

樹皮粉末を接着剤の硬化促進剤として利用する

性能部 居住環境グループ 宮崎淳子

■ はじめに

合板は、家具をはじめ身の回りのさまざまな箇所で使用されているなじみの深い木質材料のひとつです。最近では製造技術の向上によって、高い強度性能を持つ合板を製造できるようになったことから、建築物の構造を支える箇所に多くの合板が使用されるようになりました。これらの合板は構造用合板と呼ばれ、その生産量は、今や合板全体の生産量の70%以上を占めています。

林産試験場では、構造用合板の生産における効率化を進めるためにさまざまな研究を行っています。ここでは、木材の樹皮粉末（写真1）を利用して接着の効率化を検討した試みについて紹介します。



写真1 樹皮粉末（カラマツ）

■ 合板の製造方法と課題

合板は、木材を薄く削って得られた単板を積層し、接着剤で貼り合わせた材料です。その製造方法の概要を図1に示します。丸太を煮沸または蒸煮して柔らかくし、大根のかつらむきのように削って単板を製造します。この単板は多くの水を含んでいるため、高温の乾燥機で乾燥します。十分に乾燥された単板に接着剤を塗り、コールドプレスで一定時間圧縮して仮接着した後、ホットプレスを用いて熱圧し、接着剤を硬化させます。接着剤によって適当な熱圧温度が設定されており、構造用合板の製造に用いられるフェノール樹脂接着剤では、通常120～140℃で熱圧されます。

合板の製造工程で多くの熱エネルギーを必要とするのは、単板の乾燥と熱圧です。特に乾燥工程では、蒸煮あるいは煮沸されて多量の水を含んだ単板を、含水

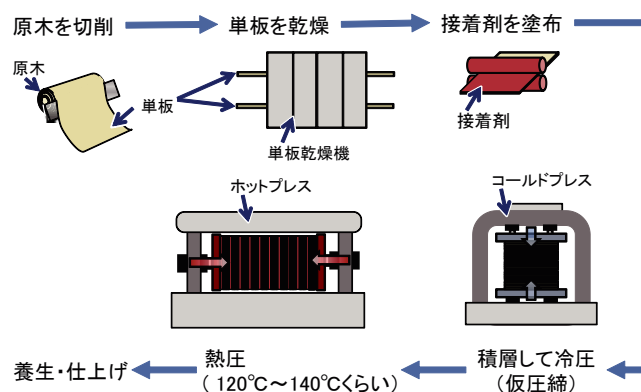


図1 合板の製造工程（概略図）

率が0～数%程度になるまで乾燥するため、多くのエネルギーと時間が費やされています。

写真2は、十分に乾燥されていない単板を用いて製造した結果、接着不良が発生した合板です。接着層は完全にはく離している様子わかります。

単板および接着剤中の水は熱圧工程で高温にさらされて気化します。発生した水蒸気は除圧と同時に膨張し、接着層のはく離が発生すると考えられています。この現象はパンクと呼ばれており、パンクが発生した合板は欠陥品となり出荷できないため、単板の含水率はきびしく管理されています。しかし、一方で単板含水率が0%近くになるまで乾燥するために、多くの時間とエネルギーが費やされ、単板の変色、厚さの欠損、狂いなど品質上の問題も引き起こされています。

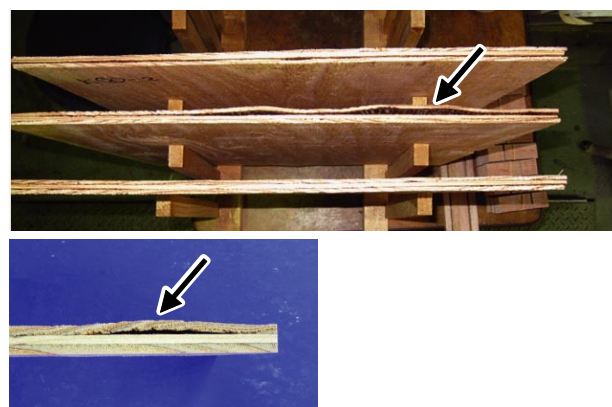


写真2 接着不良が発生した合板（単板含水率9.5%）

前述のとおり、パンクの原因は高温で熱圧することで発生する水蒸気によると考えられることから、低い熱圧温度で接着することができれば、現状のように単板の含水率を 0% 近くにまで乾燥しなくてもパンクは発生しにくくなるかもしれません。そこで、硬化促進作用があると言われる樹皮粉末をフェノール樹脂接着剤に加え、通常よりも低い熱圧温度で接着することで、含水率の高い単板を用いても構造用合板を製造できるか検討しました。

■ 樹皮によるフェノール樹脂の硬化促進

樹皮にはタンニンなどのポリフェノール類が含まれており、これらはフェノール樹脂の硬化反応と似た反応をすることが知られています。そのため、樹皮をフェノール樹脂の原料や添加剤として利用することを目的とした研究が古くから数多く行われてきました。林産試験場でもカラマツの樹皮成分をフェノール樹脂の原料として利用するための研究が行われていました¹⁾。

樹皮を粉砕して得られる粉末が接着剤の硬化促進剤として利用できることも報告されています。アカシアモリシマの樹皮粉末をフェノール樹脂に添加すると硬化時間が短縮されること²⁾、アカシアマンギウムの樹皮の微粉末をフェノール樹脂に加えると、熱圧温度を低くしても良好な接着性能が得られたこと³⁾が報告されています。

■ アカシアマンギウムの樹皮粉末による硬化促進

著者らは、民間企業との共同研究において、アカシアマンギウム樹皮を粉砕して得られた粉末について、フェノール樹脂の硬化促進作用と熱圧温度の低減の効果を調べました。

表 1 に、アカシアマンギウム樹皮粉末を添加したフェノール樹脂を用いて接着した合板の接着試験の結果を示します。比較としてフェノール樹脂のみで接着した結果についても示しています。なお、この試験で用いた単板の含水率は 7% でした。これまでの検討か

表1 アカシアマンギウム樹皮粉末を添加したフェノール樹脂で接着したときの接着可否

熱圧温度(°C)※	110	120	130
フェノール樹脂	×	×	○
フェノール樹脂+アカシアマンギウム樹皮粉末	○	○	○

○: 接着可, 合板の JAS に合格。×: 接着不良。

※熱圧時間は 30 秒/mm

ら、この程度の含水率であればパンクはほとんど起こらないことが分かっています。熱圧温度は 110, 120, 130°C で、熱圧時間は 30 秒/mm (合板の厚さ 1mm あたり 30 秒。ここで製造した合板は厚さ 15mm だったので熱圧時間は 7 分 30 秒でした。) としました。樹皮粉末を添加しない場合、熱圧温度 120, 110°C で接着層にはく離が観察されました。アカシアマンギウム樹皮粉末を添加すると、120, 110°C で熱圧した場合についても接着不良は認められず、合板の JAS に適合する接着性能が得られました。

次に、通常の合板製造で適用されている単板含水率よりも高い含水率 11% の単板を用いて接着を試みました (表 2)。その結果、樹皮粉末を加えていないフェノール樹脂では、熱圧温度が 110, 120, 130°C のいずれの場合においても接着不良が認められましたが、樹皮粉末を加えた場合、接着不良は認められませんでした。なお、110°C で熱圧した場合、合板の JAS における特類の基準を満たしませんでした。120, 130°C では基準を満たす接着性能が得られました。

表2 アカシアマンギウム樹皮粉末を添加し、含水率が高い単板 (含水率 11%) を接着したときの接着可否

熱圧温度(°C)※	110	120	130
フェノール樹脂	×	×	×
フェノール樹脂+アカシアマンギウム樹皮粉末	△	○	○

○: 接着可, 合板の JAS に合格。△: 接着できたが、合板の JAS に不合格。

×: 接着不良。

※熱圧時間は 30 秒/mm

■ 北海道産樹種の樹皮粉末における硬化促進

北海道産カラマツ、アカエゾマツの樹皮にもタンニンが多く含まれています。そこで、カラマツ、アカエゾマツの樹皮を粉砕して得られた粉末がフェノール樹脂の硬化促進剤として利用できるか、また通常の合板製造で使用される単板よりも高い含水率の単板を接着できるかについて検証しました。

表 3 は含水率 7% の単板を種々の熱圧温度で接着した合板の接着強さを示しています。熱圧温度が 110, 120°C のときは熱圧時間を 30 秒/mm (合板厚さ 9mm, 4 分 30 秒) とし、熱圧温度が 100°C のときは 35 秒/mm (合板厚さ 9mm, 5 分 15 秒) にしました。その結果、樹皮粉末を加えていないフェノール樹脂で接着した場合、110, 100°C で接着不良が認められました。アカエゾマツ、カラマツの樹皮粉末を加えると、110, 100°C で接着不良は認められませんでした。カラマツ樹皮粉末を

表3 カラマツ，アカエゾマツ樹皮粉末を添加したフェノール樹脂で接着したときの接着可否

熱圧温度(°C)※	100	110	120
フェノール樹脂	×	×	○
フェノール樹脂+カラマツ樹皮粉末	△	○	○
フェノール樹脂+アカエゾマツ樹皮粉末	○	○	○

○:接着可, 合板のJASに合格。△:接着可, 合板のJASに不合格。×:接着不良。

※熱圧時間:100°Cでは35秒/mm, 110・120°Cは30秒/mm

加えた場合、100°Cで熱圧した場合については、合板のJASにおける特類の基準に合格しませんでした。アカエゾマツの樹皮粉末を加えた場合、100°Cでも合格する接着性能が得られました。

次に含水率11%の単板の接着を試みました。その結果、熱圧温度が100°CではJASの基準を満たす接着性能は得られませんでした。熱圧温度を110, 120°Cにすると、熱圧時間が30秒/mm(合板厚さ9mm, 4分30秒)ではJASの基準を満たす接着性能は得られませんでした。熱圧時間を6分以上にするとJASの基準を満たす接着性能が得られました。

■ おわりに

アカシアマンガウム、カラマツ、アカエゾマツの樹皮粉末をフェノール樹脂に加えることで、熱圧温度を低減できることが分かりました。また、現状の製造ラインで適用されている単板含水率よりも含水率が高い単板を接着できることも分かりました。

一方で、樹皮粉末を加えることで接着剤の粘度が高くなり、塗布しにくくなること、フェノール樹脂の組成の違いによって樹皮粉末の効果が異なることも分かりました。今後は、これらの課題をふまえ、樹皮粉末を硬化促進剤として利用する技術の確立を目指して検討を進める予定です。

文献

- 1) 窪田實：林産試験場研究報告 79号 (1988).
<http://www.fpri.hro.or.jp/rskhou/25260002001.pdf>
- 2) 浜田良三，池田昭一，佐竹祥男：木材学会誌 15, 165 (1969).
- 3) 矢野浩之，小川荘介，川井秀一，稲井淳文，本馬洋子，山内秀文，那須英雄，山崎道人，矢田元一：木材工業 60, 478 (2005).