

愛媛県産スギ・ヒノキ・マツ円柱加工材の耐久性に関する研究

誌名	愛媛県林業技術センター研究報告 = Bulletin of the Ehime Prefectural Forest Research Center
ISSN	13489534
著者名	加藤,真吾 村口,良範 松岡,真悟
発行元	愛媛県林業技術センター
巻/号	23号
巻号補足	
掲載ページ	p. 18-28
発行年月	2005年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



愛媛県産スギ・ヒノキ・マツ円柱加工材の耐久性に関する研究

加藤眞吾・村口良範*・松岡真悟

Shingo KATO, Yoshinori MURAGUCHI, Shingo MATSUOKA

県産スギ・ヒノキ・マツ材の土木・公園資材への利用を促進するため、曲げ強度、注入性及び耐久性を検討した。丸太に比べて運搬が容易で施工性に優れている円柱加工材で試験した。今回の研究で次の知見を得た。曲げ強度試験の結果いずれも十分な材料強度を有しており構造材への利用上問題がない。防腐薬剤の注入性は、スギが比較的優れており、マツ、ヒノキの順に劣る。注入前の乾燥条件では、中温乾燥材の注入性が高温乾燥材の注入性より優れていた。又、無処理材の腐朽に対する抵抗性は、ヒノキが比較的優れており、スギ、マツの順に劣っていた。腐朽の進行速度は部位別に異なり、接地板材＞縦支柱＞地上材、地中材の順に腐朽が速く進行した。さらに、スギ及びマツの無処理材の野外での耐用年数は3年であった。材面に対するピロディン貫入深さ(以下Pdrという)から縦振動法による動的ヤング係数(以下Edという)を推定することができ、Edの信頼度75%の5%下限限界信頼値(以下、下限値という)から推定したPdr(以下、Pdr限界値という)はスギ23mm、ヒノキ16mm、マツ17mmであった。

キーワード—円柱加工材、強度、注入性、耐久性、ピロディン

1. 緒言

県産スギ・ヒノキ・マツ材の土木・公園資材への用途を拡大することを目的として、よく利用される形状である円柱加工材の曲げ強度、注入性及び耐久性を検討した。

なお、本研究は、「土木・公園資材への県産材加工利用技術研究」として実施した。

2. 供試材及び試験方法

2.1 曲げ強度試験

2.1.1 供試材

スギ・ヒノキ・マツ丸太(末口径13~15cm、材長3m)各100本。

2.1.2 供試材の調整及び試験方法

丸太を直径10cmの円柱状に加工し、生材時に3m材長全体の動的ヤング係数を測定した後、2m材と1m材に割材し、それぞれのEdを測定した。各樹種とも、100本のうち50本は、元口側2m材、末口側1m材とし、残りの50本は元口側1m材、末口側2m材として採材した。2m材は曲げ強度試験用の供試材に、1m材は後述する2.4耐久性試験用の供試材に利用した。Edは、リオン製FFTマイクロアナライザー(SA-71)を用いて、縦振動法により固有振動数を測定し算出した。

曲げ強度試験は、ミネベア製TCM-10000(最大ひょう量100kN)を用いて、荷重速度15mm/min、スパン180cmの3等分4点荷重法で行い、スパン中央部のたわみを計測し、これを基に全スパンの静的曲げヤング係数(以下、MOEという)を求めた。

曲げ強度試験終了後、破断箇所近傍両端部から、無欠点で長さ方向2cm程度の円板を採取し、全乾法で含水率を求め、両端の平均値を材全体の含水率の代表値とした。なお、強度性能値には、構造用木材の強度試験法(2000、(財)日本住宅・木材技術センター)に準じ、含水率補正(15%)を施した。

2.2 注入試験

2.2.1 供試材

2.1.2で作製した耐久性試験用の円柱加工材(材長1m)のうちスギ・ヒノキ・マツ各50本(元口側25本、末口側25本)。

2.2.2 供試材の調整及び試験方法

供試材を乾燥処理した後、防腐薬剤を加圧注入した。供試薬剤は、県内の防腐処理工場で使用されている銅・ほう素・アゾール化合物系木材防腐剤(以下、CuAzという)(希釈倍率20倍)を用いた。加圧注入方法は、JIS A 9002⁻¹⁹⁹⁵(木材の加圧式防腐処理方法、経済産業省、1995)に準拠して、前排気(60分2kPa)→液加圧(120分最高到達圧力1420kPa)→後排気(30分)の工程で行った。

供試材の注入前後の質量を測定し、注入量を求めた。

2.3 乾燥条件別注入試験

2.3.1 供試材

スギ・ヒノキ丸太(末口径13~15cm、材長3m)各20本。

2.3.2 供試材の調整及び試験方法

丸太を直径10cmの円柱状に加工した後、材長1.3mの円柱加工材を2本ずつ採取した。

採取した供試材を2グループ(同一丸太から採取した円柱加工材が同じグループにならないよう元口側、末口側から10本ずつ採取した)に分け、1グループを高温乾燥グループ(乾球温度110℃、湿球温度95℃で72時間乾燥)、他グループを中温乾燥グループ(乾球温度85℃一定とし、湿球温度を83℃から5段階70℃まで168時間乾燥)として、人工乾燥を実施した。

供試薬剤は2.2.2と同様にCuAz(希釈倍率20倍)を用いて、JIS A 9002⁻¹⁹⁹⁵(木材の加圧式防腐処理方法、経済産業省、1995)に準拠して、前排気(60分2kPa)→液加圧(120分最高到達圧力1420kPa)→後排気(30分)の工程で行った。

薬剤の加圧注入の前処理として、各供試材の末口側をシリコン系接着剤でコーティング封鎖し、木口からの薬液浸入を元口からに限り行なった。

供試材の注入前後の質量を測定し、注入量を求めた。

また、各供試材の開放側木口(コーティング封鎖した木口の反対側の木口)から 20 cm、40 cm、65 cm、90 及び 120 cm 離れた位置で円板を採取し、断面上の面積比率により浸潤度を測定した。

2.4 耐久性試験

2.4.1 供試材

2.2.2 で防腐処理した材長 1m の円柱加工材(各樹種 50 本)及び 2.1.2 で作製した材長 1m の円柱加工材のうち防腐処理しなかった無処理材(各樹種 50 本)。

2.4.2 供試材の調整及び試験方法

供試材は、乾燥後 Ed とピロディン(ピン貫入深さ測定装置、打撃力 6N・m、打ち込みピン直径 3mm)を用いて、材面定点 4 箇所、木口面定点 2 箇所について一定の打撃力でのピン貫入深さ(材面部 Pdr(前述)、木口部 Pdf という)を測定した。Ed は、2.1.2 と同様にリオン製 FFT マイクロアナライザー(SA-71)を用いて、縦振動法により固有振動数を測定し算出した。

以上の供試材を 2000 年 2 月、愛媛県東温市則之内の愛媛県林業技術センター川内試験地内苗畑跡地に図-1 のとおり、土木構造物を想定した 5 本 1 組の構造物を組み、耐久性試験に供した。図-2 に試験地の位置図を、図-3 に試験地全景を示す。

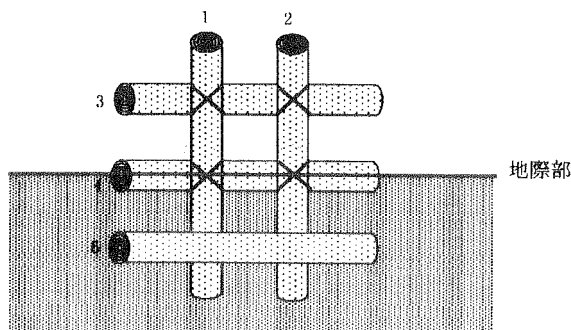


図-1 耐久性供試材設置方法

国土地理院承認 平 13 総復第 367 号

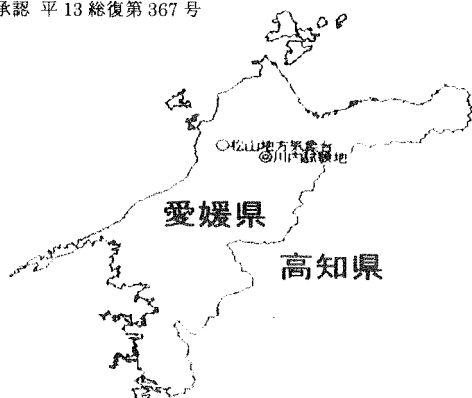


図-2 耐久性試験地位置図

注) この地図は国土地理院の承認(平 13 総復第 367 号)を受けた「白地図 MapMap」の地図画像を編集したものである。

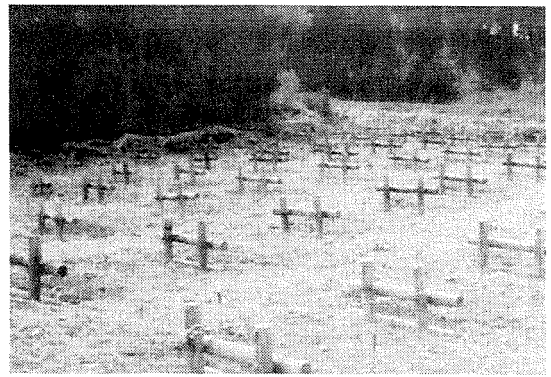


図-3 耐久性試験地全景

試験地は東経 132° 55'、北緯 33° 47'、標高 185m、北向きの緩斜面で水はけはあまりよくない。ヤマトシロアリの生息が確認されている。

供試材は樹種別・防腐処理別に 5 本 1 組の 10 組、50 本を、組みと組みの間を 1.8m 離して 1 列に配置し、列と列の間は、1.5m 離して設置した。

1 組 5 本のうち 2 本は縦支柱(図-1 の 1、2)とし、長さの半分を地中に埋めて垂直に立てた。残りの 3 本を横木とし、地上(図-1 の 3)、地際(図-1 の 4)、地中(図-1 の 5)に各 1 本設置した。地上材は鉄線で縦支柱に固定した。

樹種別・防腐処理別 50 組のうち、25 組については、材面上の一番大きい貫通割れが上面のなるように横木を設置し、残りの 25 組は貫通割れが下面になるように横木を設置した。

設置後、毎年 1 回、供試材を解体し、Ed、Pdr、Pdf 及び被害度を測定した。被害度は独立行政法人森林総合研究所の評価法(雨宮、1963)に準じて 6 段階(0:健全～5:破壊)評価し、縦支柱は地上木口、地際及び地中木口の 3 箇所、地上材は材面及び木口の 2 箇所、接地材は木口、地上材面、地際材面及び地中材面の 4 箇所、地中材は材面及び木口の 2 箇所、計 11 箇所を判定し、箇所毎に被害度の平均値(以下、平均被害度という)を求めた。

なお、試験途中の 2004 年 2 月に用地の事情により、試験地を東側 250m の地点(標高 160m)へ移転した。

3. 結果及び考察

3.1 曲げ強度試験

3.1.1 曲げ強度試験結果

表-1 に樹種・試験別に供試した円柱加工材の素性を示す。割材前供試体(材長 3m)の Ed と割材後供試体(材長 2m 及び 1m)の Ed との間には、1%レベルで有意差がなかった。

表-2 に、樹種別の曲げ強度試験結果を、図-4 に、樹種別の曲げ強度(以下、MOR という)度数分布を、図-5 に樹種別の MOE 度数分布を示す。MOR の下限値は、スギ 29.1N/mm²、ヒノキ 49.9N/mm²、マツ 32.9N/mm²であり、建築基準法に示す無等級材の材料強度(建設省、2000)スギ 22.2N/mm²、ヒノキ 26.7N/mm²、マツ 28.2N/mm²を超えており、構造材への利用上問題がないことがわ

かった。

MOEの平均値はスギ7.30kN/mm²、ヒノキ10.90kN/mm²、マツ11.39kN/mm²であり、木質構造計算基準・同解説((社)日本建築学会、1995)の普通構造材の Q スギ7.0kN/mm²、ヒノキ9.0kN/mm²、マツ8.0kN/mm²を上回る結果となった。

表-1 供試した円柱加工材の素性

樹種・試験別	項目	材長	直 径		密度	Ed
		cm	末口	元口	kg/m ³	kN/mm ²
供試体数		cm	cm	cm		
スギ N=100	平均値	301.2	10.1	10.1	537	7.27
	標準偏差	0.1	0.0	0.0	93	1.39
	変動係数	0.0	0.4	0.4	17.4	19.1
	最大値	301.5	10.2	10.2	842	12.13
	最小値	300.6	10.0	10.0	385	3.61
スギ 試験用 N=100	平均値	200.4	10.1	10.1	539	7.22
	標準偏差	0.4	0.0	0.0	100	1.38
	変動係数	0.2	0.4	0.4	18.5	19.2
	最大値	200.7	10.2	10.2	845	11.79
	最小値	198.0	10.0	10.0	386	4.05
スギ 耐久性 試験用 N=100	平均値	100.4	10.1	10.1	531	7.24
	標準偏差	0.3	0.0	0.0	90	1.34
	変動係数	0.3	0.4	0.4	16.9	18.6
	最大値	102.6	10.2	10.2	854	11.85
	最小値	100.1	10.0	10.0	383	3.09
ヒノキ N=100	平均値	301.3	10.1	10.1	597	11.00
	標準偏差	0.4	0.0	0.0	51	1.35
	変動係数	0.1	0.3	0.2	8.6	12.3
	最大値	302.4	10.2	10.2	805	14.58
	最小値	300.0	10.0	10.0	494	8.41
ヒノキ 試験用 N=100	平均値	200.5	10.1	10.1	599	11.00
	標準偏差	0.4	0.0	0.0	56	1.32
	変動係数	0.2	0.3	0.2	9.4	12.0
	最大値	201.4	10.2	10.2	841	14.24
	最小値	199.1	10.0	10.0	501	8.31
ヒノキ 耐久性 試験用 N=100	平均値	100.4	10.1	10.1	592	10.92
	標準偏差	0.1	0.0	0.0	48	1.42
	変動係数	0.1	0.3	0.2	8.0	13.1
	最大値	100.6	10.2	10.2	765	15.10
	最小値	100.0	10.0	10.0	482	7.27
マツ N=100	平均値	301.3	10.1	10.1	758	10.57
	標準偏差	0.4	0.0	0.0	112	1.63
	変動係数	0.1	0.4	0.4	14.7	15.5
	最大値	301.6	10.2	10.2	1036	15.07
	最小値	298.2	10.0	10.1	497	6.99
マツ 試験用 N=100	平均値	200.5	10.1	10.1	759	10.56
	標準偏差	0.3	0.0	0.0	112	1.63
	変動係数	0.2	0.4	0.4	14.8	15.5
	最大値	200.9	10.2	10.2	1040	14.98
	最小値	197.9	10.0	10.1	505	6.86
マツ 耐久性 試験用 N=100	平均値	100.4	10.1	10.1	755	10.63
	標準偏差	0.1	0.0	0.0	116	1.71
	変動係数	0.1	0.4	0.4	15.4	16.1
	最大値	100.6	10.2	10.2	1022	15.04
	最小値	99.7	10.0	10.1	482	7.08

表-2 曲げ強度試験結果

樹種	項目	MOR	MOE	Ed	Densi-15
供試体数		N/mm ²	kN/mm ²	kN/mm ²	kg/m ³
スギ N=100	平均値	43.4	7.30	7.54	402
	標準偏差	9.4	1.37	1.37	35
	変動係数	21.6	18.8	18.1	8.8
	最大値	68.5	11.68	12.33	486
	最小値	25.6	4.46	4.55	322
ヒノキ N=100	平均値	68.5	10.90	11.37	535
	標準偏差	10.6	1.51	1.36	34
	変動係数	15.5	13.8	12.0	6.4
	最大値	92.9	14.89	14.88	614
	最小値	36.4	7.75	8.69	444
マツ N=100	平均値	51.3	11.39	12.70	533
	標準偏差	12.1	2.29	2.05	54
	変動係数	23.5	20.1	16.1	10.1
	最大値	81.8	18.15	18.07	670
	最小値	29.6	6.90	8.19	438
	下限値	32.9	7.36	9.10	

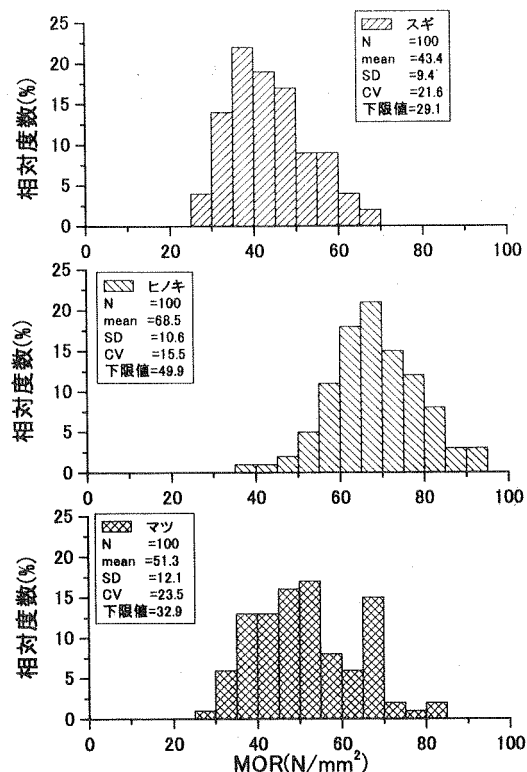


図-4 樹種別MORの度数分布

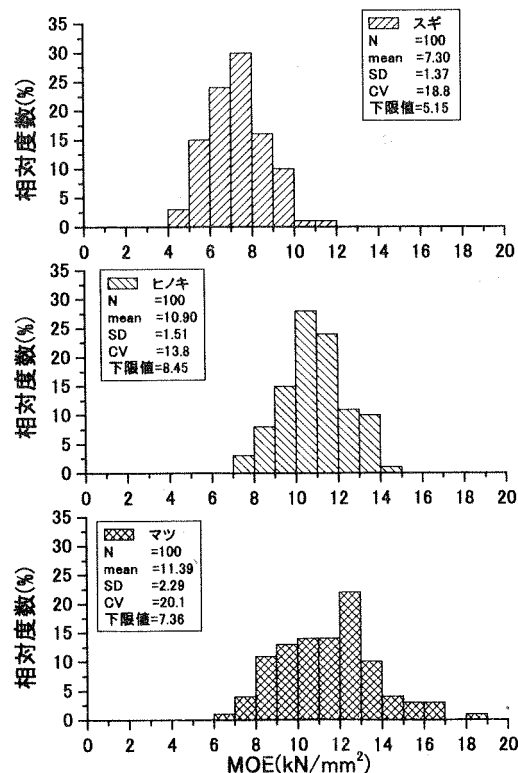


図-5 樹種別MOEの度数分布

表-3 強度性能と材質の単相関係数

樹種・供試体数	項目	MOR	MOE	Ed	Densi-15
スギ N=100	MOR	1.00			
	MOE	0.79**	1.00		
	Ed	0.75**	0.96**	1.00	
	Densi-15	0.65**	0.64**	0.65**	1.00
ヒノキ N=100	MOR	1.00			
	MOE	0.66**	1.00		
	Ed	0.71**	0.87**	1.00	
	Densi-15	0.59**	0.61**	0.56**	1.00
マツ N=100	MOR	1.00			
	MOE	0.77**	1.00		
	Ed	0.80**	0.88**	1.00	
	Densi-15	0.66**	0.74**	0.86**	1.00

注) ** 1%有意

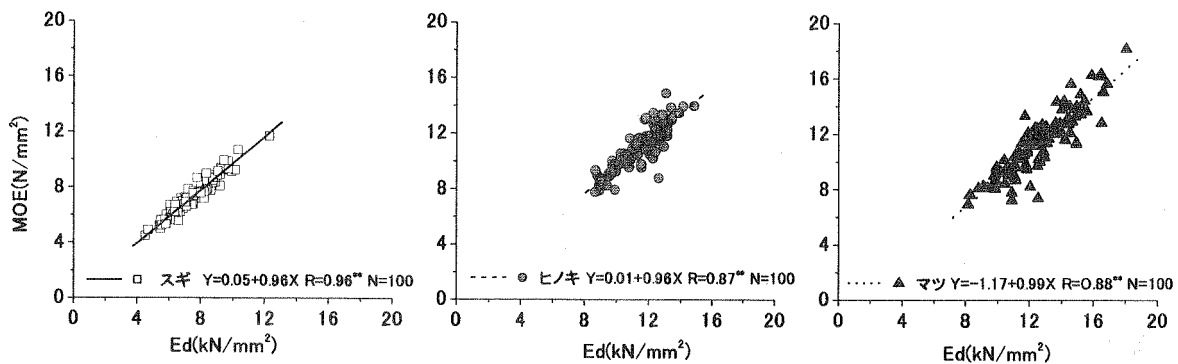
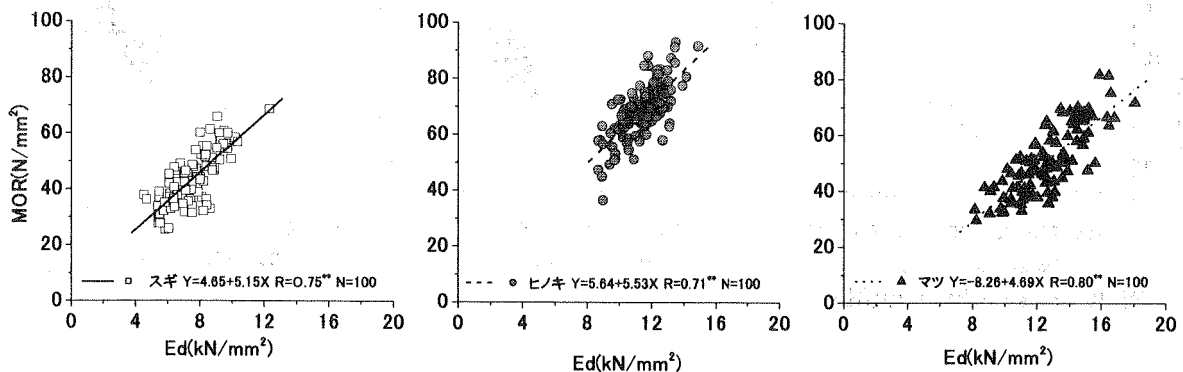
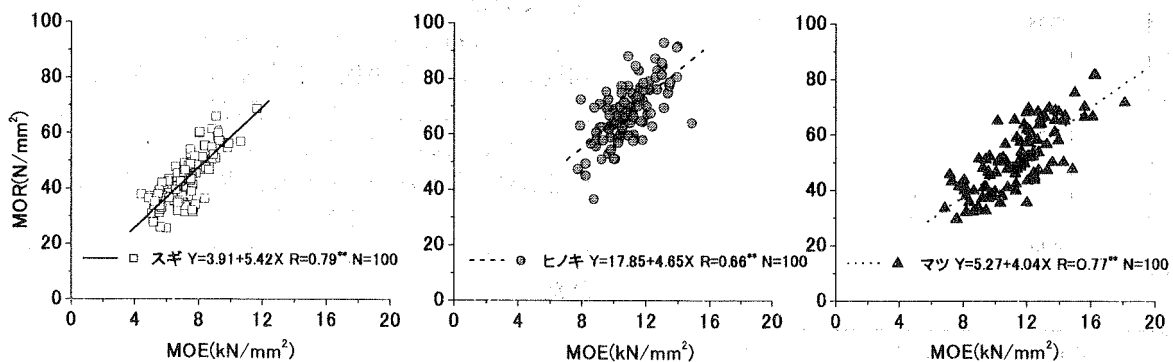
図-6 E_d とMOEの関係図-7 E_d とMORの関係

図-8 MOEとMORの関係

3.1.3 気乾密度と強度性能の関係

図-9に含水率15%時の気乾密度(以下、Densi-15という)とMORの関係、図-10にDensi-15とMOEの関係を示す。Densi-15とMORの相関係数は、スギ0.65、ヒノキ0.59、マツ0.66で、Densi-15とMOEの相関係数は、スギ0.64、ヒノキ0.61、マツ0.74であり、それぞれ1%水準で有意な相関が認められた。

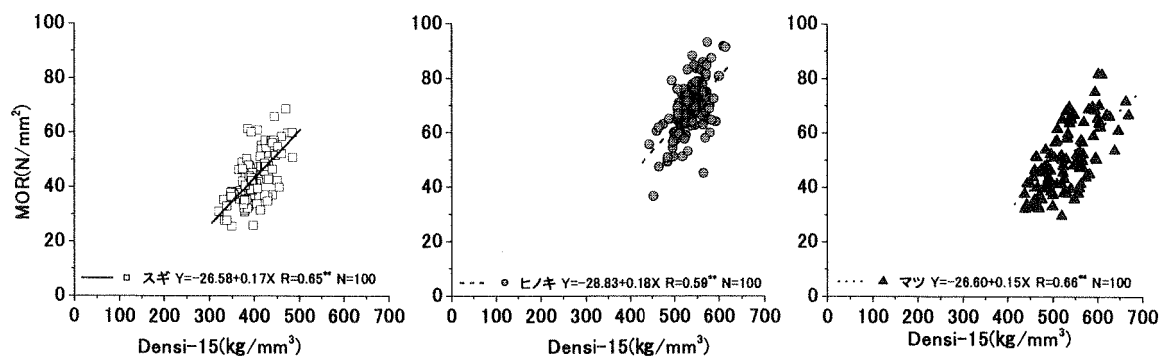


図-9 Densi-15とMORの関係

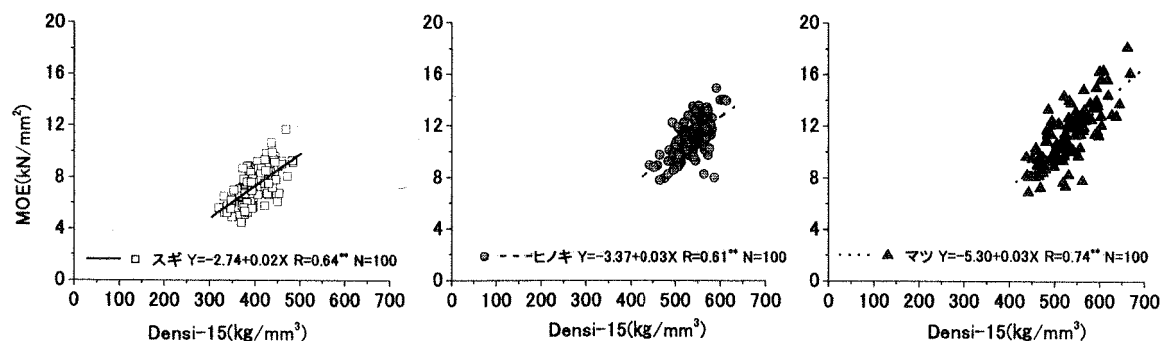


図-10 Densi-15とMOEの関係

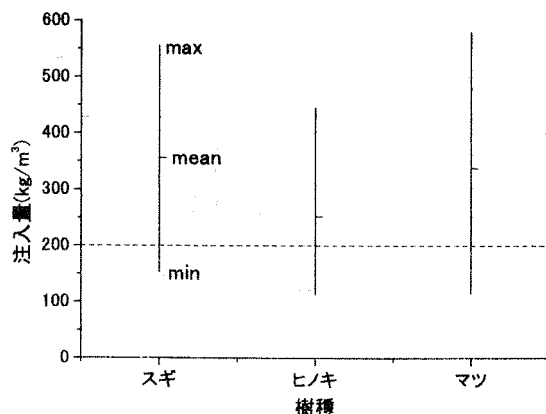


図-11 樹種別注入量

3.2 注入試験

図-11に樹種別の注入量を示した。平均値は、スギ 357 kg/m³、ヒノキ 252 kg/m³、マツ 338 kg/m³で、全体的にヒノキの注入量がスギ、マツに比べて劣っていた。また、JIS A 9002⁻¹⁹⁹⁵の基定量 200 kg/m³に満たない供試材の割合は、スギ 2%、ヒノキ 24%、マツ 16%で、ヒノキ及びマツの割合が大きかった。

図-12に樹種別の密度と注入量の関係を示す。マツには1%水準で有意な相関があったが、スギ及びヒノキには相関がなかった。

3.3 乾燥条件別注入試験

図-13に乾燥条件別の平均注入量を示した。スギ、ヒノキとも高温乾燥材の注入量が中温乾燥材に比べて劣っていた。

図-14に樹種別・乾燥条件別に円柱材横断面上の平均浸潤度を示した。横軸が開放木口からの距離である。注入量では高温乾燥材が中温乾燥材に比べて幾分劣っていたが、浸潤度で見ると木口に近い側と離れた側ではそれほど差がない。しかし、木口から40 cm、65 cmの位置での差が顕著であることから、開放木口からの薬液浸入度合いが高温乾燥により劣ったことが推察された。

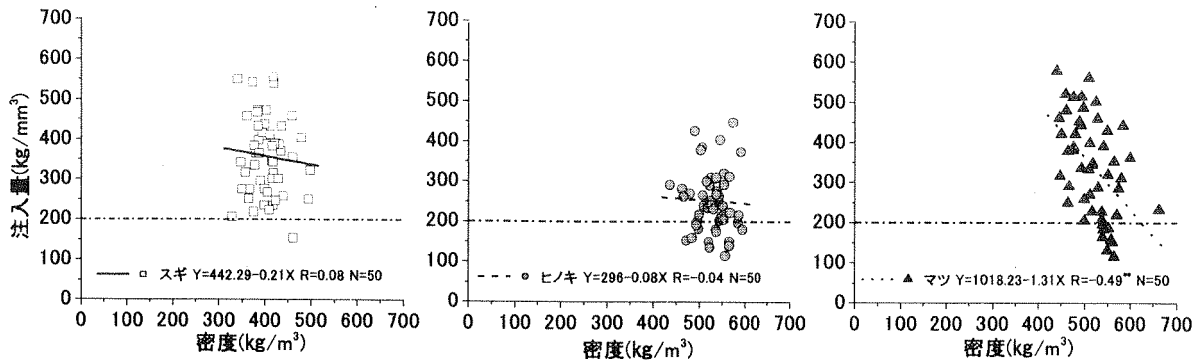


図-12 密度と注入量の関係

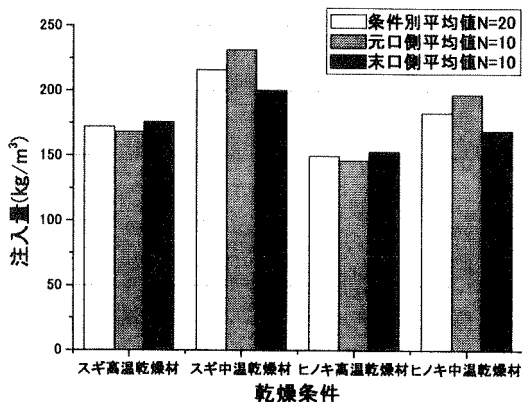


図-13 乾燥条件別平均注入量

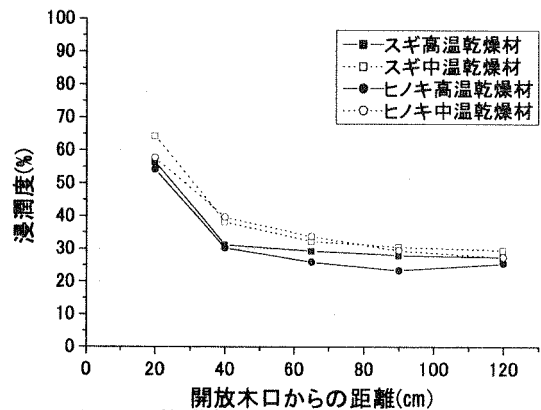


図-14 乾燥条件別浸潤度

3.4 耐久性試験

3.4.1 試験地近隣の気象観測点の気象データ

表-4 に試験地近隣の松山地方気象台における暴露期間内各年の気象データを示す。CI' は、T. C. Scheffer の木材腐朽気象指数(CI)の式に、長谷川が降水日数の調整項に変更を加えた式(1)により算出した。

$$CI' = \sum_{1月}^{12月} \frac{d(t-2)}{167} \quad (式1)$$

ここで、 d :日降水量1mm以上の月間降水日数
 t :月平均気温

年平均気温の変動は小さいが、年降水量の変動が大きく(変動係数 19.8%)、そのためCI' の変動も大きかった(変動係数 9.3%)。試験地は、観測定点から、南東に約 15 km 内陸側にあるため、観測定点より気温が低く、降水量が多いと推測される。

西暦 年	年平均気温 °C	年降水量 mm	CI'
2000	16.7	1150	88.3
2001	16.6	1502	81.7
2002	17.0	931	83.6
2003	16.5	1400	106.7
2004	17.3	1786	97.5
平均値	16.8	1354	91.5
標準偏差	0.3	268	8.5
変動係数	1.5	19.8	9.3

3.4.2 供試材の密度及びEd

表-5 に供試材を調整する過程における供試材の密度及びEdを示す。乾燥処理により含水率が低下し、Edはスギ15%、ヒノキ15%、マツ20%増加した。防腐処理により、Edは各樹種とも少し減少したが、処理前より密度が増加しており、含水率の増加が原因であると考えられた。

表-5 耐久性供試材の密度とEd

処理 供試体数	項目	スギ		ヒノキ		マツ	
		密度 kg/m³	Ed kN/mm²	密度 kg/m³	Ed kN/mm²	密度 kg/m³	Ed kN/mm²
生材 N=100	平均値	531	7.24	592	10.92	755	10.63
	標準偏差	90	1.34	48	1.42	116	1.71
	変動係数	16.9	18.6	8.0	13.1	15.4	16.1
	最大値	854	11.85	765	15.10	1022	15.04
	最小値	383	3.09	482	7.27	482	7.08
乾燥材 N=100	平均値	403	8.29	526	12.66	519	12.71
	標準偏差	37	1.48	35	1.62	49	1.89
	変動係数	9.1	17.8	6.7	12.8	9.5	14.9
	最大値	499	12.80	594	17.02	662	17.71
	最小値	328	4.04	435	8.96	435	9.15
無処理材 N=50	平均値	401	8.10	523	12.64	520	12.58
	標準偏差	36	1.56	35	1.62	53	1.82
	変動係数	9.0	19.3	6.7	12.8	10.1	14.5
	最大値	473	10.87	594	15.51	638	16.75
	最小値	341	4.04	436	8.96	435	9.15
防腐処理材 (注入前) N=50	平均値	406	8.48	529	12.69	519	12.84
	標準偏差	37	1.36	35	1.62	45	1.95
	変動係数	9.1	16.1	6.6	12.8	8.7	15.2
	最大値	499	12.80	594	17.02	662	17.71
	最小値	328	6.27	435	9.93	442	9.24
防腐処理材 (注入後) N=50	平均値	417	8.00	541	12.20	526	12.27
	標準偏差	34	1.37	37	1.59	41	1.95
	変動係数	8.0	17.1	6.8	13.0	7.8	15.9
	最大値	489	13.03	636	15.84	651	17.06
	最小値	334	6.08	452	9.29	450	8.71

3.4.3 試験初期の測定値

表-6に耐久性試験初期値を、図-15にEd初期値の度数分布を示した。Ed初期値の下限值はスギ5.68kN/mm²、ヒノキ9.80kN/mm²、マツ9.66kN/mm²となった。

3.4.4 平均被害度の経年変化

図-16に樹種別・防腐処理別の平均被害度の経年変化を示す。平均被害度の年数の経過による増加割合は、防腐処理別では無処理>防腐処理の順に大きく、樹種別ではマツ>スギ>ヒノキの順に大きく、部位別では接地材>縦支柱>地上材、地中材の順に大きい傾向を示した。

スギ無処理材は縦支柱(地際)及び接地材(地中材面)の2箇所では4年目に平均被害度が2.5以上となり、マツ無処理材は縦支柱(地際)、接地材(地際材面)、接地材(地中材面)、地中材(材面)、地中材(木口)の5箇所では4年目に被害度が2.5以上になった。既報(村口ら、2000)では、愛媛県内のスギ無処理丸太杭(直径4~9cm)の地際部の耐用年数は2年であり、今回の結果はそれより2年長くなったが、これは今回の供試材は末口径13~15cmの丸太から加工したため既報の供試材より耐久性の高い心材の割合が大きいことが理由として考えられた。

表-6 耐久性試験初期値

項目	スギ			ヒノキ			マツ		
	Ed kN/mm ²	Pdr mm	Pd _f mm	Ed kN/mm ²	Pdr mm	Pd _f mm	Ed kN/mm ²	Pdr mm	Pd _f mm
平均値	8.29	13	15	12.66	8	10	12.71	10	14
標準偏差	1.48	2	3	1.62	1	1	1.89	2	2
変動係数	17.8	15.9	17.9	12.8	10.7	8.2	14.9	17.0	11.2
最大値	12.80	18	25	17.0	10	14	17.7	16	18
最小値	4.04	8	9	8.96	6	9	9.15	7	11
下限値	5.68			9.80			9.66		

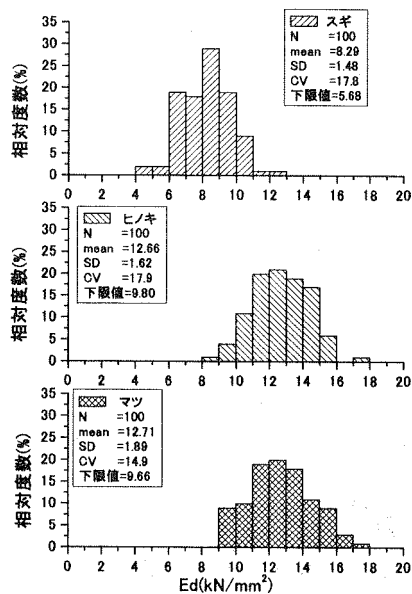


図-15 Ed初期値の度数分布

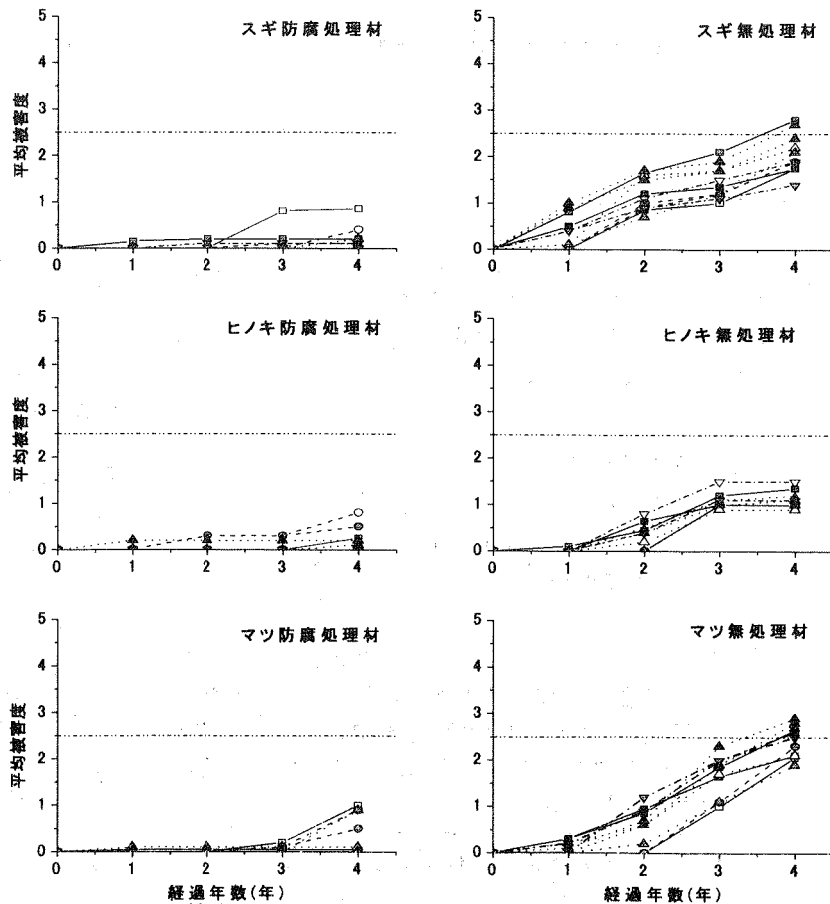


図-16 平均被害度の経年変化

—□— 縦支柱(地上木口) —○— 地上材(材面) —△— 接地材(木口) —▽— 地中材(材面)
 —■— 縦支柱(地際) —◇— 地上材(木口) —▲— 接地材(地上材面) —▽— 地中材(木口)
 —●— 縦支柱(地中木口) —○— 地上材(材面) —▲— 接地材(地際材面) —▲— 接地材(地中材面)

3.4.5 Edの経年変化

図-17にEdの経年変化、図-18にEd下限値以上の供試体の割合(以下、Ed下限値残存率という)、図-19にEd初期値に対するEd経年値の変化率(以下、Ed変化率という)を示す。Edは年数の経過に伴い減少するが、

その減少率は、樹種別ではマツ>スギ>ヒノキの順に大きく、防腐処理別では無処理材>防腐処理剤の順に大きく、部位別では縦支柱、接地材>地中材>地上材の順に大きく、被害度の経年減少率と同様の傾向を示した。木材の腐朽の進行に伴いEdが減少することがわかった。

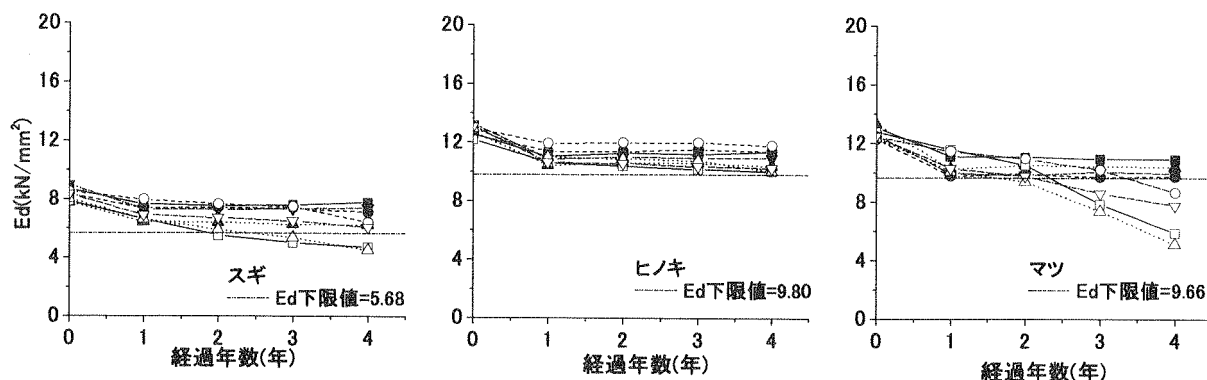


図-17 Edの経年変化

—■— 防腐処理縦支柱 —●— 防腐処理地上材 —▲— 防腐処理接地材 —▼— 防腐処理地中材
—□— 無処理縦支柱 —○— 無処理地上材 —△— 無処理接地材 —▽— 無処理地中材

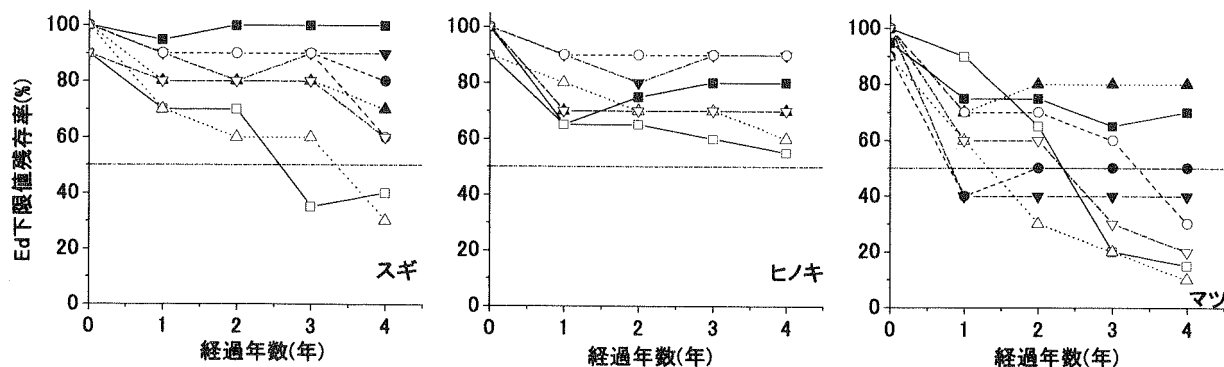


図-18 Ed下限値残存率の経年変化 凡例:図-17参照

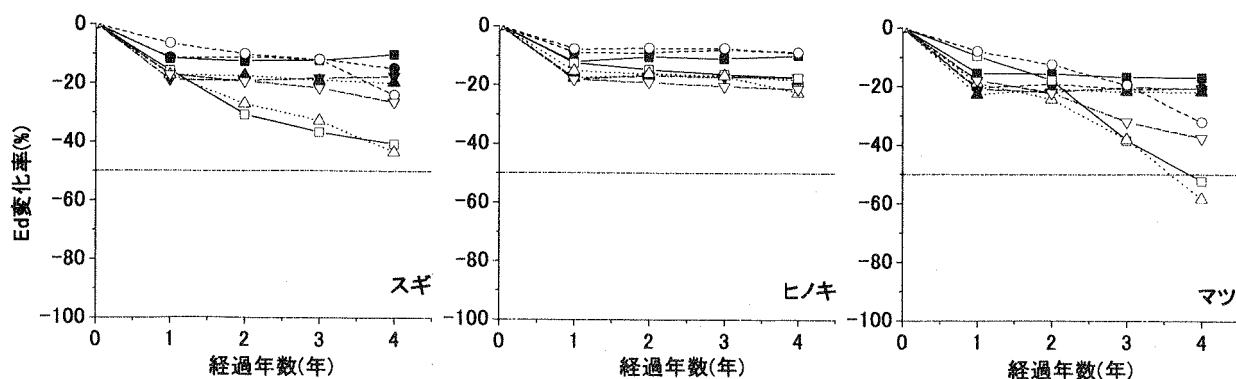


図-19 Ed変化率の経年変化 凡例:図-17参照

3.4.6 Pdr 及び PdI の経年変化

図-20 に樹種別・防腐処理別の Pdr 及び PdI の経年変化を図-21 に Pdr 又は PdI 初期値に対する Pdr 又は PdI 経年値の変化率(以下、Pdr 又は PdI 変化値という)

を示す。

時間経過とともに増加していくが、設置時に対する増加は、マツ無処理材が一番大きかった。部位別では、接地材>地中材>縦支柱、地上材の順に大きかった。

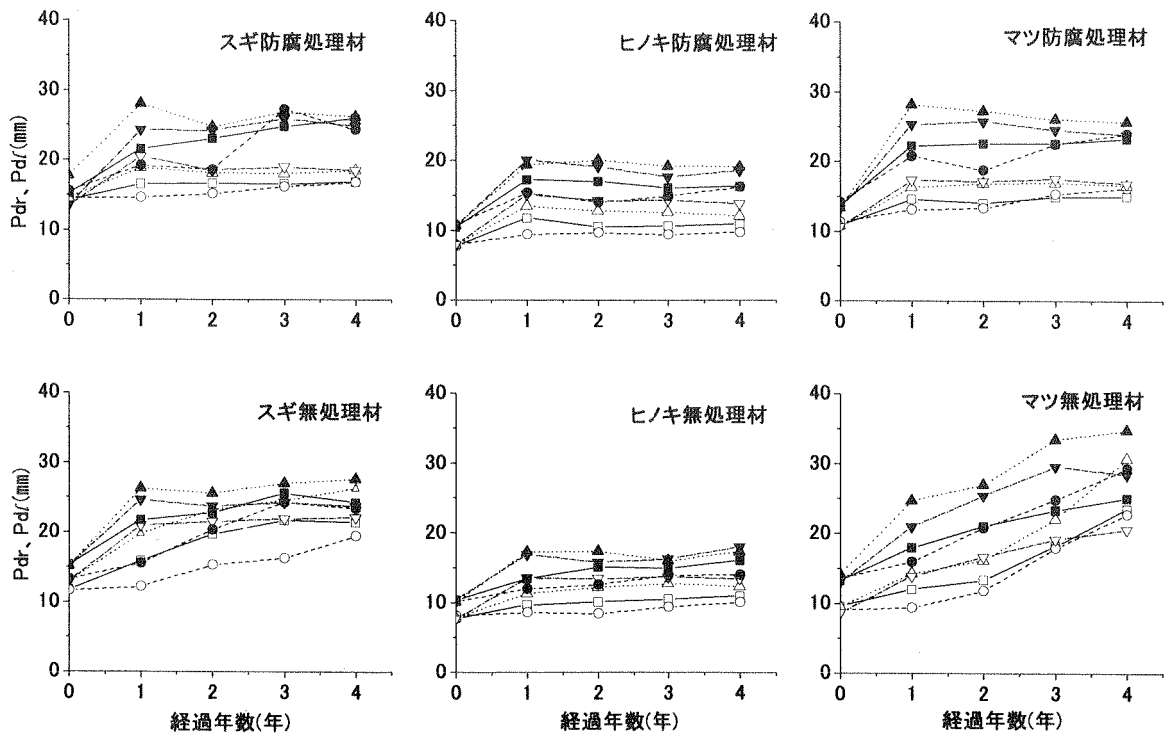


図-20 Pdr、PdI の経年変化

—□— 縦支柱(材面) —○— 地上材(材面) —△— 接地材(材面) —▽— 地中材(材面)
—■— 縦支柱(木口) —●— 地上材(木口) —▲— 接地材(木口) —▼— 地中材(木口)

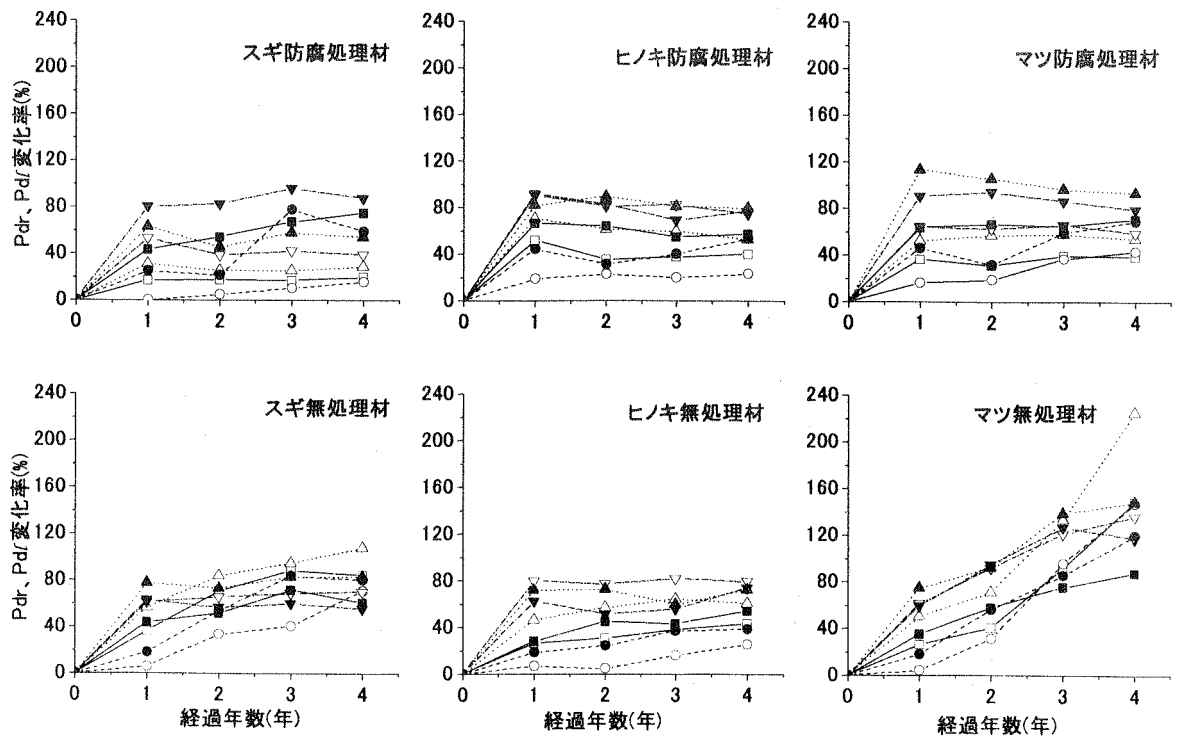


図-21 Pdr、PdI 変化率の経年変化 凡例:図-20参照

3.4.7 Pdr 又は PdI と Ed の関係

図-22～図-27に樹種別のPdr又はPdIとEdの関係を示す。単相関係数はスギ(材面-0.59、木口-0.40)、ヒノキ(材面-0.41、木口-0.41)、マツ(材面-0.76、木口-0.62)であり、Pdr又はPdIからEdを推定できることがわかった。また、3.4.3で求めたEd下限値を図-22～図-27で得られた回帰直線式に当てはめると、Pdr又はPdIはスギ(23mm、32mm)、ヒノキ(16mm、22mm)、マツ(17mm、25mm)となった。

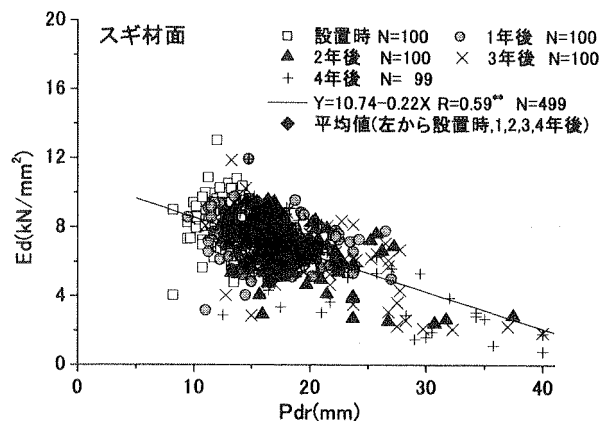


図-22 PdrとEdの関係

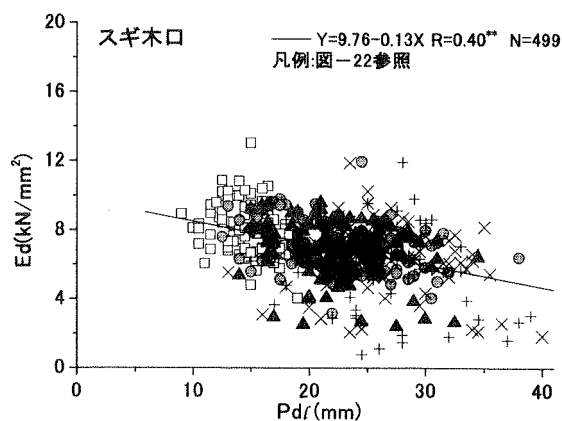


図-23 PdrとEdの関係

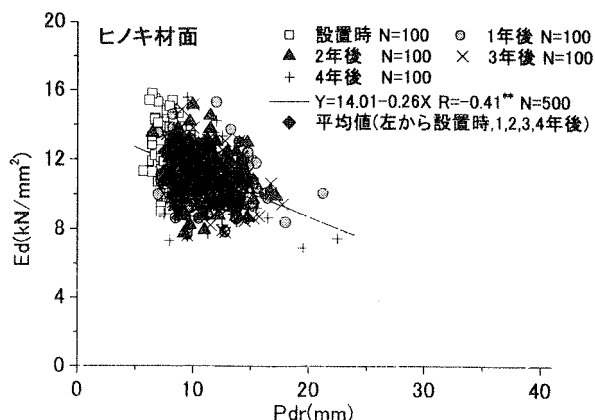


図-24 PdrとEdの関係

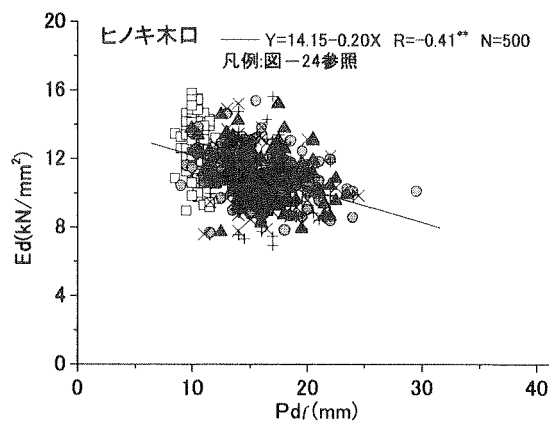


図-25 PdrとEdの関係

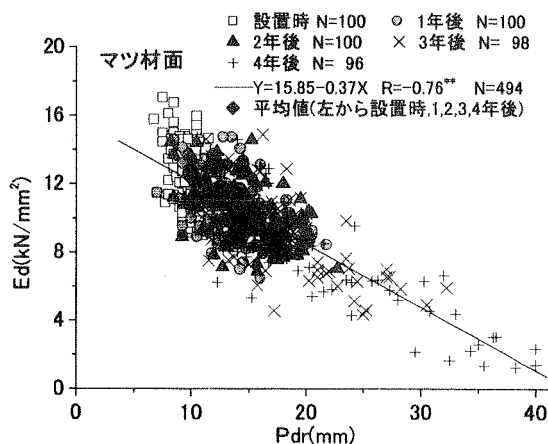


図-26 PdrとEdの関係

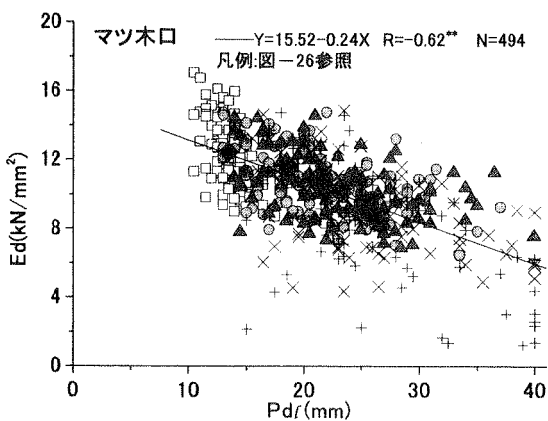


図-27 PdrとEdの関係

4. 結論

今回の研究で次の知見を得た。

- ①スギ、ヒノキ、マツの円柱加工材での曲げ強度試験の結果いずれも十分な材料強度を有しており構造材への利用上問題がない。
- ②防腐薬剤の注入性は、スギが比較的優れており、マツ、ヒノキの順に劣る。
- ③注入前の乾燥条件では、中温乾燥材の注入性が高温乾燥材の注入性より優れていた。
- ④無処理材の腐朽に対する抵抗性は、ヒノキが比較的優れており、スギ、マツの順に劣る。
- ⑤腐朽の進行速度は部位別に異なり、接地材>縦支柱>地上材、地中材の順に腐朽が速く進行する。
- ⑥スギ及びマツの無処理縦支柱は、3年後にEd下限値残存率が50%を下回り、強度的な耐用年数は3年と考えられた。
- ⑦PdrからEdを推定することができた。Ed初期値の下限值から推定したPdr限界値はスギ23mm、ヒノキ16mm、マツ17mmであり、ピロディンから推定する場合は、Pdr限界値を超えると強度的に弱いと考えられる。

今回の試験により、土木・公園資材に多用されるスギ・ヒノキ・マツ小径材の強度推定に、ピロディンを用いることが有効であることがわかったが、今後は施工後15年以上経過している本県の防腐処理された木材がどの程度強度が低下しているのか検討する必要がある。

5. 参考文献及び参考URL

- 雨宮昭二(1963) 浅川実験林苗畑の杭試験(1)杭の被害度を評価する方法: 林業試験場研究報告第150号:143-156
- 長谷川益夫(2004) 富山県産スギ3品種注径材の材質特性(第2報)ボカスギ、カワイダニスギ、タテヤマスギ; 野外杭試験による辺材と心材の耐久性: 富山県林業技術センター研究報告No.17:50-55
- 鎌田輝男: 白地図 MapMap: <http://www5b.biglobe.ne.jp/~t-kamada/Cbuilder/index.htm>
- 経済産業省(1995) 木材の加圧式防腐処理方法: 2. 財団法人日本規格協会
- 建設省(2000) 告示第1452号木材の基準強度Fc、Ft、Fb及びFsを定める件
- 気象庁: 電子閲覧室: <http://www.data.kishou.go.jp/index.htm>
- 村口良範・武智正典・三好誠治・越智仁夫(2000) スギ材の耐久性向上に関する研究: 愛媛県林業試験場研究報告20:38-53
- 桶川秀実(2000) 間伐材の土木用資材の利用開発試験(1) 木材腐朽と強度の関係: 東京都林業試験場年報平成12年度版:15-16
- Theodore C. Schffer(1971): A Climate Index for estimating potential for decay in wood structures above ground, FPJ, 21(10), :25-31

- 津島俊治・河津渉・城井秀幸・豆田俊治・三ヶ田雅敏・長谷部孝行(2003) 土木用木製構造物の耐久性に関する研究: 大分県林業試験場研究報告第15号:1-65
- 財団法人日本住宅・木材技術センター(2000) 住宅資材性能規定化対策事業地域材性能評価事業・報告書<構造用木材の強度試験法>:51-56
- 財団法人日本建築学会(1995) 木質構造設計基準・同解説:16-17