



木材の樹脂注入について

大山 幸夫 齊藤 光雄

近年木材資源の不足に伴い、今後益々良質材の入手生産に困難を来すと共に、材質の均一性に欠ける低品位材をいかに改善利用するかが今後の重要な課題の一つであると思われる。従って、この対策の一端として木材の材質向上をはかるため木材組織中に合成樹脂を充填し、耐水性、強度、耐朽性に対する影響を比較検討した。尚、供試合成樹脂は比較的安価な市販のフェノール及びアミノ系の樹脂を選択し注入処理を行った。

1. 合成樹脂注入処理供試片の耐水性

1-1 試験方法

供試樹種はセンとラワンを用い、同一試験材から無処理供試片と処理供試片が対応するように採取し、同一条件5ヶとした。供試片の形状は2×2×1 cmとした。

尚、合成樹脂は、東洋高圧製の尿素フェノールメラミン樹脂 (XL - 105)、水溶性尿素樹脂 (P - 1510)、豊年製油製の尿素・メラミン樹脂 (Bu - 5) のフェノール及びアミノ系の樹脂3種で、注入処理は、予め720mmHgで30分排気し、一方から合成樹脂を注入し常圧にもどし、その状態で24時間放置し材内に樹脂を浸潤させた。注入処理材の乾燥及び硬化は、60 3日間、110、140 で夫々8時間熱処理し、放冷直後と90日間室内放置後の吸水率を測定した。吸水試験は簡便法で各処理供試片を20~25 で水面より1.5cm下に48時間浸漬しその時の吸水量を求めた。

1-2試験結果と考察

第1表 合成樹脂注入処理供試片の吸水率

合成樹脂	濃度 (%)	粘度 (cp)	熱処理温度 (°C)	セン				ラワン			
				注入率 (%)	吸水率 (%)			注入率 (%)	吸水率 (%)		
					直後	90日後	無処理		直後	90日後	無処理
尿素・フェノール・メラミン樹脂 (X-L105)	48	45	60	71.0	58.5	—	100.1	61.2	36.1	—	57.7
			110	70.5	38.9	—	—	58.2	22.7	—	—
			140	68.1	21.2	36.8	—	62.0	19.0	29.8	—
	24	12	60	100.9	75.2	—	100.1	70.5	46.6	—	56.2
			110	99.6	65.7	—	—	70.5	43.3	—	57.7
			140	87.0	36.3	—	—	64.5	29.9	—	—
尿素・メラミン樹脂 (Bu-5)	50	37	60	47.0	49.6	—	84.7	46.6	28.1	—	52.6
			110	48.7	52.1	—	—	47.5	28.0	—	—
			140	43.8	27.4	—	—	49.5	21.7	—	—
	25	—	60	64.1	65.2	64.8	82.8	57.0	34.5	35.1	52.3
			110	66.7	63.5	66.5	—	57.0	33.9	31.1	—
			140	61.6	33.6	38.1	—	55.7	27.5	23.1	—
水溶性尿素樹脂 (P-1510)	40	180	60	70.5	77.8	—	—	62.5	43.2	—	—
			110	71.0	81.2	—	—	62.6	49.9	—	—
			140	71.1	65.0	98.8	102.4	61.3	43.4	55.7	5.35
	20	—	140	101.2	85.4	—	102.6	62.5	41.4	—	55.4

合成樹脂注入供試片の処理直後の耐水性は、水溶性尿素樹脂 (P - 1510) を除き、両樹種共に、無処理よりかなり向上する。又、合成樹脂の濃度を高め、熱処理時の温度を上昇することによって更にこの傾向は著しく、特に140 の熱処理に於ては、硬化も進み吸水率20% ~ 30%と良好な結果が得られた。一方、この処理供試片を室内に90日間放置後吸水試験を行ったものについては、無処理より向上するが、直後の吸水試験結果に対して同等又はむしろ耐水性が低下した。

2. 合成樹脂注入処理材の強度

2-1 試験方法

供試樹種は強度も低く、又狂い易いと思われるニレ、ヤチダモ、シナノキで予め気乾にして使用した。試験材の採取は 6cm x 6cm x 60cm のものを下記の要領で行った。試験材の本数は同一条件3本とランダ

ニレ, シナノキ

処 理	処 理	無 処 理	処 理	処 理
-----	-----	-------	-----	-----

ヤチダモ

処 理	無 処 理	処 理
-----	-------	-----

ムに注入処理を行なった。合成樹脂は尿素・フェノール・メラミン樹脂 (XL - 105) 尿素・メラミン樹脂 (Bu - 5), 尿素樹脂 (P - 1510) で、濃度は、原液並びに稀釈液の2種を選んだ、但し稀釈液については各樹脂共溶解性の異なることから、尿素・フェノール・メラミン樹脂 (XL - 105) と尿素・メラミン樹脂 (Bu - 5)

は注入に際して変質しない限界迄稀釈し、水溶性尿素樹脂は、最も稀釈性の良い樹脂で効力その他考慮し5%とした。尚、他の温度、圧力等は既設の装置で常用している最低と最高の条件を採用し、直交表Ls (2⁷) にわりつけて試験した。

合成樹脂濃度

尿素・フェノール・メラミン樹脂 (XL - 105) 48%, 30%

尿素・メラミン樹脂 (Bu - 5) 50%, 28%
尿素樹脂 (P - 1510) 40%, 5%

注入温度 20 , 60
注入圧力 6kg/cm², 18kg/cm²
硬化剤 0%, 1%

但し硬化剤は、尿素・フェノール・メラミン樹脂 (XL - 105) と尿素・メラミン樹脂 (Bu - 5) はL - 85 (尿素・フェノール・メラミン樹脂用の硬化剤) を、水溶性尿素樹脂 (P - 1510) に対しては塩化亜鉛 (ZnCl₂) を夫々原液に対して1%添加した。尚、前排気は720mmHg, 30分間、加圧注入時間は2時間と一定で注入処理を行い、処理材の乾燥は、60 , 110 , 140 で恒量になるまで熱処理し、この材について曲げ強さ並びに圧縮強さを測定した。

2-2 試験結果と考察

第2表に於ける曲げ強さ及び圧縮強さの数値は、無処理の強度を100とした場合の比で示し、同一水準4ヶの平均値である。尚、表中 印は危険率10%で有意差のあるもの、 印は有意ではないが一応考慮する必要があると思われるのである。

第2表 尿素・フェノール・メラミン樹脂注入処理の影響

条 件	項 目	ニ			ヤチダモ			シナノキ		
		曲げ強さ	圧縮強さ	注入率 (%)	曲げ強さ	圧縮強さ	注入率 (%)	曲げ強さ	圧縮強さ	注入率 (%)
樹 脂 濃 度	48%	○98	143	86	92	157	74	○74	117	24
	30%	89	147	77	101	154	○86	69	126	27
注 入 温 度	20°C	94	135	77	96	145	65	73	○129	20
	60°C	93	●155	86	98	●166	●96	70	115	●31
注 入 圧 力	6kg/cm ²	97	134	76	100	154	83	66	127	25
	18kg/cm ²	90	●156	87	93	157	78	●78	117	26
硬 化 剤	0%	88	139	84	●110	○162	80	70	126	25
	1%	○99	○151	79	84	149	81	73	118	26

第2表によって明らかな様にタモの一部を除いては、曲げ強さの向上も殆ど期待できなかったが、一方圧縮強さは、ヤチダモ、ニレ、シナノキの順で向上し、ニレでは注入時の温度と圧力ヤチダモでは温度を上げる事によって著しく向上した。これは、温度を上げる事により樹脂の粘度を低下させて注入を容易にすると同時に、圧力を高めることで浸潤長を更に延ばす為と思われる。但し、シナノキに於ては注入率が示すように、材内部に注入する事は非常に難しく、この程度の注入量では、合成樹脂注入処理材としての評価はできない。

尿素メラミン樹脂注入処理（第3表）では、シナノキを除き全面に浸潤しているが、曲げ強さに対する効果は全く認められない、しかし、圧縮強さは、ヤチダモ、ニレ、シナノキといずれも向上しており、特に注入時の圧力、温度が大きく左右する様である。

曲げ強さに対しては、ニレ、ヤチダモが高濃度に於て

無処理と同等の数値を示すが著しい向上は期待できない。又、濃度間に有意差を示すものがあるがこれは、濃度差35%（40%と5%の差）と他の樹脂より極端に差をとった為で注入率から逆算しても濃度の高い方が絶対量も大きい。但しシナノキにこの傾向が認められないのは、注入量の少ないためと考えられる。圧縮強さ、ニレ、ヤチダモの場合、樹脂濃度とニレの温度に有意な差を示し、注入率でも濃度差の大きいことから当然各樹種共有意差を示した。

以上の結果より、一般に曲げ強さに対しては、各因子の影響は小さいが、圧縮強さに対しては注入時の温度或は圧力が特に影響する。又、樹脂濃度については、尿素フェノール・メラミン樹脂及び尿素メラミン樹脂では、濃度30%~50%の間では殆ど強度に影響のないことが認められた。最後にシナノキはニレ、ヤチダモ等と組織的にも大きく異なるためか粘度の高い樹脂の注入は非常に難しいと考えられる。

第3表 尿素メラミン樹脂注入処理の影響

条 件	項 目	ニ			ヤチダモ			シナノキ		
		曲げ強さ	圧縮強さ	注入率(%)	曲げ強さ	圧縮強さ	注入率(%)	曲げ強さ	圧縮強さ	注入率(%)
樹 脂 濃 度	50%	87	128	47	95	○ 143	77	72	112	16
	28%	85	126	○ 64	98	130	79	73	○ 114	◎ 29
注 入 温 度	20%	86	124	48	98	136	74	68	108	19
	60%	86	◎ 130	○ 63	95	137	82	○ 76	118	◎ 26
注 入 圧 力	6kg/cm ²	85	124	48	95	127	73	72	111	22
	18kg/cm ²	87	◎ 130	○ 63	98	◎ 146	83	73	○ 115	○ 23
硬 化 剤	0%	○ 90	126	61	96	139	81	74	○ 115	20
	1%	81	128	50	97	134	75	71	111	○ 25

第4表 尿素樹脂注入処理の影響

条 件	項 目	ニ			ヤチダモ			シナノキ		
		曲げ強さ	圧縮強さ	注入率(%)	曲げ強さ	圧縮強さ	注入率(%)	曲げ強さ	圧縮強さ	注入率(%)
樹 脂 濃 度	40%	○ 103	◎ 150	85	◎ 112	◎ 142	79	72	115	24
	5%	89	117	◎ 121	86	118	◎ 102	73	○ 117	◎ 71
注 入 温 度	20°C	97	124	100	98	133	78	72	115	46
	60°C	95	◎ 147	106	100	126	◎ 103	73	117	49
注 入 圧 力	6kg/cm ²	97	131	89	○ 104	125	93	◎ 78	115	45
	18kg/cm ²	95	136	◎ 117	94	134	88	66	○ 117	49
硬 化 剤	0%	97	138	102	93	128	89	68	◎ 119	50
	1%	95	129	103	95	132	92	◎ 76	114	45

3. 合成樹脂注入処理供試片の耐朽性

3-1 試験方法

供試樹脂は、比較的腐朽の速いブナの辺材を使用し形状は2cm×2cm×1cmで60 で恒量となるまで乾燥し、以下の試験に供した。尚、合成樹脂並びに注入処理の方法は、1-1耐水試験と全く同じであるので省略する。供試菌種はオオウズラタケ、培養基は砂、培養期間は5ヶ月間とし、防腐効力試験JISA9302を準用して行い、効力値を求めた。

3-2 試験結果と考察

第5表は合成樹脂注入処理供試片の耐朽性を示すもので、合成樹脂の他に市販の木材防腐剤を比較のため用いた。表でも明らかなように合成樹脂注入処理は各樹脂共に効力値80前後の数値を示しており、これは、効力の高い市販の防腐剤には多少劣るけれども、一応満足な耐朽性があるものと思われる。これは樹脂の被膜が外部からの木材腐朽菌の侵入を妨害し腐朽を阻止する為である、又、より以上の耐朽性を必要とする場合には、木材防腐剤マレニットKなどを混合し注入することで効力を上げることが可能である。但し、表でも明らかなように、マレニットKの0.2%或はNa-PCP

第5表 合成樹脂注入供試片の防腐効力値

合成樹脂	濃度 (%)	吸収量 (mg/g)	混合薬剤吸収量			熱処理度 (°C)	効力値	菌糸付着状態	
			NH ₄ Cl (mg/g)	マレニットK (mg/g)	Na-PCP (mg/g)				
尿素フェノール・メラミン樹脂 (XL-105)	48	487	—	—	—	140	79	5	
		612	4	—	—	"	79	5	
		479	3	10	—	"	95	3	
		539	3	2	—	"	81	3	
		491	—	—	10	"	78	5	
		470	—	—	2	"	78	5	
	30	337	2	—	—	140	83	5	
		190	1	6	—	"	93	4	
		260	2	2	—	"	84	4	
尿素メラミン樹脂 (Bu-5)	40	407	—	—	—	140	75	—	
		441	*	—	—	"	81	4	
		335	*	8	—	"	91	3	
		432	*	2	—	"	97	2	
		447	*	2	—	"	96 **	3	
	20	213	*	—	—	140	51	5	
		194	*	10	—	"	91	3	
		218	*	2	—	"	82	3	
水溶性尿素樹脂 (P-1510)	40	372	—	—	—	140	76	4	
		407	—	—	—	"	70	4	
		489	***	—	—	"	79	4	
	20	205	—	—	—	140	0	5	
マレニット K ¹⁾	1	11	—	—	—	140	99	2	
		12	—	—	—	60	99	2	
		11	—	—	—	140	98 **	1	
	0.2	2	—	—	—	140	0	5	
		2	—	—	—	"	3 **	4	
Na-PCP ²⁾	1	10	—	—	—	140	22	5	
		12	—	—	—	60	44	5	
		11	—	—	—	140	52 **	5	
	0.2	2	—	—	—	140	9	5	
		2	—	—	—	"	9 **	5	

(註) (1) 1), 2) 木材防腐剤

(2) * 1%NH₄Cl後処理 ** 耐候操作なし *** 5%ZnCl₂後処理

(3) 菌糸付着状態 1. 付着なし 2. 部分的にうすく 3. 全面うすく 4. 部分的厚く 5. 全面厚く

(4) 効力値 = $\frac{\text{無処理試験体の重量減少率}(\%) - [\text{処理試験体の重量減少率}(\%) - \text{補正試験体の重量減少率}(\%)]}{\text{無処理試験体の重量減少率}(\%)}$ × 100

の0.2%では耐候操作の有無にかかわらず効力が小さいし、Na - PCP1%であっても、熱処理による揮散と、耐候操作による溶脱のため大きな効果は望めない。

以上の結果を要約すると、次の様なことが云える。即ち、木材の合成樹脂注入処理によっては曲げ強さを向上させることはできなかった、耐水性並びに圧縮強さはかなり向上する。又木材腐朽菌に対する抵抗性も

増大し高い効力値を示した。

樹脂にフッ化ナトリウム又はNa - PCPを混合して処理された木片を、減圧と常圧水洗をくり返して抽出液に薬剤の定性反応のなくなるまで水洗し、溶脱率を測定した結果、薬剤単独処理100に対し、36～46の流出に止ることを確認しているので、雨水等による流出も少く、処理材の耐久年限を延長するものと考えられる。