

木材防腐処理法に関する研究（４）

塗付法における防腐剤の塗付量（消費量） と吸収量について

雨 宮 昭 二^㉔

1. ま え が き

木材防腐処理法のうち塗付による処理は、最も簡単で、手がるにだれもが実行することができる方法であり、実用にも最も多く用いられている方法である。もちろん、防腐効果の点では他の処理法に比べて劣る場合もあるが、処理を入念に行なえば、木材の用途によっては他の処理法で処理した場合と同等の防腐効果を期待することができる。またこの処理法は定期的にくり返して既設の木材に施せば耐用年数の延長のために非常に有効な手段である。最近ではとくに木造建物の各部材の防腐処理に多く用いられるようになってきて、この処理法に関する資料を要求される場合が多いが、あまりにも単純すぎる処理法であり、処理条件を人工的に規制するのが困難なためか、今日までわが国においては、この方法に関する資料がほとんど整備されていない。

世界各国においても、この方法は広く利用されているにもかかわらず、資料は案外少ない。ただ、ドイツにおいては W. BAVENDAMM が建築に利用することを目的として、塗付材面の粗滑や塗付面の角度などと、塗付量や浸潤長などの関係についてかなり詳細な結果を発表している^㉕。しかし、用いている樹種が Kiefer や Fichte であるから、絶対値をそのままわが国の樹種にあてはめることはできないが、相対的な傾向については非常に参考となる結果が多い。

本実験においては国産材を用いて行なった塗付結果を集めるとともに、建築土木などの分野でわが国では最も多く使われているスギの板材を用いて、薬剤の塗付量すなわち消費量と真の木材における吸収量の関係、２回目の塗付を行なう時期などに関する問題を取り上げた。

これらの２つの問題は実用に際して、必要薬剤量の算出、処理経費の算定、仕事の能率などに大変必要なことであると考えたので、とくに取り上げたのである。

防腐処理において、普通薬剤の塗付量とっているのは消費量のことであって、真に木材に吸収される薬剤量は必ずそれより少なく、消費量がただちに吸収量にならないで、それが木材の表面の仕上げ状態や、辺材か心材かによってもことなり、また樹種によってもかなり差があることが明らかとなった。

また塗付法では１回の塗付での薬剤吸収量が非常に少ないので、防腐処理の目的で行なう以上、２回以上の処理を行なうことを原則としている。それゆえ、実際の作業基準または仕様書作成にあたって、２回目を１回目からどのくらいの間隔をおいて行なうことが、時間的にも吸収量においても、最も有効であるかを明らかにする必要があった。もちろん、長い時間おけばおくほどよいのであるが、これでは実用的でないで、実行可能で有効な最少時間を求めたところ、明確な結果はえられなかったが、えられた結果か

ら推定してみれば、水溶性薬剤では長時間経過させ、油性薬剤は短時間でもよいということが明らかになった。

そこで本報告では塗付法に関する資料のうち、主として上記の2つの問題点を中心にして、えられた結果を報告する。

2. 塗 付 の 方 法

塗付に用いた刷毛はペイント用の幅10cmのもので、十分に薬液を吸収させてから、それでもって材面に薬液を強くすりこむように塗りつける。材面が十分に薬液で潤い、それ以上塗っても短時間に薬液がしみこんでゆかない状態になったとき塗付をやめる。ついでその材をただちに裏返して同じような状態になるまで塗付し、その材を壁にたてかけて、約5分間そのまま放置し、余分な薬液は材外に滴下させてから、木材の薬液吸収量を求めた。

このように実際に行なっている状態に近い方法で行ない、吸収量、塗付量を求めたため、塗付量は材面の状態によりかなり変化し、一定の塗付量をあたえることはできなかった。塗付量の測定は塗付を行なう前に刷毛と薬液を入れた容器を一緒にして重量を測定し、塗付が終わったときふたたびこれらのものを一緒に重量を測定して、前者と後者の差を塗付量とした。それゆえ、この塗付量には材面に塗られたものと塗る際に材外に消費した量も含まれる。また木材の薬液吸収量は塗付前に木材の重量を測定し、塗付終了後、過剰な薬液を滴下させてからまた木材重量を測定し、前者と後者の差を吸収量とした。

塗付量ならびに吸収量は板の全表面積から m^2 あたりに換算して表わした。

3. スギ心材と辺材の塗付結果の比較

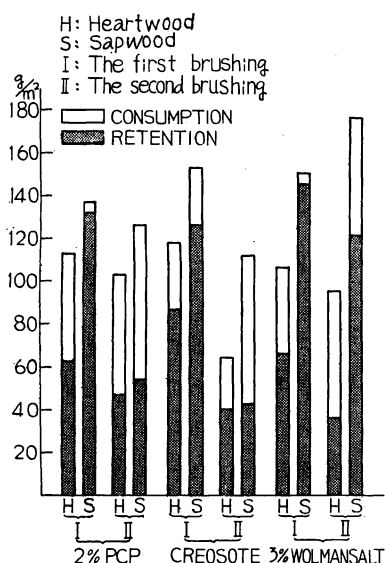


Fig. 1 スギ心材 (滑面) の塗布処理の比較
Compare with Sugi sap- and heartwood (smooth surface) by brushing.

試験材：スギのかんな仕上げした板で、寸法は厚さ9mm、幅140mm、長さ630mm。含水率は室内で気乾にしたもので12~14%。心辺材ともに長さ約2mの板をほぼ3等分して、同一の薬剤の塗付に用いた。

使用した防腐剤：油溶性防腐剤としてPCP 2%軽油溶液、油状防腐剤としてクレオソート油、水溶性防腐剤としてWolman salt の3%水溶液を用いた。

処理の方法：塗付の方法は2の項で説明した方法で行ない、2回目の塗付は1回目から約24時間後に行なった。塗付に際しては同一板からとった3枚を同一薬剤に用いて同時に処理し、塗付量は3枚を塗付後に求め、薬液吸収量は各板ごとに求めて、3枚の結果を平均した。

心材と辺材における結果の比較：Fig. 1からもわかるように、辺材は心材に比べいずれの薬剤でも塗付量、吸収量ともに大きく、Table 1のような比率になっている。1回目の塗付のときはクレオソート油以外の薬剤では辺材の塗付量に対する吸収量の割合は非常に高く、90%以上にも達し、心

Table 1. 塗付によるスギ心材吸収量に対する辺材吸収量の比率 (辺/心)

Ratio of Sugi sapwood*1 retention against heartwood retention by brushing (sapwood/heartwood).

防 腐 剤 Preservatives	1 回 目 The first brushing		2 回 目*2 The second brushing	
	塗 付 量 Consumption	吸 収 量 Retention	塗 付 量 Consumption	吸 収 量 Retention
2% pentachlorophenol in fuel oil	1.2	2.1	1.2	1.2
Creosote oil	1.3	1.5	1.7	1.05
3% Wolman salt in water	1.4	2.2	1.9	3.4

* 1 Size of lumber : 9×140×360mm.

* 2 Period from the first brushing to the second brushing is 24 hrs.

材の約2倍である。

これは辺材が塗付した薬液をただちに材表面から内部に吸収するからで、薬液の損失が非常に少ないことを意味している。これに対して心材は薬液の材表面からの浸透吸収が困難なため、薬液を塗付しているとただちに表面が潤ってきて、塗付量が少なくなるが、吸収量も非常に少なくなって塗付量に対する割合は約60%である。

2回目の塗付の場合には、塗付量は心辺材ともに吸収量の塗付量に対する割合は辺材でもかなり少なくなり、薬剤によっては40%前後まで低下する。これらの関係は Fig. 1 の各薬剤ごとに1回目と2回目の心辺材の塗付量と吸収量を比べてみれば明らかであり、Table 1 をみても Wolman salt 以外は辺材と心材の吸収量における比率は1回目に比べて2回目はかなり低下している。このことはPCP軽油やクレオソート油のように油のものは、一度塗付されると短期間にはその液が乾燥せずに材表面近くに残っているので、辺材といえども、2回目には材面からの薬液の吸収はかなり少なくなるためである。浸潤長は心材ではすべて側面から約1mm、辺材では2～3mmであった。

4. かなな仕上げした材と挽き肌のまま

の材の塗付結果の比較

試験材：スギ心材の約4mの長さの板を2等分し、一方はかなな仕上げを、他は挽き肌のままでおのおの3等分して、同一薬剤の塗付に用いた。これらの板の表面は前者は滑らかであるから滑面と称し、後者はざらざらしているから粗面と称する。

板の寸法は滑面では厚さ12mm、幅120mm、長さ660mm、粗面では厚さ15mm、幅120mm、長さ660mm。含水率は屋内で気乾にした材で12～14%。

防腐剤： 前項で使用したものと同一。

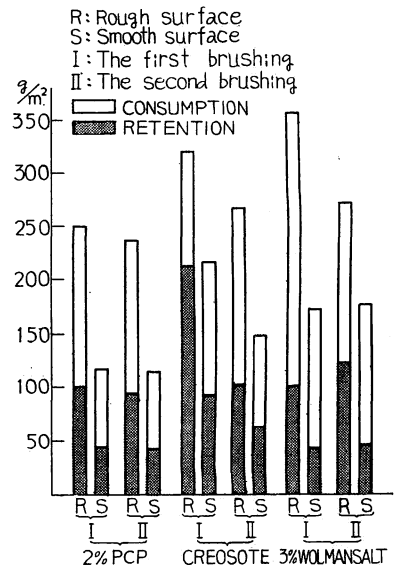


Fig. 2 スギ心材の粗滑面における塗付処理の比較
Compare with rough and smooth surface of Sugi heartwood by brushing.

Table 2. 塗付によるスギ心材の滑面吸収量に対する粗面吸収量の比率 (粗/滑)
Ratio of retention on rough surface of Sugi heartwood*1
against retention on smooth surface (rough/smooth).

防 腐 剤 Preservatives	1 回 目 The first brushing		2 回 目*2 The second brushing	
	塗 付 量 Consumption	吸 収 量 Retention	塗 付 量 Consumption	吸 収 量 Retention
2% pentachlorophenol in fuel oil	2.1	2.3	2.1	2.2
Creosote oil	1.5	2.3	1.8	1.7
3% Wolman salt in water	2.1	2.3	1.5	2.6

* 1 Size of lumber : 12×120×660mm.

* 2 Period from the first brushing to the second brushing is 3 days.

かなな仕上げ材 (滑面) と挽き肌のままの材 (粗面) の比較 : 両者の塗付の結果は Fig. 2 に示す。どの薬剤の場合でも粗面の方が薬液の塗付量, 吸収量ともに大であり, その比較値は Table 2 に示す。

これらの結果によれば, 1 回目の塗付では大部分の薬剤は塗付量, 吸収量ともに粗面の方が滑面に比べて 2 倍以上となっている。2 回目の場合も大体同じような結果がえられた。

ただ, これらの結果によれば粗面の板の方が吸収量が大きくなって, 良好な結果を示すように思われるが, 薬液がより多く吸収されるのは表面上にある細い突起などであって, 実際の材表面からの内部への薬液の浸透は大して差がないから, 薬液の吸収量の増加したわりには浸潤長は増加しないということが W. BAVENDAMM により明らかにされており²⁾, この場合も浸潤長は大した差は認められず, 両者とも側面より約 1 mm であった。また材面が粗であるため刷毛の動きがおそく, 薬液の付着も思うようにいかないで, 能率の点, 薬液を材面に均一に塗付するという点から考えれば, やはりかなな仕上げした滑面の方が良いように思われる。

5. 二, 三の樹種の塗付結果

試験材 : 樹種として Douglas fir, アカマツ, タモ, ナラ, スギ, ラワンの 6 樹種で, おのおの 3 本ずつを用いた。これらの材料は他の目的に使用するためのもので, これらの樹種を選んだ意味は塗付法の検討という点では特に理由はない。寸法は断面で約 60×60mm, 長さ 1 m の角材で含水率は気乾材で大体 13 % であった。材面はかなな仕上げしてあり, 樹種によっては 3 本ともすべて心材のみのものもあり, また材面の一部分に辺材があるものもある。

防腐剤 : クレオソート油と PCP の 3 % 軽油溶液の 2 種類を用いた。

塗付結果 : えられた結果において, 同じ樹種で辺心材の混合しているものと, そうでないものとの結果を区別せずに 3 本を平均して表わしたのが Table 3 である。この表における損失率は次の式で計算した値である。

$$\frac{\text{塗付量} - \text{吸収量}}{\text{塗付量}} \times 100$$

また, 心材率と吸収量の関係は Table 4 に示す。

以上の Table 3, Table 4 の結果は各樹種とも心辺材の混合割合がことなるので, これらの結果が各樹種を代表することにはならない。ただ実際に処理した結果の一例を示すにすぎない。それゆえにこれら

Table 3. 二、三の樹種の塗付結果

Results of a few species*1 by brushing.

防腐剤 Preservatives	樹種 Species	1 回目 The first brushing			2 回目 The second brushing		
		塗付量 Consump- tion	吸収量 Retention	損失率*2 % of loss	塗付量 Consump- tion	吸収量 Retention	損失率 % of loss
Creosote oil	Douglas fir	g/m ² 310	g/m ² 164	47	g/m ² 172	g/m ² 86	50
	Akamatsu	294	224	24	234	148	37
	Tamo	312	244	22	268	186	31
	Nara	232	168	27	182	113	38
3% pentachlorophenol in fuel oil	Douglas fir	269	116	57	165	46	72
	Sugi	382	262	31	242	159	34
	Lauan	191	104	45	196	55	72

* 1 Size of lumber : 60×60×100mm.

* 2 Percentage of loss = $\frac{\text{consumption} - \text{retention}}{\text{consumption}} \times 100\%$

* 3 Period from the first brushing to the second brushing is 24 hrs.

Table 4. 塗付による各樹種の心材率と吸収量

Retention and percentage of heartwood for a few species
by brushing.

防腐剤 Preservatives	樹種 Species	心材率*1 % of heart- wood	1 回目吸収量 Retention at the first	2 回目吸収量 Retention at the second
Creosote oil	Douglas fir		g/m ²	g/m ²
		100	121	69
		100	198	112
		95	173	78
	Akamatsu	35	304	200
		90	203	119
		60	164	125
	Tamo	100	276	195
		100	169	178
		100	288	187
	Nara	100	117	75
		85	198	132
		90	190	132
3% pentachlorophenol in fuel oil	Douglas fir	95	103	26
		100	122	52
		100	122	61
	Sugi	100	162	111
		100	205	145
		50	419	222
	Lauan	100	113	52
		100	96	52
		100	103	60

* 1 Percentage of heartwood is average value on both end section.

の結果から各樹種の比較を行なうことは無理であるが、それでも全体の傾向としては、浸透しにくいといわれている樹種は薬液吸収量も少なく、損失率も大きくなっている。とくにラワンの心材はほとんど薬液を吸収しないので、塗付量も他の樹種の半分くらいになり、さらに材に吸収される量も少ないため、損失率はかなり高くなっている。

アカマツ、ナラ、スギでは Table 4 のように辺材の混じているものがあつたから、その材の吸収量が大きくなり、そのため損失率も小さくなっている。ただ Douglas fir は辺材があつても、それほど吸収量が大きくならない。

6. 2 回目の塗付時期

試験材：スギ心材の板でかんな仕上げしたものとかき肌のままの板を用いた。板の寸法は厚さ12mm、幅100mm、長さ400mmのもの。

防腐剤：3、4の項で用いたものと同じ3種類の防腐剤。

実験方法：第1回目の塗付は各薬剤ごとに9枚の板を同時に処理し、その吸収量を測定した後、3時間、5時間、20時間の3種類の間隔に分け、各時間ごとに3枚ずつの板を用いて、第2回目の塗付を行

Table 5. 2 回目の塗付時期と薬剤吸収量 (スギ心材板)
Periods from the first brushing to the second brushing
and retention (heartwood lumber of Sugi).

材 面	防 腐 剤	1 回目の 吸 収 量 Retention at the first bru- shing g/m ² (I)	1 回目から 2 回目まで の経過時間 Period from the first brushing to the second brushing hrs.	2 回目の 吸 収 量 Retention at the second brushing g/m ² (II)	(II)/(I) %	2 回目から 3 回目まで の経過時間 Period from the second brushing to the third brushing hrs.	3 回目の 吸 収 量 Retention at the third brushing g/m ² (III)	(III)/(I) %
粗 面 Rough surface	2% penta- chlorophe- nol in fuel oil	161	3	57	35	21	60	37
		142	5	69	49	19	62	44
		118	20	60	51	—	—	—
	Creosote oil	289	3	93	32	21	76	26
		188	5	93	50	19	72	38
		185	20	93	50	—	—	—
	3% Wolm- an salt in water	188	3	162	86	21	179	95
		130	5	107	82	19	101	78
		165	20	167	101	—	—	—
滑 面 Smooth surface	2% penta- chlorophe- nol in fuel oil	84	2	50	64	24	42	50
		75	5	29	42	24	55	75
		75	24	38	50	—	—	—
	Creosote oil	160	2	61	37	24	39	24
		165	5	61	37	24	57	35
		122	24	56	53	—	—	—
	3% Wolm- an salt in water	61	2	52	85	24	65	108
		65	5	39	60	24	57	89
		56	24	53	93	—	—	—

ない、第3回目の塗付は2回目から約20時間経過してから行なった。

実験結果：Table 5 に示すように、2回目の塗付の時期が1回目から長い時間経過したものが、それより短い時間経過したものに比べて、吸収量が少なくなっている場合もあるので、明確な結論は出せないが、Table 5 の2回目と3回目の吸収量を合わせて判断してみると、PCP軽油やクレオソート油のような油では、粗面に処理した場合、3時間より5時間経過した方が吸収量がいくぶん大となり、それ以上長くおいても大して吸収量は増加していない。

けっきょく、粗面で2回目を塗付する時期は5時間より短くすると能率的であっても、吸収量が少なくなり、それを20時間にのばしても、吸収量は大きく増加しないから、能率の点からも、吸収量の点からも5時間付近が最も適当であると思われる。

滑面の場合の結果は多少異なっており、粗面のように、2回目の時期が明確に求められなかったが、各種の塗付実験の2回目の薬液吸収量などから判断すれば、塗付の実行をていねいに行なえば、粗面と同じように油では5時間前後でさしつかえないのではないだろうか。

このことは使用する薬剤が油のものであれば、第1回目に塗付された油は木材中に吸収され、かなり長い間液状に残っており、2回目の塗付を行なったとき、材中の油が2回目に塗付された油の浸透を阻害するからである。

これに対して Wolman salt などのような水溶液では粗面、滑面ともに2～5時間の短時間より20時間以上の間隔をおいて第2回目を塗付した方が、1回目の吸収量とほとんど同じ吸収量を与える場合が多い。

一般に塗付処理は材中にできるだけ多く薬液を吸収させることが望ましいので、材表面に塗付された水溶液の水の大部分が蒸発してしまう時間、すなわち少なくとも20時間、できればそれ以上経過させてから第2回目の塗付を行なった方がよい。

7. お わ り に

本実験は主として実用的な資料を求めようとして行なったためと、スギ板というかぎられた材料を用いたために、えられた結果からは明確な結論は導き出せないが、これは塗付法そのものが実際に行なう人の技術、実施する場所、処理される材料の寸法、形状、数量などにより処理結果に大きな影響をあたえ、しかも処理結果を人為的に一様に整えることが非常に困難なため、やむをえないことであると考えられる。しかし、絶対値は別として、材の表面状態の差異による塗付量と木材の薬液吸収量との関係は、塗付に際して材外にできるだけ薬液をおちこぼさないように行なえばこのような結果になると考えてよい。それゆえ、実際処理のときに多量の材料に対して、粗雑な取扱いにより塗付を行なえば塗付量は多くなっても木材吸収量は多くはならないであろう。

本実験では2の項で記したような方法で塗付し、吸収量を測定したが、もっと各面を塗付後、そのまましばらく放置してから、反対の面の塗付を行なえば、本実験結果より吸収量はかなり大きくなったかもしれない。

最後に本実験結果を要約し、本実験において塗付を行ないながら、この方法に対して気づいた点、注意すべき点について以下にのべる。

- (1) スギ辺材は心材に比べて塗付量が多くなり、吸収量は1.5～2倍である。塗付量に対する吸収量の

割合は心材より辺材の方が大きい。浸潤長も辺材の方が心材より 2～3 倍大きい。

(2) かんな仕上げ材より挽き肌のままの材は薬液の塗付量、吸収量において約 2 倍であるが、浸潤長は大して変わらない。また、能率と薬液の均一な塗付という点では前者の方がよい。

(3) 水溶性防腐剤は 1 回目と 2 回目の吸収量は大して変わらないが、油性防腐剤は 2 回目になると吸収量が 1 回目に比べてかなり少なくなる。

(4) 1 回塗付後 2 回目を塗付する時期は油性薬剤では 5 時間前後、水溶性薬剤では 20 時間がよい。

(5) 材面に刷毛で薬液を塗り付けるときは、塗装のように軽く材面を刷毛でなでつけるのでなく、できるだけ強く材面に押し付け、薬液を材中にすりこむつもりで塗付すべきである。

(6) 一般の仕様書では塗付量は $200\sim 300\text{g}/\text{m}^2$ と規定している場合が多いが、これは 1 つの標準量であって、実際には材面に薬液を塗付していると、材面がしだいに潤ってきて、短時間には液が材中に吸収されなくなる。それ以上塗付しても材外に滴下するだけで薬液がむだになるから、その時に塗付をやめる。それゆえ、その木材が浸透困難な樹種であれば、当然上記の標準量は塗付できないが、それは仕方がない。たとえ標準量どおり塗付したとしても、実際に木材に吸収される量は非常に少なくなるから、無理して標準量を守っても大した意味がない。それより塗付の回数を増した方が吸収量の増加の点、ひいては防腐効果の点では有効である。

けっきょく、前もって塗付量をきめずに、材面の状態によって塗付をやめた方が無駄が少なくなる。ただ多くの材の塗付の場合、大体上記のような状態になるまで塗付すればこの標準値に近い塗付量になる場合が多い。

(7) 塗付面はできるだけ水平にして行なうことが望ましく、処理後も材をできるだけ長いあいだ水平にしておく方が薬液の損失が少なく、木材の薬液吸収量が大きくなる。

(8) 木材の木口面は薬液をよく吸収するから、刷毛でたたくようにして、他の面に比べてできるだけ多量に薬液を塗付する。

文 献

- 1) BAVENDAMM, W. & EHLERS, W. : Praxisnahe Untersuchungen über die Imprägnierung von Bauholz durch Streichen und Spritzen. Holz als R- & W., 12, pp.183～185 (1954)
- 2) BAVENDAMM, W. : Die Schutzmittelaufnahme von Bauholz bei Anwendung handwerklicher Verfahren, Holzschutz im Bauwesen (1957)
- 3) 雨宮昭二：簡易木材防腐処理（1）塗付，散布法，木材工業 17, 182, pp. 247～251 (1962).

**Research on Wood Preserving Treatment (4).
Consumption and retention of wood preservatives by brushing.**

Shozi AMEMIYA

(Résumé)

This paper reports about the relation of the consumption and the retention of wood preservatives applied to lumber by practical brushing, and the optimum period between the first and the second brushing.

The brush used in this research is a paint brush having a width of 10cm. The brushing method and the measuring method of the consumption and the retention of preservatives are as follows:

Surfaces of the lumber are brushed so strongly as to amount to rubbing the preservative into the lumber with the brush to absorb fully the preservative. When the surfaces of the lumber have fully absorbed the preservative by brushing so that it can not penetrate further into the lumber within a short time, the brushing is stopped. After both surfaces of the lumber have reached that condition, the several pieces of lumber are leaned against the wall for about five minutes and the excess preservative is removed from the lumber. Then the retention of the preservative is measured.

The consumption is indicated by the difference between both weights of the brush and the vessel with the preservative before and after brushing. The retention is indicated by the difference between the weight of the lumber before brushing and the weight of the lumber from which the excess preservative after brushing has been removed.

Preservatives used in this research are 2% pentachlorophenol in fuel oil, creosote oil and 3% Wolman salt in water.

Obtained results are as follows:

1. The relation of the consumption and the retention.

The brushing results for heartwood and sapwood of Sugi (*Cryptomeria japonica*) lumber are showed in Fig. 1, and the comparison of the brushing results for heartwood and sapwood are showed in Table 1.

The brushing results for the rough surface and the smooth surface of Sugi heartwood are showed in Fig. 2. For comparison of the brushing results for the rough surface and the smooth surface see Table 2.

The brushing results of a few species are showed in Table 3 and 4. Wood species used in this research are Douglas fir, Akamatsu (*Pinus densiflora*), Tamo (*Ulmus Davidiana*), Nara (*Quercus mongolica*), Sugi (*Cryptomeria japonica*), and Lauan.

2. Optimum periods from the first brushing to the second brushing.

Obtained results are shown in Table 5. The optimum periods for better efficiency of work and more retention are about 5 hours for oil borne preservatives and about 20 hours for water borne preservatives.