

2. マツクイムシ材の材質試験

専門技術員 宗形 芳明

研究員 竹原 太賀司

主任研究員 中島 剛

(現いわき林業事務所経営課長)

I 目 的

本県におけるマツクイムシの被害は、昭和50年郡山市で発見されて以来、急速に地域、被害量が拡大し、現在では、いわき市を中心として年間50千 m^3 もの枯損木が処理され、さらに増加の傾向にある。

ところで、これら被害木の処置は原則として発見次第、伐倒、焼却あるいは現場でのビニール被覆法がなされており、有効な利用はされていない現状にある。これに対し「あの太いマツをもったいない。何か利用できないのか。」という声はよく聞かれることであるが、現実の流通、利用体制から考えると無秩序な材の移動については、問題点が非常に多く、現状の処置はしかたのないことであろう。その中で将来被害材がますます増加し、また、利用側の体制が整った時、これら被害マツをどのように使っていったら良いか、大きな問題となってくるのは必然と思われる。その場合の用途別利用区分等の資料とするための、基礎的な材質の把握と、一利用方法である集成化への試みを実施したので報告する。

II 試験内容

1. 強度性能

(1) 供試木

昭和57年1月下旬、いわき市内郷高坂町の林内より、材線虫の侵入により前年9月から12月の間に枯死したと思われるアカマツ20本（胸高直径13~24cm）を伐倒し、根元から枝下までの間で長さ3m材1本を目安に採材した。なお、対照木として郡山市内の製材工場より長さ3m（末口平均径16.7cm）の健全木12本を購入し供試した。

(2) 製材及び乾燥方法

全ての供試木は、原木（素材）における性状を調査した後、直ちに厚さ8~12cmのタイコ割材に製材した。製材した供試材は屋外で天然乾燥を行い、最終含水率20~25%を目標とした。

(3) 試験項目と方法

① 製材品の欠点出現状況

全ての製材品について挽材面（2材面）における変色割合、虫穴数を測定した。

② 材線虫密度の測定

製材後、天然乾燥後、それに1年後の強度試験実施時に全ての供試材について、次の方法により材線虫密度を測定した。

それぞれの供試材の3カ所から、ドリルで深さ5 cmの穴をあけて材片を採取し、含水率を測定するとともにベルマン法によって材内線虫類を分離、計数した。

③ 被害木と健全木の強度比較

i) 試験実施時期

天然乾燥によりおおよそ含水率が20~25%まで低下した伐採後5カ月の時期と、それから約12カ月経過した時期に、同一の供試材を半割にしそれぞれの時期に使用した。

ii) 方法

半割にした供試材から25×25×400 mmの無欠点試験片を5個作製し、JISによる曲げ試験を実施した。その後、曲げ試験を終了した試験片の未破壊部分より縦圧縮試験片(25×25×50mm)を採取し、JISによる縦圧縮試験を実施した。その他平均年輪巾、比重、含水率等についてもJISに準じて測定を行った。

2. 接着性能試験

(1) 供試材とラミナ寸法

強度性能に使用しなかった原木を厚さ30 mmにだら挽きし、天然乾燥、人工乾燥により含水率10%以下に調整した。その後、プレーナー加工を行い幅50 mm×長さ600 mm×厚さ25 mmのラミナを作製し、接着操作に移した。

(2) 使用接着剤

- ① 酢酸ビニル樹脂接着剤：大鹿振興KK製、No.4600。
- ② 尿素樹脂接着剤：大鹿振興KK、No.104。

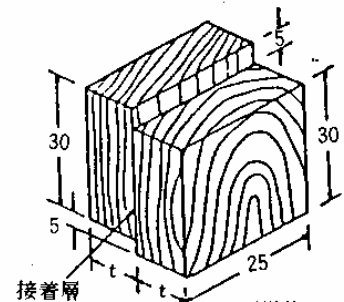
(3) 接着条件

塗布量250 g/m²の両面塗布、圧縮圧力8 kg/cm²、硬化温度常温(10~15℃)、圧縮時間20時間、解圧後の養生期間2週間の条件とした。

(4) 接着強さ測定方法

各接着剤ごとに図-1に示す寸法形状のブロックせん断試験片12個を作成し、JIS K 6852-1976に準拠して常態におけるブロック圧縮せん断試験を行った。

図-1 ブロックせん断試験片



3. 集成化試験

(1) 供試材

昭和58年12月いわき市内より材線虫の侵入により枯死したアカマツ立木3本(胸高直径16~22cm)を伐倒し、長さ2 mに採材、合計12本の丸太を供試した。それぞれの素材(丸太)の形状を表-1に示した。

表-1 供試材の概要 (単位: mm)

No	未口径	年輪数	木口変色割合	虫穴数	長さ
1-1	24 cm	41	0%	0コ	201 cm
	24	40	0	0	200
	18	29	0	0	195
2-1	20	24	90	0	201
	20	18	50	3	201
	16	15	30	14	201
	16	13	70	7	202
	12	10	50	5	201
3-1	16	29	5	3	202
	14	24	10	0	201
	14	20	5	0	201
	12	16	5	0	203

(2) 製材及び乾燥

供試丸太は、厚さ30mmの板にだら挽きし、幅については8cm以上2cm建てに製材した。

供試板は製材後直ちに、棧積幅1m、棧木間隔70cmで棧積みを行い、2月10日より含水率約30%になるまで屋外で天然乾燥を行った。その後、蒸気式I F型乾燥機により含水率10%を目標に人工乾燥を行った。人工乾燥は、午前9時から午後6時までの間けつ運動で、スケジュールについては初期温度60℃、温湿度差10℃、末期温度70℃、温湿度差20℃で実施した。

(3) 接着条件

尿素樹脂接着剤と酢酸ビニル樹脂接着剤を半分ずつ配合した接着剤を使用し、前述の接着性能試験と同一条件で行った。

(4) 集成試作品

厚さ25mm、幅40mm、長さ900mmのラミナ10枚及び13枚を厚さ方向に集成接着し、4×25×90cm、4×33×90cmの製品をそれぞれ3枚ずつ試作した。

(5) 性能評価

① 歩止り

丸太（素材）からラミナ作製までの各工程について、材積を測定することにより歩止りをあらわした。

② 寸法変化と欠点発生

試作品製作後と、約3カ月間室内に放置した後、試作品中央部の厚さ、幅を測定した。また、欠点の発生については反りと曲り、幅そり及び割れについて測定した。

Ⅲ 試験結果

1. 強度性能

(1) 素材及び製材品の欠点出現状況

表-2に全ての供試素材及び製材品の変色割合と虫穴数（マツノマダラカミキリ蛹室）の出現状況を示した。

この中で強度に大きな影響を及ぼす腐朽については全ての供試材で侵入は認められなかった。次に虫穴については、素材で認められなかったものが7本あり、これらは平均的に材線虫の寄生密度も低い傾向にあった。また、虫穴は材の表面近くに存在していることが多いため、製材品とした場合にはきわめて少なくなり、散在していることから、これらが強度に大きな影響を与えることはないようである。

青変菌の侵入による変色については、素材の木口面では比較的少ないようであっても（心材へは侵入しない）、製材品になると材面には大きくあらわれ、材面に認められなかったものは、1本だけであった。今回枯死後早い時期での伐倒、玉切りにかかわらず、青変菌の侵入が相当進んでいたことは、縁甲板等化粧面での利用の可能性はほとんどないことを示唆するものである。

表-2 素材及び製材品の欠点出現状況

No	素 材						製 材 品			
	長 さ	年輪数 (元口)	径 級		変色率 (木口)	虫 穴	変 色 率		虫 穴 数	
			元 口	末 口			A	B	A	B
	cm		cm	cm	%	コ	%	%	コ	コ
1	304	16	13.4	12.0	5	39	10	15	13	22
2	302	21	16.1	13.5	50	0	75	60	0	0
3	295	19	18.1	16.4	45	57	40	80	7	7
4	297	22	23.2	19.1	0	0	5	0	0	0
5	293	22	17.8	16.1	10	0	70	25	0	0
6	296	25	20.5	14.2	5	5	25	10	2	1
7	237	26	18.4	17.1	5	3	10	20	1	3
8	297	22	12.8	12.7	0	0	0	0	0	0
9	296	27	17.5	14.8	10	0	20	10	0	0
10	299	28	17.7	14.6	10	7	70	60	0	1
11	294	28	20.0	15.3	50	68	80	90	1	13
12	188	24	18.5	15.6	10	0	3	5	0	0
13	282	24	20.1	14.0	30	20	35	25	9	3
14	214	19	20.0	16.0	10	0	5	2	0	0
15	223	20	22.2	13.4	5	3	25	15	3	2
16	218	45	15.0	11.5	5	9	20	30	5	7
17	299	40	22.5	15.3	80	21	85	95	5	1
18	294	42	20.1	18.3	30	6	90	40	0	1
19	289	41	19.9	19.2	5	16	30	10	0	2
20	280	53	17.5	15.0	25	9	55	40	2	3
平均		28.2	18.6	15.2						

(2) 強度経年変化

天然乾燥終了時の強度値と1年経過時の値を表-3に比較した。なお、表-3には素材の元口年輪数により30年未満材と30年以上材に区分し、健全材は全て30年以上の材であった。

天然乾燥後の強度を検討すると、30年未満材では健全木に比べ全ての強度で低い値を示したが、30年以上材では健全木と比べて何ら遜色がないことがわかった。30年未満材では平均年輪幅が大きく、これが低比重材となり強度性能を低下させたと思われ、材線虫の被害によるためとは認め難い結果であった。

次に強度の経年変化を検討すると、健全木12本については当然ながら各種強度値の1年放置後の低下は認められなかった。また、材線虫被害木についても、大きな強度の低下は認められず、天然乾燥後と1年放置後で曲げ、縦圧縮強度にもt-検定による有意差はなかった。しかし個々の供試材について比較してみると、1年経過時において比較的大きな強度低下のみられたものもあった。特にNo12では、1年経過時に曲げ強さで22%、縦圧縮強さで30%の強度低下があり、材線虫密度との関係が深いように思われた。つまりこの供試材は製材直後の材線虫密度が1630頭/gと、供試材20本中でもずば抜けて多く、また、腐朽菌の侵入もないことから、多数頭の材線虫生息は、材の組織

表 - 3 強度性能の経年変化

No	センチウ密度 (頭/g)				天然乾燥後の強度						1年経過後の強度					
	製材直後		乾燥後		比重	平均年輪巾	含水率	曲げヤング係数	曲げ強さ	縦圧縮強さ	比重	平均年輪巾	曲げヤング係数	曲げ強さ	縦圧縮強さ	
	含水率	センチウ頭数	含水率	頭数												
三十年未満材	1	71.6	281	22.2	13	0.44	5.7	18.1	70.5	554	260	0.44	4.7	74.8	530	257
	2	86.4	154	25.4	67	0.44	6.2	17.5	72.9	578	282	0.46	4.6	74.1	549	274
	3	52.3	253	21.1	471	0.42	6.0	17.5	71.5	546	273	0.43	4.8	73.9	547	287
	4	91.0	0	35.2	0	0.47	7.7	16.9	69.9	571	270	0.51	6.8	67.7	521	263
	5	67.4	23	25.0	1	0.44	5.1	16.5	63.2	487	266	0.40	4.6	56.0	465	249
	6	37.0	495	24.1	30	0.49	4.4	16.9	77.5	652	314	0.49	3.6	70.7	569	282
	7	33.3	438	21.4	55	0.44	5.4	17.1	55.1	451	275	0.48	4.7	77.3	599	318
	8	78.2	9	24.4	1	0.45	3.7	15.1	79.6	605	326	0.52	3.3	95.8	696	349
	9	90.3	21	24.9	8	0.45	3.3	16.8	69.9	618	299	0.47	3.5	63.5	509	261
	10	46.4	287	24.2	280	0.44	3.7	16.3	57.1	580	314	0.48	2.7	87.0	666	335
	11	34.9	312	24.3	257	0.50	3.8	17.3	77.2	611	322	0.51	3.6	87.6	642	345
	12	54.6	1630	23.9	816	0.53	6.0	16.7	66.2	659	346	0.51	5.0	56.9	511	243
	13	46.1	241	23.1	21	0.53	4.9	15.7	72.9	657	297	0.49	4.2	64.9	540	271
	14	92.2	3	27.0	04	0.46	6.6	16.4	58.7	534	240	0.46	6.6	64.0	520	257
	15	86.8	94	31.6	89	0.45	6.1	17.2	58.3	590	253	0.46	6.0	61.3	540	232
小計	64.6		25.2		0.44	5.2	16.8	68.0	580	289	0.47	4.6	71.7	560	282	
三十年以上材	16	45.4	3	22.7	9	0.46	1.8	17.5	104.6	747	373	0.58	1.4	109.6	728	396
	17	37.6	323	24.5	15	0.46	2.5	17.9	85.1	680	299	0.47	3.7	73.2	596	295
	18	54.6	257	27.1	45	0.61	1.9	16.7	98.2	841	410	0.61	2.6	99.8	781	399
	19	45.5	263	24.4	100	0.49	2.7	17.0	88.7	645	318	0.55	2.8	105.3	817	389
	20	42.1	476	23.4	189	0.53	3.5	16.4	92.0	709	342	0.52	2.6	89.8	648	324
小計	45.0		24.4		0.51	2.5	17.1	93.7	724	348	0.55	2.6	95.5	714	361	
被害木平均	59.7		25.0		0.48	4.6	16.9	74.5	616	304	0.49	4.1	77.7	599	301	
健全木平均					0.54	1.9	15.3	90.7	674	345	0.53	2.0	88.9	672	345	

に何らかの変化を与えるのではないかと推測される。しかしながら製材直後の材線虫密度と強度との間の相関を求めても、ほとんど関係がないことから、これらについては今後の検討事項であろう。

なお、材内部の材線虫生息頭数は含水率の変化と深いかわりを持っているところから、その関係について図-2に示した。

製材直後の2月13日からほぼ半月毎に4月9日まで、厚さ30mmの板3枚について測定した。これによると含水率が20~25%まで低下すると材線虫密度も極端に減少し、15~16%ではほぼ0頭になるものと推定できる。そこで、このことから天然乾燥材の利用の可能性を検討すると、今回は30mm厚の板材については天然乾燥約2カ月で含水率16%前後まで低下させることができたが、厚さ10~15

cmのタイコ割材（平角）の場合には、天然乾燥で20%以下まで含水率を低下させるには相当の日数が必要となってくる。また、含水率15~16%で材線虫の生息はなくなったが、マツノマダラカミキリムシについては生存しており、板材、角材としての利用を考えた場合には、やはり人工乾燥を併用して、温度50℃以上になる蒸気乾燥が必要となってくる。

2. 接着性能試験

表-4にブロック圧縮せん断試験による接着力の比較を行った。

どちらの接着剤でも被害材と健全材との間に接着力の差はなく、また青変菌の侵入した材と侵入しない材の間でも差はなかった。

表-4 接着性能

区 分	酢ビ樹脂接着剤		尿素樹脂接着剤	
	せん断強さ	木部破断率	せん断強さ	木部破断率
マツクイムシA (変色なし)	90.5 kg/cm ² (73.1~104.0)	3.0 (10~50)	103.2 kg/cm ² (93.2~121.3)	8.0 (50~100)
マツクイムシB (変色あり)	99.4 (78.0~110.0)	62.5 (20~90)	96.9 (67.9~111.9)	8.0 (30~100)
健全材	73.5	0	109.9	5.0

注) 健全材は鳥取工試のデータより

3. 集成化試験

(1) マツクイムシ被害材の乾燥経過

製材時の板材含水率は30~90%で平均44.5%と健全材に比較し、非常に少なくなっている。その中で特に高含水率材（以下W材）と低含水率材（以下D材）を試験材に、それらの乾燥経過を図-3に示した。

天然乾燥におけるW材、D材どちらもスムーズな含水率低下を示した。特にW材は乾燥前の含水率80%が約45日で含水率30%となった。

人工乾燥については、W材のみ含水率の測定を行ったが天然乾燥時と同様にスムーズな含水率低下を示した。含水率22%から人工乾燥を始めたが、含水率10%以下になるまで4日、総乾燥時間34時間であった。このようにマツクイムシ被害材で乾燥が比較的スムーズに進行するのは、健全材に比べ油脂分の含有が極端に少ないことに起因しているものと思われる。

(2) 歩止り

丸太からラミナ作製工程までの歩止り経過を図-4に示した。

製材歩止り60.5%は曲りの大きなアカマツとしては平均的な値ではないかと思われる。製材板を含水率約10%まで人工乾燥を行うと、寸法の変化等により歩止りが低下する。また、アカマツ板の

図-2 含水率と材線虫頭数

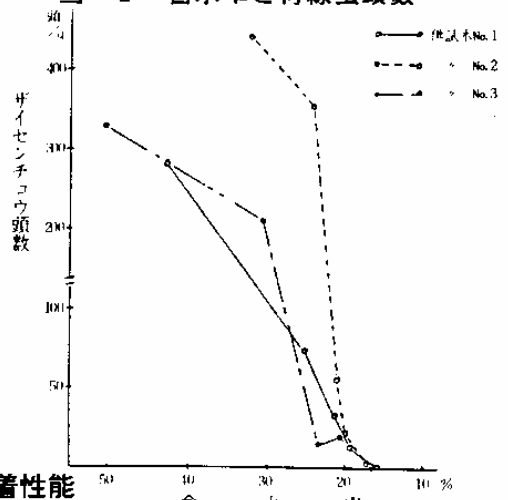
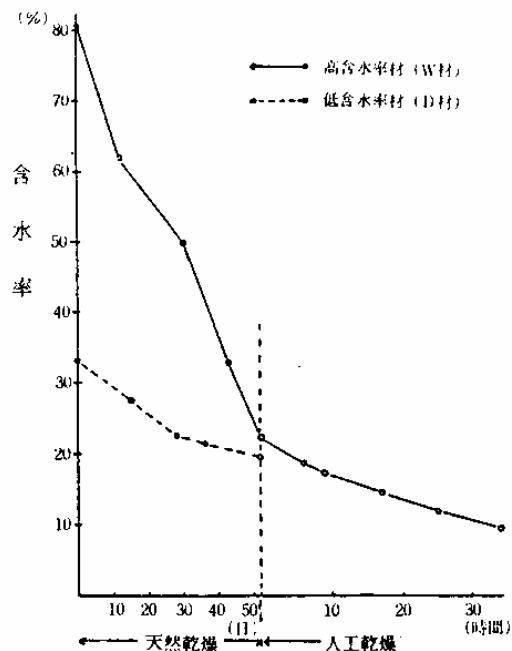


図-3 マツクイムシ被害板材の乾燥経過



場合、ねじれなど乾燥にともなう欠点の発生が大きいことや、大きな節が存在するため、欠点を除いた木取り板までの工程で大きな歩止りの低下になってしまった。今回の歩止り経過を昭和57～58年度に実施した広葉樹（ブナ、ミズナラ等）小径材の集成化¹⁾と比較してみると、広葉樹小径材でさえも縦つぎラミナ作製までの工程での歩止りが22～30%であり、アカマツ材の歩止りの悪さが目立った。

今後の製品化にあたっては、きめの細かい木取りや、小さな節等少しの欠点は容認したラミナ作製により、歩止りを向上し、あわせてコストの低減をはかる必要がある。

(3) 製品寸法変化と欠点の発生

製品の寸法変化は室内放置3カ月後に幅方向で0.32%、厚さ方向で0.41%の収縮があったが、問題となるような値ではなかった。

次に欠点の発生では曲り、縦ぞり、幅ぞり、ねじれなどのいずれについても計測するような量の発生はなかったが、割れ（はくり）は、厚さ2～5cmの範囲で、6枚の試作品中3枚に発生した。しかし、いずれも樹芯を含んだラミナが関係しており、木取りの面での検討が必要である。

IV おわりに

マツクイムシ材の利用試験に関する報告は、2～3みられるが、いずれも枯死後の経過時期が長くなるとともに欠点は多くなり、特に腐朽による強度等の低下は著しくなることから、できるだけ早期の利用が望まれるという結果となっている。さらに今回の試験により、早期に利用された材であれば何年経過しても強度の低下はないものと推測され、梁など構造材としての利用も可能という結果であった。

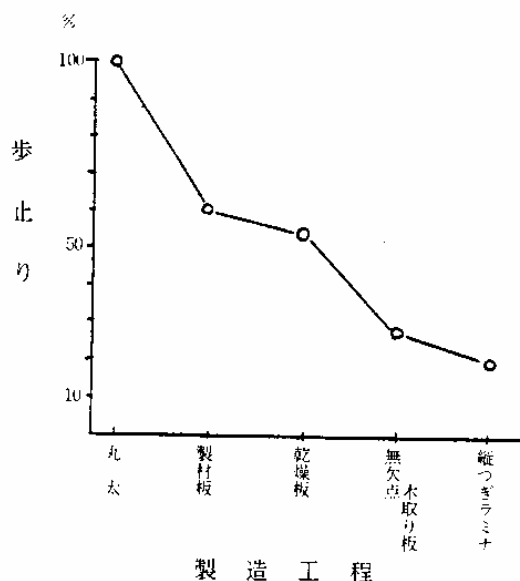
また、接着性能も良好なことから、集成化についても大いに期待できるものと思われるが、マツクイムシ材は青変菌の侵入した材が多いことから、化粧的な利用には不向きであり、必然的にコマ材などへの利用となり、その場合の生産コストの低下は今後の課題である。

いずれにしてもマツクイムシの被害が減少し、有効利用など考える必要がなくなることを期待したい。

V 参考文献

- 1) 宗形・中島・富樫：国産材の多用途利用開発に関する総合研究（集成化技術の確立に関する研究）、福島県林試研報No 17（1985）
- 2) 天野・大森・吉田：マツ枯損被害木の材質特性、木材と技術No 38、（1979）

図-4 歩止り経過



- 3) 鳥取工試：地域木材工業の研究開発と技術普及－鳥取県における動向、木材工業 38 巻 12号
(1983)
- 4) 高野 勲：松枯損材の利用－パルプ原料として、林業試験場報No.249、(1985)