

Title	木材防腐剤に関する研究：(第15報)各種防腐処理材の性質について
Author(s)	西本, 孝一; 井上, 吉之
Citation	木材研究：京都大学木材研究所報告 (1955), 14: 27-36
Issue Date	1955-09
URL	http://hdl.handle.net/2433/52806
Right	
Type	Departmental Bulletin Paper
Textversion	publisher

木材防腐剤に関する研究

(第15報) 各種防腐処理材の性質について

西本孝一・井上吉之

(木材化学第2研究室)

Koichi NISHIMOTO and Yoshiyuki INOUE ;

Studies on the Wood Preservatives. XV, On the Properties of the treated Wood.

緒言

木材に防腐処理を施す第1の目的は腐朽、白蟻等の侵害より保護する事ではあるが、処理材の耐久性も重要な問題ではある。然しながら各種の防腐剤の出現に依つて、他の性質に与える種々な影響を考慮する必要が生じて来た。防腐処理材が広い分野に使用せられる様になつて来たので、強度、燃焼性、塗装性、電気伝導性等に及ぼす影響に対しても注意を向ける必要があると思う。

一般に防腐処理材は相当荷重のかかる場所に使用される故、防腐剤、処理方法によつて許用範囲以下に荷重能力が低下するとは考えられていない。普通の防腐剤や処理方法の木材強度に及ぼす影響については多くの研究が行われている。勿論すべての試験が適当であり、結果が決定的なものであるとは言えないかも知れないが、一般に木材のすべての弱体化は、使用する防腐剤よりも調整、注入期間中に木材が受ける温度、圧力に殆んど原因していると言われていた。¹⁾²⁾

Creosote, zinc chloride にて処理した材については研究が行われているが、一般に使用する水溶性防腐剤については、この関係の研究は行われていない。³⁾ Creosote 等の標準的な防腐剤は普通それ自体有害とは考えられないが、処理中に木材が受ける状態は、木材の強度を低下さず程激しく長いものと思われている。特に Boulton 法に於ては充分温度、時間を注意しなければかなり低下させると言われている。この方法を用いない時でも木材の受ける温度、圧力を十分に調節しなければ、木材強度は実際の注入期間中に害されるのである。勿論、加圧時間も影響するが最も調節しなければならないのは圧力である。圧力も温度も木材に割れ、落込みを起させ易いが、これを防ぐには温度よりむしろ圧力を低くするべきで、必要に応じ加圧時間を長くするがよいと言われている。又同じ処理条件では水溶性防腐剤を注入した材の方が、油状防腐剤で処理した同一材より落込みが起り易いが、この理由として、水溶液は油より木材を軟化する傾向が大きいと言われている。⁴⁾

以上の如く処理方法に依り材の受ける影響は種々研究されている如くであるが、近時新しい水溶性防腐剤の出現は、薬剤自体が及ぼす影響も考慮しなければならないと思ひ、本実験を行つた次第である。

実 験 之 部

1. 実験材料

a) 防腐剤；市販 Creosote oil, P.C.P. 5% 松根油, Malenit (1.5%水溶液) Boliden Salt (スエーデン製, 2.5%水溶液)

b) 供試木材

	スギ	ヒノキ	マツ	ブナ	クリ
年輪密度	4.9	3.2	2.0	5.1	4.2
平均含水率 (%)	15.7	16.5	16.2	17.3	16.0
平均辺材率 (%)	21	68	—	100	—

の如き 4.3 × 4.3 × 25cm の二方柱の試片を使用した。

2. 処理方法及び試験方法

上記の実験材料について注入を行ったのであるが、その注入条件は第1表の如し。

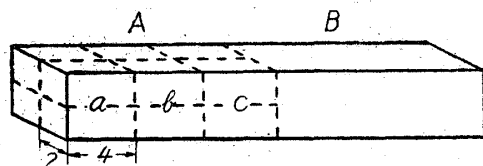
第 1 表
注入条件 (Impregnating condition)

樹 種	Bethell 法							Lowry 法				
	前 排 気		加 圧		後 排 気		静 止	加 圧		後 排 気		静 止
	減圧 (mm)	時間 (分)	圧力 (kg/cm ²)	時間 (分)	減圧 (mm)	時間 (分)	時 間 (分)	圧力 (kg/cm ²)	時間 (分)	減圧 (mm)	時間 (分)	時 間 (分)
ヒノキ	500	30	7	60	500	30	30	7	60	500	40	30
スギ	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//
マツ	//	//	//	30	//	//	//	//	30	//	//	//
クリ	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//
ブナ	//	//	10	90	//	//	//	10	90	//	//	//

〔註〕 水溶性防腐剤注入の場合は後排気を略す。

かくして注入せる材は気乾状態にて20日間放置した。これは Boliden Salt が注入後約20日間程にて材中で反応を完全に終了し、不溶性に変化し安定度が増大するので各防腐剤注入材すべてについて同一処理を取った。放置後 2 × 2 × 4 cm の試片を取ったのであるが、注入状態が材の木口附近と中央とに於て異なる場合も考えられ、又注入材の性質にも部分的差異を生ずる事が想像されるので、第1図の如き採取方法に依った。即ち注入材を長さの方向に2等分し、Aを強度、腐朽試験用に、Bを注入状態測定用とし、更にAをa, b, cに鋸断して12ヶの試験片を取った。各樹種共同一条件に対し供試木材を

第 1 図
(試片採取方法)



(点線は鋸断線を示す)

近と中央とに於て異なる場合も考えられ、又注入材の性質にも部分的差異を生ずる事が想像されるので、第1図の如き採取方法に依った。即ち注入材を長さの方向に2等分し、Aを強度、腐朽試験用に、Bを注入状態測定用とし、更にAをa, b, cに鋸断して12ヶの試験片を取った。各樹種共同一条件に対し供試木材を

3本としたのでa, b, cは夫々12ヶ宛取れるので、これより無計画に5ヶを強度試験に、残る7ヶを腐朽試験に供した。

腐朽試験用試片は一昼夜冷水中に浸漬し、腐朽せるブナ木粉上に載せた。これより先き、予め完全殺菌せるブナ木粉を容器に入れ、蒸溜水を充分しみ込ませた後ヒイロタケ (*Polytictus sanguiness*) を接種し、充分菌を繁殖せしめておく。試片を載せた後、容器を密閉し 30~34°C の孵卵器中に3ヶ月間放置したる後、取出し気乾状態に迄乾燥し強度を測定した。

第2-a表
防腐剤注入による木材の強度変化
(Properties of treated woods)

防 腐 剤	ブナ材					ヒノキ材				
	素材 強度	注入材の強度増減率(%)				素材 強度	注入材の強度増減率(%)			
		a	b	c	平均		a	b	c	平均
Boliden Salt	532	-17.7	-20.3	-19.7	-19.4	364	-19.2	-24.2	-18.4	-20.6
Malenit	//	-3.9	-5.1	+2.6	-2.2	//	-11.3	-6.6	-4.4	-7.4
Creosote	//	0	-2.3	-2.8	-1.7	//	+5.2	-1.6	-2.7	+0.3
P.C.P 松根油液	//	0	-0.9	-4.9	-2.3	//	+2.2	+0.8	-0.5	+0.8
Boliden Salt	//	-12.6	-11.5	-8.6	-10.9	//	-25.2	-20.1	-10.7	-18.7
Malenit	//	-10.5	-10.3	-9.0	-9.9	//	-7.4	-7.4	-8.8	-7.9
Creosote	//	-0.4	-5.1	-1.3	-2.3	//	+3.8	-0.8	-0.8	+0.5
P.C.P 松根油液	//	+0.6	-7.7	-2.3	-3.2	//	-1.9	+0.3	+2.2	+1.1

第2-b表

防 腐 剤	スギ材					マツ材				
	素材 強度	注入材の強度増減率(%)				素材 強度	注入材の強度増減率(%)			
		a	b	c	平均		a	b	c	平均
Boliden Salt	384	-15.9	-14.1	-0.5	-10.2	347	-3.2	-6.3	+2.3	-2.3
Malenit	//	-8.3	-6.3	-2.3	-5.7	//	+4.3	+4.7	+2.0	+4.0
Creosate	//	+6.5	-3.9	-2.6	+1.8	//	+15.0	+14.5	+10.7	+13.0
P.C.P 松根油液	//	+5.7	+1.8	-3.9	+1.3	//	+10.7	+9.8	+8.9	+9.8
Boliden Salt	//	-19.0	-10.9	-8.1	-12.7	//	-14.7	-8.6	-9.5	-11.0
Malenit	//	-3.6	-3.1	+1.3	-4.3	//	+4.0	+9.8	+5.5	+10.7
Creosate	//	-0.3	+12.0	+6.3	+6.0	//	+10.7	+21.6	+13.0	+14.9
P.C.P 松根油液	//	+8.1	+2.9	-8.1	+1.0	//	+6.3	+9.8	+6.9	+10.7

3. 試験結果

かくして強度並びに腐朽試験後の強度を測定した後、各試験片の含水率を測定し、各強度値を法正含水率に換算し比較検討した。その結果は次の図表の如し。

先づ強度試験であるが、防腐剤注入に依る各樹種の圧縮強度の増減率を示すと第2—a, 2—b表の如くとなる。上段の数値は Bethell 法にて注入せる材の強度増減率、下段は Lowry法 に依る場合である。a, b, cは夫々、第1図に於ける試片の位置を示し、注入量に依る影響も検討せんとした。Boliden Saltは各樹種共にいつれの注入方法に依るとも圧縮強度は著しく減少する。この理由は Boliden Salt の組成に注目すれば自ら明白な事で、即ち H_3AsO_4 , Na_2HAsO_4 , $Na_2Cr_2O_7$, $ZnSO_4$ の混合物で、ここに $Na_2Cr_2O_7$ の存在が材の強度に影響しているのではないかと考える。当然これ等は反応を起して $CrAsO_4$, $ZnHAsO_4$, Na_2SO_4 , H_2O , O を生じて不溶性物質に変化するの
で、 Na_2SO_4 も強度弱化の一因子になると考え得る。

圧縮強度の誤差が±5%とすると大体 Boliden Salt 以外の防腐剤に於ては材の強度を増加する事はあれど、減少さず事はないと断定してよい。Malenit 注入材も一部減少を示しているものがあるが、個体誤差と考えてよいと思ひ、影響ないものと断定し得る。

防腐処理材の防腐効果を判定するには従来種々な方法が行われている如くであり、筆者も二、三行つたが⁵⁾⁶⁾、腐朽前後の強度を測定し比較するのが最も適していると思ふ。この場合如何なる強度を測定するのがよいかは問題で衝撃強度に依るのが比較的試験期間も短かく好都合ではあるが、⁶⁾ 本実験では試片の都合上圧縮強度に依つた。

第 3—a 表

防腐剤 Bethell 法注入材の防腐効力 (Decay resistance of treated woods, which were impregnated with Bethell method)

防 腐 剤	試片切 取り層 別	ブ ナ 材				ク リ 材			
		圧縮強度 (kg/cm ²)		強度残存 率(%)	腐朽比	圧縮強度 (kg/cm ²)		強度残存 率(%)	腐朽比
		腐朽後	腐朽前			腐朽後	腐朽前		
素 材		382	532	71.8	1.00	379	466	81.4	1.00
Boliden Salt	a	438	438	100.0	1.39	462	424	109.0	1.34
	b	407	424	96.0	1.34	449	481	92.8	1.15
	c	402	427	94.2	1.31	437	484	90.8	1.11
	平均	416	430	96.0	1.35	449	463	97.5	1.20
Malenit	a	459	511	89.7	1.25	412	456	90.4	1.11
	b	443	505	87.7	1.22	412	488	84.5	1.04
	c	454	546	83.2	1.16	406	482	84.3	1.04
	平均	453	521	86.9	1.21	410	475	86.4	1.06

Creosote	a	521	532	97.9	1.36	491	506	97.1	1.19
	b	496	520	95.2	1.33	507	491	103.2	1.27
	c	508	517	98.2	1.37	454	474	96.0	1.13
	平均	508	523	97.1	1.35	484	490	98.8	1.20
P. C. P. 5%松根油溶液	a	522	532	98.1	1.36	449	427	95.0	1.17
	b	494	522	94.4	1.32	439	460	95.1	1.17
	c	501	506	98.9	1.38	416	471	87.2	1.09
	平均	506	520	97.1	1.35	435	468	97.7	1.14

第3-b表

防腐剤	試片切取り層別	ヒノキ材				スギ材			
		圧縮強度 (kg/cm ²)		強度残存率 (%)	耐朽比	圧縮強度 (kg/cm ²)		強度残存率 (%)	耐朽比
		腐朽後	腐朽前			腐朽後	腐朽前		
素材		279	364	76.8	1.00	297	384	77.4	1.00
Boliden Salt	a	312	294	106.1	1.48	315	323	97.5	1.26
	b	283	276	102.5	1.34	313	330	94.8	1.22
	c	286	297	96.4	1.25	330	382	86.4	1.11
	平均	294	289	101.6	1.36	319	345	92.9	1.20
Malenit	a	273	323	84.6	1.10	329	352	93.5	1.20
	b	296	340	87.1	1.13	321	360	89.2	1.15
	c	263	348	75.6	0.98	315	375	84.0	1.08
	平均	277	337	82.4	1.07	322	362	88.9	1.14
Creosote	a	385	383	100.6	1.31	415	409	101.5	1.31
	b	358	358	100.0	1.30	378	369	102.2	1.32
	c	345	354	97.5	1.27	368	394	93.4	1.20
	平均	363	365	101.1	1.29	387	391	99.0	1.28
P. C. P. 5%松根油溶液	a	363	372	97.6	1.27	418	406	102.9	1.33
	b	332	367	89.5	1.18	408	391	104.1	1.35
	c	314	362	84.7	1.13	385	369	104.3	1.35
	平均	336	367	90.8	1.19	403	389	103.8	1.34

第 3-c 表

防 腐 剤	試片切 取り層 別	マ ツ 材			
		圧縮強度 (kg/cm ²)		強度残存率 (%)	耐 朽 比
		腐 朽 後	腐 朽 前		
素 材		256	347	73.8	1.00
Boliden Salt	a	350	336	104.1	1.41
	b	328	325	100.9	1.36
	c	340	355	95.8	1.29
	平均	339	339	100.3	1.35
Malenit	a	335	362	92.7	1.25
	b	335	368	91.0	1.23
	c	308	354	87.0	1.17
	平均	326	361	90.2	1.22
Creosote	a	412	399	103.1	1.39
	b	404	394	102.5	1.39
	c	372	384	98.6	1.31
	平均	396	392	100.8	1.36
P.C.P. 5% 松根油溶液	a	389	384	101.3	1.37
	b	386	381	101.3	1.37
	c	368	378	97.4	1.31
	平均	381	381	100.0	1.35

第 4-a 表

防腐剤 Lowry 法注入材の防腐効力 (Decay resistance of treated woods, which were impregnated with Lowry method)

防 腐 剤	試片切 取り層 別	ブ ナ 材				ク リ 材			
		圧縮強度 (kg/cm ²)		強度残存 率 (%)	耐朽比	圧縮強度 (kg/cm ²)		強度残存 率 (%)	耐防比
		腐朽後	腐朽前			腐朽後	腐朽前		
素 材		382	532	71.8	1.00	379	466	81.4	1.00
Boliden Salt	a	451	465	96.9	1.35	464	464	100.0	1.23
	b	454	471	96.4	1.34	437	500	87.4	1.07
	c	447	486	91.9	1.28	415	499	83.2	1.02
	平均	451	474	95.1	1.32	439	488	90.2	1.11

西本・井上：木材防腐剤に関する研究

Malenit	a	453	476	95.1	1.32	424	492	86.2	1.06
	b	444	477	93.1	1.29	417	499	83.6	1.03
	c	447	484	92.4	1.28	403	493	81.8	1.01
	平均	448	479	93.5	1.30	415	495	83.9	1.03
Creosote	a	527	530	99.4	1.38	480	483	100.7	1.22
	b	502	505	99.3	1.38	469	491	95.6	1.17
	c	520	525	99.2	1.38	436	493	88.5	1.09
	平均	516	520	99.3	1.38	462	489	94.9	1.16
P. C. P. 5% 松根油溶液	a	527	535	98.4	1.39	433	459	94.1	1.16
	b	484	491	98.7	1.39	415	456	90.2	1.12
	c	486	520	92.9	1.30	417	491	87.1	1.09
	平均	499	515	96.8	1.35	422	462	90.5	1.12

第 4—b 表

防 腐 剤	試片切 取り層 別	ヒノキ材				スギ材			
		圧縮強度 (kg/cm ²)		強度残存 率(%)	耐朽比	圧縮強度 (kg/cm ²)		強度残存 率(%)	耐朽比
		腐朽後	腐朽前			腐朽後	腐朽前		
素 材		279	364	76.8	1.00	297	384	77.4	1.00
Bohiden Salt	a	290	272	106.6	1.39	316	311	101.6	1.31
	b	301	291	103.4	1.35	314	342	91.8	1.18
	c	296	325	91.1	1.18	301	353	85.3	1.10
	平均	296	296	100.4	1.31	310	335	92.9	1.20
Malenit	a	305	337	90.5	1.18	338	370	90.6	1.18
	b	291	337	86.4	1.12	324	372	85.2	1.12
	c	284	332	85.6	1.11	312	389	75.2	1.03
	平均	293	335	87.5	1.14	325	377	84.0	1.11
Creasoto	a	380	378	100.5	1.31	410	383	107.0	1.38
	b	360	361	99.7	1.30	398	430	92.7	1.19
	c	353	361	97.8	1.27	364	408	96.4	1.15
	平均	364	366	99.3	1.29	391	407	98.7	1.24

P. C. P. 5% 油溶液松根	a	344	367	93.3	1.22	440	415	100.9	1.37
	b	341	365	92.9	1.21	403	395		1.32
	c	311	372	80.4	1.09	340	353	96.2	1.24
	平均	332	368	89.2	1.17	384	388	98.6	1.31

第 4—c 表

防 腐 剤	試片切 取り層 別	マ ッ 材			
		圧 縮 強 度 (kg/cm ²)		強 度 残 存 率 (%)	耐 朽 比
		腐 朽 後	朽 腐 前		
素 材		256	347	73.8	1.00
Boliden Salt	a	311	296	105.2	1.42
	b	333	317	105.1	1.42
	c	321	314	102.2	1.38
	平均	322	309	104.1	1.41
Malenit	a	317	361	84.3	1.19
	b	319	381	83.7	1.13
	c	302	366	82.5	1.11
	平均	313	374	83.5	1.14
Creosote	a	373	384	97.2	1.31
	b	395	422	93.6	1.26
	c	361	392	92.2	1.24
	平均	376	399	94.3	1.27
P. C. P. 5% 松根油溶液	a	373	369	101.1	1.37
	b	366	381	94.5	1.30
	c	342	371	91.9	1.24
	平均	360	374	95.8	1.30

その結果は第3, 4表に示す如くである。表中層別として a, b, c で以つて表わしたるものは、各試片の個所を表わし a が木口に最も近く c は材の繊維方向に対し中央なる事を示す。その防腐効力は耐朽比なる値にて示したが、これに依ると各樹種共、各防腐剤、両注入方法いづれの場合に於ても一、二の例外を除いては a に於て高い値を示し、b, c の順に低くなつてゐる。防腐剤注入量と比例してゐて、適確に防腐効力を示しているものと考えられる。

全体を通観すると、先づ明白な事は Malenit 以外の 3 薬剤は防腐効力に優劣の差はない。Malenit は他の剤に比べ劣っている。これは腐朽試験を行う前に各試片を一昼夜水洗した為流失した事に依るものと考えている。

最近赤井、上山⁷⁾が防腐剤注入ブナ材の腐朽について報告しているが、その中に P.C.P. 重油溶液(5%)の防腐力も比較試験している。これに依ると本溶液の材中に於ける滲透不良を理由として防腐効力低き事を述べているが、当研究室で以前に行つた実験⁸⁾に依つても、又本実験に依つても P.C.P. 松根油溶液(5%)は Creosote に匹敵する高い防腐効力を有している事が明白になつた。P.C.P. を用いる場合にはその溶剤に充分注意すべきである。

結 論

筆者等は 5 種の材に比較的一般に使用される防腐剤を注入し、その処理に依る材質の変化及び短期間の腐朽試験に依る防腐効力を試験した。腐朽試験の結果より直ちに注入材の耐久年限を推定し得ないが、腐朽の徴候を認めたものは耐久年限が短縮されるであろう。筆者等の行つた実験範囲内に於いて述べられる事は次の如きものである。

1. Boliden Salt は処理数日後に不溶性に変化するも、木材の機械的強度を損ずる傾向があるので、この点使用目的に応じ充分注意すべきである。防腐効力は非常に優秀で creosote と匹敵し、特に不溶性なるを利点とする。
2. Malnit 処理は材の強度を若干低下さす傾向があつたが、殆んど問題にならない程度である。併し、可溶性なる弱点は大きく防腐効力に影響し、腐朽試験の結果他の防腐剤に比べ劣つていた。小試片を一昼夜水洗した事がその原因の一つと考えられる。
3. Creosote は材質に何等影響を与えず又防腐効力も優秀であつたが、処理材の汚色甚だしい事は今後防腐処理材を広範囲に利用する面に於て、大きな弱点とならう。
4. P.C.P. 松根油溶液(5%)も材質に何等影響なく、防腐効力も creosote と殆んど優劣なく、Lowry 法注入に依る場合には材の中央部は若干効力が低い様である。
5. 注入法による材の中央部の効力には優劣は認められなかつたが、試片の小さきため注入滲透長に差が生じなかつた事がこの原因と考えられる。

Résumé

In this paper, author investigated the compressive strength and the effectiveness of preservatives as the properties of treated wood with the preservatives; creosote oil, 5% pentachlorophenol pine root oil solution, malenit (NaF + dinitrophenol + SbF₂) and boliden salt (H₃AsO₄ + Na₂HAsO₄ + Na₂Cr₂O₇ + ZnSO₄).

The woods impregnated with these preservatives are *Cryptomeria japonica* Chamae-

cyparis obtusa, *Pinus densiflora*, *Fagus crenata blum* and *Castanea crenata*. These results are shown in Table 2-3, and the followings are observed within the limits of this experiments.

Boliden salt changes to the insoluble material in wood after three weeks from the treating but develops a tendency to wear the compressive strength of wood. The effectiveness for preservation is good and worth that of creosote oil.

Malenit develops a tendency to decrease slightly strength and the effectiveness is inferior to other preservatives.

Creosote oil and 5 % pentachlorophenol pine root oil solution do not decrease the strength and their effectiveness are good, but stain greatly the woods.

Wood-preserving processes are made by Bethell and Lowry method ; both methods are equal in protection of wood. The wood used are too small to observe the differences in the osmotic conditions due to application of these preservatives.

文 献

- (1) Joyce, A.R., & Committee : A. W. P. A., 19th Ann. Meeting, 359-379 (1923)
- (2) Kammerer, A.L., & Committee : A. W. P. A., 17th Ann. Meeting, 72-74, 80-114 (1921)
- (3) G. M. Hunt & G. A. Garratt : Wood Preservation. 2nd Ed. 285 (1953)
- (4) Mc Lean, J.D. : U. S. Dept. Agr. Misc. Pub. 224 (1953)
- (5) 井上・西本 : 日林誌 33, 2 70 (1951)
- (6) 井上・西本 : 木材研究 7. 45 (1951)
- (7) 赤井重恭・上山昭則 : 同上 12. 9 (1954)
- (8) 井上吉之・黒木康男 : 同上 8. 74 (1952)