

## 6. 難燃処理 LVL の製造工程の改善

### 6.1 経緯・目的

昨年度までの実大材量産機（以下、実機）における難燃処理単板の積層接着ではパンク等の接着不良の発生が課題であった。

そこで接着剤に焦点をあて実験したところ、フェノール樹脂よりもレゾルシノール樹脂のほうが難燃処理単板を接着するのに有効ではないかとの結果を得ることができた。

しかし、オロチ社では従来単板の接着にはフェノール樹脂を使用しており、実機はそれに基づき設計がされている。また、常温接着を主とするレゾルシノール樹脂は粘度や可使時間が違うなど性質が異なることから、使用上の問題点を明らかにするため実機で実際に使用し連続生産の可能性を検証することとした。

### 6.2 検証内容

#### 6.2.1 《事前工程》

リン酸ホウ酸系薬剤をスギ心材乾燥単板に  $300 \text{ kg/m}^3$  を目標に注入し、伊賀プレカット社にて中温送風乾燥、その後オロチ社に搬送(図 6.2.2-1)。

※ 注入量バラツキ有。心材使用初めて。辺材参考程度有。

#### 6.2.2 《横ハギ工程》 '17/10/26 実施



図 6.2.2-1 着荷した薬注単板



図 6.2.2-2 電気式含水率計による測定値



図 6.2.2-3 横ハギ工程

・含水率判定…抜取り簡易法(電気式含水率計・高密度(H)用)で計測した(図 6.2.2-2)。

表 6.2.2-1 合否判定基準

合否基準	全乾平均値(狙い含水率)	電気式 平均値	電気式 最高値
オロチ案	5%	12%(MR-200(H))	15%(MR-200(H))

表 6.2.2-2 測定結果

含水率測定法	平均値	最高値	最低値	合否判定
電気式(MR-200(H))	約 7.6%	約 10%	約 6%	合格

※一番上と一番下の単板は高含水率のため除いた。

### 6.2.2.1 状況・所見

薬剤処理単板は重く硬いが壊れやすいこともあり送風乾燥時のハンドリングダメージでかなり割れており、細く割れた部分は除去して横ハギ工程で成形を行った(図 6.2.2-3)。

### 6.2.3 《縦継ぎ工程》 '17/10/30 実施

・含水率判定…3山の上から3枚ずつを縦継ぎ前に抜取り簡易法(電気式含水率計・高密度(H)用)で計測した。

表 6.2.3-1 測定結果

部位	含水率測定法	平均値	最高値	最低値	合否判定
心材	電気式(MR-200(H))	約 6.7%	約 8%	約 6%	合格
辺材	電気式(MR-200(H))	約 8%	約 10%	約 7%	合格

### 6.2.3.1 縦継ぎ用接着剤

#### ● レゾルシノール樹脂(TW-28)

##### ・配合

レゾルシノール(TW-28)：硬化剤(スラリー)(スリー内訳：D用硬化剤30S・水)

##### ・粘度測定

…製糊時粘度と1時間経過時の使用粘度を粘度計(リオン株、VT-04F)で計測した。

表 6.2.3.1-1 測定結果

粘度測定	糊液粘度	糊液温度	場内温/湿度
製糊時	20dPa・s	16.6℃	19.0℃/31%RH
1時間経過時	18dPa・s	20.8℃	18.1℃/29%RH

#### ● フェノール樹脂(D-117)

##### ・配合

フェノール(D-117)：スカーフ接着基本配合副資材(小麦粉・水等)

##### ・粘度測定…製糊時粘度を粘度計(リオン株、VT-04F)で計測した。

表 6.2.3.1-2 測定結果

粘度測定	糊液粘度	糊液温度	場内温/湿度
製糊時	7dPa・s	18.9℃	18.2℃/29%RH

### 6.2.3.2 状況・所見

縦継ぎ機での接着で以下のことがわかった。

#### ● レゾルシノール樹脂(TW-28)

##### 〈塗布〉

・硬化、固化が早く可使時間が短いので、接着剤を循環させながらトゥルーダ塗布をす

る装置では粘度が上がりポンプアップできない、装置内で固まってしまう等注意が必要であった。

実際にレゾルシノール樹脂を縦継ぎ機に投入したところ、2 kgずつ製糊し継ぎ足しながら使用していた 2 時間は粘度も大きく変わることなく使えることがわかった(表 6.2.3.1-1)。

ただし、レゾルシノール樹脂は 30℃を超えると硬化が進み、40℃を超えると著しく上昇することなので、場内温度、糊液温度が 20℃程度であったことが条件の一つとなつたと思われる。

#### 〈接着〉

- ・縦継ぎ接着については、試験的に行った無処理単板の接着では問題がなかったのだが、難燃処理単板では薬剤注入で高密度になっていることもあるのか、スカーフカット部に接着剤があまり浸透しておらず、スカーフ接合部では接着剤のはみ出しも多く見られた(図 6.2.3.2-1、図 6.2.3.2-2)。

また、接着剤のはみ出し、単板のワレ部分からの染みだし、さらに硬化も早く接着性も強いことから熱圧縮の際に熱板に単板くずや単板自体が貼りつき、接着が続けられず、頻繁に付着物を熱板から除去する作業が生じた(図 6.2.3.2-5、図 6.2.3.2-6)。

除去作業後、縦継ぎ再開し 1~2 枚は接着するがその後には接着不十分になるため、この付着物は熱圧縮の際の熱伝達を妨げる、圧縮している単板が熱板に貼りつきはがすような力を与えてしまうなど縦継ぎ接着を阻害する原因の一つではないかと思われる。

### ● フェノール樹脂(D-117)

#### 〈塗布〉

- ・フェノール樹脂 D-117 は、従来使用しているフェノール樹脂と同等の粘度なので、塗布装置で問題になることはなかった(表 6.2.3.1-2)。

#### 〈接着〉

・前回縦継ぎ接着工程上問題のない接着が可能であったフェノール樹脂 D-17S の廃番により同等性能である D-117 を使用したが、前回実績のプレス条件ではやや接着が甘かったので、プラス 10℃から 30℃とプレス温度を変えて接着したところ、スカーフ接合部の単板はやや黒ずみ、接着剤も黒くなるが、次の積層接着工程に送れる品質の接着を確認できた(図 6.2.3.2-3、図 6.2.3.2-4)。

熱板の付着物はレゾルシノール樹脂の硬い赤茶色のものとは違い、黒っぽいものも付着していた。しかし、それは比較的軽い感じのものでまだ除去しやすかった(図 6.2.3.2-7)。

(スカーフ接合部画像)



図 6.2.3.2-1  
レゾ接合

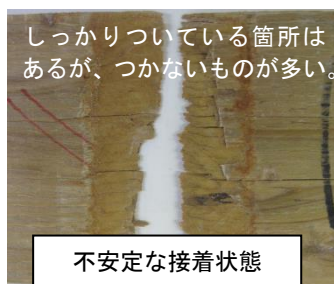


図 6.2.3.2-2  
レゾ接合(木破少ない)



図 6.2.3.2-3  
フェノ接合



図 6.2.3.2-4 フェノ  
接合(木破多い)

(スカーフ機熱板画像)

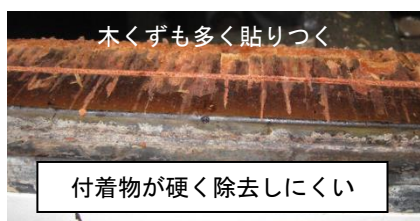


図 6.2.3.2-5  
レゾ使用中の熱板

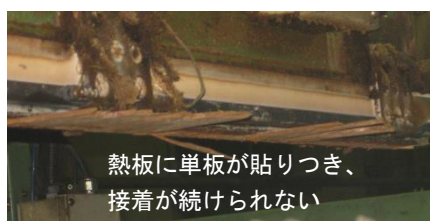


図 6.2.3.2-6 レゾ使用中  
の熱板(木片貼りつく)



図 6.2.3.2-7 フェノ使用  
中の熱板(黒い付着物)

### 6.2.3.3 結果

本縦継ぎ機での接着はレゾルシノール樹脂(TW-28)は困難であり、フェノール樹脂(D-117)であれば次の積層接着工程に送れる品質の接着が可能であった。

### 6.2.4 《プレス(積層接着)工程》 '17/10/31 実施

・含水率判定…1山目の上から2枚をプレス前に抜取り簡易法(電気式含水率計・高密度(H)用)で計測した。

表 6.2.4-1 測定結果

部位	含水率測定法	平均値	最高値	最低値	合否判定
心材	電気式(MR-200(H))	約 6.3%	約 8%	約 6%	合格
辺材	電気式(MR-200(H))	約 9.2%	約 10%	約 9%	合格

### 6.2.4.1 積層用接着剤

#### ● レゾルシノール樹脂(TW-28)

##### ・配合

レゾルシノール(TW-28)：硬化剤(スラリー)(スラー内訳：D用硬化剤30S・水)

・粘度測定1…製糊時粘度を粘度計(リオン株、VT-04F)で計測した。

表 6. 2. 4. 1-1 測定結果(製糊時粘度)

測定時間	8:30	9:25	10:20
粘度/温度	35dPa・s/13.7℃	31dPa・s/14.1℃	30dPa・s/14.2℃
測定時間	11:15	11:50	12:40
粘度/温度	31dPa・s/16.6℃	30dPa・s/15.1℃	31dPa・s/15.7℃

・粘度測定 2

…使用経過粘度を循環用樋の出口で受け取り、  
粘度計(リオン株、VT-04F)で計測した。



図 6. 2. 4. 1-1 循環糊粘度計測の様子

表 6. 2. 4. 1-2 測定結果(循環使用粘度)

測定時間	10:00	10:50	11:30	12:45
粘度/温度	50dPa・s/14.0℃	47dPa・s/14.5℃	52dPa・s/15.5℃	65dPa・s/16.5℃

6. 2. 4. 2 状況・所見

プレス機での接着で以下のことがわかった。

〈原板(縦継ぎ単板) 搬送〉

・薬剤処理単板は重く硬いため針刺し持ち上げが難しく引っ掛ることが多いのだが、前工程の縦継ぎ接着が不十分なものは薬剤処理単板の脆さから特に搬送時に割れが生じ、補修をしながらの塗布装置挿入となった。

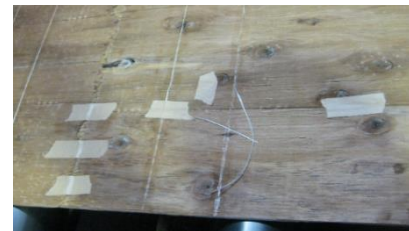


図 6. 2. 4. 2-1 割れの補修跡

〈塗布〉

・レゾルシノール樹脂は硬化、固化が早く可使用時間が短いのでスプレッタと離れた場所にある製糊場からの搬送は行わず、スプレッタ横の循環タンクに製糊した接着剤を投入した。

通常スプレッタと循環タンクの間を接着剤は常に循環し粘度は上昇していくが、フェノール樹脂なら使用可能な状態である。だが今回はレゾルシノール樹脂なので原則的にスプレッタ上部の糊溜まりの接着剤が塗布により減ったら、再び糊溜まりに継ぎ足していく方法を試みた(図 6. 2. 4. 2-2)。

しかし、製糊時粘度約 30dPa・s で問題視されなかったレゾルシノール樹脂はスプレッタ上部の糊溜まりに供給したところ液垂れを起こし、間隙調整を行った後もスプレッタ上側ロール、ドクターロールの端部から使用中ずっと液垂れを起こしていた(図 6. 2. 4. 2-3)。そこで液垂れした接着剤を、樋を使って循環タンクへ戻し、通常時と似た接着剤の循環使用を行いながら使用経過粘度を観察した(図 6. 2. 4. 2-4、表 6. 2. 4. 1-2)。

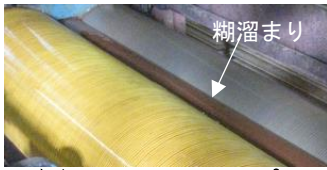


図 6.2.4.2-2 スプレッダ上部糊溜まり

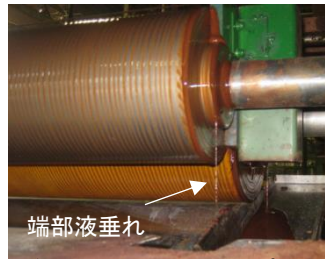


図 6.2.4.2-3 スプレッダ端部の液垂れ



図 6.2.4.3-4 樋で受け戻し循環

循環タンク内の接着剤の量が少なくなったら 10 kg ずつ継ぎ足し続け、経過粘度を樋の出口で受け計測していったところ、最大で 65dPa・s だったが、塗布や接着剤供給には問題が見られず、今回製造の約 4 時間では連続使用可能であることがわかった。

ただし、縦継ぎ工程時同様、場内温度、糊液温度が約 20℃ 以下であったことが条件の一つではないかと思われる。

#### 〈接着〉

・熱圧縮時にパンク音は確認されず、出来上がった大板についてもフェノール樹脂では感じられないほど硬く強固に接着がされており、簡易ナイフテストや目視では良好な接着状態であった。



図 6.2.4.2-5 木口の泡吹きの状態

熱圧縮後の大板の木口から前回のような泡状の吹き出しは無かったが、大板の表面には薬剤の染み出しのようなものが散見された。また熱圧縮中のハギ目などの透き間からは接着剤か薬剤かの染み出しがあり、熱板に付着し終了後に除去作業が必要だった(図 6.2.4.2-5、図 6.2.4.2-6)。

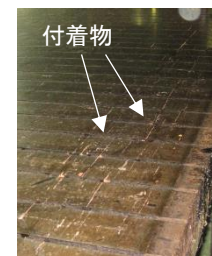


図 6.2.4.2-6 熱板の付着物

#### 6.2.4.3 結果

本プレス機でのレゾルシノール樹脂(TW-28)を用いた積層接着は簡易ナイフテスト、目視において良好な接着状態が確認された。

レゾルシノール樹脂(TW-28)の塗布装置連続使用について、接着剤の搬送経路を短くし、10 kg ずつ継ぎ足しを繰り返す供給方法であれば、接着剤を循環させる連続使用も今回の約 4 時間の製造においては可能であった。

### 6.3 まとめ

今回の実機での製造検証において、本縦継ぎ機でフェノール樹脂(D-117)であれば次の積層接着工程に送れる品質の接着が可能である。本プレス機での積層接着はレゾルシノール樹脂(TW-28)を用いることで良好な接着状態が確認され、今回の約4時間については連続製造が可能であることがわかった。

ただし、レゾルシノール樹脂は硬化、固化が早く可使時間が短いので、スプレッタ横のタンクへ製糊した接着剤を投入し、継ぎ足しを繰り返す供給方法で製造しなければならない。

また、レゾルシノール樹脂は30℃を超えると硬化が著しく進む性質なので、今回実施した時期の場内温度や糊液温度が約20℃以下であったことを踏まえ、夏の気温下でも使用できる配合や塗布、循環使用方法を探る必要があると考えられる。

さらに、製造過程における析出物の低減、連続生産のための製造条件の見直しが今後の課題である。