

ファイバーボード製造における故紙混入の影響

西 川 介 二 松 本 章
新 納 守*

1. はじめに

現在、ファイバーボード工業は、森林資源の減少、あるいは紙・パルプ工業との競合などから原料不足に直面しており、今後、原料入手面できびしい局面に立たされるであろうと思われる。これの打開策として、産業廃棄物の再資源化、再利用が大きな課題となっており、この見地から、故紙の再利用に着目し、湿式法によるファイバーボード製造への混合利用の適否を検討した。なお、本道の年間故紙発生量は85万トンと推定され、現在の回収率は年間17万トンに過ぎなく、札幌通産局ではこれを全国並みの40%まで高めて34万トン故紙再生利用に向けたいとしている。

まず、ボード材質に対する種々の要因の影響を明確にするためサイズなしでハードボードを製造し、故紙の種類と混入率が製品ボードの材質に与える影響を検討した。更に故紙混入パルプにサイズ及びガラス繊維を混入して、故紙混入ハードボード及びセミハードボードを製造し、ガラス繊維混入による材質向上、特に寸度安定性の改善について検討した。なお、この報告は日本木材学会道支部大会において発表した。

2. 実験方法

2.1 故紙の種類と混入比率の検討

第1表に示した要因と水準により二元配置による実験を行った。供試パルプはラワンを原料とするアスブルンド法パルプを用いた。また故紙としては新聞故紙と段ボール故紙を用い、新聞故紙はクリッパーで3×

第1表 実験の要因と水準

要 因	水 準	1	2	3	4	5
故紙の種類		新聞紙	段ボール紙	—	—	—
故紙混入率 (%)		20	40	60	80	100

40cmに裁断後、40 の水中に30分間浸漬したのち、実験用ビーターを用いて製紙用パルプの叩解方法に準じて離解した。ビーターのロールと受刃の歯の間隙は1.5mmから1.0mmに徐々に狭くした。1回の叩解には360gの新聞故紙を使用し、全量を23 l として25で5分間叩解したものをを用いた。また段ボール故紙は5×5cmにクリッパーで裁断したのち新聞故紙の場合と同様にビーターにより25分間叩解したものをを用いた。

第2表 供試ラワンパルプおよび故紙パルプの性状

項 目	フルイ分け試験 (メッシュ: %)						フリーネス	
	～ 8	8～16	16～30	30～60	60～120	120～	D, F(s)	C, S, F(ml)
ラ ワ ン パ ル プ	0.3	10.9	23.7	22.8	16.3	26.0	15.4	840
段 ボ ール 故 紙 パ ル プ	2.2	16.0	22.2	21.4	15.5	22.7	343	608
新 聞	0.8	2.0	18.5	20.8	21.4	36.5	488	420

第3表 実験の要因と水準

要 因	水 準	1	2	3
故 紙 の 種 類		新聞紙	段ボール紙	—
故 紙 混 入 率 (%)		20	40	—
ガラス繊維混入率 (%)		0	10(5)	20(10)

注) () はセミハードボードの場合

まず、デファイブレーター・フリーネス・テスター中でラワンパルプスラリーをつくり、これに故紙パルプを所定量混合、攪拌により均一に分散させたのち、サイズなしでフリーネス測定と同時にフォーミングを行い、更に圧力5kgf/cm²、時間2.5 - 3 - 2分、計7.5分の三段成形法により厚さ3.5mmのハードボードを製造した。ボードは調湿後JIS - A - 5907, ASTM - D - 1037に準じて材質試験を行った。なお、供試ラワンパルプ及び故紙パルプのフルイ分け試験、フリーネスを第2表に示した。新聞故紙パルプが最も細かく、フリーネスは大きい。段ボール故紙パルプは新聞故紙

所定量混入、攪拌により均一に分散させたのち、結合剤として住友ベークライトK.K.製の無機繊維用エマルジョン型フェノール樹脂(E-48)5%、耐水剤として大日本インキ化学工業K.K.製のパラフィンエマルジョン(カーボミューロD-G-160-A)0.5%、定着剤として硫酸ばん土Al₂(SO₄)₃0.2%をこの順にビーター中のパルプスラリーに添加して、それぞれ3分間計9分間攪拌後、フォーミングを行い、圧力5kgf/cm²で1.5分間コールドプレスを行ったのち、実験用ホットプレスでハードボードの場合は温度185℃、圧力60 - 7.5 - 40kgf/cm²、時間3.5 - 4.5 - 8分間計16分、またセミハードボードでは温度185℃、圧力20 - 2 - 5kgf/cm²、時間3 - 5 - 10分計18分の三段成形法により厚さ5mmのボードを製造した。なお、セミハードボードの製造にはホットプレス時ディスタンスバーを用いた。ボードは調湿後JIS - A -

まず、ビーター中で故紙混入パルプスラリーをつくり、これにガラス繊維を

パルプに較べフリーネスは小さかった。またいずれの故紙パルプも通常のラワンパルプに較べてフリーネスは大きい。

2.2 故紙及びガラス繊維同時混入の検討

第3表に示した要因

と水準により三元配置

による実験を行った。供試パルプ及び故紙は前実験(2.1)と同様である。ガラス繊維は日本硝子繊維K.K.製のマイクログラスチョップドストランド(以下ガラス繊維と略称)を用いた。これは繊維長が6mmでアミノシラン表面処理が施されているものである。

第4表 故紙混入率と濾水性及びボード材質との関係

混入率 (%)	特性値 故紙種類	フリーネス	比 重	曲げ強さ	ヤング係数	はく離強さ	吸水率	厚さ膨脹率
		D, F, (s)		(kgf/cm ²)	(10 ⁸ kgf/cm ²)	(kgf/cm ²)	(%)	(%)
0	L	15.4	0.98	320	36.7	9.4	62	33
20	C	25.5	0.98	332	34.1	10.8	65	37
	N	29.6	0.95	291	32.9	8.7	62	32
40	C	42.5	0.94	295	35.0	9.4	70	34
	N	71.2	0.93	281	33.9	8.8	69	33
60	C	83.2	0.96	272	33.4	8.0	70	37
	N	187.0	0.95	286	32.7	8.0	70	37
80	C	172.2	0.96	276	35.7	6.4	76	42
	N	373.5	0.95	296	34.4	7.6	76	42
100	C	342.7	0.97	299	36.8	7.0	80	47
	N	488.0	1.01	323	37.8	9.2	77	48

注) Lはラワンパルプ100%, Nは新聞故紙混入, Cは段ボール故紙混入, いずれもサイズなし。

第5表 要因別特性値ごとの判定と寄与率(%)

要 因	特性値	フリーネス 比重 曲げ強さ ヤング係数 はく離強さ 吸水率 厚さ膨脹率												
		フリーネス	比 重	曲 強	げ 係	は 係	離 強	吸 水	厚 膨					
故 紙 の 種 類	—	8.2	—	0	—	0	—	1.0	—	0				
故 紙 混 入 率	*	79.7	—	40.1	—	9.1	*	81.1	—	24.5	**	96.0	**	90.6
誤 差		12.1		59.9		90.9		16.4		75.5		3.0		9.4

注)** 高度に有意, * 有意, — 有意差なし。

5906～5907, ASTM - D - 1037に準じて材質試験を行った。

3. 実験結果及び考察

3.1 故紙混入による濾水性及びボード材質への影響

第4表及び第5表に故紙混入比率と濾水性及びボード材質の関係を示した。

フリーネスについては新聞故紙パルプ及び段ボール故紙パルプの差異は有意でないが、新聞故紙混入パルプの場合が段ボール故紙混入パルプに較べて高くなる傾向が見られ、叩解時間が短いものにもかかわらず叩解が容易で細くなり易い。また混入率の影響は明らかに有意であり、混入率の増加に伴って高くなり、特に40%以上では急激に高くなる。従って40%までの混入率ならば製造速度の点で問題はないであろう。

ボード比重は種類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いが、混入率40%まではわずかに低下し、それ以上で増加する傾向がみられ、故紙パルプ100%ではコントロール（ラワンパルプ100%）と大差ない値を示した。この低下する理由は故紙パルプを混入することによりフリーネスが高くなり熱圧が完全に行われにくいことのほか、故紙パルプとファイバーボード用ラワンパルプの理化学的性質の差異と考えられる。また故紙パルプ100%で高くなるのは繊維が細かく空隙がよく充填されたためと考えられる。

曲げ強さについては種類及び混入率は共に有意な影響を与えない。全般的にみてほぼ比重に平行して混入率60%まではわずかに低下しそれ以上で増加する。これは比重の場合と同様な理由によるためと考えられる。測定値については270～330kgf/cm²の範囲内においてサイズなしでもJISのS200に合格する値が得られた。

曲げヤング係数については種類の影響は有意でないが、傾向としては新聞故紙混入ボードが段ボール故紙混入ボードに較べ低値を示した。また混入率の影響は有意であり60%までは混入率が高まるにつれてわずかに低下するが80%以上になると増加する。

はく離強さは種類及び混入率のいずれによる影響も

有意でないが80%まではわずかに低下する。

吸水率については種類の影響は認められないが混入率の影響は明らかに有意であり、混入率増加に伴い増大する。これも比重の場合と同様にファイバーボード用ラワンパルプと故紙パルプとの理化学的性質の差が影響して混入率の増加と共にスプリング・バックなどの現象が起って空隙に水が浸透し吸水率が増加すると考えられる。なお、吸水率は62～80%の範囲にあってサイズなしではJISには合格しない。

吸水厚さ膨脹率は吸水率と同様な傾向を示し種類の影響は認められず、混入率の影響は有意であり混入率が高いほど膨脹する。

以上故紙パルプを混入することにより吸水性は悪化する傾向を示したが、これはファイバーボード用パルプと異質な製紙用パルプの理化学的性質の差異によるためと考えられる。そこで結合剤、耐水剤及びガラス繊維を混入して製品ボードの材質向上をはかり、更に材質に与える影響を検討した。

3.2 故紙及びガラス繊維同時混入による濾水性及びボード材質への影響

第6表に故紙並びにガラス繊維混入比率と濾水性及びボード材質との関係を示した。

フリーネスについては故紙種類、混入率及びガラス繊維混入率のいずれについても明らかに有意であり、故紙パルプは前実験結果と同様に新聞故紙パルプ及び故紙混入率が高いほどフリーネスは高くなるが、ガラス繊維は混入率を大きくすることによりフリーネスは改善される。これは故紙パルプの繊維長が短く微細であるのに対して、ガラス繊維は繊維長が長く粗いためである。なお、セミハードボードがハードボードに較べて高いのはガラス繊維混入率が小さいためである。

ボード比重は故紙種類、混入率及びガラス繊維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、傾向としてはハードボードでは故紙混入率が高いほどわずかに低く、セミハードボードでは反対に高くなる。これはハードボードではフリーネスが高くなることにより熱圧が完全に行われないこと、またセミハー

第6表 故紙混入ファイバーボードの要因・水準別母平均推定値

要因	特性値	水準	混入故紙種類			故紙混入率 (%)			ガラス繊維混入率(%)		
			なし	新聞紙	段ボ ル 紙	0	20	40	0	10(5)	20(10)
ハ ー ド ボ ー ド	フリーネス D.F.(s)		13.5	38.6	25.4 (17)*	13.5	21.9	42.1 (41)*	42.2	31.1 (25)*	22.7
	比 重		1.03	1.03	1.02 (0)―	1.03	1.03	1.02 (0)―	1.02	1.01 (3)―	1.03
	曲げ強さ (kgf/cm ²)		471	441	407 (7)―	471	444	404 (10)―	486	419 (66)*	368
	衝撃強さ (kgf-cm/cm ²)		9.5	11.6	12.5 (11)―	9.5	11.2	13.0 (48)*	12.9	12.1 (23)―	12.3
	はく離強さ (kgf/cm ²)		19.3	13.5	13.0 (0)―	19.3	14.1	12.4 (3)―	18.4	11.5 (76)**	9.8
	吸水率 (%)		7.9	10.8	11.9 (5)*	7.9	9.5	13.1 (54)**	12.9	11.5 (28)**	9.7
	吸水長膨 (%)		0.16	0.15	0.17 (10)*	0.16	0.15	0.16 (1)―	0.20	0.14 (81)**	0.13
	吸湿率 (%)		11.8	12.3	12.2 (0)―	11.8	12.1	12.4 (3)―	13.5	12.2 (93)**	11.0
セ ミ ハ ー ド ボ ー ド	吸水長膨 (%)		0.20	0.19	0.19 (0)―	0.20	0.20	0.19 (1)―	0.25	0.19 (92)**	0.14
	フリーネス D.F.(s)		13.9	43.3	28.0 (23)**	13.9	23.8	47.5 (56)**	42.2	33.6 (9)*	31.1
	比 重		0.72	0.78	0.75 (14)―	0.72	0.75	0.77 (7)―	0.77	0.76 (0)―	0.75
	曲げ強さ (kgf/cm ²)		210	259	232 (29)―	210	252	239 (1)―	252	252 (0)―	233
	衝撃強さ (kgf-cm/cm ²)		7.3	9.1	9.6 (0)―	7.3	8.7	10.0 (31)―	8.4	9.8 (30)―	9.8
	はく離強さ (kgf/cm ²)		4.5	6.2	5.3 (5)―	4.5	5.2	6.2 (7)―	7.6	4.9 (65)―	4.6
	吸水率 (%)		16.4	14.0	16.2 (73)**	16.4	14.6	15.6 (14)*	15.4	15.0 (0)―	15.0
	吸水長膨 (%)		0.12	0.14	0.16 (2)―	0.12	0.14	0.16 (4)*	0.23	0.13 (91)**	0.08
	吸湿率 (%)		13.3	13.5	13.3 (0)―	13.3	13.3	13.5 (2)―	14.1	13.4 (80)*	12.6
	吸湿長膨 (%)		0.17	0.18	0.19 (1)―	0.17	0.18	0.20 (4)*	0.24	0.18 (94)**	0.14

- 注) 1. 故紙種類及び故紙混入率の母平均推定値はすべてガラス繊維混入
2. ガラス繊維混入率の()内はセミハードの場合
3. 母平均推定値の下段()内は寄与率(%)及び**は高度に有意, *は有意, ―は有意差なし

ドボードでは故紙パルプの粒度が細かいため空隙がよく充填されたためと考えられる。

曲げ強さについてはハードボードのガラス繊維混入率によって有意な影響を受け混入率の増加とともに低下するが, 故紙混入率40%でガラス繊維10%混入率のボードは410kgf/cm², また故紙混入率40%でガラス繊維20%混入率のボードは350kgf/cm²を示し, ガラス繊維を多量に混入してもJIS - S350に充分合格する値が得られているので実用上差し支えないと思われる。なお, ガラス繊維を混入しない場合はコントロールで560kgf/cm²を示し, 故紙パルプ40%混入率のとき450kgf/cm²を示しJIS - T450のオイルテンパー処理以上の強度が得られた。またセミハードボードはハードボードと異った傾向を示し, 故紙パルプ20%混入することにより20%, 40%混入することにより14%それぞれ向上することが認められた。ガラス繊維を10%

混入しても235kgf/cm²を示しすべてJIS - 50kgf/cm²よりはるかに高い曲げ強さを確保できる。

衝撃強さについては故紙混入率の影響は明らかに有意であり, ハードボードでは比重に関係なく故紙パルプを20%混入することにより18%, 更に40%混入することにより37%と著しく改善される。セミハードボードについても同様の結果が得られ, またガラス繊維を混入することにより17%向上することが認められた。

吸水率についてはセミハードボードのガラス繊維混入率以外はすべて有意であり, ハードボードでは前実験と同様に故紙混入率の増加に伴って増大するが, 故紙混入率40%でガラス繊維を混入しない場合でも吸水率16%を示しJIS - T450オイルテンパー処理以上の耐水性が得られた。セミハードボードではハードボードとは異なった傾向を示し, 故紙を混入することによりわずかに減少する。

吸水長さ膨脹率についてはガラス繊維混入率の影響は明らかに有意でありガラス繊維を5～10%混入することにより0.13%を示し、これは抗膨潤能でハードボードは30%、セミハードボードは40%と著しく改善された。

吸湿率はガラス繊維混入率によって有意な影響を受け混入率の増加とともにほぼ直線的に改善される。

吸湿長さ膨脹率については吸湿率と同様な傾向を示しガラス繊維混入率の影響は明らかに有意であり混入率の増大に伴ってほぼ直線的に改善される。ガラス繊維混入率5(セミハード)、10(ハード)%のとき吸湿長さ膨脹率は0.185%を示し、この値はこの実験で同時に試験したシナノキ合板(0.205%)に較べ更に小さいことからセミハードボードで2.5%、ハードボードで5%の混入率で充分と思われる。

4. まとめ

以上の結果から次の事が明らかになった。

(1) 故紙の種類、すなわち新聞故紙及び段ボール故紙の影響は故紙混入率の影響に較べすべての特性値で低値を示した。

(2) 両故紙とも40%の混入率までは濾水性への影響も少く湿式ボード原料として使用可能と思われる。

(3) 曲げ強さはハードボードで80%までの故紙混入率ではコントロールに較べわずかに低下するが、100%故紙ボードでは大差ない値を示した。またセミハードボードは故紙混入率40%までの結果ではむしろ向上した。

(4) 衝撃強さは通常パーク及びパルプ粕の混入では低下するのに対し、本実験の故紙パルプ混入では著しく増大した。

(5) 吸水率はハードボードで故紙を混合することにより若干悪化させる傾向にあるが、適当な条件でのサイズを行うことにより実用上差し支えない製品が得られる。セミハードボードではむしろ向上した。

(6) 吸湿長さ膨脹率はハードボードで故紙を混入することによりわずかに減少するが、セミハードボードではかえって増加する。しかしいずれもガラス繊維を混入しない場合はシナノキ合板より寸度安定性は劣るのでセミハードボードで2.5%、ハードボードで5%ガラス繊維を混入することによりシナノキ合板に匹敵する寸度安定性が得られると思われる。

- 林産化学部 繊維化学科 -

*特別研究員

(原稿受理 50.4.24)