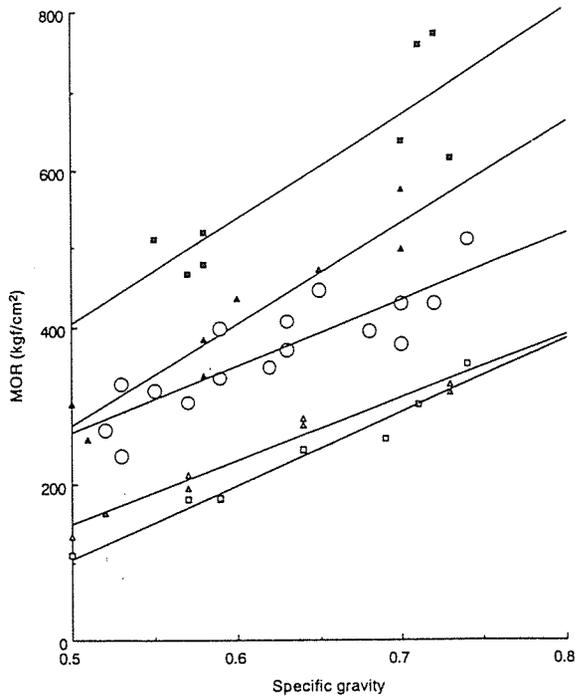


図5 表層配向ボードとランダムボードの比重とMORの関係

- ▲ 表層配向ボード (F/C=3/7) (⊥) $y = -248.19 + 794.30x$ $R^2 = 0.964$
- ▲ 表層配向ボード (F/C=3/7) (//) $y = -369.20 + 1286.6x$ $R^2 = 0.898$
- 表層配向ボード (F/C=5/5) (⊥) $y = -360.09 + 930.54x$ $R^2 = 0.972$
- 表層配向ボード (F/C=5/5) (//) $y = -264.99 + 1337.1x$ $R^2 = 0.757$
- ランダムボード(10mm ON) $y = -156.99 + 844.21x$ $R^2 = 0.746$

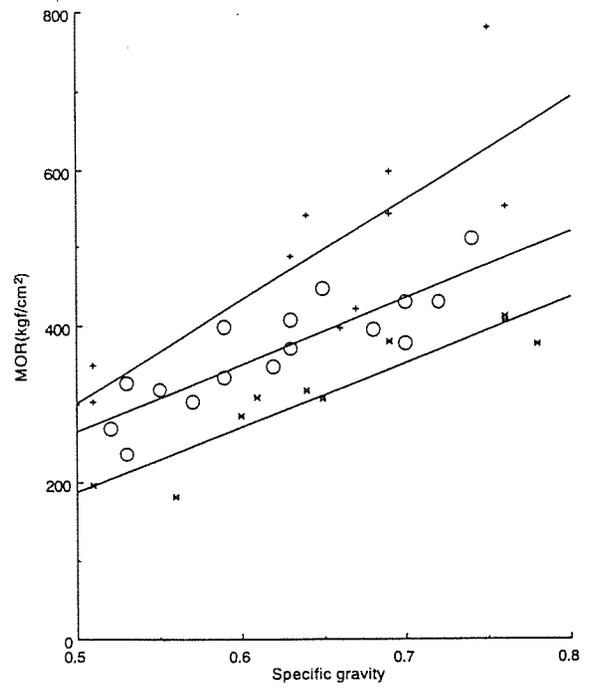


図6 直交配向ボードとランダムボードの比重とMORの関係

- × 直交配向ボード (F/C=5/5) (⊥) $y = -225.19 + 824.84x$ $R^2 = 0.868$
- + 直交配向ボード (F/C=5/5) (//) $y = -346.41 + 1294.6x$ $R^2 = 0.640$
- ランダムボード(10mm ON) $y = -156.99 + 844.21x$ $R^2 = 0.746$

表2 回帰式より求めた曲げ強さ、曲げヤング係数 (ボード比重 0.7)

No.	曲げ強さ (kgf/cm ²)			曲げヤング係数 (×10 ³ kgf/cm ²)		
		⊥	/ ⊥		⊥	/ ⊥
1	433			48.8		
2	383			43.1		
3	671	291	2.31	78.3	31.3	2.50
4	531	308	1.72	66.0	32.7	2.01
5	560	352	1.59	66.7	40.5	1.65

本実験では、比較的長い削片を用いているためランダムボード (No.1、No.2) でも高い

曲げ性能を示している。表層を配向させることにより（No. 3、No. 4、No. 5）、配向方向の曲げ強さは1.23～1.55倍に、曲げヤング係数は1.35～1.60倍に増加し、配向の効果が認められている。配向方向（ \parallel ）の強度は、No. 3のボードが一番大きな値を示し、比重 0.7では671kgf/cm²、比重0.60でも537kgf/cm²と合板同等以上の高強度のボードが得られている。直交方向（ \perp ）の曲げ強さも、本実験の場合大きな値が得られているが、曲げ強さにおける \parallel / \perp の値は1.6～2.3であった。

曲げヤング係数に関しても、製造した配向性ボードの配向方向の値は高い値を示しており、構造用として十分な剛性を有していた。

図7にはく離強さ（IB）を示す。目標ボード比重 0.6のボードで4 kgf/cm² 以上のはく離強さを示したが、目標ボード比重が0.75になるとはく離強さは著しく大となり、9 kgf/cm² 以上の値を示した。

図8に24時間吸水時の厚さ膨張率を示した。本実験で製造したボードの厚さ膨張は、目標ボード比重 0.6のボードで15 %以上、目標比重0.75のボードで20 %以上と高い値を示した。これは、原料が比較的比重の低い針葉樹であること、比較的大型の削片を用いていることなどが原因と思われる。

図9に2時間煮沸処理後の曲げ強さの残存率を示した。全てのボードで残存率は50 %以上を示し、JISのPタイプを満足していた。

図10に釘側面抵抗試験の結果を示した。各種類のボードでボード比重が増えると釘側面抵抗も大きくなった。また、配向性ボードでは直交方向の値が平行方向より大きい値を示した。釘側面抵抗の値は、従来構造用合板（9 mm）で90 kgf、パーティクルボード（12 mm、Pタイプ）で160kgfの値が得られているが、本実験のボードは目標比重 0.6のボードでもこれより大きな釘側面抵抗を示しており、構造用として十分な釘打ち性能を有している。

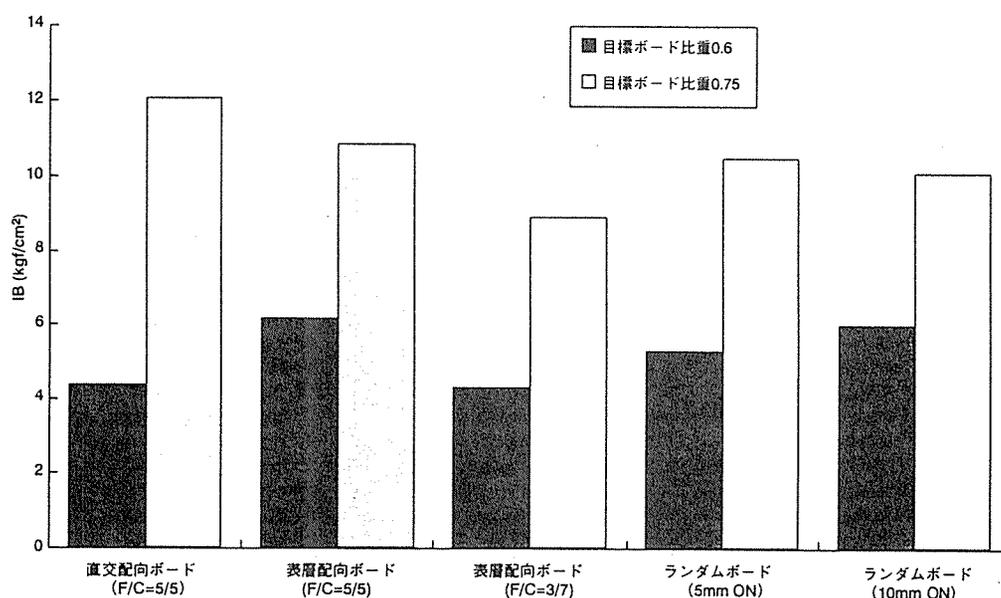


図7 各ボードの剥離強さ試験の結果

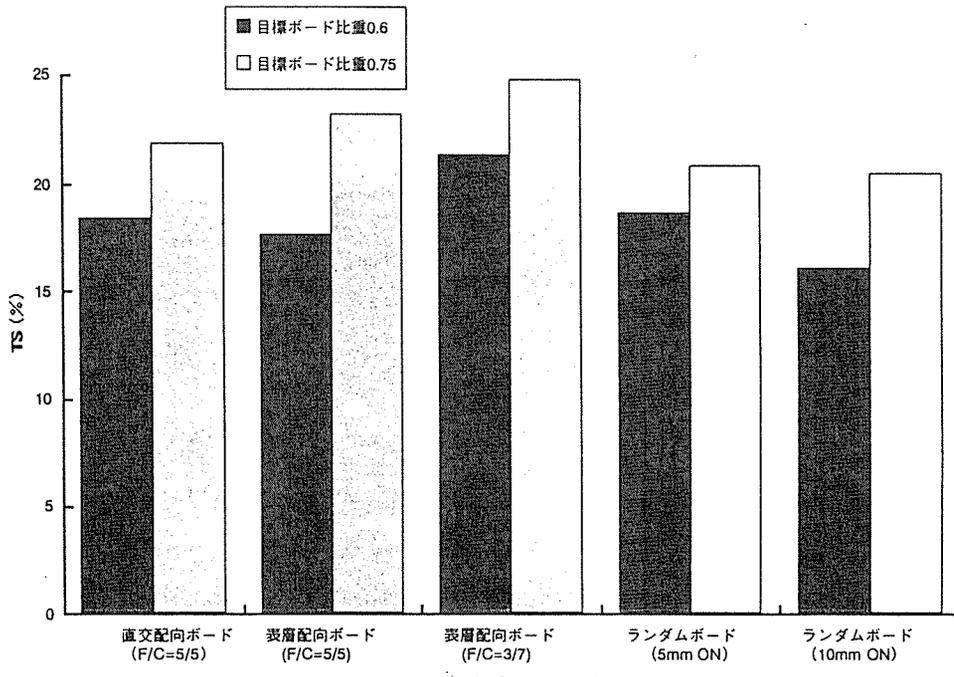


図 8 各ボードの厚さ厚さ膨張率の関係

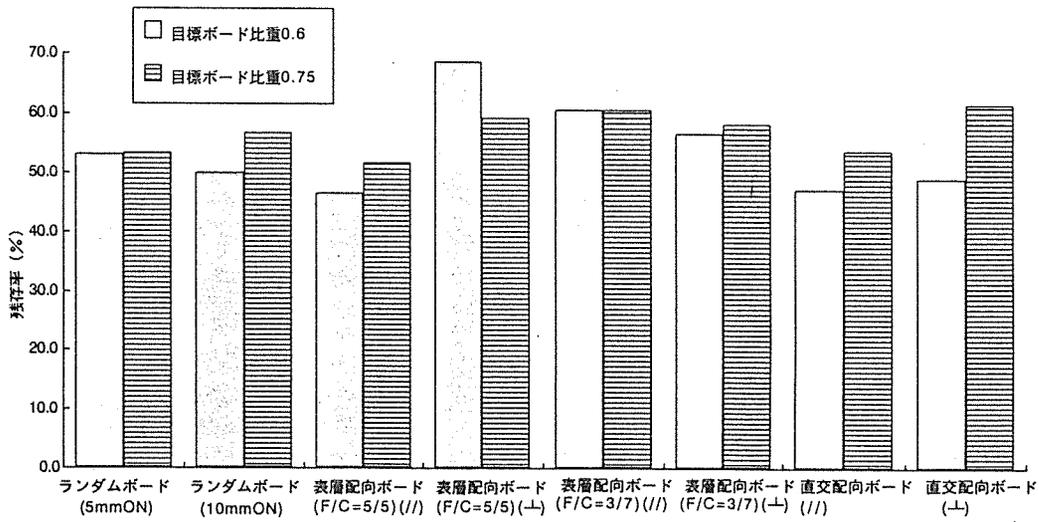


図 9 2時間煮沸後の各ボードの残存率

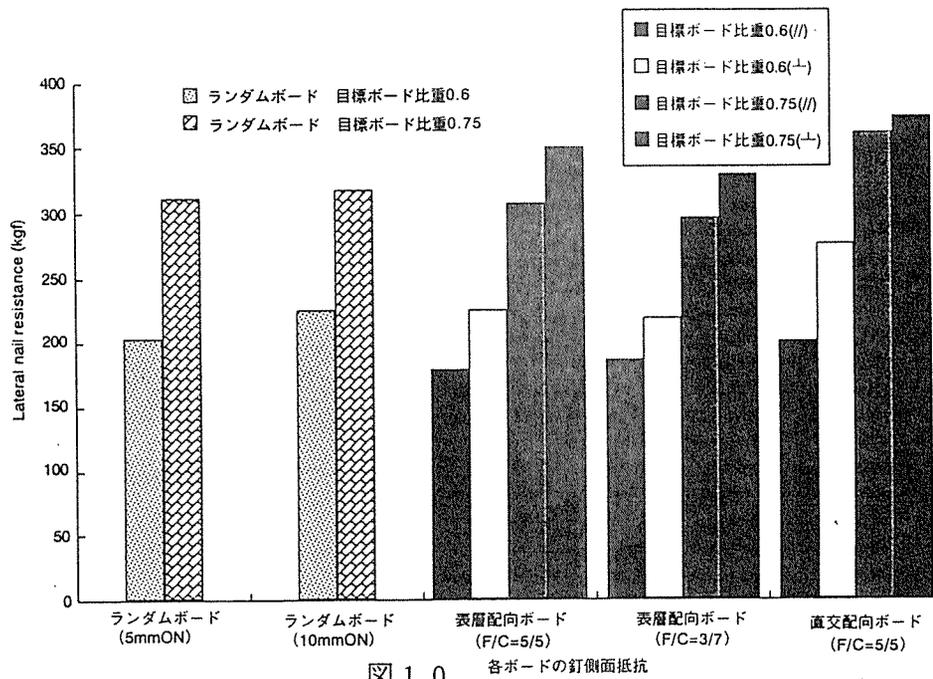


図 10 各ボードの釘側面抵抗

4. 3. 4 おわりに

廃パレットを原料とし、シュレッダー、リングフレーカーを用いて得た削片を分級して得た比較的長いストランド（10 mm ON）を表層に使い、これを配向させたボードを試作した。製造ボードは、合板に匹敵する強度的性能を示し、構造用途に十分使用し得ることが示された。

しかしながら、配向用の長いストランドの歩留まりを向上させること、厚さ膨張を改善することなどが今後の課題である。

4. 4 市販ボード原料（コア）と合板廃材（フェイス）を原料としたOSB

4. 4. 1 はじめに

合板代替材料として、配向性パーティクルボード（OSB）が注目されている。しかし、現在わが国ではOSBの生産はなされていない。価格・品質の両面で適当な原料見つかからないためである。

一方、わが国のパーティクルボード工業においては、ここ数年来解体材の利用が急速に進んでいる。解体材の利用技術、すなわち、チップ化技術や異物除去技術が進展してきたことが大きな技術的要因になっているが、原料コストの低減も大きな利点となっている。さらに、わが国の木質資源の状況を長期的な視野から見れば、解体材がわが国の主要なボード原料となることは容易に想像される。このことは、木質リサイクル資源の有効利用の観点からも、是非積極的に押し進めなければならない。

ここでは、解体材を主要原料にした市販ボード原料をコアに、合板単板の廃材をフェイスに用いたOSBを試作し、わが国におけるOSB生産の可能性を検討した。

4. 4. 2 実験

原料は、市販のコア用パーティクルと厚さ1mmのラワン単板廃材である。前者のコア用パーティクルは解体材を主要原料にしており、チップ化したのち異物を除去し、ナイフリングフレーカーで切削したものであるが、プラスチックフィルム層などが一部混入している。

一方、後者のフェイス用ストランドの調製には、シュレッダーを想定して単板の繊維方向長さをおよそ70mmに切断したのち、ハンマーミルを用いて粉碎した。なお、粉碎に際しては、ハンマーミルの下部スクリーン（刃）を取り去った。このため、調製されたストランドの長さはほとんど損なわれず、幅方向のみが破碎された。ストランドの平均寸法は66×16×1.0mmである。

接着剤はPタイプ用メラミン・ユリア樹脂（MUF）接着剤、ユーロイドu-814（三井東圧化学株式会社製、65%濃度）である。接着剤の添加率は固形分重量比10%、硬化剤として塩化アンモニウムを接着剤重量比0.8%、さらにパラフィンワックスを接着剤重量比0.5%を混合、ブレンダー内で噴霧塗布した。

表層および裏層ストランドをアルミニウム薄板を平行に配した機械的な配向装置内に手撒き散布して配向させ、表層配向・コアランダムの上層構造のマットを形成した。なお、アルミニウム板間隔は25mm、自由落下距離は30～50mmに調整した。

熱圧成板条件は、温度160℃、時間5～10分、初期圧縮圧50kgf/cm²である。

三層構成比は1:2:1、1:4:1、および1:6:1の3水準とし、比較参照のために、ランダムな3層(1:4:1)ボード、フェイス用ストランドおよびコア用パーティクルのみを用いたランダムな単層ボードをそれぞれ製造した。成板寸法は500(配向方向)×400(幅方向)×12mm(厚さ)であり、比重0.6および0.7のボードをそれぞれ2枚製造している。

これらのボードを調湿したのち、JIS A5908に準じて、曲げ試験、はく離試験、木ねじ保持力試験、厚さ膨張率試験等を行なった。なお、湿潤曲げ試験はBタイプの煮沸試験をおこない、同時に線膨張率も測定した。さらに、JAS構造用パネルの検査方法に準じて釘引抜き試験を、また、ASTM D1037に準じて横方向の釘抵抗力試験を行なった。なお、それぞれの試験片個数は5~6個である。

4.4.3 結果と考察

(1) 曲げ性能

繊維方向ならびに直交方向の常態曲げヤング率(MOE)および常態曲げ強度(MOR)を図4.4-1および4.4-2にそれぞれ示す。図において、各データの比重の影響を相殺するために、それぞれの条件について比重とMOEの(直線)関係を求め、その傾きをもとに各々のデータを目標比重に補正した値の平均値と標準偏差を示している。

なお、本報告における図中の記号は、全て共通であり、以下に示す通りである。記号のなかの初めの3桁の数字はフェイス・コアの層構成重量比を、ハイフン以降の数字は目標比重を示している。また、Rの添え字はランダム配向を表し、face, coreはフェイス材料であるストランドおよびコア材料のパーティクルのみで製造されたことをそれぞれ示している。

図中に使用される記号一覧

121-0.6	:3層(1:2:1)表層配向ボード、比重0.6
121-0.7	:3層(1:2:1)表層配向ボード、比重0.7
141-0.6	:3層(1:4:1)表層配向ボード、比重0.6
141-0.7	:3層(1:4:1)表層配向ボード、比重0.7
161-0.6	:3層(1:6:1)表層配向ボード、比重0.6
161-0.7	:3層(1:6:1)表層配向ボード、比重0.7
R141-0.6	:3層(1:4:1)ランダムボード、比重0.6
R141-0.7	:3層(1:4:1)ランダムボード、比重0.7
Rface-0.6	:ランダムストランドボード、比重0.6
Rface-0.7	:ランダムストランドボード、比重0.7
Core-0.7	:ランダムパーティクルボード、比重0.7

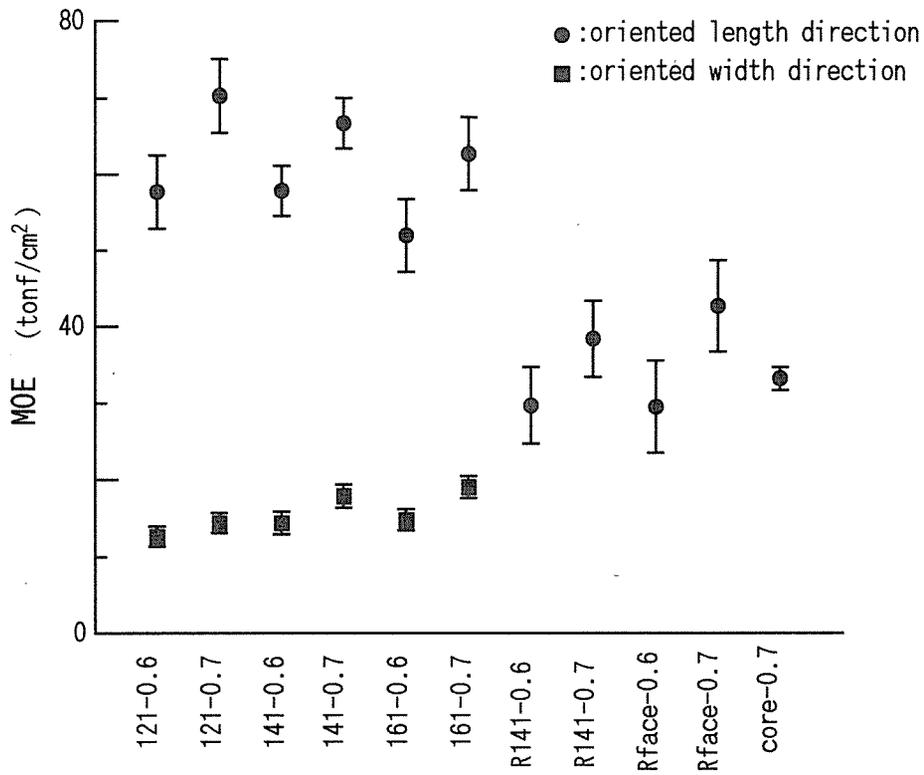


図 4.4-1 ボードの常態曲げヤング率

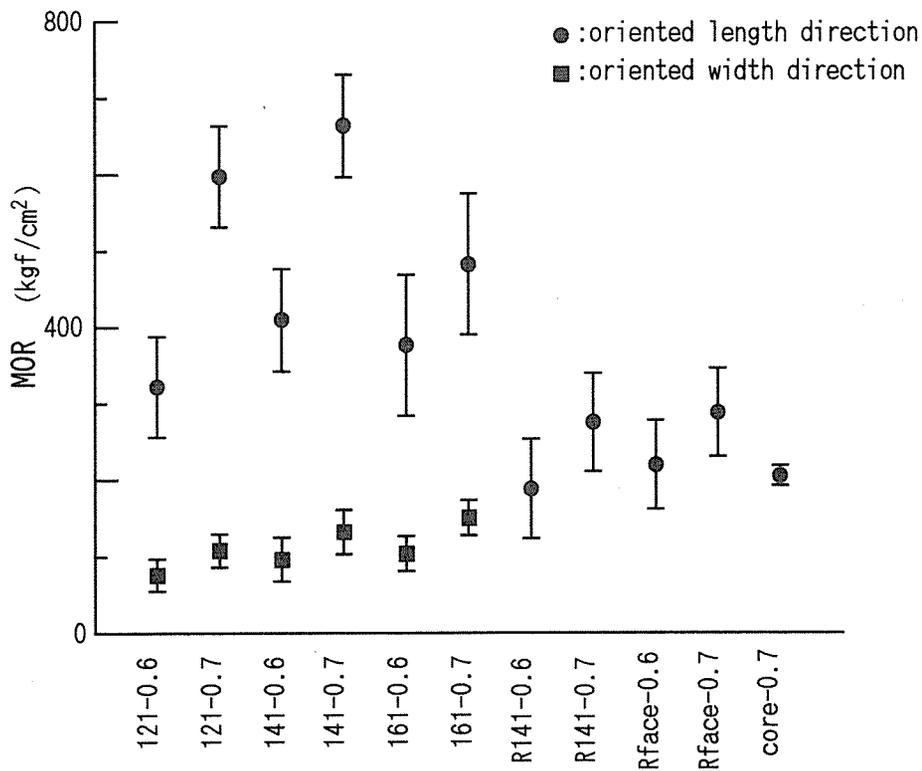


図 4.4-2 ボードの常態曲げ強度

図4.4-1より、ボードの配向方向MOEは、フェイス用ストランドの割り合いが少なくなるに従い、やや低下する傾向が認められるものの、その差はわずかであり、本実験範囲では実質的な影響は小さいと言える。MOEの値は、さらにランダム単層ストランドボード、ランダム3層ボード、ランダムコア用単層パーティクルボードと続き、ランダムボードの値は、配向ボードのおよそ1/2になっている。

一方、配向ボードの直交方向曲げヤング率は、当然ながら、これとは逆の傾向を示すが、ここでも配向ボードのフェイス/コア比の影響はほとんど認められない。しかしながら、コアパーティクルが直交配向していないために、直交方向曲げヤング率は10~20 ton/cm²とやや小さく、この点用途や使い方によって問題となる場合がある。

配向ボードの配向方向と直交方向曲げヤング率の比はおよそ4~5に達している。配向ボードの配向方向曲げヤング率は、コア用単層パーティクルボードの約2倍に達するのに対し、前者と同じ構成をもつランダムな3層ボードの曲げヤング率は、コア用単層パーティクルボードのそれに比べると若干大きい程度である。表層ストランドの配向がボードの曲げヤング率に大きな影響を与えることがわかる。

以上のように、コア用パーティクルのフェイス用ストランドに対する重量比率は50~75%であるが、コア用パーティクルの増加による配向方向曲げヤング率の低下は極めて少なく、解体材を主たる原料とした場合においても配向効果の大きい、曲げヤング率の優れたボードを製造しうることがわかる。

曲げ強度の結果も、曲げヤング率の場合と同様、ボード比重のバラツキが補正されているが、比重の大きいボードほど高い曲げ強度を与える傾向が認められる。しかし、概括的にみると、ヤング率の場合と同様な配向効果が認められ、配向ボードの配向方向曲げ強度はランダムボードのその約2.5~3倍に達している。

コア用パーティクルの比率をみると、67%の場合に最も高い配向方向曲げ強度が得られ、これが75%に増加すると、高比重ボードでの配向効果が大きく低下する。ちなみに、記号141の比重0.7のボードでは664 kgf/cm²、また比重0.6のボードでは410 kgf/cm²以上の平均曲げ強度をもつ高強度ボードが得られた。一方、これら配向ボードの直交方向曲げ強度は、いずれも100 kgf/cm²前後(比重0.6)である。

煮沸による促進劣化処理後の湿潤時曲げヤング率ならびに湿潤時曲げ強度を図4.4-3および図4.4-4に示す。湿潤時の曲げ性能に対する比重、表層ストランドの配向の全体的な影響については常態のそれとほとんど変わらない。曲げ強度の残存率をみると、いずれのボードも50%以上を示し、接着剤の高い耐水性を証明している。

一方、低比重ボード(0.6)の強度残存率は、高比重ボード(0.7)のそれより高く、また配向ボードがランダムボードよりも残存率が大きい傾向が明らかであり、このため見かけ上、ランダムボードに対する配向ボードの曲げ性能比が大きくなっている。この理由は、低比重ボードでは厚さ方向の圧縮比が、配向ボードでは面内方向の圧縮比が小さいために蓄積される内部応力が小さく、湿潤時のスプリングバックに伴う接着結合点の破

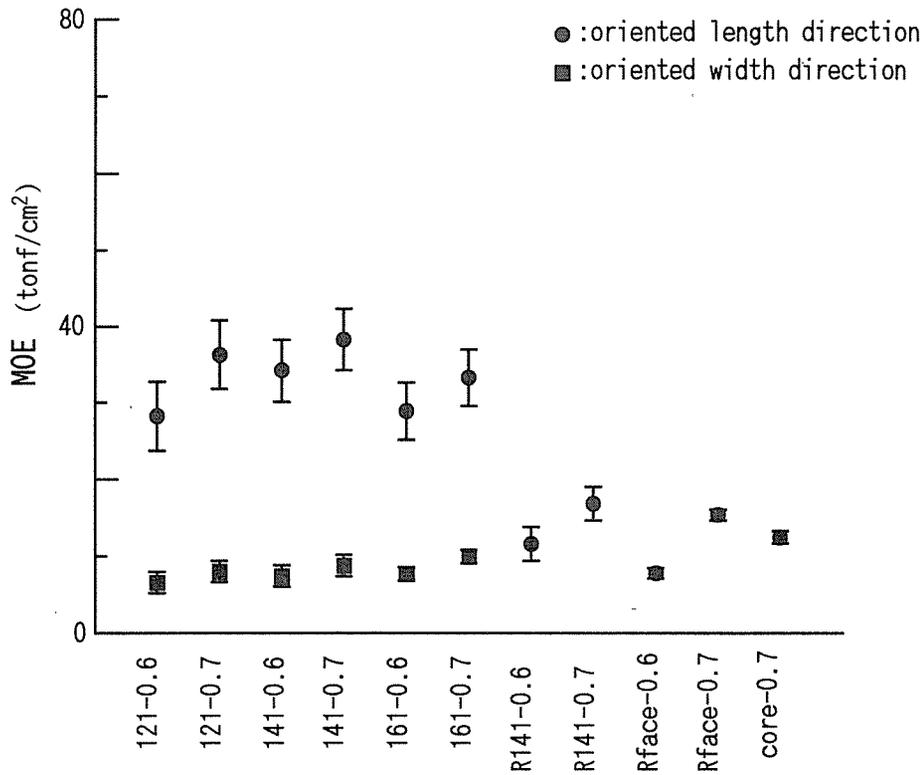


図 4.4-3 湿潤時曲げヤング率

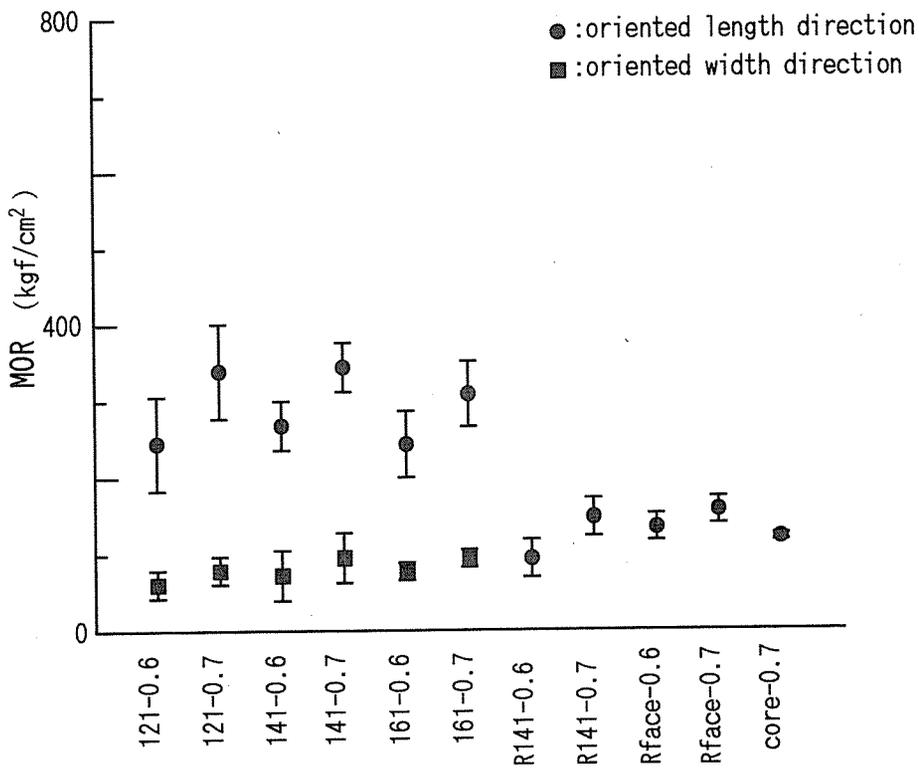


図 4.4-4 湿潤時曲げ強度

壊が比較的軽微であるためと推定される。

(2) はく離強度

はく離強度の結果を図4.4-5に示す。比重0.6のフェイス用ストランドボードは解圧時に部分的なはく離が認められ、はく離強度の分散が極めて大きいため、ここではこれを除外している。図より、(表層用ストランドボードを除外した)すべてのボードはいずれも5kgf/cm²以上の値を示し、構造物としての利用に十分なはく離強度を示した。また、配向ボードとランダムボードのあいだには大きな差異が認められなかったが、比重の増加とコア用パーティクルの増加に伴い、はく離強度が大きく増大することが明らかとなった。

(3) 木ねじ保持力、釘引抜き強度、横方向釘抵抗力

木ねじ保持力を図4.4-6、釘引抜き強度を図4.4-7に、また、横方向釘抵抗力を図4.4-8に示す。

木ねじ保持力は、局所的な比重分布の影響を受けやすいので、全体に分散の大きいデータになっている。配向ボードでは161-0.6の値がやや低いものの、平均的には60-80kgfの値であり、構造的な用途に使用しうる値が得られている。ランダムボードとのあいだにもあまり大きな相違はなく、むしろこれらより大きな値が得られる傾向がある。

釘引抜き強度の結果も、木ねじ保持力と同様な傾向が認められるが、50-60kgfと若干低い値になっている。

一方、横方向釘抵抗力は、比重と引っ張り方向に強く影響される。すなわち、ボード比重の増加とともに抵抗力は高くなり、また直交方向の釘抵抗力は配向方向釘抵抗力に比べると1.5倍から2倍以上も大きいことがわかる。

(4) 厚さ膨張率

24時間吸水試験によるボードの厚さ膨張率を図4.4-9に示す。図より、本実験で製造されたボードの吸水厚さ膨張率をみると、コア原料のみを用いたランダムボード(比重0.7)は22%で最も大きく、反対にフェイス用ストランドボードのみのランダムボードの値が最も小さく、15%~16%である。3層ボードはこれらの中間的な値を示し、高比重ボードの厚さ膨張率が大きい傾向が認められた。いずれにしても、配向ボードの厚さ膨張率は15~19%で市販パーティクルボードに比べるとやや大きい傾向が認められた。

この原因の一つとして、比重の小さい針葉樹がコア材料として用いられているために、圧縮比が高く、スプリングバックが大きくなったものと推定される。コア用原料のみを用いたボードの吸水厚さ膨張率が、むしろ最も大きい値を示すこともこの推察の妥当性を示唆している。そのほか、表層用ストランドは長く(66mm)、厚い(1mm)、さらに

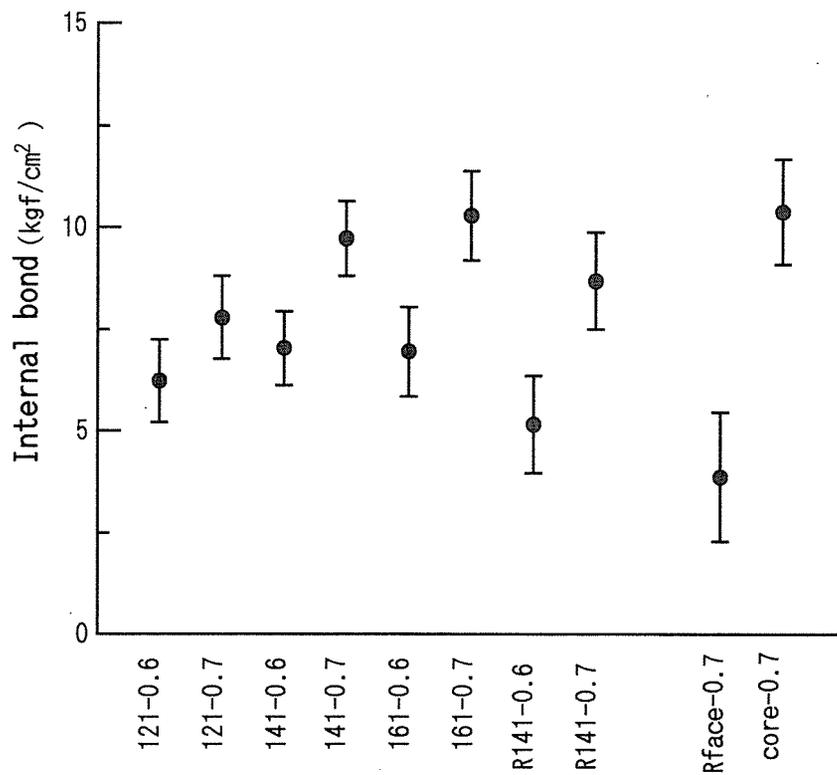


図 4.4-5 はく離強度

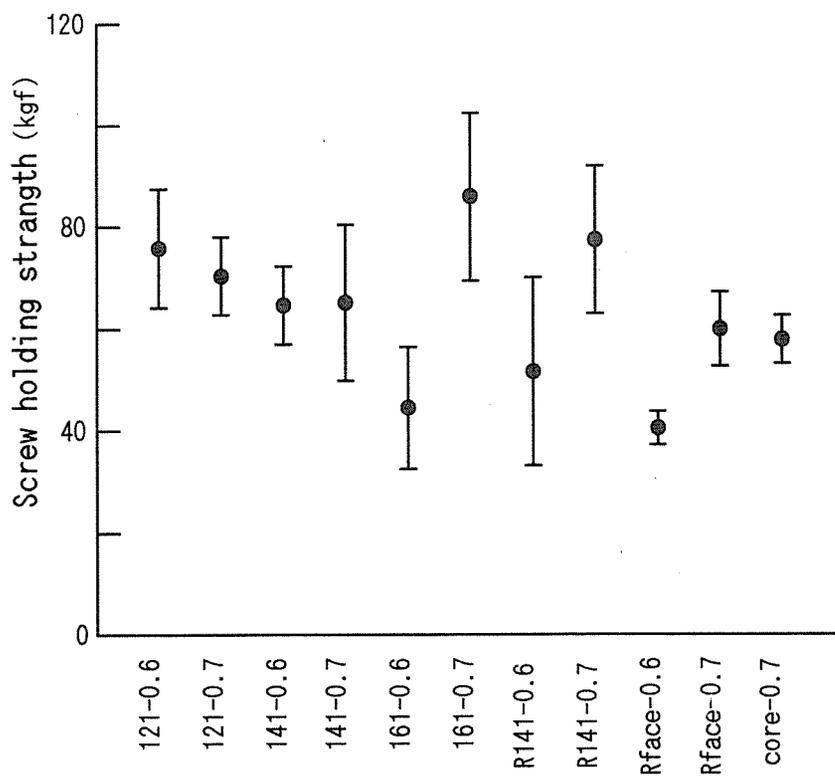


図 4.4-6 木ねじ保持力

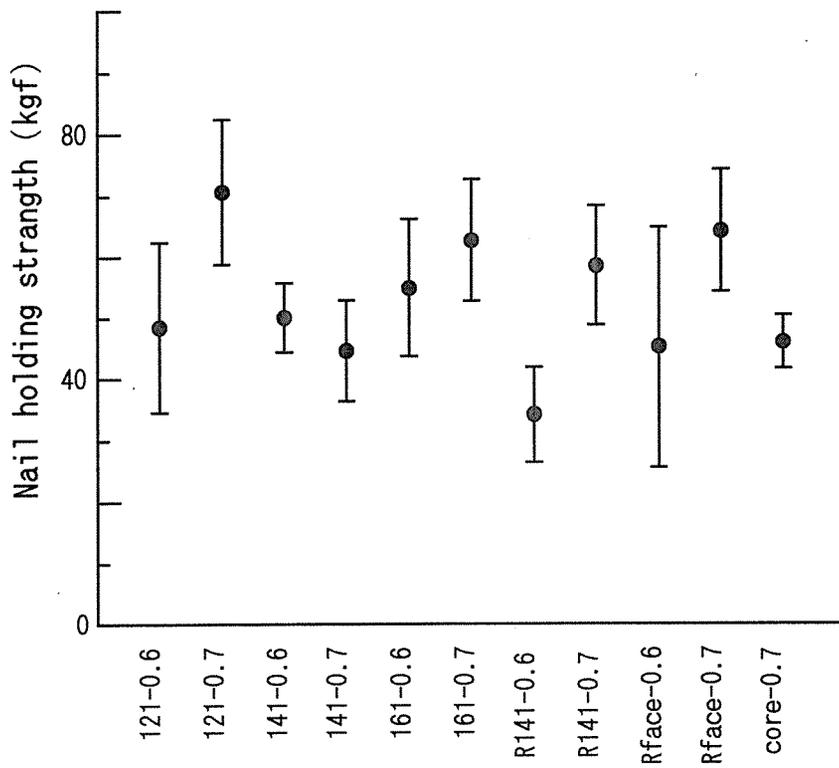


図 4.4-7 釘引抜き強度

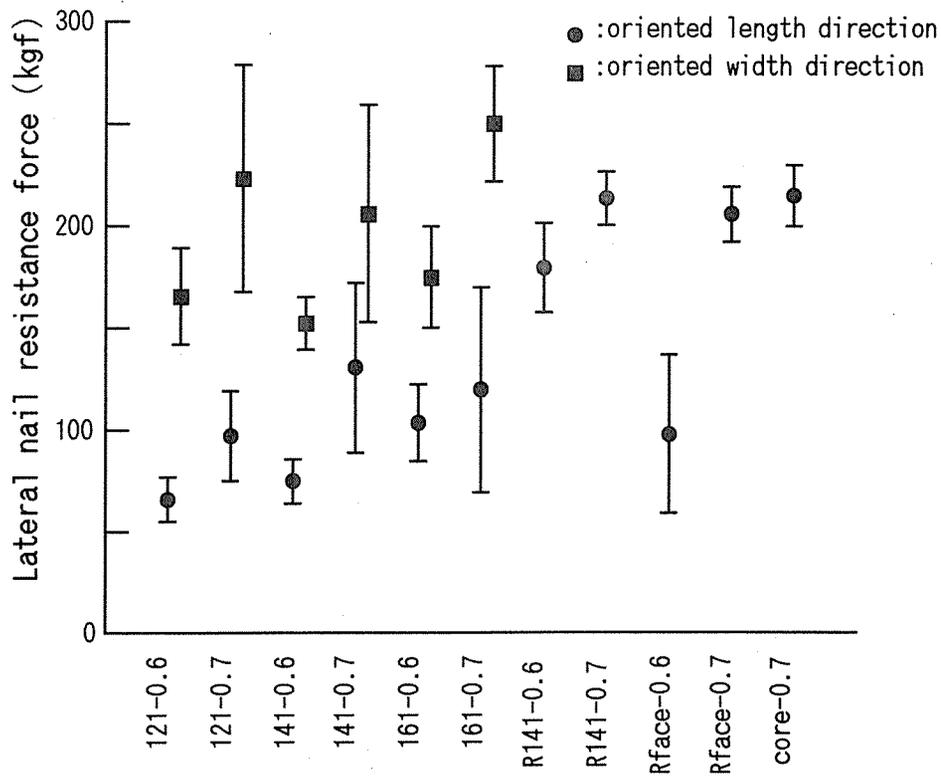


図 4.4-8 横方向釘抵抗力

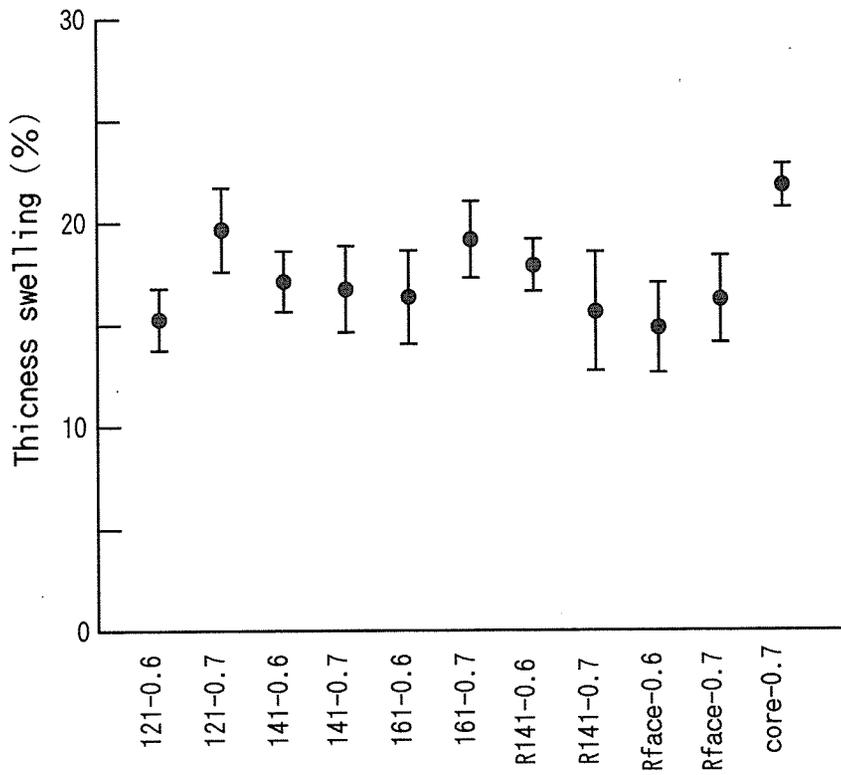


図 4.4-9 24 時間吸水厚さ膨張率

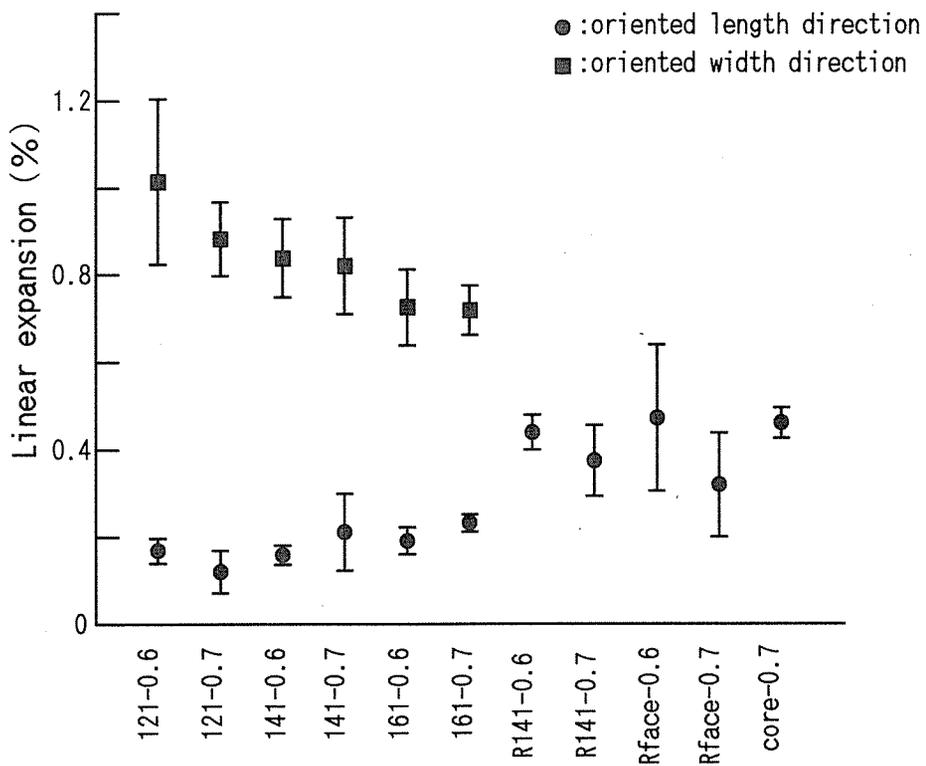


図 4.4-10 煮沸処理後の線膨張率

比較的幅も広いので、厚さ方向の寸法安定性からみれば形状的にあまり好ましくない。

また、本実験では澆水剤であるワックスの添加量が極端に少なかったことも、厚さ膨張率を大きくした原因となっている。ちなみに、24時間浸せき時の平均吸水率は57%と高く、大きい場合には70%に達している。

以上の考察から、厚さ方向寸法安定性の確保には、ボード比重を若干小さくし、ワックスを適量添加するとともに、ストランド形状のうち、ハンマーミルによる破碎によって幅を小さくすることが有効であると考えられる。

(5) 面内寸法安定性

湿潤曲げ試験片を用いて、煮沸処理前後の線膨張率を測定した結果を、図4.3.10に示す。図より、配向ボードの配向方向線膨張率はいずれも0.2%前後である。ランダムボードのそれは約0.4%であり、配向ボードの配向方向の2倍の値を示している。一方、逆に直交方向の線膨張率は極めて大きく、ランダムボードのおよそ2倍の値を示した。

いま、ボードの気乾状態から湿潤状態までの感湿範囲を8%—20%と見積もると、含水率1%当りの配向ボードの配向方向線膨張率は0.017%/%となり、この値は合板より若干大きいものの、概ね合板と同等であって、寸法安定性が極めて優れていると言える。

4. 4. 4 各種構造用パネルとの性能比較

各種市販の構造用パネルの性能特性を表4.4-1に示す。これを見ると、OSBにおいても北米のもの(Aspen)と欧州のもの(Triply)とでは、品質に大きな違いが認められる。Triplyの力学的特性と寸法安定性はCDXタイプの外装用合板と比べてもほとんど遜色がない。アスペンを原料とする北米のOSBと比べると、接着剤の添加量を多くして、軽く、高強度・高寸法安定性を実現している。

比重が異なるために、本実験で製造した廃材ベースのOSBとの直接比較は困難であるが、本実験のOSBは、強度特性からはTriply-OSBにほぼ相当すると期待されるが、寸法安定性の面からはAspen-OSB同等程度であると言えそうである。

4. 4. 5 おわりに

解体材を主体にした市販ボード原料をコアとし、単板廃材から製造されたストランドをフェイスとした3層表層配向ボードを試作し、その材質を調べた。その結果、コア材料が2/3を占めるボードにおいても、十分な表層の配向効果が得られ、構造用途に使用しう

表 4.4-1 各種構造用ボードの特性

(第 10 回木質ボード/木質複合材料シンポジウム。ジンペルカンパ社資料)

ボードタイプ	プライウッド CDX South-pine	プライウッド CTDX Okume	ウエハーボード Aspen	OSB Aspen	OSB/Triply 50% Pine 50% Poplar
	3-layer	5-layer	3-layer	3-layer	3-layer
フレーク長 [mm]	—	—	75	75	80
フレーク巾 [mm]	—	—	15-60	5-40	5-30
フレーク厚 [mm]	—	—	0.75	0.75	0.65
接着剤	PF-liquid	PF-liquid	PF-powder	PF-liquid	MUPF-liquid
接着剤率 (表面) [%]	—	—	2.4	5	12
接着剤率 (コア層) [%]	—	—	2.5	5	10
パラフィン率 (表面) [%]	—	—	1.5	1.5	1
パラフィン率 (コア層) [%]	—	—	1.5	1.5	0.8
表面, コア層率	—	—	50:50	50:50	50:50
ボード厚さ [mm]	9.5	15	11.1	11.1	12
密度 [kg/m ³]	560	500	660	636	660
強度特性					
MOR \parallel [N/m ²]	50	50	21.5	39	50
MOR \perp [N/m ²]	15	35	21.5	16.2	23
MOE \parallel [N/m ²]	8000	4500	3650	7000	7500
MOE \perp [N/m ²]	1200	4000	3650	1850	3200
内部結合	0.85	—	0.37	0.47	0.7
厚み膨張率 (24時間) [%]	7.6	—	20a	16a	10b
線膨張率 [%]	0.06	—	0.12	0.09	0.07

a) ASTM 1037-78によるサンプルサイズ 152 x 152 mm

b) V313によるサンプルサイズ 100 x 100 mm

る強度性能が得られた。

今後、厚さ膨張率の改善に工夫が必要である。この最も手近な方法としては、ボード比重を下げる事が考えられる。この際、破壊耐力と剛性を維持するために、若干ボードの厚さを増すことも考慮する必要があるだろう。適量のワックスを添加することや、ストランド幅をハンマーミルによる破碎によって小さくすることなど方策が考えられる。

いずれにしても、これらの結果は、市販ボード原料と単板廃材を主体にした三層構造のOSBが、構造用パネルとして十分使用し得ることを示唆しており、今後のわが国におけるOSB製造に一つの方向を示しているのものと考える。

おわりに

本委員会は、OSBの国産化の可能性をさぐる目的で昨年6月に発足した。10名の委員に加え、関連業界からも14名が協力委員として参加いただき、この種の委員会としては異例の構成となった。

委員会は、北米におけるOSBの生産と利用の実態調査、国内におけるOSBならびに木質パネル全般の利用の実態調査など、国内外の調査に精力的に取り組む、その動向と今後の問題点を調査した。さらに、国産OSB製造のための技術的課題を抽出し、国内の利用可能な原料、接着剤の選択、高性能化のための技術開発等を考慮しながら、体系的・組織的なOSBの試作試験をおこなった。

本報告はこれらの調査および試作試験の成果をまとめたものである。委員会が発足して1年を経過したばかりなので、調査事項のなかにはまだ欠落した部分もあるが、北米およびわが国のOSBの生産・利用の動向とこれからの課題を概略明らかにし得たと考える。

一方、わが国独自の高性能OSB生産のための試作試験については、寸法安定性、とくに厚さ膨張率の抑制など、解決すべき技術課題が残された。次年度においては、この点についてさらに深い検討を加えるとともに、実大サイズの試作試験をおこない、その材質を調べると同時に、施工試験によって利用上の問題点も明らかにしたいと考えている。したがって、本報告は一連のOSBプロジェクトの中間報告と言えるものであるが、関係各位の参考になれば大変幸甚である。

最後に、ご多忙のなか時間をやりくりして調査、開発試験を実施し、会議に参加いただいた委員諸氏に心より厚く御礼申し上げます。また、調査の協力を快く承諾いただいた内外の関係機関ならびに企業、試作試験のために原料や接着剤の便宜を図っていただいた企業各位にも厚く御礼申し上げます。

木質建材国際化対策委員会
委員長 川井秀一