

CCA 処理材を使って パーティクルボードを造る

土 居 修 一

はじめに

我が国において、CCA（クロム・銅・ヒ素系木材防腐剤）が加圧用防腐処理薬剤として使われるようになってから約20年が経過しましたが、最近ではその使用後の廃材をどう処分するかに関心が高まっています。処理廃材を焼却した時にヒ素が揮散したり、各成分が灰の中に残ってそれが環境汚染につながる恐れがあると考えられているからです。こうした問題を解決すべく、現在、適切な焼却条件と焼却施設の検討がなされておりますが、これは、当然廃材の回収ルートの確立が前提となっています。この場合、回収されたCCA処理廃材を何らかの形で再利用することも、省資源という意味から重要な観点であると考えられます。また、建築廃材を原料としたパーティクルボードの製造が実際に道内の企業で行われています¹⁾。そこで、ここではCCA処理廃材からのパーティクルボード（PB）製造を想定して、CCA土台を原料とするPBを試作し、物理的性質、耐朽性などに与えるCCA処理の影響について検討した結果について述べることにします。

パーティクルボードを造る

1) 削片（フレーク）の調製

エゾマツ（10.5×10.5×180cm）土台材にインサイジング（5000～9000個/m²）を施し、CCA系防腐剤（JIS K 1554 2号）1.67%溶液を加圧注入（注入量約270kg/m³）したものを原料としました。これを、リングフレーカーにかけてフレークを調製し、乾燥して含水率1.5%としましたが、その際、幅10～20×厚さ0.4×長さ20mm

のフレークが得られるようにリングフレーカーの条件を設定しておきました。

得られたフレークからダストを除き、ふるいで大きさの分布を測定しました。また、一定の大きさごとに分けたフレークおよびフレーク調製過程で生ずるダスト中のCCA含量を測定しました。

CCA処理土台には、深さ1cmのインサイジングが施され、しかもそこにCCAが集中して存在します。そのためフレークの調製過程では、インサイジングがフレークの大きさ分布に影響し、ひいてはPBの強度性能や防腐性能などに影響すると考えられます。フレーク調製の際、きわめて細かいダストができませんが、この量はCCA処理土台の場合でフレーク全体量の26.8%であり、コントロール（インサイジング、CCA注入処理をしていないもの）のそれは27.7%と大差なく、この点ではインサイジングの影響は明確になりませんでした。

図1にそれぞれの土台から得られたフレークの大きさ分布を示します。この図で明らかなように両者間での分布に明確な差は認められず、開口径で2.0～6.5mm付近のものが約70%を占めています。フレークをふるいにかけると繊維方向が長いので幅方向の大きさに依存して分画されと考えられますから、これらの結果は、フレークの幅が当初の目標値の1/5程度のもに破碎されたことを示し、この点でも両者間の差はほとんどなかったといえます。以上のことから、リングフレーカーによるフレーク製造過程では、インサイジング処理がフレークの大きさ分布に与える影響はほとんどないと判断できます。

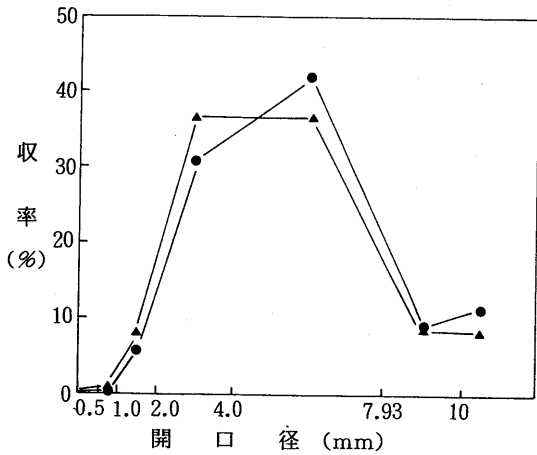


図1 供試土台から調製したフレークの大きさ分布
 : CCA土台からのフレーク
 : 無処理土台からのフレーク

次に、CCA処理土台から得たフレークの大きさごとにCCA含量を調べた結果を表1に示します。この結果によればフレークが小さくなるにしたがってCCA含量が増加しています。これはインサイジングが施された材表面、つまりCCA含量の高い部分から生成したフレークが細かいことを示すものと考えられます。また、ダスト中のCCA含量は14.5g/kgとなっており、これはエゾマツの比重を0.4とすると5.8kg/m³のCCA含量となり、用いた土台の注入量270kg/m³=吸収量4.5kg/m³より少し高くなっています。したがって、この部分にはインサイジング面に由来するものが相対的に多く含まれた可能性があるといえます。

表1 フレーク中のCCA分布

ふるい番号	ふるい開口径 (mm)	CCA含量 (g/kg)	収率 (%)
3以上	10	10.23	8.10
3-4	10-7.93	10.65	8.67
4-5	7.93-4	11.54	36.53
5-6	4-2	13.80	36.87
6-7	2-1	14.27	8.28
7-8	1-0.5	17.63	0.75
8以下	0.5	21.93	0.87

いずれにせよ、ダストを除いたフレークはできるだけ均一に混合してPBとするため、全体としてのCCA含量が問題となりますが、検討の結果はフレークが良く混合されていたことを示していました。また、その量は製材の日本農林規格²⁾に定められたCCA土台の2種処理で材表面10mmにおける吸収量に相当する含量であることが分かりました。したがって、もしPBの中でのCCA含有フレーク分布にバラツキが生じなければ、製造されたPBは十分な防腐効力を持つことが予想されます。

2) 製造したPBの材質とCCA分布

表2に示す条件で30×30×1.2cmの単層構成PBを製造しました。この表で、CCAの+はCCA処理土台からのフレークを用いた場合を意味し、防腐剤の+は接着剤に防腐剤(ケミホルツPL1130)をフレーク重量の約0.5%添加したことを示します。フェノール樹脂(以下PFと略)接着剤は大鹿レジンD-17であり、メラミン・ユリア共縮合樹脂(以下MUFと略)接着剤は大鹿レジン190に尿素、塩安を100:4:1の割合で混合したものです。熱圧条件は、前者で170, 20

表2 パーティクルボードの製造条件

製造条件番号	接着剤		CCAの有無 ^{a)}	防腐剤の有無 ^{b)}
	種類	添加量		
1	フェノール	5%	+	+
2			+	-
3			-	+
4			-	-
9	メラミン・ユリア	5%	+	+
10			+	-
11			-	+
12			-	-
13			+	+
14			+	-
15	10%	-	-	+
16			-	-

a) + : CCA処理土台からのフレークを使用
 - : 無処理土台からのフレークを使用
 b) + : 接着剤へ防腐剤を混入
 - : 防腐剤添加せず

分, $8\text{kg}/\text{cm}^2$, 後者で160, 10分, $8\text{kg}/\text{cm}^2$ です。成板際のフレークの含水率は5%以下に保持しました。同一条件で6枚のボードを作り, そのうちの1枚で物理的性質を測定, 残りのうち5枚のボードを耐朽性試験に使いました。なお, 本試験でPFおよびMUFを接着剤として使用したのは, 後述する理由から床下地用PBの製造を想定したためです。また, 接着剤へ防腐剤を添加したのは, CCAの防腐効果が小さい場合に補助的に防腐性能を向上させることが可能かを検討するためです。

製造したPB中のCCA分布の測定は図2に示すようにボード中央部から $2 \times 24\text{cm}$ の試料を採取し, さらにこれを約2cmごとに切断, 粉碎して行いました。製造したPB中のCCA分布を調べた結果を表3に示します。この表をもとに統計的な検討をした結果では, ボードの位置およびPB製造条件(この場合は接着剤の相違)間でのCCA分布に差は認められず, PB中のCCA分布にバラツキは生じないと判断できました。

ところでCCAを含む材料からのPB性能への期待は, 単にCCAが物理的性質を低下させる要

因にならないというだけでなく, 耐朽性や防水性を付与できるのではないかとことです。そこで, 製造したPBの物理的性質を調べる前提として, これらのある程度の耐朽性が要求される床下地用にあてることを想定し, JIS A 5908³⁾に規定された200あるいは150タイプのPB性能を目安として以下の検討を行いました。

含水率と比重

得られたPBの含水率および比重の値は, 図3に示すようにすべての製造条件で200タイプのPB性能値をクリアーしています(以下の図では統計的に考えられるそれぞれの値の幅を \pm で示します)。含水率や比重には接着剤添加量が影響すると予想されましたが, それらの傾向は明確にならず, 各条件間での相違は認められません。これは, CCAの有無にかかわらず同じであり, これら2つの物理的性質にはCCAが影響を及ぼさないと判断できます。

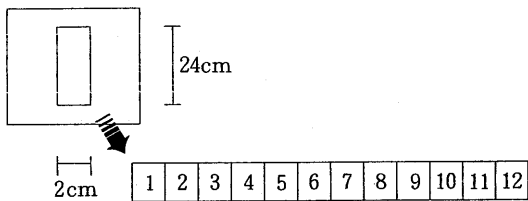


図2 パーティクルボードからのCCA分析用試料の取り方

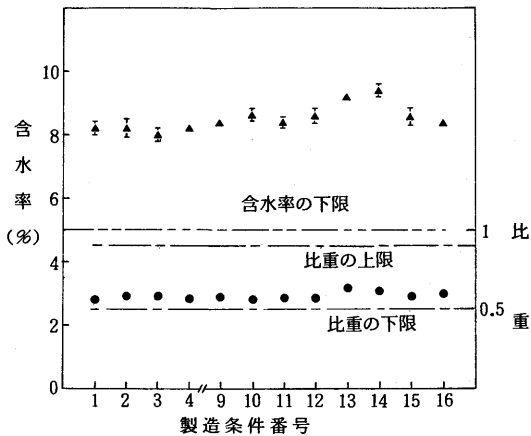


図3 各製造条件におけるパーティクルボードの含水率と比重

注) 比重()の上・下限および含水率()の下限は, JIS A 5908に規定された値

表3 パーティクルボード中のCCA含量の分布 (g/kg)

試片採取番号	パーティクルボードの製造条件番号			
	2-1	2-2	10-1	10-2
1	11.81	12.11	13.29	12.00
3	11.52	12.18	12.17	11.71
5	12.37	11.56	11.30	11.74
7	13.04	12.46	13.00	12.90
9	10.74	11.61	13.17	12.59
11	10.10	12.00	11.73	12.38

はく離強さ

200タイプのPBにおけるはく離強さの下限値は, $3\text{kg}/\text{cm}^2$ です。図4によれば, この値を十分にクリアーしているのはMUF接着剤10%添加のもの(No.13~16)であり, いずれの接着剤でも

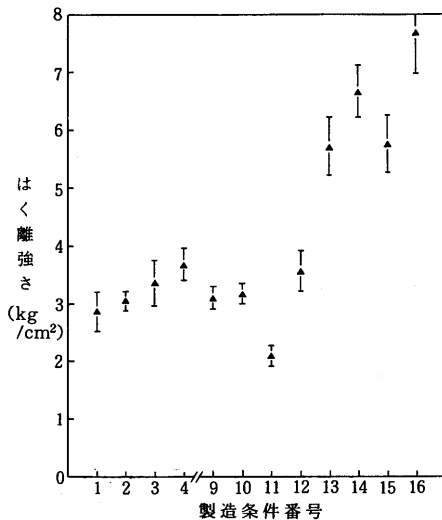


図4 各製造条件におけるパーティクルボードのはく離強さ

添加量 5%のものでは下限境界付近の値となっています。このことは、はく離強さが接着剤量に依存することを示すものです。また、接着剤への防腐剤の添加は、全体としてははく離強さを小さくする傾向にあり、特にMUF添加量10%の場合(No. 13~16)では顕著に現れています。ただし、CCAの有無そのもの影響については、差が認められませんでした。なお、150タイプのはく離強さの下限値は2kg/cmですが、いずれの製造条件でもこの値をクリアすることが明らかになっています。

吸水厚さ膨張率 (吸水厚膨)

この点については図5に示しましたが、接着剤5%添加では、150あるいは200タイプのPBでの上限値を全くクリアせず、すべて12%以上の吸水厚膨を示しました。一方、MUF接着剤添加量10%では、No.15,すなわち接着剤への防腐剤添加の場合を除き、いずれも6~10%の吸水厚膨にとどまり200タイプのPBに適合する結果となりました。この場合にも防腐剤添加はマイナス要因となっていますが、CCAが含まれている場合にははっ水効果が示唆されています。

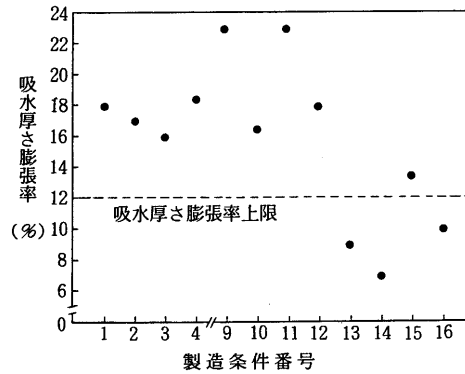


図5 各製造条件におけるパーティクルボードの吸水厚さ膨張率

注) 吸水厚さ膨張率上限は、JIS A 5908に規定された値

オオウズラタケに対する耐朽性

建築物で腐朽害を引き起こす菌には褐色腐朽菌⁴⁾が多く、しかも針葉樹材が特にこれらの菌に攻撃されやすい傾向にあります。したがって、床下地板として針葉樹を原料とするPBを使用した時、褐色腐朽菌によって攻撃を受けることを想定した耐朽性の検討が必要です。一般に、防腐性能の評価はJIS A 9302⁵⁾や日本木材保存協会規格第1号⁶⁾で規定されているように、重量減少率によってなされることが多いのですが、PBのような面材の使用状況を考えますと曲げ強度を目安とする方が合理的です。このことは、強度的変化が重量減少より迅速に現れる⁷⁾ことから妥当であると考えられます。

そこで、ここでは褐色腐朽菌オオウズラタケに対する耐朽性を曲げ強度の変化によって評価することとしました。PBの菌に対する暴露法を図6に示します。5×24cmの大きさに切断して両端をエポキシ樹脂でシールしたPBを、あらかじめ菌系の生長しているポリウレタンマット上にプラスチックネットを介して暴露し、28℃で45日間培養する方法です。この方法では、試験片が直接培地水分とは接しないで多湿環境下に置かれたこととなります。暴露を終了したPBは表面の菌系を取り去り、取り出し時の重量を測定しました。つい

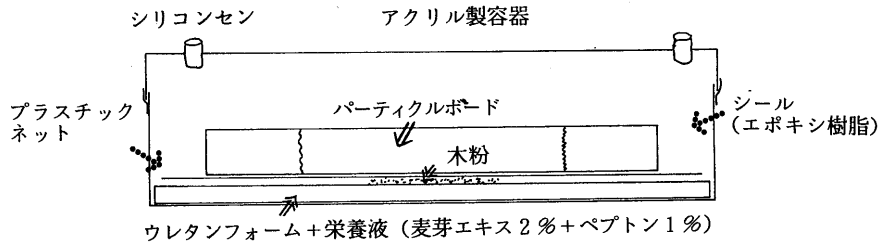


図6 パーティクルボードの抗菌操作法

で、60 全乾状態としてから再び重量および寸法を測定後、直ちに中央集中荷重方式で曲げ強度を測定しました。また、20, 60% RHのもとで同期間保管しておいたものをコントロールとし、菌は接種しないが抗菌操作と同一条件のもとにおいてものを補正用試験片としました。これらの試験片も上記同様に曲げ強度を測定しました。なお、床下地板ではその使用状態を考慮すると、腐朽の進行する方向は特定できませんがここでは床下での結露などによって腐朽が進行することを想定し、荷重負荷面を、培地に接した面とは反対の面としました。

結果を図7に示します。コントロール(健全時)の曲げ強度が全製造条件で200タイプの下限値をクリアしています。そして、MUF接着剤の場

合にはその添加量に応じて強くなる傾向が示されました。ただし、防腐剤の添加が曲げ強さに及ぼす影響は明確にはなりませんでした。

補正用PBと抗菌操作後のPBを比較すると以下ようになります。

PF接着剤ではいずれの条件でも下限値付近に強度値が集中しており、PBへの菌系生長が認められるにもかかわらず、補正用試験片との間に有意差が認められませんでした。これは、福田氏ら⁸⁾が市販のPBを腐朽させた時に認めた傾向や、Orlandi氏とGanbetta氏⁹⁾が報告したものと一致します。つまり、PF接着剤そのものの耐朽性付与効果が示唆されています。一方、MUF接着剤では5%および10%の添加量で、チップ中のCCA含浸と接着剤への防腐剤添加の効果が明らかに現れています。CCA含浸+防腐剤添加、CCA含浸あるいは防腐剤添加では腐朽による強度低下は示されていませんが、無処理で防腐剤も添加されていない場合には曲げ強度の明白な低下が認められたのです。実際にPBの製造をする際、MUFを接着剤として使うことがコスト的に妥当であることを考えますと、本試験の結果からCCAを含む廃材を利用したPBは、耐朽性付与という面からきわめて有利なものといえます。ただし、抗菌操作後の含水率については、補正用試験片と暴露した試験片との間にすべての条件で有意差がなく、その値は20~35%の間にありました(図8)。関野氏と大熊氏¹⁰⁾は、市販PBを高湿度条件下で繰り返し荷重のかかる状態に放置して含水率と曲げ強さの関係を調べています。そして、12~22%の含水率では、水分の影響によって

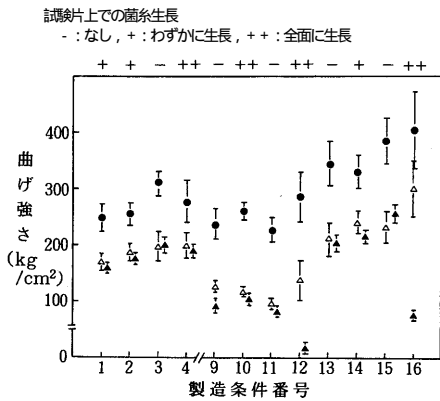


図7 抗菌操作後のパーティクルボードの曲げ強さと菌系生長の有無

●: 健全時 □: 補正用試験片
 ▲: 菌に暴露した試験片

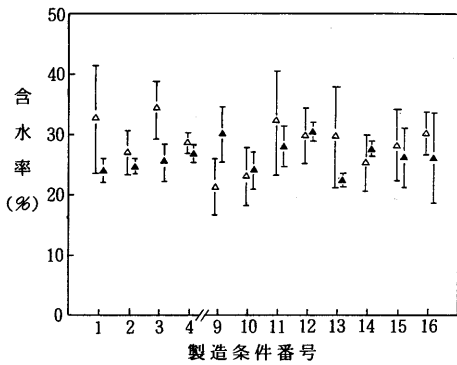


図8 各製造条件における抗菌操作終了後の含水率
 : 補正用試験片 : 菌に暴露した試験片

曲げ強さが低下することを示し、それは、荷重による影響よりもはるかに大きいことを報告しています。本試験でも補正用試験片でも見られるように、腐朽を生ずるような環境下ではMUF接着剤5%添加のような条件では耐湿性つまり非生物的劣化に対する耐久性の点で問題を残しているといえます。この点は10%の接着剤添加との比較から、接着剤の量を調整することによってクリアできることが容易に予想できます。つまり、150タイプの場合の曲げ強さ 150kg/cm²でさえもクリアできるのはPF 5%, MUF 10%の場合であって、MUF 5%では耐湿性に劣ることが示されています。

まとめ

以上で述べたように、CCA処理廃材から何ら障害なくPBを製造することが可能であることがわかりました。その上、他の防腐剤を添加しなくても、CCAが含まれていることによって耐朽性を付与できることも明らかになりました。

なお、実際に製造されているPBは三層構成のものが多く、表裏には細かいフレクを分布させ

るようになっていますが、その工程でダストを利用して表面のCCA量を高くして歩留まりを向上させることも検討する必要があるでしょう。また、CCAを注入した単板で作られた合板では、PFおよびMUF接着剤の接着力が時間とともに少しずつ低下することが報告¹¹⁾されています。PBでもこうしたことが十分考えられますので、今後この点についての検討も必要と思われます。さらに、実際の製造工程ではCCAを含む粉じん対策なども考慮せねばならないでしょう。

参考文献

- 1) 北海道林務部監修：“北海道の林産業（昭和60年版）”，1985，P222
- 2) 農林水産省：“製材の日本農林規格”（1981）
- 3) JIS A 5908：“パーティクルボード”（1979）
- 4) 原口隆英：防菌防黴，4，5，209～213（1976）
- 5) JIS A 9302：“木材防腐剤の防腐効力試験方法”（1976改正）
- 6) 日本木材保存協会：“JWPA規格第1号，塗布，吹付，浸漬用木材防腐剤の防腐効力試験方法（1979）
- 8) 福田清春，富永洋司，原口隆英：木材保存，12，No.1，8～20（1986）
- 10) 関野 登，大熊幹章：木材学会誌，32，3，163～169（1986）
- 11) 雨宮昭二：合板工業，74号，14～26（1973）

（林産試験場 木材保存科）