

# ボード屑を用いたハードボード製造

西川 介 二 松 本 章  
新 納 守\*

## 1. はじめに

近年、ファイバーボードの需要分野は、建築用資材をはじめ、弱電、自動車などの工業資材、農業及び土木用資材にまで広範囲にまたがっている。このうち建築用を除いたボードは何らかの二次的な機械加工が施されており、これより発生する裁断屑、打ち抜き屑などの量は年々増加しており、その再利用は、木材資源の有効利用の面からばかりでなく、公害問題とも関係するため、ボード工業にとって重要な課題となっている。

本報ではあらかじめ調製した3種類の形状のボード屑を用いて、湿式法によるハードボードを製造し、ボード原料としての適性について調べるとともに、繰返し利用の影響についても検討した。なお、ボード層のおよその発生率は、ボード製造時の裁断屑6%、水稲用育苗箱底板の打ち抜き屑18%、漬物用押蓋の打ち抜き屑22%、テレビジョン裏板の打ち抜き屑23%である。

## 2. 実験方法

### 2.1 各種ボード屑の検討

供試したボード屑を下記に示す（比較用としてカプール剥芯チップを使用）。

- A 漬物用押し蓋打ち抜き屑（O社製、12.5×18.5cmと26×10cmの混合物、3.5mm厚、S-1-Sハードボード）の裁断片、2×2.5cm角
- B Aを吸水処理したもの
- C 水稲用育苗箱底板打ち抜き屑（O社製）、直径5mm、5mm厚、S-1-Sハードボード
- D 市販ボード（M社製、91×182cm、3.5mm厚、S-1-Sハードボード）の裁断片、2×2.5cm角

### E カプール剥芯チップ

これらを実験用アスブルンド・デファイブレーターを用いて9kg/cm<sup>2</sup>-2分のスチーミングの後、3分解繊し、常法により厚さ3.5mmのS-1-Sハードボードを製造した。なお、ボード材質に対する要因の効果を明確にするためリファイニングは行わなかった。

### 2.2 ボード屑の形状と混入率の検討

まず、ボード屑を採取するための原ボードを製造した。すなわち、原料としてカプール剥芯チップを用い前記同様にデファイブレーターによる解繊後、パルプを100メッシュ篩上にて水洗し、30cm径ディスク・リファイナーを用いて、パルプ供給量60g/分-歯隙0.2mm-解繊濃度3%の条件でリファイニングした。得られたパルプは100メッシュ篩上にて脱水し、25l容実験用ビーターでパルプ濃度2%、レジン（住友ベークライトKK製E-48）2%、ワックスエマルジョン（日本ライヒホールドKK製カーボミュールODG-160A）0.3%を添加し、硫酸ばん土Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>) 30.1%で沈着させた後、40×40cmの実験用ホーミングボックスでホーミングし、更に成型圧力10kg/cm<sup>2</sup>-2分でコールドプレス、水分約60%のウェットラップを作った。次いで実験用ホットプレスを用い、190、60-7.5-40kg/cm<sup>2</sup>、（上昇2分）-1.5-4.5-8分の条件で熱圧成型し、厚さ5mmのS-1-Sハードボードを製造した。このボードを原ボードとして、これを3種類の形状に裁断しボード屑を調製した。次にこれらのボード屑を所定量、カプール剥芯チップに混入しアスブルンド・デファイブレーターでスチーミング後解繊して原ボードと同一条件でボード屑混入ボードを製造した。なお、実験にとり上げた要因と水準はボード屑の形状として、2×2.5cm角（裁断屑、漬物用

第1表 各種ボード屑とパルプ及びボード材質との関係

ボード屑	パルプ 収 率 (%)	フリーネス (D, F, (s))	比 重	曲げ強さ (kgf/cm <sup>2</sup> )	形 質 商	衝 撃 吸 収 エ ネ ル ギ ー (kgf-cm/cm <sup>2</sup> )	吸 水 率 (%)	吸水厚さ 膨 脹 率 (%)
A	89.3	30.2	0.97 (0.98)	167 (270)	172 (276)	5.1 (7.9)	13.4 (27.2)	12.5 (15.5)
B	87.4	27.5	0.97 (0.98)	169 (270)	174 (276)	5.0 (7.9)	13.0 (27.2)	11.9 (15.5)
C	82.2	25.6	0.99	111	112	3.2	(14.1)	13.1
D	92.6	16.2	0.95 (0.91)	243 (273)	256 (300)	8.4 (7.9)	14.4 (48.1)	16.0 (18.0)
E	94.6	12.3	0.84	151	180	6.3	21.6	22.1

注) 1. ( )は供試ボードの材質  
 2. サイジング: フェノールレジン (P-398) 2%, パラフィン (カーボミエール) 0.5%  
 3. ホットプレス条件=50-5-30kgf/cm<sup>2</sup>, 2.5-3-2min

押蓋の打ち抜き屑などの形状の大きいものに相当する), 0.5×0.5cm角 (水稻用育苗箱底板の打ち抜き屑に相当する) 及び鋸屑状 (ボードを歯先厚さ3mmのチップソーで裁断したときに出る屑) の3水準, 混入率として10, 20, 40及び100%の4水準をとり上げ, 二元配置による実験を行った。

### 2.3 ボード化繰返し利用の検討

2.2のボード屑混入ボードを更に2×2.5cm及び紙屑の形状に裁断し, 夫々混入率10, 20%として2~4回まで繰返しボード化を行った。

### 2.4 材質試験

ボードは20, 65%RHに168時間調湿後JIS-A-5907, 及びASTM-D-1037 (はく離強さのみ) によって材質試験を行った。

## 3. 実験結果

### 3.1 各種ボード屑の影響

各ボード屑から製造したパルプ及びボードの材質を第1表にまとめた。

パルプ収率はボード屑の場合すべて80%台以上を示すが, チップの場合 (E) に比べて明らかに低下しており, ボード屑の形状が小さいほど低い収率を示している。

フリーネスは12.3~30.2秒の範囲であり, 実用的に大きな支障はないと思われるが, 打ち抜き屑の場合 (A, B, C) にはチップの場合の2倍程度の濾水時間になっている。

ボード材質をみると, 比重はチップの場合の0.84に対して, ボード屑では0.95以上に増大する。曲げ強さは111~243kgf/cm<sup>2</sup>で全体的に低い値を示したが,

これはリファイニングすることにより改善することが可能であると思われる。O社ボード屑の曲げ強さはM社ボード屑 (D) に比較して比重が同程度であるにもかかわらず70~130kgf/cm<sup>2</sup>低いが, これは前者のボード原料が樹皮及び製紙工場からの排パルプを35~40%程度含み, 繊維長が短く, フィブリル化も十分に得られなかったためと考えられる。打ち抜き屑 (C) の場合は極端に低いが, 繊維の切断の影響と考えられる。一方, 打ち抜き屑とチップの場合では比重を考慮すると大きな差は認められない。衝撃吸収エネルギーは曲げ強さの傾向とほぼ一致している。吸水率, 吸水厚さ膨脹率 (以下吸水厚膨と略称) はボード屑の場合, チップの場合に比べていずれも低い値であるが, これは比重が大きいこと及び原ボードに耐水割賦と熱処理が施されていることなどによると思われる。A, Bにおいて吸水処理の影響は全般的に認め難かった。

以上の結果から, ボード屑の種類によるボード材質への影響はかなり明確に示され, しかもボード屑の形状及び処理された履歴に依存していることがある程度示された。

### 3.2 ボード屑の形状と混入率の影響

ボード屑の形状と混入率がパルプ及びボード材質に及ぼす影響について, 測定値を第2表, 分散分析結果

第2表 ポード層の形状、混入率とバルブ及びポード材質との関係

Table with 15 columns: Shape (形状), Specific Value (特性値), Power Consumption (消費電力), Specific Value (特性値), Ratio (比), Curvature (曲げ強さ), Curvature (曲げ強さ), Curvature (曲げ強さ), Curvature (曲げ強さ), Curvature (曲げ強さ), Curvature (曲げ強さ), Curvature (曲げ強さ), Curvature (曲げ強さ), Curvature (曲げ強さ), Curvature (曲げ強さ). Rows include 0.5~3.0, 2.0x2.5, 0.5x0.5, and 層 (Layer).

注 1) 形状0.5~3.0cmポードロール、カプラー剥芯チップ 2) 60メッシュ部はバルブ通過率 3) 混入率60, 80%はバルブ調整後混合

第3表 要因別特性値ごとの判定と寄与率 (%)

Table with 15 columns: Specific Value (特性値), Power Consumption (消費電力), Specific Value (特性値), Ratio (比), Curvature (曲げ強さ), Curvature (曲げ強さ), Curvature (曲げ強さ), Curvature (曲げ強さ), Curvature (曲げ強さ), Curvature (曲げ強さ), Curvature (曲げ強さ), Curvature (曲げ強さ), Curvature (曲げ強さ), Curvature (曲げ強さ), Curvature (曲げ強さ).

注) \*\*高度に有意, \*有意 混入率 0, 60, 80%は解析に含まず

第4表 特性値間の相関係数とその有意性の検定

Table with 15 columns: Power Consumption (消費電力), Specific Value (特性値), Power Consumption (消費電力), Specific Value (特性値), Ratio (比), Curvature (曲げ強さ), Curvature (曲げ強さ), Curvature (曲げ強さ), Curvature (曲げ強さ), Curvature (曲げ強さ), Curvature (曲げ強さ), Curvature (曲げ強さ), Curvature (曲げ強さ), Curvature (曲げ強さ), Curvature (曲げ強さ).

注) \*\*高度に有意, \*有意

を第3表及び各特性値間の相関を第4表に夫々示した。

消費電力ではボード屑形状間で有意差は認められないが、混入率では40%までほとんど差異はないものの100%になると低下し、とくに鋸屑100%混入はコントロールに比較して40%程度の低下率を示した。これは形状が小さいためであろう。

フルイ分け試験では60メッシュを通過したものの割合(通過率)で示したが、通過率は形状、混入率ともに有意であり、形状が小さく、また混入率が增大するに伴って大きくなり、繊維が細くなることを表している。特にボード屑からのパルプはチップを原料したパルプに比べてフィブリル化が不十分で繊維長も短く、鋸屑ではこの傾向が大きくパルプ化が困難であった。

フリーネスについては形状の影響は認められないが混入率は明らかに有意であり、フルイ分け試験結果と同様に混入率増加に伴って大きくなり、2×2.5cmでは60%、0.5×0.5cm及び鋸屑では40%までの混入割合であれば実用上支障はないが、それ以上の混入割合では生産性(抄造、ホットプレス)の点で問題がある。

ボード比重は形状、混入率のいずれについても有意な関係は認められないが、鋸屑及び0.5×0.5cmの60%、2×2.5cmの80%以上の混入率で増加する傾向が認められ、鋸屑100%ではコントロールに比較して約0.1高くなる。

曲げ強さは形状の大きい程高くなる傾向を示した。混入率では増加とともに漸次低下するが、形状2×2.5cmで40%、0.5×0.5cm及び鋸屑で20%のそれぞれの混入割合でも450kgf/cm<sup>2</sup>を示し、JIS-T-450オイルテンパー処理程度の強度が得られ、また、鋸屑60~100%以外は380kgf/cm<sup>2</sup>以上を示しJIS-S-350よりかなり高い曲げ強さを保持した。

曲げ弾性係数は曲げ強さと同様な傾向を示し、形状が小さく、混入率が増加するにしたがって低下した。

はく離強さは混入率が高くなるに伴い徐々に減少し、形状の影響はほとんど認められなかった。

吸水率については形状の影響は有意でないが傾向としては鋸屑が低い。混入率によっては有意な影響を受け、混入率が大きいほど増加するが、形状2×2.5cm、0.5×0.5cmでは混入率100%においても18%の吸水率にとどまり、この値は上記したJIS-T-450に規定されている耐水性を満足している。

吸水長さ膨脹率(以下吸水長膨と略称)は形状及び混入率のいずれによる影響も有意ではないが、鋸屑100%ではコントロールに比較して著しく増大した。

吸湿率は20、94%RH時の平衡含水率を示したが、形状及び混入率のいずれについても有意な関係は認められなかった。

吸湿長さ膨脹率(以下吸湿長膨と略称)は20、33%RHから20、94%RHに変化させたときの長さ方向の伸び率を示すが、吸湿率と同様に形状及び混入率の影響はともに有意でなかった。しかし、鋸屑100%混入のものでは吸水長膨と同様に著しく増大した。

これら鋸屑100%混入の場合の吸水、吸湿にともなう長さ膨脹の著しい増大はパルプの微細化にともなうボード比重の増加及びボード内に残留する内部応力の増加、更に曲げ弾性係数の低下などが起因していると思われる。

### 3.3 繰返し利用の影響

ボード屑の形状、混入率、ボード化繰返し利用がパルプ及びボード材質に及ぼす影響を第5、6及び7表に示した。フルイ分け試験は形状、混入率及び繰返し数のいずれについても有意な関係は認められなかったが、形状が小さく、混入率が大きいほど通過率は増大した。繰返し回数の影響は余りないといえよう。

フリーネスは混入率によっては有意な影響を受け、10%ではコントロールと差がないが20%では明らかに増加した。また、繰返し回数の影響では有意で示されないものの、回数が増すほど増加する傾向にあった。鋸屑20%混入率で4回繰返しの場合でも34.8秒にとどまり、濾水時間の問題はない。

ボード比重はいずれの要因も有意な関係は認められないが、形状、混入率及び繰返し回数の高位水準ほど

第5表 層の形状・混入率・ボード化繰返し利用とパネル及びボード材質との関係

層混入率(%)	繰返し利用回数	特性値		比	曲げ強さ (kgf/cm <sup>2</sup> )	曲げ弾性係数 (10 <sup>3</sup> kgf/cm <sup>2</sup> )	はく離強さ (kgf/cm <sup>2</sup> )	吸水率 (%)	吸水長膨 (%)	吸湿度 (%)	吸湿長膨 (%)	
		層形状(cm)	ゾリイ分け (%)									
0	0	2×2.5	鋳層	26.3	0.991	508	44.6	25	9.6	0.193	14.8	0.264
10	1	2×2.5	鋳層	23.1	1.014	510	45.6	25	9.1	0.200	14.0	0.238
	2	2×2.5	鋳層	27.6	1.002	475	46.6	23	9.7	0.210	14.0	0.268
	3	2×2.5	鋳層	24.5	0.984	445	45.4	22	9.1	0.210	14.9	0.270
	4	2×2.5	鋳層	26.1	0.998	425	43.4	22	10.2	0.208	14.5	0.315
20	1	2×2.5	鋳層	29.3	0.993	480	44.1	27	9.6	0.198	13.6	0.284
	2	2×2.5	鋳層	30.3	0.987	453	43.5	22	9.8	0.217	14.9	0.310
	3	2×2.5	鋳層	32.1	0.993	448	41.0	23	8.8	0.205	14.2	0.279
	4	2×2.5	鋳層	29.9	1.008	437	39.0	22	11.2	0.222	14.4	0.307

注) 層混入率及び繰返し利用回数の0はコントロール

第6表 要因別特性値ごとの判定と寄与率 (%)

要因	特性値		ゾリイ分け試験		ゾリイ分け試験		曲げ強さ		曲げ弾性係数		はく離強さ		吸水率		吸水長膨		吸湿度		吸湿長膨	
	肩の繰返し回数	差	ゾリイ分け試験	ゾリイ分け試験	ゾリイ分け試験	ゾリイ分け試験	曲げ強さ	曲げ強さ	曲げ弾性係数	曲げ弾性係数	はく離強さ	はく離強さ	吸水率	吸水率	吸水長膨	吸水長膨	吸湿度	吸湿度	吸湿長膨	吸湿長膨
肩の繰返し回数	32.8	11.2	13.7	9.0	1.5	0.094	0.657**	-0.391	-0.345	0.036	-0.391	0	0	17.6	0	0	0	6.0	0	
差	20.2	41.5*	0	12.5	5.1	0.218	0.340	0.281	0.033	-0.074	0.281	0	0	31.8	0	0	0	68.3*	6.0	
肩の繰返し回数	47.0	11.1	86.3	21.0	13.8	44.5	36.7	50.6	89.1	25.7										

注) \*\*有意

第7表 特性値間の相関係数とその有意性の判定

特性値	ゾリイ分け試験		ゾリイ分け試験		曲げ強さ		曲げ弾性係数		はく離強さ		吸水率		吸水長膨		吸湿度		吸湿長膨		
	ゾリイ分け試験	ゾリイ分け試験	ゾリイ分け試験	ゾリイ分け試験	曲げ強さ	曲げ強さ	曲げ弾性係数	曲げ弾性係数	はく離強さ	はく離強さ	吸水率	吸水率	吸水長膨	吸水長膨	吸湿度	吸湿度	吸湿長膨	吸湿長膨	
消費電力	-0.129	-0.317	-0.073	0.565*	0.619**	0.233	0.552*	0.094	0.657**	-0.391	-0.345	0.036	-0.391	-0.345	0.036	-0.391	-0.345	0.036	-0.391
ゾリイ分け試験		0.747**	-0.278	-0.497	-0.364	-0.851**	-0.051	0.218	0.340	0.281	0.033	-0.074	0.281	0.033	-0.074	0.281	0.033	-0.074	0.281
ゾリイ分け試験			-0.030	-0.601*	0.783**	-0.496	-0.174	0.288	0.140	0.296	0.097	-0.209	0.296	0.097	-0.209	0.296	0.097	-0.209	0.296
曲げ強さ				0.115	-0.039	-0.248	-0.113	0.190	0.332	0.238	-0.263	-0.296	0.002	-0.263	-0.296	0.002	-0.263	-0.296	0.002
曲げ弾性係数					0.922**	0.462	0.608*	-0.378	0.029	0.494	0.101	-0.766**	0.426	-0.766**	0.426	-0.766**	0.426	-0.766**	0.426
衝撃吸収エネルギー						0.352	0.610*	-0.445	0.178	-0.386	-0.487	-0.828**	0.426	-0.828**	0.426	-0.828**	0.426	-0.828**	0.426
はく離強さ							0.208	-0.137	-0.208	0.287	-0.597	-0.817**	0.426	-0.817**	0.426	-0.817**	0.426	-0.817**	0.426
吸水率								-0.328	0.287	0.190	-0.143	-0.159	-0.143	-0.159	-0.143	-0.159	-0.143	-0.159	-0.143
吸水長膨									-0.346	0.190	-0.143	-0.159	-0.143	-0.159	-0.143	-0.159	-0.143	-0.159	-0.143
吸湿度										-0.049	0.627**	0.450	0.627**	0.450	0.627**	0.450	0.627**	0.450	0.627**
吸湿長膨											0.630**	0.642**	0.630**	0.642**	0.630**	0.642**	0.630**	0.642**	0.630**

注) \*\*有意, \*有意

わずかに増加した。曲げ強さについては形状、混入率、繰返し回数とともに有意でなかったが、傾向として比重と同様に高位の水準になるほどわずかに低下した。しかし、繰返し回数2回で458kgf/cm<sup>2</sup>、4回で426kgf/cm<sup>2</sup>を示し、JIS - S - 350よりはるかに高い値が得られているので、この程度の混入率及び繰返し回数であればほとんど影響はないと考えてよいだろう。

曲げ弾性係数は曲げ強さと同様な傾向を示し、繰返し回数の増加とともに漸次低下した。

はく離強さは曲げ強さと同様である。

吸水率は形状及び混入率のいずれについても有意な影響を与えなかったが、繰返し回数によっては有意な影響を受け、4回繰返しの場合に明らかに高くなった。しかし、その絶対値は10.4%でJIS - T - 450の耐水性が得られた。

吸水長膨は形状、混入率、繰返し回数の影響はともに有意でなかった。しかし、傾向としては高位水準になると増加した。

吸湿率はいずれの要因も有意な影響を与えなかったが、コントロールに比較して若干低い値を示した。

吸湿長膨は形状及び混入率の影響が小さかったが、混入率の増加に伴ってわずかに増大する傾向を示した。一方、繰返し回数の影響が有意であって回数が増加するに伴って大きくなった。

#### 4. むすび

以上、ボード屑を用いて製造した湿式ハードボードについて、ボード屑原料、形状、混入率及び繰返し利

用などのボード材質への影響を検討した結果、次の事が明らかになった。

1) ボード屑からボードを製造した場合、ボードの材質はボード屑の形状と元のボードの製造条件に影響される。

2) チップに対してボード屑40%までの混入では濾水時間に問題は生じなかった。

3) ボード屑形状の材質への影響では、形状の大きいほど材質は高い傾向にあった。実験に用いたすべての形状で混入率40%まではJIS - S - 350に相当する材質を確保した。また、混入率は形状に比べてボード材質への影響度が大きく示された。

4) 繰返し利用では、回数が増加するほど強度的性質、耐水性が漸次低下したが、20%の混入では、繰返し4回においてもそのボード材質はJIS - S - 350の基準を保持した。

5) 本実験でのボード製造は特定な条件で行ったため、一部ボード材質の低下が認められたが、例えば、より適切な解繊条件の選定によって、更に高い材質を持つボードの製造が可能となることが期待される。これに関連して、今後、パルプの履歴と解繊条件及びその場合のパルプ形態、組成とボード材質との関係などについて、検討を加えていく計画である。

なお、本報告は第8回日本木材学会北海道支部大会で発表した。

- 林産化学部 繊維化学科 -

- \*特別研究員 -

(原稿受理 51.2.)