

## 故紙を利用した木質複合ボードの開発

### —エコ・マテリアルの開発—

中原 恵  
材料開発部

## Development of Wood-based Composite-Board from Wastepapers and Wood Scraps —Study on ECO Materials—

Megumi NAKAHARA  
Material Development Division

### 要旨

故紙再生時に発生する故紙スラッジは、成分分析により50%近い灰分を含むことが明らかになり、前年度開発した木質ボード(Glueless Board)の難燃化をはかるために、このスラッジを表層とする複合ボードの製造技術と性能について検討した。その結果、複合ボードは、積層マットを熱圧固化した際に表層と芯層の収縮率に大きな差を生じて表層に亀裂を生じることから、前処理として芯層マットの加圧脱水が有効であった。

### 1. はじめに

環境破壊や資源の枯渇が危惧されている今日、産業廃棄物のリサイクルやリニューアル、未利用資源の有効利用など、環境調和型の材料で、しかも環境負荷の小さい技術が求められている。今日、木質系廃棄物としては、年間3,746万m<sup>3</sup>(1991年)の建築解体材や加工廃材が発生し<sup>1)2)</sup>、そのほとんどが焼却処分されている。また、故紙の場合、低価格のバージンパルプとの競合や上質故紙の回収率が低く、1993年では年間2,642万トンの故紙が発生するなかでパルプとして再生されているのは1,400万トンにすぎず、リサイクル率が53%と上昇していないのが現状であり、有効な回収システムや用途の拡大、環境負荷の小さい再生技術の開発が課題となっている。

本研究では、木質系廃棄物を再利用した「エコ・マテリアル」の開発に取り組み、これまでに、建築廃木材から製造したパーティクル(木材小片)を上質故紙の再生パルプによって成形固化させる、接着剤を添加しない木質ボード(Glueless Particle-board)を開発し<sup>3)</sup>、その性能について研究を行ってきた<sup>4)</sup>。

今年度は、故紙からパルプを再生する際に発生する故紙スラッジに着目し、その成分について分析するとともに、先に開発した木質ボードと故紙スラッジとの複合化技術について研究を行った。スラッジは、故紙再生によって年間約300万トンが排出され、産業廃棄物として有償で処分されてきており、その有効利用技術が求められてきた。最近では、焼成して濾過材や増量材等に利

用されつつある。しかし、今後は成分を生かしたもっと量的な有効利用も必要である。

### 2. 研究方法

#### 2.1 供試材

実験に供した木材パーティクルは、建築廃木材等をリングフレイカーで削った三層パーティクルボード用の粒度#12~24の小片を用意した。また、故紙再生パルプは、オフィス故紙と呼ばれるコピー用紙やコンピュータ用紙等の上質故紙をパルパで離解してスラッジを除去したトイレトペーパー用再生パルプで、今回複合化に供する故紙スラッジはその際に発生したフレイク状の粘土質であるが、実験上この形状では取り扱いが難しいため、少量の水を加えてボールミルで粉碎してスラリーとした。

#### 2.2 実験方法

##### 2.2.1 故紙スラッジの成分分析

故紙スラッジを恒温乾燥器中で105℃全乾処理した後、白金皿で強熱(800℃)して灰分割合を測定し、さらに蛍光X線分析装置でその灰分の成分分析を行った。

##### 2.2.2 ボードの製造実験

接着剤を添加せずに成形固化した木質ボードの表裏にスラッジを積層する複合化技術について研究を行った。

製造技術としては、湿式法を用い、①故紙再生パルプを水中に分散させ、その中に木材パーティクルを混入して攪はん後、フォーミング用型に流し込み、脱水してボード芯層となるマットを製造する工程と、②この芯層マットの表裏両面に故紙スラッジのスラリーを塗付して

表層を形成し、熱圧固化させる工程を組み合わせて、製造条件を検討した。その際、芯層を形成する木材パーティクルと故紙再生パルプの混合比は、これまでの木質ボードの性能結果をもとに8：2（全乾重量比）とし、芯層の目標密度を0.7g/cm<sup>3</sup>とした。製造するボードのサイズは、300mmφの円盤状で、ホットプレス熱盤間にディスタンス・ピースを挟んで目標厚さを12mmとした。また、スラッジの塗付量を0.26g/cm<sup>2</sup>として芯層の厚さをボード全厚の2/3に設定した。

なお、ホットプレスの熱盤温度は160℃で一定とし、圧縮の圧力や時間等について検討した。

### 2.2.3 複合ボードの性能試験

上記の製造方法によって試作した木質複合ボードから200×50×12(mm)の曲げ用試験片と、50×50×12(mm)のはく離用試験片を切り出し、JISの試験法に準拠して曲げ試験とはく離試験を行い、従来の木質系ボード等との性能比較を行った。

## 3. 研究結果および考察

### 3.1 故紙スラッジの成分分析

故紙スラッジの成分を分析した結果をTable 1に示すが、スラッジ中の灰分の含有率が46.9%と比較的大きいことが判明した。これは、Table 2に示すように上質紙の製造段階でサイズ剤や填料として多くの無機物が添

Table 1 上質故紙スラッジの成分分析

成分 (wt%)	Ignition loss	灰分						
	53.1wt%	46.9wt%						
		MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	CaO	TiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	ZnO
		7	28	38	24	1	1	1

Table 2 上質紙の製造含有物

紙の種類	構成	内 容	用 途
上質紙	パルプ	Cellulose	
	サイズ剤	ロジン, Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	滲み止め
	填 料	CaCO <sub>3</sub> , TiO <sub>2</sub> , Mg(SiO <sub>3</sub> )(OH) <sub>2</sub> , Al <sub>2</sub> SiO <sub>5</sub> (OH) <sub>4</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , SiO <sub>2</sub> , Fe(OH) <sub>2</sub> , Al(OH) <sub>3</sub> , etc.	不透明度 平滑性

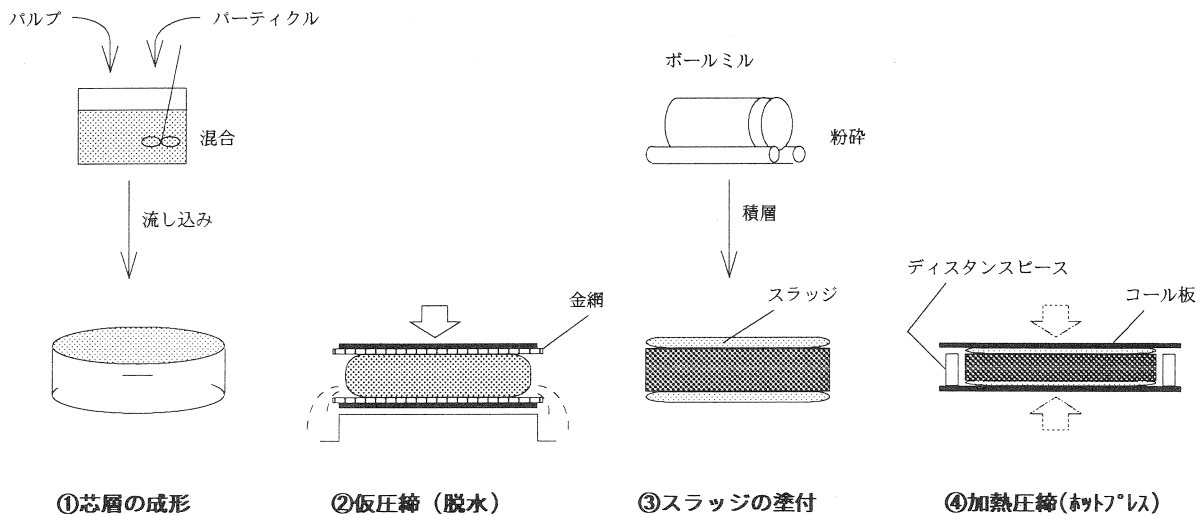


Fig.1 木質ボードとスラッジとの複合化

加されているためであると考えられる。また、故紙を離解してスクリーニングする際に若干のパルプ分がスラッジに混入するため、スラッジの成形も容易であると考えられる。そこで、スラッジを成形し木質ボードと積層することにより、この故紙スラッジの特性を生かした建築内装用の難燃性ボードの製造を試みることにした。

### 3.2 ボードの製造実験

故紙スラッジ層と木質ボード層を積層することによって複合化する技術について検討した。

まず、スラッジ表層と木質ボード芯層を湿式法で順次フォーミングして積層する方法について実験を試みたが、スラッジ層のフリーネスが悪いために困難であった。そこで、今回は湿式法でフォーミングした木質ボード芯層の表裏面にスラッジを塗付して三層マットを形成することにした。

この三層マットをホットプレスによって固化させたが、表層にひび割れや亀裂を生じた。これは、スラッジ層と芯層の熱圧乾燥による収縮率の差が大きいために表層に引っ張り応力が生じたためであると考えられる。また、ボードの製造、特に湿式製造でよくみられるパンクの発生もみられた。これは、ボード内部の水分が熱圧によって外部蒸散を抑制されるために蓄積し、高い水蒸気圧を発生してパンクに至るものである。いずれの場合も、含有水分の影響が大きいたことが明らかである。

この技術課題についてさらに検討した結果、芯層マットをフォーミング工程とスラッジの塗付による複合化の工程の間に芯層マットの熱圧脱水工程を入れることが有効であることがわかった。この工程は、フォーミングした芯層マットの両面に金網を敷いてホットプレスで2分間熱圧（160℃、5.6MPa）するもので、スラッジを塗付した際に、低含水率で高温になった芯層が、水分除去の困難なスラッジ表層の水分を吸収するばかりでなく、

熱圧によって得た温度によって芯層の乾燥を速め、収縮差を軽減するのに好結果を生んだものと考えられる。

故紙スラッジの塗付による複合化工程では、熱圧した芯層マットの両面に、故紙スラッジのスラリーを塗付し、12mm厚さのディスタンス・ピースを挟んでホットプレスで固化させた。圧縮条件は、2.1MPaで3分間熱圧した後、ボード内部の水蒸気を抜くために0.7MPaに減圧して20分間熱圧する二段圧縮法を採用した。

### 3.3 複合ボードの性能試験

今回試作した木質複合ボードの性能についてTable 3に示す。

スラッジ表層が硬いために曲げヤング率(MOE)は増加したが、曲げ強さ(MOR)は強度が低下した。これは、木質ボードからなる芯層部分にせん断すべりを生じたためで、芯層部の密度や原料配合比について検討する必要があることを示唆している。また、はく離強さについても、積層部分からはく離はなかったものの、ひじょうに低い値を示した。これには芯層部の密度が影響しているものと考えられ、製造過程における芯層密度の設定方法に一考が必要である。

Table 3 ボードの性能

	MOR	MOE	I.B.	備考
故紙木質ボード	6.8	2.61	0.09	
木質複合ボード	3.4	3.08	0.03	
MDF	5.0以上	0.80以上	0.20	JIS 5type
木毛セメント板	0.8~4.5	-	-	

MOR : 曲げ強さ(N/mm<sup>2</sup>) MOE : 曲げヤング率(×10<sup>3</sup>N/mm<sup>2</sup>)  
 I.B. : はく離強さ(N/mm<sup>2</sup>) MDF : 中質繊維板

## 4. おわりに

故紙再生時に発生するスラッジを利用して難燃性の建築内装材の開発を目標に、故紙で固化させた木質ボードとスラッジとの複合化に取り組み、製造技術を開発した。

しかし、複合化技術研究に主眼をおいたため、材料性能の研究が不十分で、強度的には故紙で固化させた木質ボードほどの強度が確保できず、満足できる材料性能を得ることができなかった。

今後、本研究の主旨である「廃棄物から高次リサイクル可能な環境にやさしい材料の開発」に沿った、Fig.2のシステムの確立を目指しながら、製造技術や材料性能の改善に取り組みたい。

最後に、ご指導ご協力を賜った九州大学農学部林産学科の又木義博教授をはじめ木材工学講座の皆様、広島工業大学の中山勝矢教授、並びに材料をご提供いただいた大分製紙株式会社に深く謝意を表す。

## 参考文献

- 1) 本多淳裕・山田優：建設副産物・廃棄物のリサイクル、(財)省エネルギーセンター、(1994)
- 2) 日本木材青壮年団体連合会：ウッドレター、p2-5、第137号、1995
- 3) 中原恵：故紙パルプを利用した木質ボード及びその製造方法、特願平7-83318、1995
- 4) 中原恵：大分県産業科学技術センター平成6年度研究報告、p26-31、(1995)

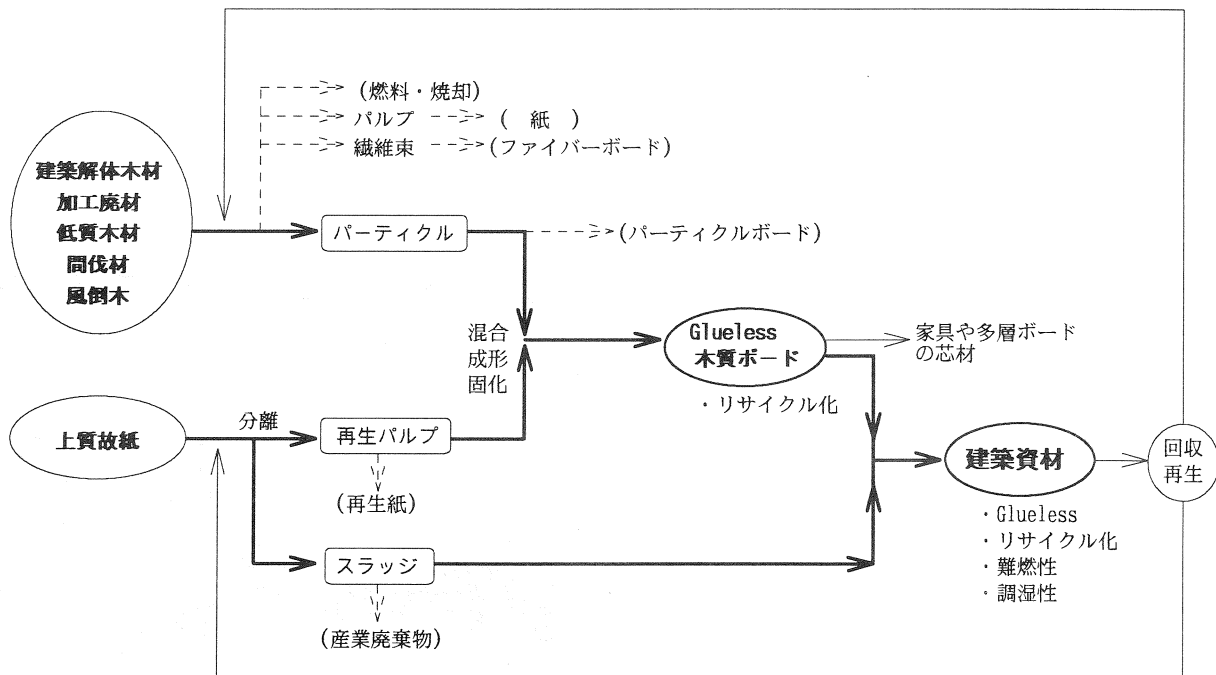


Fig.2 エコ・マテリアルの開発<廃棄物からリサイクル可能な環境にやさしい材料へ>