

- 研究 -

カラマツ L V L の水に対する性質 (第 3 報)

- 1 年間の屋外暴露による寸度変化と各種保護処理の効果 -

北村 維朗 真田 康弘^{*1}
森 泉 周^{*2}

Moisture Concerning Properties of Karamatsu L V L ()

- Twelve months ' outdoor exposure tests -

Tadao KITAMURA Yasuhiro SANADA
Shu MORIIZUMI

After receiving different kinds of protecting treatment, the specimens of Karamatsu (Japanese larch) L V L were exposed to outdoor conditions for twelve months. The total linear expansion of the L V L specimens with no protecting treatment was about 3.5% for the depth size, and about 1.8% for the width size when they were composed of only sapwood veneers, and about 1.2% for both sizes when they were composed of only heartwood veneers.

Without the protecting treatment, about half of the total expansion took place in either the first or the second month of the outdoor exposure period. During the hot/warm season, the specimens did not absorb much moisture and yet showed considerable expansion. On the other hand, during the cold season they obtained much moisture but showed little expansion.

Treatment with different coating materials was effective to different extents for repelling moisture and stabilizing the L V L's dimensions. The effect of a coating material, however, was not proportional to the amount of the material applied.

The specimens with a resin impregnated as much as several tens percent did not show extreme results. Of all the coating materials tested, the Varnish of Synthetic Resin was the most effective. The samples showed expansion as small as one percent in the depth direction, when the resin was applied over their surface after they had been dipped in the material.

カラマツ L V L に数種の保護処理を加えて屋外に12カ月暴露し、その間の重量と寸度の変化推移を比較して以下の結果を得た。

保護処理なし L V L の12カ月の吸・放湿と膨張収縮は基本的には次の3つの形態に分類される。

1) 暴露開始後1～2カ月の間は急激な重量増加と、年間膨張量の約半分を占める寸度増

を与える。

) 温暖期には細かな吸・放湿、膨張・収縮を繰り返しながらも、全体的には大幅な重量変化はないものの、寸度増は極めて大きい。

) 寒冷期には著しい重量増を示しながらも、寸度の変化はほとんどない。

塗料(または保護剤)による表面被覆は) の段階の寸度増加を抑制する効果が大きい。塗料樹脂成分を多量に強制含浸させる場合、有効なのは表面付近に存在する数パーセントの樹脂分で、それ以上に樹脂分を与えても耐湿性の大きな向上は望めない。

塗料を十分に含浸させた上に更に表面被覆を加えると耐湿性は著しく向上する。

供試した数種の塗料または保護剤のうち「特殊合成樹脂ワニス」はもっとも効果が高かった。

1. 目的

カラマツ間伐材の需要開拓を目的として開発されたLVL(単板積層材)は構造用耐力部材、内・外装用面材、家具・建具用材等々広範な用途が期待されているが、多大な需要を期待して開発された以上、応用分野は可能な限り広いことが望ましく、多方面にわたって使い易い材料であることが望ましい。北林産試型カラマツLVLは開発の当初から多方面にわたって実験的な使用が試みられ、多方面で肯定的な性能が確認されたが、一方、いくつかのトラブルも報告されている。

そのトラブルの多くは吸湿・吸水による膨張、或いは乾燥収縮による亀裂の発生等、水分に関連する物性を原因とするものであった。筆者らは既に第1・2報¹⁾²⁾においてカラマツLVLの水分に関する基本的な物性を検討して、1) 辺材、心材、積層厚方向、板目幅方向について、それぞれ特徴的な挙動を示すこと。2) 吸湿-放湿の繰り返しによって吸湿性、放湿性が共に増大して行くこと。等々を確認したが、一方、その水に対する挙動は極めて規則性が高く、いくつかの定数を決定できれば収縮・膨張は利用設計の段階で予測が可能なること、初期の吸・放湿を抑制すれば耐久性を大幅に向上させることが可能との予測が成立した。そこで、初期の吸・放湿を抑制する適切な保護手段を見いだすべく、数種の塗料または保護剤とその処理法についてその効果を比較検討することとした。

2. 試料LVL

林産試験場のLVL製造装置により以下の製造条件で辺材単板と心材単板を分けて別々に積層接着し、2

種類の試料LVLを得た。

原木; 造林カラマツ(末口径; 16~20cm, 美瑛産) 単板; 歩出し厚 4mm。

接着剤; フェノール変性レゾルシノール樹脂。

接着剤塗分量; 18g/900cm² 片面塗付

圧縮圧; 14kgf/cm²

高周波条件; 積層厚10cmにつき陽極電流 1 A 7分 印荷

以上の条件で製造されたLVL(12プライ, 幅45cm, 長さ3.65m)から積層方向厚さ40mm, 幅40mm, 長さ315mmの角柱状の試験片をそれぞれ24片づつ切り取った。

3. 試験方法

3.1 試験片耐候処理

心材LVL, 辺材LVL各24片のうち23片については以下の耐候処理をおこなった。以下の処理はすべて辺材LVLと心材LVLについて同様におこない、**強度含浸処理**については**長時間浸せき**と**加減圧浸せき**を同数づつおこなった。

3.1.1 表面塗装

第1表に記した5種の塗料をそれぞれのメーカーの指示書によって原液のまま、またはうすめ液によって希釈し、この塗料中にLVL試験片を浸せきして塗付をおこなった。浸せき塗付は指触乾燥程度に乾燥してから再度おこない2回塗りとした。ただしこの場合、1回の浸せき時間は5分以内とし、後述の強度含浸処理と区別する。各試験片の2回塗付前後の重量差から計算される塗布量(g/m²)は**第2表**のとおりで、対

第1表 表面処理に使用した塗料

記号	塗料 (銘柄)	塗料 / 硬化剤 / うすめ液
U	ポリウレタン樹脂塗料 (レタンクリアーNo1)	100 / 100 / 45
M	フタル酸樹脂ペイント (SDマリンペイント白)	100 / 0 / 10
S	特殊合成樹脂ワニス (サドリンPx外部用トップコート)	原液のまま
P	" (サドリンPx No2パイン)	"
F	フタル酸樹脂ワニス (フタリットワニス)	100 / 0 / 30

含浸させ、しかる後ベース / 硬化剤 / うすめ液 = 100 / 20 / 80の塗料液に約5分間浸せきして含浸ポリオール安定化を計った。したがって含浸樹脂の主体をなすものはポリウレタン樹脂

ではなくポリオール樹脂となる。強度含浸処理による塗料樹脂分の付加率〔樹脂重量 / 気乾試料重量 (%)〕は下表のとおりであった。

第2表 表面塗装の塗付量

塗料	塗付量
U	205 (70)
M	587 (370)
S	178 (41)
P	350 (81)
F	180 (63)

長時間浸せき

	UO	CO	SO
辺材LVL	3.3	1.5	2.7
心材LVL	1.2	0.5	0.8

応する固形分換算値を括弧内に示す。

3.1.2 強度含浸処理

塗料または保護剤を用いて単純塗装以上の保護効果を得ることを期待して次の強度含浸処理をおこなった。

a) 長時間浸せき ; LVL試験片を塗料液中に30分間浸せきした。

b) 加減圧浸せき ; LVL試験片を塗料液中に浸せきし、625mmHgの減圧下に30分間保持したのち、4.7~5.5kg/cm²に30分間加圧して強度含浸をはかった。

強度含浸処理に利用した塗料 (保護剤) は第3表に示す3種であった。

なおポリウレタン樹脂塗料 (記号 ; UO) の場合、この塗料が2液性であり、ベース・硬化剤混合後は架橋硬化反応が始まるので、長時間の放置と充分な拡散浸透が期待されないことから、含浸処理に際してはベース (ポリオール成分) のみうすめ液で希釈し、これを

加減圧浸せき

	UO	CO	SO
辺材LVL	54.2	23.9	34.3
心材LVL	32.2	5.6	7.5

3.1.3 (強度含浸+表面塗装)処理

強度含浸処理に加えて、さらに高度の耐候性を期待して含浸処理をした試験片に対して更に表面塗装処理をおこなった。表面塗装に用いた塗料は3.1.1で用いたものと同じで、処理法も同様な単純浸せき塗り (2回) であった。以下強度含浸処理-表面塗装の組み合わせを記号とともに表示する (第4表)。

3.2 屋外暴露

上記の処理を終わったLVL試験片は塗料の乾燥を待って (2週間)、無処理の試験片とともに20、65%RHの恒温恒湿室に約1カ月放置、安定化を待って基本重量・寸度 (積層厚方向、幅方向) を測定したのち、昭和57年12月10日; すべて積層厚方向を正南面に

第3表 強度含浸処理に利用した塗料

記号	塗料 (銘柄)	塗料 / うすめ液
UO	ポリウレタン樹脂塗料 (レタンシーラーNo1)	100 / 80
SO	特殊合成樹脂ワニス (サドリンPxカラーレス)	原液のまま
CO	アクリル系浸透性防水剤 (ケミストップWD-C)	"

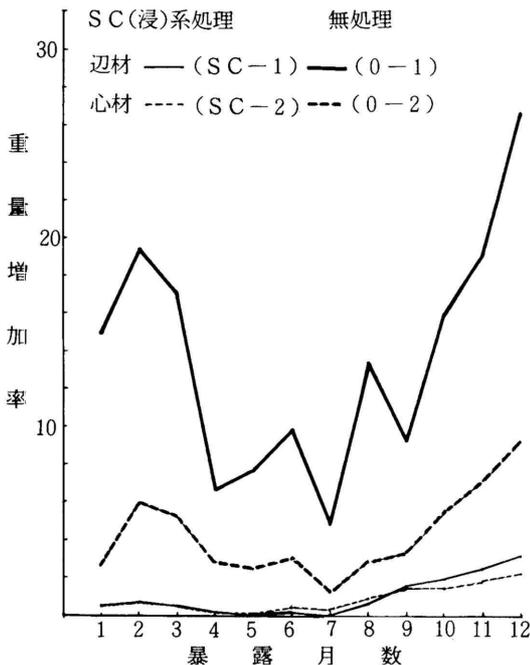
第4表 強度含浸と表面塗装の組み合わせ

処理記号	強度含浸	表面塗装
UC	ポリウレタン樹脂塗料 (レタンシーラーNo1)	ポリウレタン樹脂塗料 (レタンクリアNo1)
UM	ポリウレタン樹脂塗料 (レタンシーラーNo1)	フタル酸樹脂ペイント (SDマリンペイント)
SC	特殊合成樹脂ワニス (サドリンPxNo1 カラーレス)	特殊合成樹脂ワニス (サドリンPx外部用)
SM	特殊合成樹脂ワニス (サドリンPxNo1 カラーレス)	特殊合成ワニス (サドリンPxNo1)
CC	アクリル系浸透性防水剤 (ケミストップWD-C)	フタル酸樹脂ワニス (フタリットワニス)
CM	アクリル系浸透性防水剤 (ケミストップWD-C)	フタル酸樹脂ペイント (SDマリンペイント)

4. 結果と考察

4.1 吸放湿による重要変化

第1図は無処理のLVL(辺材と心材)と最も効果的であったSC(浸)系処理のLVLの1年間の屋外暴露による重量変化の推移を示している。暴露開始が12月であったので、暴露月数は丁度測定月の月名称に対応する。この図から読み取れる現象は、
1) 無処理のLVLは12カ月の暴露で最大辺材は27%、心材は9.5



第1図 無処理および塗料処理カラマツLVLの1年間屋外暴露における重量変化

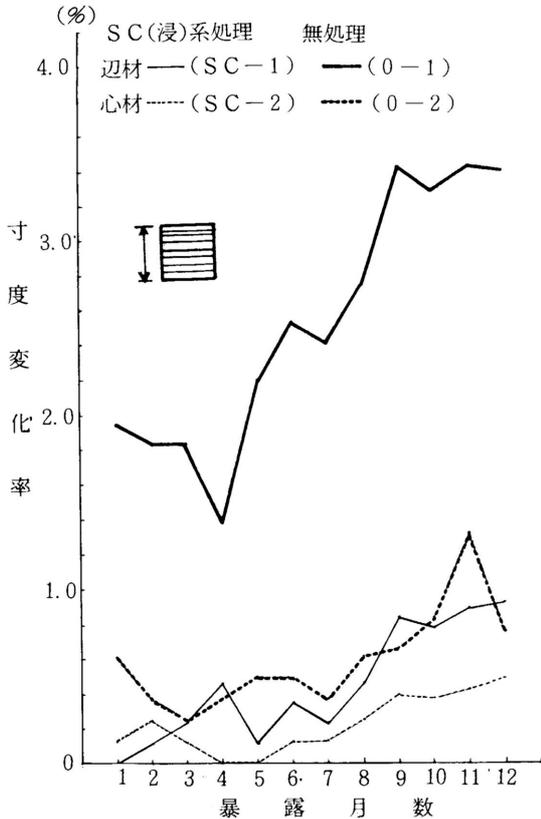
向けて屋外暴露を開始した。以後1カ月ごとに重量と寸度の測定記録を継続し、重量増加率、膨張(収縮)率(いずれも暴露前の値を基準とした)の期間変動を記録し、カラマツLVLの辺・心材別での屋外での吸・放湿、収縮・膨張挙動を知るとともに、前述の各処理法の得失の比較をおこなった。

- 2) 辺材LVLは心材LVLに比して3~5倍の吸湿性を示す。
- 3) 特殊合成樹脂ワニスで強度含浸+表面塗装をおこなうと、防湿性は著しく高まり、重量増加率は無処理心材LVLの2分の1以下になる。
- 4) 特殊合成樹脂ワニスで強度含浸+表面塗装をおこなったものは心材と辺材でほとんど差がない。
- 5) 4月から9月の温暖期には重量増加が少なく、10月から3月の寒冷期には重量増加が大きい。

1年間の暴露期間に限定すれば、無処理のLVLは夏期には辺材5%、心材で1%程度の重量増加にとどまるが、冬期には辺材で27%、心材で9.5%程度まで重量増加する。夏期の重量増加は吸湿水分によるものと思われるが、冬期では表面に結露状態で付着する水分も多いと思われる。特殊合成樹脂ワニスで処理した試料は辺材、心材とも7月まではほとんど重量増加がなく、辺材と心材の差もないが、12月までに2~3%の重量増加があり、無処理の心材LVLの1カ月暴露程度の重量増加率を示している。また心材と辺材の差もわずかながら現れてくる。

4.2 寸度の変化

寸度の変化は積層厚方向と幅方向で大いに様相を異にしているが、寸度変化が大きいのは心材LVL、辺材LVLともに積層厚方向(第2図)で、無処理辺材LVLは1年間で最大3.4%程度の吸湿膨張がある。



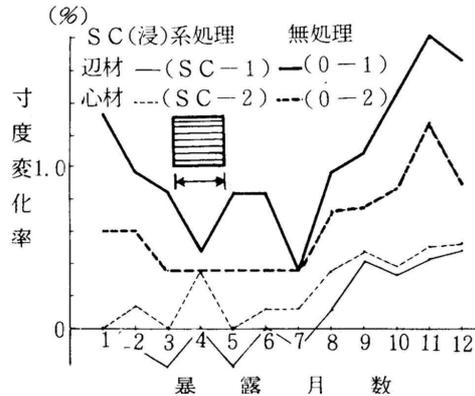
第2図 積層厚さ方向寸度変化率の屋外暴露1年間の推移

無処理心材LVLはその3分の1程度にとどまる。

第1図の吸収または付着水分による重量増加のパターンと比較すると、4月から9月にかけて乾燥放湿の傾向が見られるにもかかわらず、積層厚寸度は膨張の傾向が激しく、9月から12月にかけては重量は増大傾向にあるにもかかわらず寸度はほぼ一定の値に安定する傾向が認められる。

特殊合成樹脂ワニスで強度含浸+表面塗装した試料は辺材試料で無処理の心材LVLと同程度、心材試料は無処理心材試料の約50%にとどまるが、いずれも期間の経過とともに徐々に膨張している。

幅方向の寸度変化(第3図)は無処理辺材LVLで最大1.8%、心材LVLで最大1.3%であった。特殊合成樹脂ワニスで強度含浸+表面塗装した試料は寸度変化は非常に小さく、最大で0.5%程度、辺材LVLと心材LVLでほとんど差がない。ただし1年間を通



第3図 積層幅方向寸度変化の屋外暴露1年間の推移

じて微増の傾向がある。

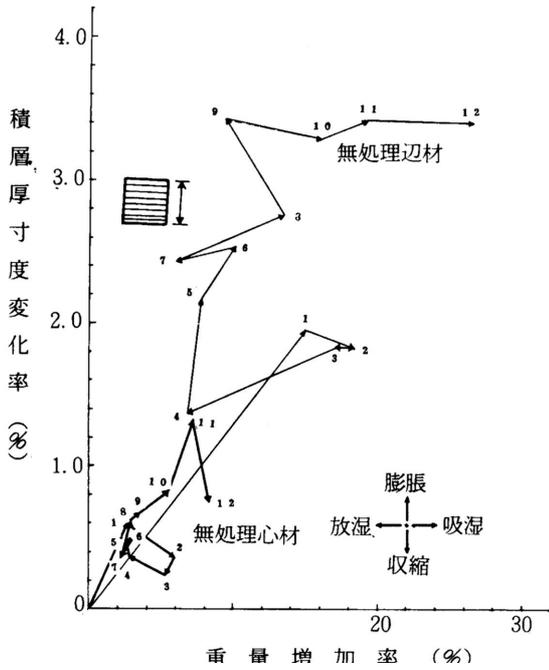
厚さ方向の寸度は4月から7月の乾燥期に乾燥に伴った寸度の減少傾向が認められる。

4.3 重量変化と寸度変化の関係

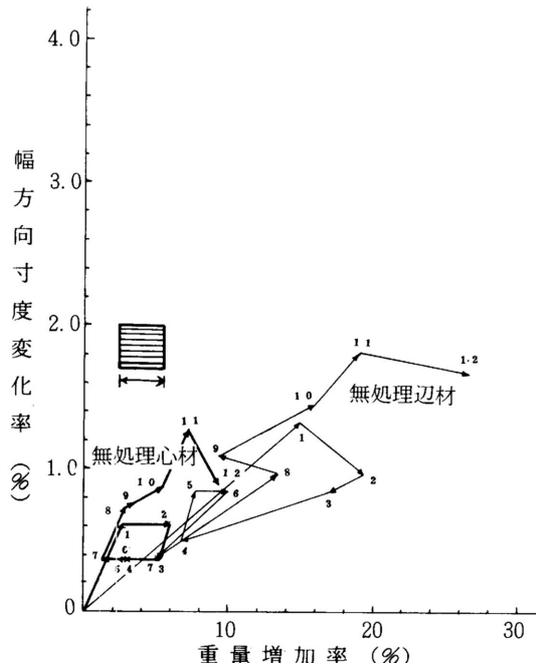
前項で述べたように、長期間にわたる屋外暴露状態では、試料の含水率状態と、寸度変化が比例せず、気候条件ともからみ合って極めて複雑な関係となる。第4~7図は重量増加率と寸度変化率の座標系の中に暴露月数ごとの重量変化と寸度変化の関係をベクトルの表現したもので、各月における吸・放湿、収縮、膨張の関係を視覚的につかみ易い。すなわち、ある暴露期間でベクトルが右を向いていけば吸湿を、左を向いていけば放湿がおこなわれたことを表し、上を向いていけば膨張、下を向いていけば収縮したことが分かる。

第4図は、無処理試料の積層厚の寸度変化を重量変化との関係で表したものであるが、辺材LVLと心材LVLともに暴露後1カ月の膨張は極めて大きく、年間最大膨張の約半分(辺材で59%、心材で46%)を占める。この期間の寸度変化は気象環境の影響よりもLVL製造時の単板乾燥、接着圧縮等によってセットされた内部応力の緩和に帰するところが大きいと想像される。これに対して、これ以降の寸度変化は気象条件による水分の吸脱、付加した水分の物理化学的な仕事によるところが大きいと想像される。

1月、2月の寒冷期には吸収または付着する水分が多く、重量は付加されるがその水分による寸度の膨張はほとんどなく、むしろ収縮の傾向にある。3月、4月



第4図 重量増加率と寸度変化率の関係の1年間の推移(積層厚寸度,無処理LVL)
注: 図中の数字は暴露月数で観測時の月名称に一致する。



第5図 重量増加率と寸度変化率の関係の1年間の推移(幅方向寸度,無処理LVL)
注: 図中の数字は暴露月数で観測時の月名称に一致する。

の温暖期に向かう時期には放湿収縮の傾向があり、以後本格的な温暖期には吸湿膨脹が主体的であるが、気象条件によっては(おそらく晴天続きの場合は)放湿収縮が支配的である場合もある。辺材LVLは心材LVLに比して寸度増は著しいが、9月頃に一定の値に達して、その後は吸湿をしても寸度の変化は小さい。

第5図は無処理LVLの幅方向の寸度変化であるが、定性的には積層厚方向の場合とほぼ一致している。ただし寸度変化の最大量は積層厚方向に比して小さく、心材試料は厚さ方向と同レベル、辺材試料は約半分にとどまっている。積層方向の場合、とくに辺材試料は4月から9月にかけては重量増が少ないにもかかわらず急激な寸度増を示しているが、幅方向の場合は重量増にほぼ見合った寸度増をあたえている。また積層方向(とくに辺材)は9月以降重量が急速に増加するにもかかわらず寸度の変化を停止するが、幅方向の場合は11月まで重量増に見合った寸度増を示している。

上述のごとくカラマツLVLの寸度の伸縮挙動につ

いては、辺・心材別及び積層厚・幅の別ごとに気候の影響を受けて複雑に変化する。これらの関係を単純化して材料別に季節ごとの膨脹率、収縮率の概略の値を提供するのは実用上有益であると思われる。第6図は1年間で3ヵ月ずつの4期に分け、この季節に支配的な膨脹・収縮・吸・放湿の関係を代表的に表現したものであり、第5表は冬季節での平均的な重量増加速度(パーセント/月)、第6表は重量増1パーセントに対応する積層厚、幅方向の寸度変化率(増加側をプラスとする)である。ただし第4図、第5図に見られるとおり、暴露最初の1カ月は寸度増がとくに大きく、季節的要因と別に切り離して考慮する必要があり、この期間の重量増加速度と寸度変化率を別に第7表に表示した。

4.4 各種保護処理の効果と比較

3.1.1 ~3で述べた各種の保護処理の効果を比較するために、暴露期間12カ月の重量増加率の平均値と、この期間の変動の大きさを代表させるために重量増加

	12・1・2月	3・4・5月	6・7・8月	9・10・11月
心材LVL厚さ	↘	↘	↗	↗
心材LVL幅	↘	←	↗	↗
辺材LVL厚さ	→	↗	↗	→
心材LVL	↘	↗	↗	↗



第6図 カラマツLVLの吸・放湿と寸度変化の季節的
特徴

第5表 カラマツLVLの各季節での重量増加速度
(パーセント/月)

	12・1・2月	3・4・5月	6・7・8月	9・10・11月
心材LVL	2.7	-1.0	0.1	1.4
辺材LVL	5.9	-3.5	1.5	4.1

第6表 カラマツLVLの各季節での寸度変化率
(重量増1%当たりパーセント)

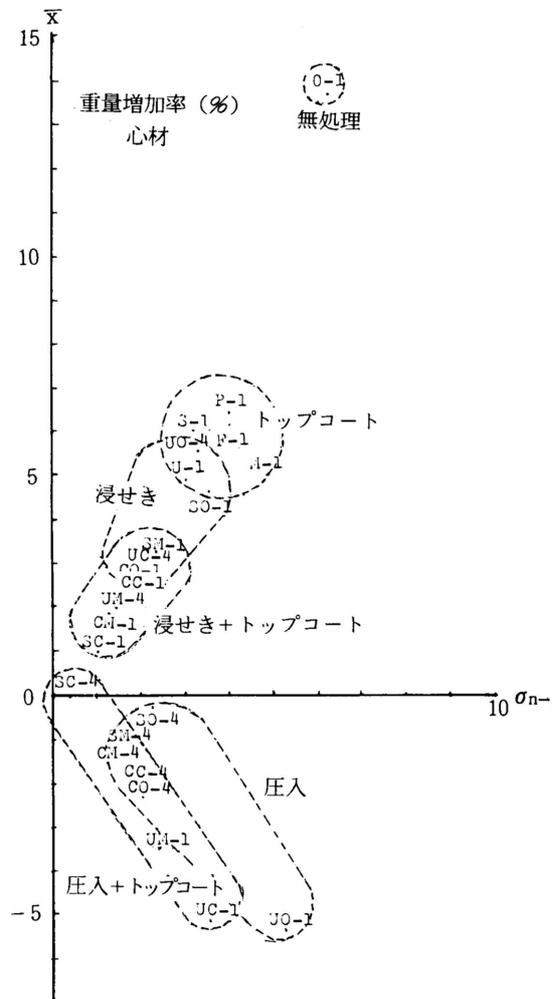
	12・1・2月	3・4・5月	6・7・8月	9・10・11月
心材LVL				
積層厚	-0.27	0.07	0.10	0.11
幅	-0.09	0	0.28	0.10
辺材LVL				
積層厚	-0.01	0.03	0.26	0.01
幅	-0.04	0.05	0.06	0.08

第7表 カラマツLVLの暴露後1カ月^{*}
の重量増加速度^{**}と寸度変化率^{***}

	心材LVL	辺材LVL
重量増加速度 (パーセント/月)	2.7	15.0
寸度変化率 (寸度増パーセント /重量増パーセント)		
積層厚方向	0.22	0.14
積層幅方向	0.22	0.09

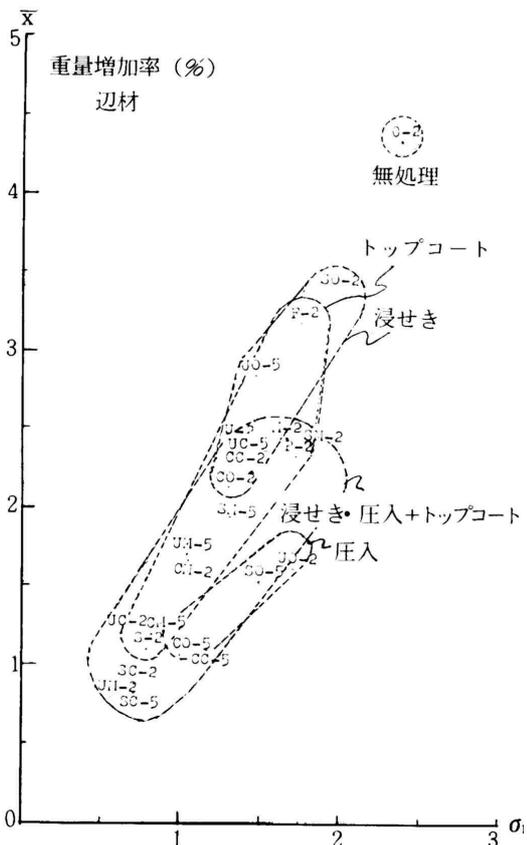
* 12月から1月
** 1カ月当たりの重量増加
*** 重量増1%当たりの寸度増パーセント

率の標準偏差を一つのグラフに示した(第7図・第8
図)。第7図は辺材LVLの重量増加率に関するもの

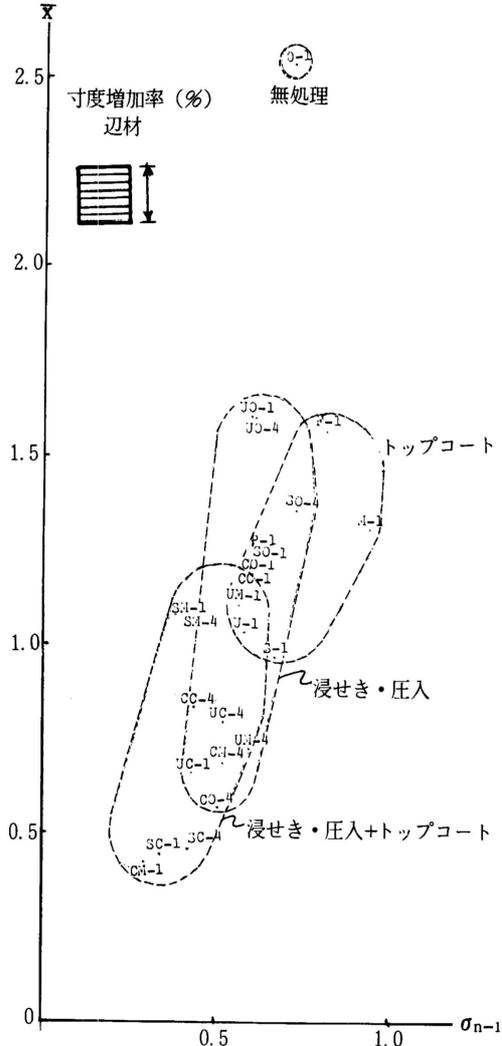


第7図 各種の保護処理をおこなったカラマツLVL
試料(辺材)の年間平均重量増加率と標準偏
差

である。無処理試料に比して各種の保護処理はいずれ
も水分の浸入を阻止する効果を持っていることを示し
ているが、表面塗付のみ(図中トップコート)、30分
浸せき処理(図中浸せき)、30分浸せき処理に加えて
表面塗付をおこなったもの(図中浸せき+トップコ
ート)の順で防水効果が大きく、その効果の安定性も高
い(標準偏差が小さい)ことも認められる。しかし減
圧と加圧によって多量に保護剤を強制注入したもの
(図中圧入および圧入+トップコート)は暴露期間中
かえって重量が減少するケースが多く、これは内部に
深く浸入した保護剤から暴露期間中溶剤の重合硬化に



第8図 各種の保護処理をおこなったカラマツLVL試料(心材)の年間平均重量増加率と標準偏差



第9図 各種の保護処理をおこなったカラマツLVL試料(辺材)の年間平均寸度変化率とその標準偏差

伴う物質の放出がおこなわれることが原因と思われる。中でもポリウレタン樹脂(UO-1, UC-1, UM-1)はこの効果が大きい。ただし、このポリウレタン樹脂塗料処理の場合、強制圧入した樹脂成分はいわゆるベースと呼ばれるポリオール成分で、イソシアネート硬化剤を含んでいないので、主要な部分はポリウレタン樹脂にまで成長していないと思われる。

心材LVLの場合、無処理でも重量増加があまり大きくない(辺材LVLの約3分の1)ため、各種の保護処理の効果は辺材の場合ほど顕著ではない。また表面処理のみから圧入+トップコートに至る各段階での保護剤処理の間で明りょうな差は認め難い(第8図)。辺材LVLの場合と異なり加・減圧によって強制的に圧入した場合でも浸透付加量が大量でないために、溶剤等物質の放出によると思われる重量低下は観察されない。

各種の保護処理が寸度変化に与える効果について、その一例を第9図に示す。第9図は辺材LVLの積層方向寸割に関するものであるが、試験した保護処理は平均値で言えば少なくとも40%の寸度変化抑制効果を示した。「表面処理のみ」、「浸せきあるいは加減圧注入」、「浸せきあるいは加減圧注入の上に更に表面処理を加えたもの」の順でその効果は大きい。保護剤の種類によってその開きは大きく、各処理カテゴリ間ではオーバーラップする部分も大きい。また「表面処理のみ」のグループの中には寸度変化の平均値で

は無処理よりも小さいが、変化の標準偏差では無処理よりも大きいものがあり(M-1, F-1等),これらは更に暴露期間が進行するうちには無処理同等の寸度増加に接近する可能性を内在させている。

試験をおこなった保護処理のうちSC-1, SC-4は特殊合成樹脂ワニスを経験浸せき(SC-1)または加減圧浸せき(SC-4)で処理した上に同じ特殊合成樹脂ワニスを表面処理したもので、これらはもっとも保護効果が顕著なものグループに属している。長時間(30分)浸せきと加減圧浸せきとでは保護剤の付与量が前者が2.7%,後者が34.3%と大きな開きがあるにもかかわらず、その効果で見ると両者に大きな差はなく、従って、経済的にも当然「長時間浸せき」の方が選ばれるべきであろう。

4.5 特殊合成樹脂ワニス処理試料の1年間の変化挙動

4.5.1 強度含浸処理+表面処理

4.3で無処理LVLについて行ったと同様に、特殊合成樹脂ワニスで保護処理をしたSC-1(辺材), SC-2(心材)についても年間の重量増加と寸度変化を一つのグラフにした(第10図; 積層厚方向, 第11図;

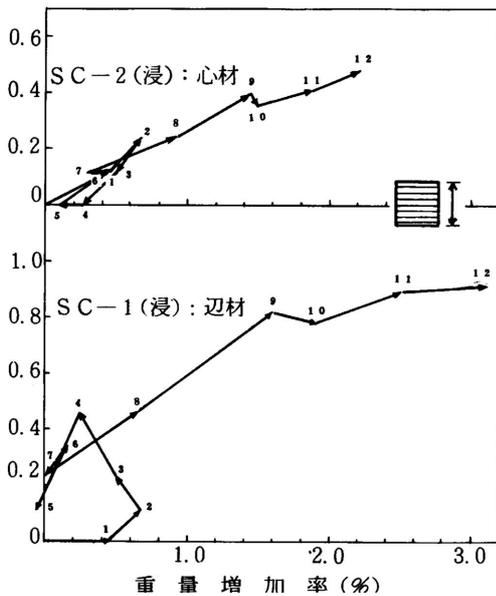
幅方向)。いずれも特殊合成樹脂ワニスに30分間浸せきした上に同じワニスを表面処理したものである。この処理によると、変化の大きい辺材LVLでも寸度変化、重量変化ともに無処理心材LVLよりも少なく、積層厚方向と幅方向の差もほとんどなくなる。

暴露半年の間は重量変化、寸度変化共に小さく、測定精度との関係もあって、この期間の変化は極めて複雑なものとなっている。しかしこれを過ぎると7月以降は12月まで重量、寸度ともに安定的に漸増し、無処理の場合よりも時期による変化ははるかに小さい。

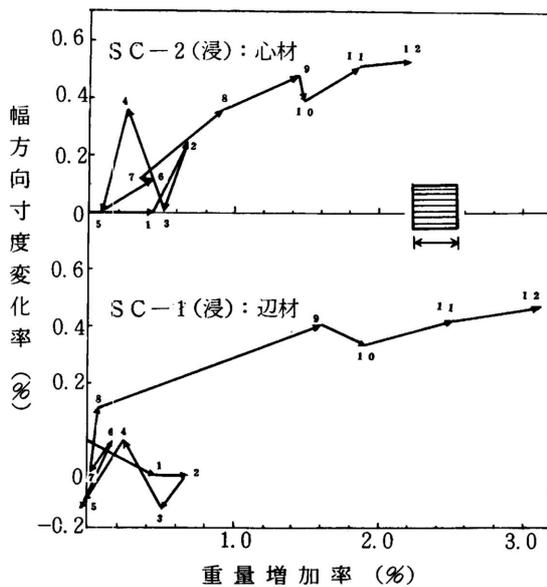
4.5.2 表面処理の効果

特殊合成樹脂ワニスで表面処理(短時間浸せき)のみおこなった試料については第12図(積層厚方向)と第13図(幅方向)に示す。

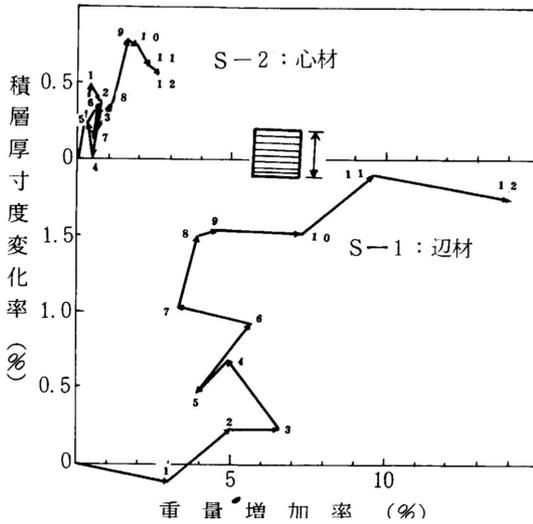
無処理試料(第4図, 第5図)に比して年間の最大膨張率は54%(辺材・積層厚方向)から83%(辺材・幅方向)に抑えられている。表面処理の特徴は暴露初期の寸度変化を抑制するのに効果的であることで、無処理のものは最初の1カ月間の膨張量が極めて大きいのと対称的である。無処理のものは最初の1カ月間に年間最大膨張率の54%(辺材・積層厚方向)から72%



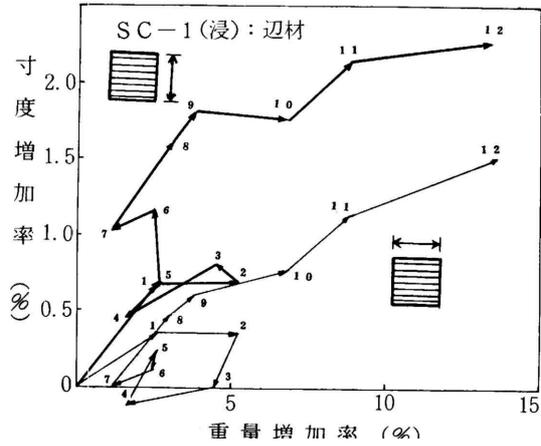
第10図 特殊合成樹脂ワニスで強度含浸+表面処理したLVL試料の重量変化と寸度変化1年間の推移(積層厚方向)



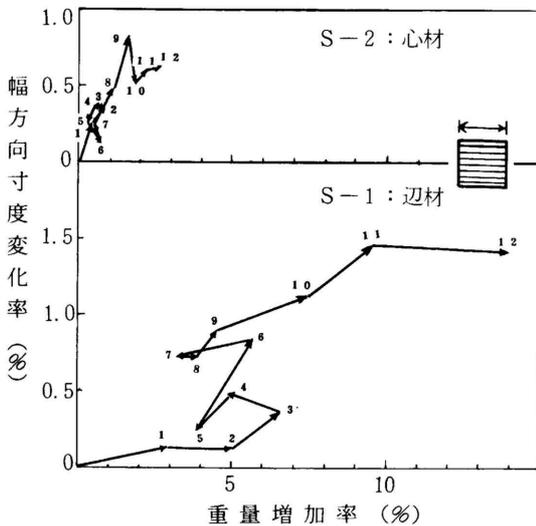
第11図 特殊合成樹脂ワニスで強度含浸+表面処理したLVL試料の重量変化と寸度変化の1年間の推移(幅方向)



第12図 保護剤表面処理試料の重量 - 寸度変化挙動 (積層厚方向)
保護剤: 特殊合成樹脂ワニス



第14図 保護剤長時間浸せき試料の重量 - 寸度変化挙動
保護剤: 特殊合成樹脂ワニス
試料: カラマツ辺材LVL



第13図 保護剤表面処理試料の重量 - 寸度変化挙動 (幅方向)
保護剤: 特殊合成樹脂ワニス

(辺材・幅方向)の膨張を示している。

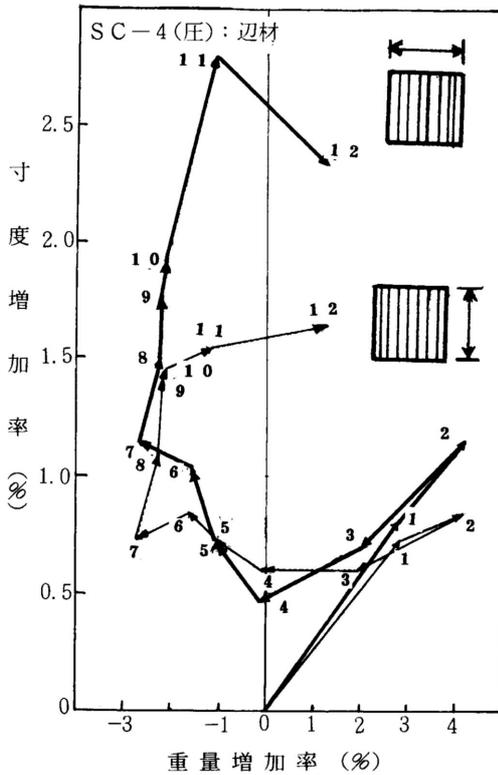
この時期を過ぎると9月あるいは10月頃まで細かい収縮、膨張を繰り返しながら寸度を増加し、寒冷期を迎えると重量のみ増加して寸度の変化が少なくなるというパターンは無処理の場合と同様である。ただし心材に関しては膨張量は無処理の60%程度に抑えている

が、型の上では特徴的な区別は認め難い。

4.5.3 強度含浸処理単独の効果

強度含浸処理により、長時間浸せきでは2.7% (辺材)、加減圧浸せきでは34.4% (辺材)の樹脂が含浸されているが寸度変化抑除効果はとくに優れたものではない(第14図・第15図)。

年間最大寸度増加率は加減圧浸せきで無処理試料の82%、長期間浸せきで65% (いずれも辺材、積層厚方向)で「表面処理のみ」よりも効果が低い。強度含浸処理では表面処理に見られるような暴露初期の寸度変化抑除効果が認められない。温暖期における重量の変動は少ないが寸度は急速に増加する。加減圧浸せきで大量に樹脂が注入されたもの(第15図)は暴露1~2カ月の間(寒冷期)には水分を吸着して重量・寸度共に増大をするが、温暖期に入ると吸着水分とともに保護剤の溶剤成分等の放出のためか、重量を初期値以下にまで低下させる。以後、本格的な温暖期には吸放湿による重量変化がほとんどないにもかかわらず、寒冷期を迎えるまでは寸度を増加し続ける。寸度増加率1%付近までは積層方向、幅方向の差が少なく、等方的に寸度変化するが、それを過ぎた段階では積層方向の寸度変化は幅方向のその1.3~2倍の大きさになる。



第15図 保護剤助減圧浸せき試料の重量一寸度変化の挙動
 保護剤: 特殊合成樹脂ワニス
 試料: カラマツ辺材LVL

このグラフから推定すると、樹脂を多量に含浸した場合、表面に適切な保護塗膜層がない場合は、水分の内部への浸入は或る程度までは抑制されても、保護塗膜層程には有効でなく、かえって注入した樹脂成分によって木材の孔隙性が低下するために、外部環境による鋭敏な吸放湿が抑制され、内部に封じ込められた水分は外部環境から加えられたエネルギーを得て、試料寸度の膨張に寄与していると想像される。

5. まとめ

カラマツLVLの12カ月の屋外暴露試験の結果、屋外暴露下のカラマツLVLは一般的にその含水率状態と寸度の膨張・収縮量が比例せず、気象の影響を強く受けながら吸・放湿および寸度変化を行うということが分かった。

無処理カラマツLVLの吸・放湿および寸度の増減挙動は、暴露期間と季節に関連して以下の3つの基本型に代表される。

-) 暴露開始後1~2カ月の間は気象的影響にかかわらず含水率を増大し、年間最大膨張量の約半分に相当する大きな寸度増をもたらす。
-) 2月、3月から9月、10月の温暖期には吸・放湿、膨張・収縮を細かく繰り返しながらも、マクロに見れば大きな吸湿・放湿はなく、それにもかかわらず寸度を大きく増加させる。
-) 10月、11月から1月、2月の寒冷期には多量的水分が吸収または付着するが、この水分は寸度の増加には関与しない。

)、)、)の基本型は心・辺材の別、積層厚方向、幅方向の別にかかわらず通用するが、年間の最大膨張量は辺材LVLの積層厚方向で3.5%、幅方向で1.8%、心材LVLは積層厚方向、幅方向ともに1.3%程度である。

塗料または保護剤で表面を被覆すると、暴露初期における重量増加は無処理と同様であるが、これによる寸度の増加が非常に小さく、獲得された水分はLVL内部に深く浸入して寸度膨張に寄与することなく、極く表面に近いところに滞っているのみであると想像される。全体的には年間最大膨張量を引き下げる効果は持っているが、上述の)、)の気象的な影響は無処理の場合と同様である。

塗料または保護剤樹脂を多量に強制的に含浸させた場合は期待された程の効果はなく、とくに表面被覆に見られたような暴露初期の寸度変化抑制効果がほとんど見られなかった。加減圧処理によって樹脂成分を34%も含浸させた場合も、単純浸せきによって3%弱しか含浸しなかった場合に比して、とくに優れた効果は得られなかった。

保護剤溶液中に浸せきして樹脂成分を十分に含浸させたのち、更に表面塗料を加えるのは確かに効果的であり、年間最大膨張率は積層厚方向寸度で辺材LVLの場合は無処理LVLの約4分の1であった(特殊合

成樹脂ワニスの場合)。この場合は暴露初期における寸度変化が効果的に抑制されている。

以上の経験から、樹脂成分を多量に含浸させても耐候性の向上は期待される程のものではなく、むしろ表面に近く存在する比較的少量の樹脂成分が耐候性には有効であり、また表面に被膜状に存在する樹脂成分は極めて効果的に機能することが分かった。

暴露試験は更に継続中であり、2年目の結果によって、より正確な情報が期待される。

月報 387, 1 (1984)

2) 北村維朗, 真田康弘, 森泉周: 林産試月報
396, 1 (1985)

- 試験部 複合材試験科 -
- *1池田林務署 -
(前試験部 合板試験科)
- *2試験部 合板試験科 -
(原稿受理 昭 59.10.30)

文 献

1) 真田康弘, 北村維朗, 森泉周, 高橋利男: 林産試