

スチームプレスによる厚物中比重 ファイバーボードの製造

西川 介 二 松本 章
新納 守*

1. はじめに

既報で湿式法による厚物中比重ファイバーボードの製造条件とボード材質の関係¹⁾について報告したが、製造ボードが「JIS A 5908 パーティクルボード」に適合するためには、厚さ12~15mmの場合、ホットプレス191 - 10~15分、テンパー150 - 1~2時間の条件を要し、生産性に難点があった。

そこで、本報では厚物中比重ファイバーボードを製造するに際し、プレス時間の短縮とボード材質の向上を目的として、スチームプレスを使用してボード製造試験を行い、製造条件とボード材質との関係について調べ、従来のホットプレス法と比較しながらスチーム噴出プレス法による効果について検討した。なお、この報告の一部は第29回日本木材学会大会(1979年7月、札幌)で発表した。

2. 実験方法

2.1 スチーム噴出プレス

スチーム噴射熱盤は既製の45cm角熱盤を加熱系とし、その上にマットに直接高圧蒸気を噴射出来る噴射熱盤²⁾を取付けたものである。表面には縦4cm、横1.2cm間隔に径2.4mmの噴射孔が並んでいる。更にその表面にはスチームがマット内に均一に浸透するため100メッシュの金網が取り付けられていて、スチームは金網を介してマットに噴射される。また、マットの周囲はスペースバーとスチームシールを兼ねた3mm厚鉛パッキンとシーリングリングからなっている。

2.2 供試フェノールレジン

供試フェノールレジンの性状を第1表に示した。硬化時間については表示していないがゲル化時間の50~100%増である。

第1表 フェノールレジンの性状

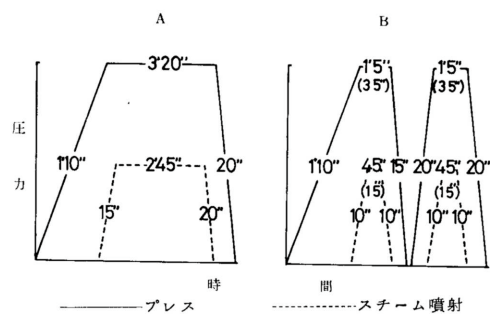
	PR-W	PR-D
比重 (25°C)	1.166	1.174
pH	11.5	9.8
粘度 (P/25°C)	1.6	2.2
不揮発分 (%)	40	50
ゲル化時間		
100°C	48分	37分20秒
125	9分	7分30秒
150	1分30秒	1分10秒
175	30秒	20秒
200	15秒	10秒

注) PR-Wは湿式抄造マット用、PR-Dは乾式抄造マット用

2.3 ボードの製造条件

この実験は次の3つの部分からなっている。

(1) 前報¹⁾と同様にラワンのアスプルンドパルプを原料として湿式抄造マットを調製し、これをコールドプレス並びに減圧乾燥により、プレス前マット水分を60, 45, 30, 15% (含水率で150, 82, 43, 18%) に調整して、第1図-Aのように加熱及びスチーム噴射圧力8kg/cm² (175) および12kg/cm² (191) で全プレス時間4分30秒、スチーム噴射時間2分45秒のプレススケジュールでボードを製造し、マット水分に対する影響を調べた。なお、比較用として191 - 10分のホットプレスで製造したボードも調製した。



第1図 スチーム噴出プレス法のスケジュール

(2) 現在, その有効利用が課題になっている道産カラマツ間伐材から調製した乾式抄造マット(チップ含水率49~74%, 6kg/cm²-5分蒸煮, DDR(ダブル・ディスク・レライナー)間際1.25mm, パルプ含水率7.6%, レジン4及び8%添加, ワックス1%添加, 最終マット含水率11.8~12.6%)を用いて, プレス温度-時間(191 - 4分), ボード比重(0.6, 0.7), レジン添加率(4, 8%)の共通条件でスチーム噴出プレス法と従来のホットプレス法と比較を行った。なお, スチーム噴出プレス法の場合のスケジュールは第1図-Bで, スチーム噴射は二段法を採り, それぞれ45秒づつ行った。

(3) (2)と同様にカラマツ間伐材を原料とした乾式抄造マットを用い, スチームプレス法におけるボードのより詳細な製造条件を検討した。なお, この場合にも比較としてホットプレス法についても行っている。この実験のポイントは製造ボードが「JIS A 5908パーティクルボード」に合格するための製造条件をは握ることにおいた。製造条件は両法において, ボード比重(0.6, 0.7), レジン添加率(4, 8%), 全プレス時間(ホットプレス: 230 - 6.5, 8.5分; スチームプレス: 191 - 3, 4分)とし, スチーム噴射は噴射時間4分の場合, 第1図-Bの通りで, 3分の場合

同図の()で示し15秒づつとした。

2.4 材質試験

ボード材質はJIS A 5908 - 1979 パーティクルボード及び日本繊維板工業会 - 地下用パーティクルボード1978のそれぞれ新規格に準拠した。

3. 実験結果

3.1 スチーム噴出プレス法におけるマット水分の影響

プレス前のマット水分60, 45, 30, 15%に対するプレス直後の水分, ボード比重及び各材質試験の結果を第2表に示す。これによると, いずれの特性値についてもスチーム噴射圧力の影響は小さく, プレス前のマット水分の影響が大きく現われている。各特性値について簡単に述べると, まず, プレス直後のボード水分はプレス前のマット水分が30%以上である場合には低下するが, マット水分15%の点では4~6%逆に増加する傾向にある。比重はマット水分が低下すれば厚さ減りが大きくなり若干増加する。従って曲げ強さについても比重と同様の傾向を示した。マット水分45%以外は JIS 200 タイプに合格する値が得られた。なお, マット水分45%の点で若干低下しているが, これはマット水分調整時にコールドプレス圧を高くしたことが

第2表 湿式抄造マットによるプレス前マット水分とボード材質との関係

1

プレス方法	ホットプレス法		スチームプレス法						
	60	60	45		30		15		
プレス前 マット水分 (%)	60	60	45		30		15		
マット水分の調整	15kg/cm ² -1min		50kg/cm ² -1min		25kg/cm ² -1min		25kg/cm ² -1min		
減圧乾燥	—	—	—	—	50°C - 14hr		50°C - 19hr		
蒸気圧力 (kg/cm ²)	12	12	8	12	8	12	8	12	8
プレス後水分 (%)	24.9	37.6	38.4	34.8	36.1	30.3	31.3	21.1	18.8
含水率試験時 (%)	33.2	60.3	62.3	53.4	56.5	43.5	45.6	26.7	23.2
比重	11.0	11.4	11.4	11.4	11.5	10.6	11.4	10.1	10.8
曲げ強さ (kg/cm ²)	0.702	0.732	0.729	0.753	0.753	0.759	0.757	0.767	0.756
はく離強さ (kg/cm ²)	198	188	180	172	174	198	197	199	197
木ねじ保持力 (kg)	3.9	6.6	4.7	6.4	6.0	8.3	8.5	6.9	6.2
くぎ引抜抵抗 (kg/cm)	41.0	43.2	40.1	42.0	41.5	43.8	44.5	40.0	47.1
くぎ側面抵抗 (kg/cm)	20.0	18.0	20.7	19.5	19.6	22.5	20.7	22.4	20.6
吸水率 (%)	118	132	128	144	138	145	142	142	151
吸水厚さ膨張率 (%)	52.1	63.2	66.1	72.5	72.0	73.7	69.1	42.1	26.1
吸水長さ膨張率 (%)	15.4	15.9	15.9	17.2	17.0	16.5	15.7	9.8	7.6
	0.46	0.69	0.71	0.73	0.73	0.69	0.69	0.57	0.52

注) パルプ量, ディスタンスバー及びレジン4%, ワックス1.15%は一定, テンパーなし, 全プレス時間はホットプレス10分, スチーム噴出プレス 4.5分

〔林産誌月報 1980年2月〕

第3表 スチーム噴出プレスにおける噴射方法の影響

噴射方法	一段法 ^{a)}		二段法 ^{b)}		噴射なし ^{c)}
	値	値	値	値	
含水率 プレス後 (%)	14.3	12.9			6.9
含水率 試験時 (%)	11.4	11.2			10.2
比重	0.712	0.723			0.664
フェイス	0.708	0.710			0.573
コア	0.713	0.726			0.687
曲げ強さ (kg/cm ²)	140	168			73
はく離強さ 無研磨 (kg/cm ²)	6.1	7.6			1.0
はく離強さ 研磨 (kg/cm ²)	7.1	8.6			2.4
ブリネル硬度 (kg/mm ²)	1.4	1.6			0.5
吸水率 (%)	78	71			199
吸水厚さ膨張率 (%)	12	12			79
スプリングバック (%)	11	11			89

注) a) 連続噴射 (1分45秒)
 b) 噴射 (30秒) - 停止-解圧-噴射 (30秒)
 c) ホットプレス法
 レジン 2%, ワックスなし, 昇圧時間 2分, 全プレス時間 4分

関係している様に思われる。はく離強さは統計的に有意な関係は認められなかったが、マット水分30%で極大になる傾向にある。値はいずれも3kg/cm²以上で200タイプに合格した。木ねじ保持力はすべて40kg以上を示しJIS 150タイプに合格する。しかし、曲げ強さは、はく離強さと異なり200レベルには至っていない。くぎ引き抜き抵抗及びくぎ側面抵抗は下地用パーティクルボードの業界規格値にほぼ適合する値を示した。吸水試験結果については、3種の実験値ともほぼ同様な挙動を示すことがうかがわれ、マット水分60~30%の間では余り変化がなく、15%の点でそれ

ぞれ改善されている。特に吸水率ではマット水分15%でホットプレス法より10%以上改善されている。吸水厚さ膨張率についてもマット水分15%のときJIS 200タイプに合格し、テンパーを省略することが出来る。

以上の結果から、スチーム噴出プレスの場合、マット水分のボード材質への影響は強度的性質に対してそれ程大きくないが、吸水性に対してはより大きく示され、マット水分の低い15%の場合にスチーム噴出プレスによる吸水性の改善効果が顕著に認められ、テンパー処理を行うことなく、JIS 150タイプに合格するボ

ードが得られた。したがってスチーム噴出プレスは乾式抄造マットに適用されるべきと判断される。よって以下の実験は乾式抄造マットについて実施した。

3.2 乾式抄造マットによるホットプレス法とスチーム噴出プレス法の比較

乾式抄造マットを用いての実験にあたり、まず、スチーム噴出プレスのスケジュールに関して、スチーム噴射の方法を連続 (一段方式) 及び途中で息抜き操作を挿入する二段方式 (プレス工程の中間でスチームを一時止め、熱盤を開放してボード中の水分を急速に蒸


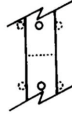
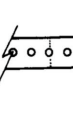
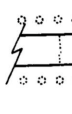
第4表 スチームプレス法とホットプレス法による各特性値の比較及び要因別検定

項目	測定値								特性値と要因別寄与率 (ρ%) と有意差検定		
	プレス方法		スチームプレス法		ホットプレス法		プレス方法	比重	レジン添加率		
	比重	レジン添加率 (%)	0.6	0.7	0.6	0.7				ρ (%)	ρ (%)
含水率 プレス後 (%)	15.2	14.8	15.7	16.6	4.2	4.1	5.0	4.7	99.0**	6.6	0
含水率 試験時 (%)	11.5	11.7	11.9	12.1	8.7	8.5	8.7	8.4	—	—	—
曲げ強さ (kg/cm ²)	82	143	193	263	40	76	77	131	41.8**	34.1**	15.8**
煮沸曲げ強さ (kg/cm ²)	43	88	73	115	7	13	12	18	75.8**	4.0**	9.6*
曲げヤング係数 (10 ³ kg/cm ²)	10.7	12.1	19.2	21.1	6.1	8.5	9.1	12.5	47.2**	39.2**	5.2*
はく離強さ (kg/cm ²)	2.8	4.6	4.1	6.3	0.3	0.9	1.0	2.3	72.1**	10.4**	14.0**
木ねじ保持力 (kg)	19.2	30.9	30.6	41.4	15.9	21.6	21.6	31.6	24.8**	34.9**	36.0**
くぎ引き抵抗 (kg/cm)	10.9	13.9	14.5	20.4	6.1	10.5	11.6	16.5	21.3**	44.5**	31.5**
吸水率 (%)	28	30	23	25	92	52	70	40	61.7**	4.9	12.3**
吸水厚さ膨張率 (%)	6	5	5	5	37	25	37	15	75.4**	0.5	10.2*
吸水長さ膨張率 (%)	0.36	0.40	0.36	0.42	0.84	0.71	0.79	0.63	89.6**	0.3	1.1
吸湿率 50% RH (%)	9.8	9.9	10.0	10.2	7.4	7.4	7.6	7.5	—	—	—
吸湿率 90% RH (%)	17.1	17.6	16.9	17.3	18.2	17.2	17.3	17.1	—	—	—
吸湿厚さ膨張率 (%)	4.1	4.2	4.0	4.1	14.6	8.7	13.5	9.9	82.2**	0	7.9*
吸湿伸び率 ^{a)} (%)	0.29	0.36	0.31	0.37	0.44	0.40	0.40	0.42	67.4*	0	3.6

注) a) 20°C, 50% RHから90% RHに変化させたときの測定値
 プレス191°C, 4分, ** 高度に有意, * 有意

第5表 スチーム噴出プレスボードの曲げ試験における噴射孔と荷重点の位置関係の影響

発させ、次いで再びプレスを閉鎖し、スチームを噴射する方法)について検討した。結果を第3表に示したが、表から分かるように、二段方式による方法は吸水性に対してはほとんど変わらないものの、曲げ強さは、はく離強さの向上により大きく寄与している。そこでこの実験でのスチーム噴射方式は二段方式を採用した。

噴射孔と荷重点 の位置関係	A	B	C	D
				
比 重	0.686	0.680	0.697	0.686
曲げ強さ (kg/cm ²)	167	185	160	189
形質商	243	272	229	276

注) ○ 噴射孔 …… 荷 重

カラマツの乾式抄造マットを用いてプレス温度191℃、プレス時間4分を共通にして、スチーム噴出プレス法と従来のホットプレス法との比較を行った結果を第4表に示した。この表から、いずれの特性値についてもプレス方法の種類に高度な有意差が認められ、スチーム噴出プレス法がホットプレス法のそれに比較して優れていることが分かる。すなわち、曲げ強さについてみるとレジジン添加率8%の場合、ホットプレスでは131kg/cm²であるのに対してスチーム噴出プレスでは263kg/cm²を示し約2倍、また、煮沸曲げ強さについても同様に20kg/cm²に対して115kg/cm²を示し約6倍それぞれ向上している。はく離強さはスチーム噴出プレス法によって、すべて JIS 150以上の

値になっており、くぎ引き抜き抵抗もスチーム噴出プレス法で向上している。更に、吸水、吸湿による特性値も以下に述べる様にいずれもスチーム噴出プレスで改善されていることが分かる。吸水率については比重0.6、レジジン4%添加ではホットプレス法では92%を示すのに対しスチーム噴出プレス法では30%を示し、著しく改善され、吸水厚さ膨張率についても同様に37%に対し6%を示し、すべて JIS 200 タイプに合格している。以下同様に吸水長さ膨張率、吸湿厚さ膨張率、吸湿伸び率も改善されている。

この様にスチーム噴出プレス法ではすべての材質がホットプレス法よりも向上していることが認められた。

なお、曲げ強さの実験値に関連して、曲げ試験片の

第6表 乾式抄造マットによるボード製造因子と材質との関係

プレス方法	ボード比重	レジジン添加率 (%)	全プレス時間 (min)	含水率 (%)		曲げ強さ (kg/cm ²)	煮沸曲げ強さ (kg/cm ²)	曲げヤング率 (10 ⁸ kg/cm ²)	はく離強さ (kg/cm ²)	木ねじ保持力 (kg)		吸水率 (%)	厚さ膨張率 (%)
				プレス後	試験時					板面	木口面		
スチームプレス法	0.6	4	3	14.8	11.6	86	43	9.4	2.2	19.8	13.4	29.8	6.0
			4	15.2	11.5	82	43	10.7	2.8	19.2	12.0	28.1	5.8
		3	12.5	11.4	147	91	12.0	4.3	33.0	20.8	27.4	4.8	
		8	14.8	11.7	143	88	12.1	4.6	30.9	22.0	30.5	5.3	
	0.7	4	3	14.3	11.7	187	68	17.9	3.3	29.6	17.0	22.6	5.2
			4	15.7	11.9	193	73	19.2	4.1	30.6	21.2	23.3	5.3
		3	13.2	11.6	270	113	21.8	6.5	41.0	36.0	24.3	4.8	
		4	16.6	12.1	263	115	21.1	6.3	41.4	31.0	25.2	4.6	
ホットプレス法	0.6	4	6.5	1.2	8.7	77	42	10.4	0.8	24.4	6.4	30.1	8.3
			8.5	0.6	8.7	81	57	12.0	1.1	25.9	8.7	20.7	7.5
		6.5	0.1	8.5	129	91	13.8	2.2	34.0	12.1	20.3	4.8	
		8	8.5	0	8.1	168	125	13.4	2.8	33.4	17.4	17.7	4.2
	0.7	4	6.5	1.4	8.8	118	37	23.2	0.8	33.6	6.0	31.0	14.5
			8.5	0.2	8.7	146	57	24.2	1.3	45.7	19.2	22.4	8.8
		6.5	1.1	8.4	278	104	29.3	3.1	34.0	10.8	16.8	4.8	
		8	8.5	0	8.3	354	146	30.0	3.7	46.4	24.4	14.8	4.5

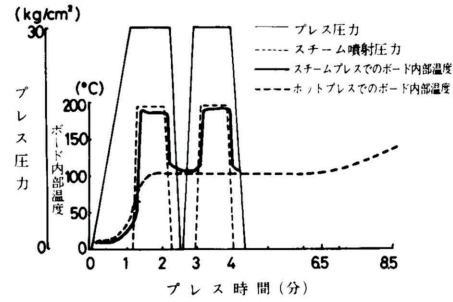
注) スチーム噴出プレス温度191℃ (12kg/cm²)、ホットプレス温度230℃

スチーム噴射孔に接している位置関係について第5表の様な検討を試みた。表から曲げ荷重点と試験片上の噴射孔に接する点とが重なる場合に曲げ強さが低く示されたが、本実験での曲げ強さの値は第5表Aの場合であり、低く現われる場合に属している。噴射孔の大きさ、間隔等の改良によって一層の向上が期待出来る。

3.3 スチームプレス法における製造因子の検討

次に前項同様にカラマツの乾式抄造マットを用いてスチーム噴出プレス法におけるボードのより詳細な製造条件を検討した際のボード材質を第6表に示した。

まず、プレス直後のボード含水率をみると、ホットプレスでは0~1.5%であるが、スチーム噴出プレスでは12.5~16.6%の範囲を示し、スチーム噴出プレスの値は使用時に於ける平衡含水率に近く、製造条件によってはホットプレス法の様な大掛かりな調湿設備を必要としないと思われる。曲げ強さについては比重0.7においてホットプレスでレジン4%、プレス時間6.5分以外は130kg/cm²以上を示し、JIS 150タイプに合格した。一方、スチーム噴出プレスでは全プレス時間が3分と短いにもかかわらず、JIS 200タイプに合格する値が得られた。煮沸曲げ強さについてはスチーム噴出プレスはレジン添加率4%、スチーム噴射圧力12kg/cm²でJIS 150タイプに合格するのに対し、ホットプレスでは8%の添加が必要である。はく離強さについては煮沸曲げ強さと同様にスチームプレスのレジン4%でJIS 150タイプに合格した。また、ここで注目されることはスチーム噴出プレスにおけるレジン添加率4%のものがホットプレスにおける8%のものにほぼ匹敵する値を示すことである。一方、木ねじ保持力は板面と木口面の場合では多少異なり、板面ではホットプレスの方が僅か高いが、木口ではスチーム噴出プレスの方が増大している。吸水率については、プレス時間の短いことの影響が現われ、全般的に温度、時間共に高位なホットプレスによるボードよりもよくないことが明らかであるが、吸水厚さ膨張率はレジン4%で向上し、8%では同程度であったが、値はJIS 200基準値に合格している。



第2図 プレス中におけるボード内部温度の経時変化

次に、スチーム噴出プレス、ホットプレス両法のプレス時におけるボード内部温度について触れる。第2図はプレス中におけるマット内の温度の経時変化を示したものである。なお、スチーム噴出プレスでの測定点は噴射孔から離れている位置を測定した。この結果スチーム噴出プレスでは噴射された瞬間において、ボード内部温度は、噴射圧に近い温度に到達し、噴射を停止したときはホットプレスの場合と同温度になり、4分30秒で解圧されたときは102 である。他方、ホットプレス(230)では6分30秒で104 , 8分30秒では135 を示し、ボード内部温度の上昇が緩やかであることが分かる。このボード内部温度の挙動は、これまでみてきたスチーム噴出プレス法における各特性値の改善に大きく関与しているように思われる。

4. まとめ

以上、スチーム噴出プレスによる厚物中比重ファイバーボードの実験室規模での製造条件を検討した結果を次のように要約する。

1) 湿式抄造マットによるプレス前マット水分のボード材質への影響は吸水性に対して大きく、また水分の低い15%でスチーム噴射の効果が認められ、従来のようにテンパー処理を行わなくてもJISパーティクルボード150タイプに合格するボードが得られた。

2) 1)の結果からスチーム噴出プレスは乾式抄造マットに適用されるべきと判断される。

3) 乾式抄造マットによるスチーム噴出プレスとホ

ットプレスと比較ではプレス温度，時間が共通の条件下ではスチーム噴出プレスがすべての材質に対してホットプレス法よりも向上していることが認められた。

4) 同じく乾式抄造マットを用いてスチーム噴出プレス法による各製造因子を検討した結果，比重0.7，プレス温度191℃，プレス時間3分，レジン添加率8%の場合には全材質に対し，また同4%の場合においても，木ねじ保持力を除いた材質に対してJIS 150に合格した。一方，ホットプレス法では JIS 150に合格するには230℃で8.5分が必要である。

5) スチーム噴出プレスはホットプレスに比べて，同一のボード材質を保持する上では，プレス温度を低くし，かつ時間を短縮し得る。

6) スチーム噴出プレスはプレス後のボード含水率を適度に保持し得，プレス条件によっては調湿処理を

省くことも可能である。

最後に，今回は実験室規模の装置による実験結果を報告したが，装置上の問題，特に熱盤の構造，凝縮水分等のボードへの影響の懸念もあり，また製造上の問題点として，レジン性状及びコストの軽減，より厚物ボードへの適用，さらにパーティクルボードへの応用などの課題があり，今後これらについて検討して行く予定である。

文 献

1) 西川ほか2名：林産試月報 308，4 (1979)

- 林産化学部 繊維化学科 -
- * 指導部長 -
(原稿受理 昭54.12.18)