

平成22年度地域材利用加速化支援事業

国産材原料転換技術開発事業

単板積層材を用いた 土木資材の開発（仮囲い）



〔開発事業者〕 全国LVL協会

〔事業実施主体〕 日本合板工業組合連合会

カーボンニュートラル

地球温暖化ガスの一つに二酸化炭素が挙げられています。地球温暖化を止めるために、二酸化炭素の排出を少なくする努力が各所で行われています。そこで、木の「炭素の排出と吸収が同量となるカーボンニュートラルな製品である」という特殊性が注目されています。

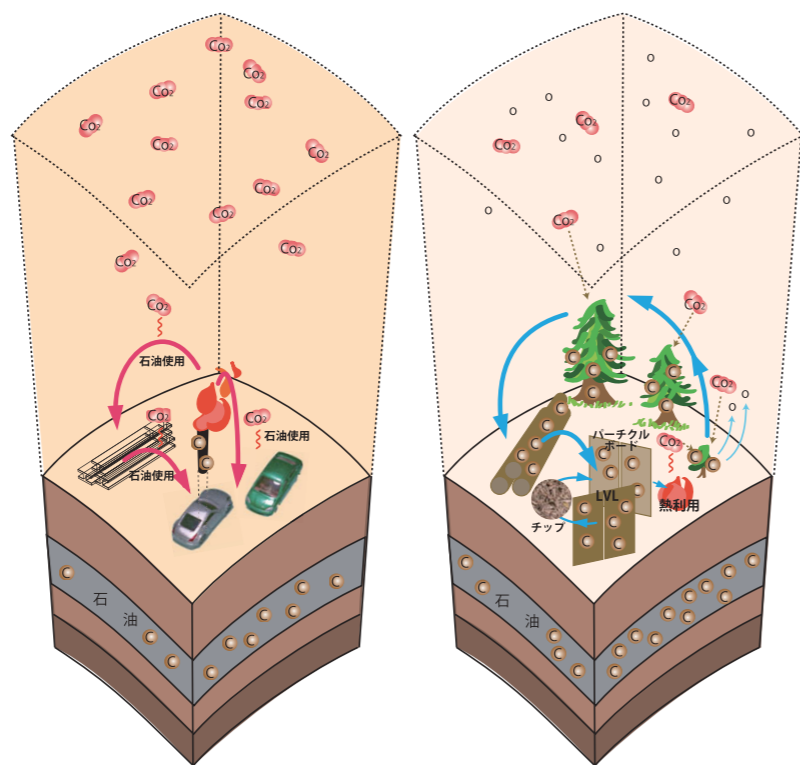
木は二酸化炭素を吸って、炭素を蓄え、酸素を作り出します。特に若木ほど、二酸化炭素をよく吸収します。適齢の樹木を伐採し、若木を植えるといった健全な林業を行うことで、一層二酸化炭素の削減になります。

切り倒された樹木は、木製品に加工され、その加工品である間も炭素を固定しているため、その間は二酸化炭素は増えません。また、木製品をリサイクルすることによって、炭素固定期間を長らえることができます。例えば、仮囲い製品として製造されたLVLは、その後チップとなってパーティクルボードに再加工され、家具や下地材に利用できる。その後、焼却して二酸化炭素になり、またそれを若木が吸収するという循環が生まれます。

一方、石油は使えば使うほど、大気中に地球温暖化ガスの一つである二酸化炭素が増加する。石油をエネルギーとして作られる製品を木製品に代替していくことが重要です。

地域材の活用

さらに、地域材を利用することで、木材の運搬によって発生する二酸化炭素を大幅にカットできます。LVLは長尺方向で桂剥きにして単板を生成するため、地域の少々曲がった材でも受け入れ可能であり地域材の需要・供給に寄与できる加工製品であると言えます。それは、地域産業の活性化にもつながっています。



耐候性

LVLの耐候性の評価の一つとして、接着性能(接着強度)があります。二つの材料(被着材)を、ある物質を介して化学的、物理的に結合する現象を接着といい、その媒介となる物質を接着剤といいます。LVLも接着剤を用いて積層された木質材料であり、被着材である木材の凝集力(Fw)、接着剤の凝集力(Fc)、そして接着剤と被着材の界面の結合力(Fv)が複合した接着性能から製品の耐候性を評価することができます。

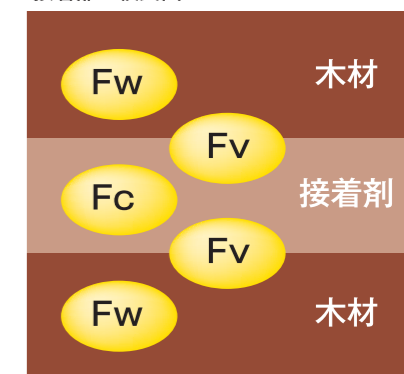
初期の接着性能がいかに良好であっても、実際の使用条件下では様々な因子の影響を受け、時間の経過とともに性能は低下します。

耐候性を評価する最も確実な方法は、実際にその使用条件の下で長期にわたって使用し、その状態を確認する方法ではありますが、評価を得るまでに長期間を要します。そこで、最も重要な劣化因子である温度(熱)、湿度・水分、あるいは日照・日射(紫外線)を強制的に与え、短期間で性能評価する方法として促進劣化処理があります。しかし、実際の使用条件下での耐候性との比較は容易ではなく、同一の促進劣化処理を施した試験体相互の比較評価になります。



キセノンランプ型促進耐候試験装置

接着部の模式図



Fw : 木材の凝集力
Fc : 接着層の凝集力
Fv : 接着層と木材との界面結合力

強度(耐風設計例)

木材の強さは、その繊維の方向と荷重がかかる方向の関係により変化する性質(直交異方性)を持ちます。例えば図1に示すように、木材の曲げ強さは、応力が繊維と直交する方向に働く場合とても低くなります。この木材の短所を補うために、仮囲いに使用するLVLは図2に示すように、一般的なLVLに直交単板を挿入しています。この結果、表1に示すように直交層のないLVLの90度方向の曲げ強さは0度方向のそれを100とすると3であります。直交層を挿入することで7倍ほど向上し22になります。また、接合金具の取付強さに影響する90度方向の圧縮強さも1.4倍ほど改善されます。

直交単板を挿入したスギLVLの仕様、強度性能、断面係数等を表2に示します。これに基づいて、仮囲いにLVLを用いる際の風に対する強度確認結果を図3に示します。風速30m/秒、風力係数1.3とすると、仮囲い用LVLにかかる最大曲げ応力は15.2N/cm²となりますが、これはその90度方向の曲げ強さ440N/cm²に対して十分に小さいことが確認できます。

図1 木材強度の直交異方性

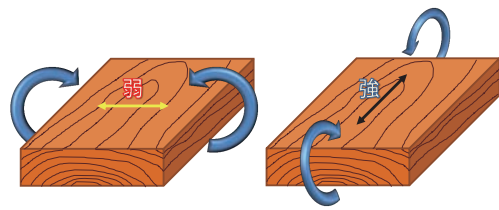


図2 直交単板挿入による90度方向強度の向上

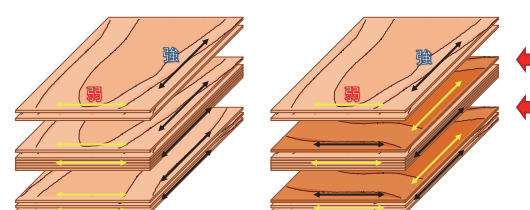


表1 直交層挿入による強度比の変化

	方向	直交層なし	直交層あり
曲げ強さ	0度	100	81
	90度	3	22
圧縮強さ	0度	100	88
	90度	32	44

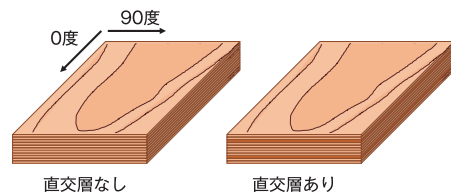
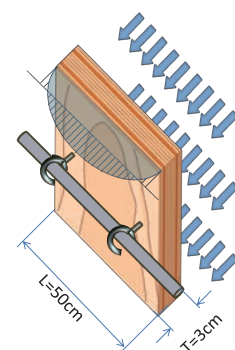


表2 仮囲い用LVLの仕様及び各種性能

仮囲いLVL仕様	
樹種	スギ
JAS等級	60E特級(225F)
強度性能	
曲げヤング係数 0度	600 kN/cm ²
曲げヤング係数 90度	108 kN/cm ²
曲げ強さ 0度	22500 N/cm ²
曲げ強さ 90度	440 N/cm ²
断面係数	
断面寸法	3cm厚×50cm幅
断面係数	75cm ³
断面二次モーメント	112cm ⁴
断面二次半径	0.86cm

図3 風に対する設計計算の例



風速 $V = 30\text{m/秒}$

風速圧 $q = \frac{5V^2}{8} = 731\text{N/m}^2$

風荷重 $W = 1.3qL = 366\text{N/m}$

曲げモーメント $M = \frac{WL^2}{8} = 11.43\text{N}\cdot\text{m}$

曲げ応力 $\sigma = \frac{M}{Z} = 15.2\text{N/cm}^2$

断面係数 $Z = \frac{LT^2}{6} = 75\text{cm}^3$

経年変化(1)

木質材料を長期間使用すると劣化という現象が起こります。木材の劣化は、日光や風雨などによる劣化(風化)、外力が加わって起こる破損・損傷による劣化など、物理的/化学的要因によるもの、そして腐朽(腐れ)など生物的要因によるものに分類することができます。日光や風雨などによる劣化はゆっくりと進行するので、木材の強度が急激に低下することはありません。また、注意を払って扱うことにより、外力による破損・損傷も抑えることができます。しかし、腐朽が発生した場合は短期間で木材に大きな被害をもたらすことがあるため、木材にとって最も深刻な劣化であるといえます。また、腐朽は、微生物(木材腐朽菌)が木材を分解することにより発生します。木材腐朽菌は、土壌中をはじめ、あらゆる環境下に存在しています。屋外、特に木材と土壌が接している部分(地際)では、木材腐朽菌が活動するための条件、すなわち空気(酸素)、水分、および温度の3条件が最適なものとなりやすいため、腐朽が進行する確率が高くなります。経年変化を最小限に防ぐためには、防腐処理、各種塗装処理を施し、また定期的なメンテナンスが必要となります。



屋外暴露試験(南向き45度設置)



地際部分の腐朽



屋外暴露試験(ステークテスト)

経年変化(2)

合板およびLVLの仮囲いパネルとしての使用可能性を検討した、実大サイズの屋外暴露試験の結果を紹介致します。

試験体の概観変化(図1)は、暴露直後に大きく全体の色が褪せ、特に心材部が大きく退色しました。そのため、心・辺材間での概観の差が小さくなりました。表面の平均色差(図2)は暴露直後に大きく変化した後、夏季において更に大きく変動しました。その間、木口シールの効果は殆どなかったのですが、表面塗装は色変化を防止できる効果がありました。表面性状の変化を見ると、無処理部分は試験が進むにつれ、年輪界(早材と晩材)での剥離が生じました。また、カビの発生等により表面の黒ずみも生じ、美観を損なう要因となりました。設置上の問題として、LVLは、長さ方向および幅方向の反りが、合板に比べて大きく生じました。

既存木質素材を仮囲いパネルへ利用するためには、少なくとも塗装などのメンテナンスと反りを防止する対策が必要不可欠です。

図1 暴露パネル試験体の概観とその色変化(暴露面:南,垂直設置)

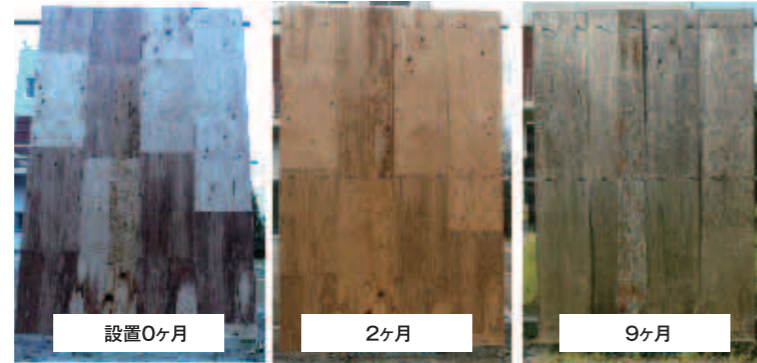
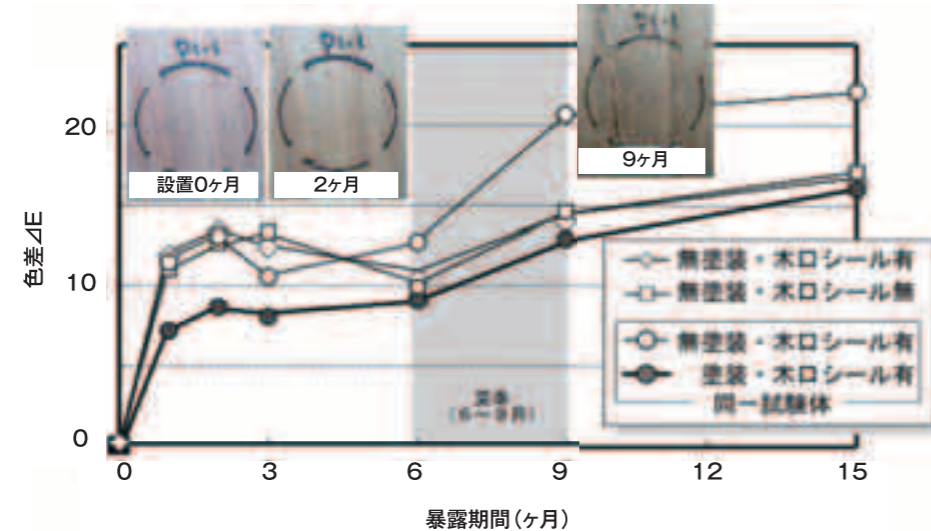


図2 試験体表面の色差と無処理表面性状の経時変化



以上の結果は、経済産業省委託事業 平成20年度地域イノベーション創出研究開発事業「革新的加工技術による高機能ハイブリッド木質部材の実用化」で実施し、得られた成果である。

パーティクルボード化

1.使用後のLVLのリサイクルについて

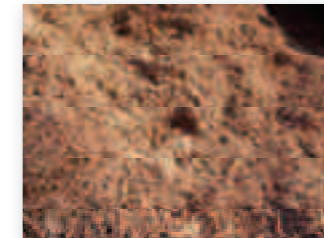
傷んで使用出来なくなったLVLは産業廃棄物としてリサイクル処理を行います。このうち東京ボード工業(東京都江東区新木場)に搬入されたLVLはマテリアルリサイクルされパーティクルボード(木材の小片に接着剤を塗布し、熱圧成型した木材製品)に再生されます。このパーティクルボードを再度、現場に資材として納めることにより循環型のリサイクルを行うことが出来ます。パーティクルボードに再生した後も繰り返しリサイクルすることが可能です。

2.リサイクルの方法

木くず処理工場に搬入された使用済みのLVLは破碎されチップ状にされます。その後、接着剤を塗布し一定の厚みと大きさに熱圧成型されます。一定期間養生をした後、定尺サイズにカットされパーティクルボード製品として完成します。(主に床の下地材や一般家具などに使用されます。)

リサイクルの流れ

一次破碎→二次破碎→磁力選別→気流選別→振り分け→金属探知
→チップ→乾燥→接着剤塗布→熱圧成型→養生→研磨切断→製品



チップ

パーティクルボードの使用例



リサイクルされたパーティクルボード



3.パーティクルボードにリサイクルするために

- ①大型の金物、ビニール等の木質以外の物は取り外します。
(小型の鉄釘、ネジ等は取り外さなくても可)
- ②長さが3,000mmを超えるものは2分の1程度にカットします。
- ③腐ってしまいチップ状に出来ないものはリサイクル不可。
(部分的なものであればリサイクル可能)

注意事項

屋外で木質材料を使用するためには、太陽光の紫外線から木材を保護する塗装処理、腐朽を防ぐための防腐処理などが必要です。耐候性と防腐の両方の性能を付与する処理方法として木材保護着色塗料による塗装処理があります。木材保護着色塗料には大きく分けて造膜タイプ、含浸タイプ、中間タイプがあります。顔料を多く含んだ造膜タイプほど基材となる木材の包含性が高くなりますが、木目なども隠ぺいされ、木質感が失われます。また、水性タイプ、有機溶剤タイプの塗料があり、使用する場所に合わせて塗料を選ぶ必要があります。

塗装は、木材が十分に乾燥した状態で行うことが望ましく、雨上がりなど表面が湿った状態での塗装では十分な保護効果が得られない場合があります。また、仕様書に記載されている塗布量に満たない塗装処理が施された場合は、十分な保護効果が得られないとともに、塗膜の寿命も短くなり、メンテナンスの回数を増やすことになります。再塗装の場合には、十分に下地処理を行った後、塗り重ねを行う必要があります。

木材の腐朽は湿潤な部位から始まるため、水切れがよくなるよう十分注意して設計、施工しなければなりません。特に木材の横使いや、切り欠きの部分は水が溜まりやすく、腐朽しやすいです。

木材防腐剤の加圧注入処理、接着剤混入処理など、あらかじめ基材自体に防腐処理の施された木質材料を用い、さらに塗装による保護を加えることにより、更に高い耐候性、耐久性を付与することができます。



経年劣化した外壁の塗装工事



市民による公園施設の塗装作業

[実施体制]

(独)森林総合研究所
(独)北海道立総合研究機構林産試験場
(独)産業技術総合研究所
東京都江東区役所
清水建設(株)
オーシカケミテック(株)
東京ボード工業(株)
(株)ドット・コーポレーション
日建リース工業(株)
(株)杉孝

[開発事業者]

全国LVL協会

〒136-0082 東京都江東区新木場1-7-22
TEL.03-6743-0087
FAX.03-5534-3959
URL <http://www.lvl.ne.jp/>
E-mail info@lvl.ne.jp

[事業実施主体]

日本合板工業組合連合会

〒101-0061 東京都千代田区三崎町2-21-2
TEL.03-5226-6677
FAX.03-5226-6678
URL <http://www.jpma.jp/>
E-mail info@jpma.jp