

木材接着剤用充填剤としてのもみ殻粉末の性能

井村 純夫 峯村 伸哉

1. はじめに

木材接着剤には老化防止、過度の浸透抑制の意味から充填剤を添加する。通常この充填剤には小麦粉の未粉が使用される。しかし、これは飼料としての競合用途を持つ上、原料小麦をほとんど輸入に頼っているため、供給が円滑にいかない場合もでてくる。そこでこの代替品としてもみ殻粉末を利用することを、合板・集成材・化粧単板用の接着剤について検討した。

なお、本報告の要旨は日本木材学会大会（昭和54年7月）で発表した。

2. 試験方法

2.1 粉砕機と粉砕方法

ボールミル及びロータリーカッター方式粉砕機を使用し、得られる粉末の程度分布を測定した。ボールミルは内径20cm × 長さ20cmのポットに径約3cmの磁製ボール62個をいれたものを用い、もみ殻300gを64rpmの回転数で1～30時間粉砕した。ロータリーカッター方式粉砕機には朋来製作所KKのBC型を使用し、60メッシュのスクリーンを装着して、100～600gのもみ殻を各1時間で供給するときのスクリーン通過量も求めた。

2.2 合板用接着剤への配合

2.2.1 未濃縮ユリア樹脂への配合

粒度の異なるもみ殻粉末を未濃縮ユリア樹脂（大鹿レヂンNo.210）に配合し、糊液性状の変化、仮接着力、接着力を測定した。配合割合は接着剤100部に対し、もみ殻粉末20部、水5部、塩化アンモニウム（以下塩安と略す）1部とした。比較のために小麦粉の配合糊液も同様にして調製したが、加水性が高いため水の配合量を20部とした。

糊液の性状についてはpHと粘度の経時変化を25

で測定した。

合板の構成は、シナ - ラワン - シナ（0.9 - 2.5 - 0.9mm）の3プライとし、塗布量は300g / m²（小麦粉使用の場合は310g / m²）、冷圧は10kg / cm²で30分とした。そして解圧直後と30分経過後の仮接着力及び側面のはく離の有無を調べた。仮接着力は特殊合板のJASの平面引っ張り試験法を参考とし、接着層に達するまでの切り込みを入れた2 × 2cm四方の表板を真上に引っ張り、はく離時又は破壊時の最大荷重を求めた。

熱圧は115℃、10kg / cm²、3分の条件で行い、圧縮後普通合板のJASにしたがって2類の温冷水浸せき試験を行い、引っ張りせん断強さを求めた。

2.2.2 水溶性フェノール樹脂への配合

粒度の異なるもみ殻粉末を水溶性フェノール樹脂（ディアノールD-18）に配合し、前項とほぼ同様の方法で糊液性状の変化、仮接着力、接着力を測定した。

配合割合は接着剤100部に対し10部とし、更に水10部を加えた。比較のために小麦粉及びくるみ殻粉末の配合糊液も同様の割合で調製し供試した。

熱圧は140℃で10kg / cm²、3分で行った。熱圧後、普通合板のJASに従って1類の煮沸繰返し試験を行い引っ張りせん断強さを求めた。

2.2.3 ビニルウレタン樹脂への配合

100メッシュパスのもみ殻粉末及び小麦粉をビニルウレタン樹脂（KRボンド7903）に配合し、1類及び2類用の合板を作製した。配合割合は、1類用は接着剤100部に対し10部、水20部、専用架橋剤10部とし、2類用は接着剤100部に対し20部、水25又は35部、架橋剤8部とした。塗布量は1類用は235g / m²、2類用は257g / m²とした。前項とほぼ同様にして合板を作製し接着力試験を行った。なお、冷圧は8kg / cm²で

1時間、熱圧は115 で8kg/cm²、2.5分とした。

2.2.4 - オレフィン樹脂への配合

100メッシュパスのもみ殻粉末及び小麦粉を - オレフィン樹脂（クラタックN - 600）に配合した。配合割合は接着剤100部に対し20部とし、ほかに水30部専用架橋剤5部を添加した。前項とほぼ同様にして合板を作製し2類の接着力を求めた。なお、塗布量は300g/m²、冷圧は10kg/cm²で30分、熱圧は115 で10kg/cm²、2分とした。

2.3 集成材用接着剤への配合

2.3.1 濃縮型ユリア樹脂への配合

100メッシュパスのもみ殻粉末及び小麦粉を濃縮型ユリア樹脂（プライアミンF - 36）100部に対し10部配合し、更に水10部と塩安1部ずつを配合して、ミズナラ柱目板（含水率12%、厚さ1cm）に100g/m²塗布した。そして15kg/cm²で24時間、室温で圧縮した。解圧後、1週間放置して集成材のJASに従ってブロックせん断試験と浸せきはく離試験を行った。

2.3.2 アルコール溶性フェノール樹脂への配合

100メッシュパスのもみ殻粉末又は市販のくるみ殻粉末を、アルコール溶性フェノール樹脂（プライオーヘン 5023）100部に対して10部配合し、更にメタノール10部、専用硬化剤10部を加えて、前項と同様にしてミズナラ挽き板を接着した。養生後、集成材のJASに従って煮沸はく離試験を行った。

2.4 化粧単板用接着剤への配合

酢酸ビニルエマルジョン（ボンドCH7L）と前記濃縮型ユリア樹脂の1：1（重量比）の混合物100部に、100メッシュパスのもみ殻粉末又は小麦粉を50部配合し、更に水66部、塩安0.5部を添加して、台板のラワン合板（含水率10%）に83g/m²塗布し、各種の化粧単板（含水率12%）を接着した。化粧単板にはヤチダモ、マカンバ、ミズナラ、セン、ニレ、ウォールナット、ローズウッド、チークの8樹種を用い、閉鎖堆積時間を30分、熱圧を108 で、5kg/cm²、3分の条件で行った。接着後、特殊合板のJASに従って2類浸せきはく離試験を行った。

2.5 もみ殻の加熱処理

もみ殻100部に5%の各種薬剤水溶液10部を混和し、1昼夜放置後150 に10分間加熱した。用いた薬剤はりん酸、しゅう酸、硫酸、塩安、塩化アルミニウム、塩化マンガン、塩化亜鉛、りん酸2アンモニウム、メタほう酸ナトリウム、ほう砂、炭酸ソーダである。加熱後、乳鉢で粉碎してふるい分けし、一部のものについて2.2.1と同様にして合板を作製し2類の接着力を測定した。

3. 実験結果

3.1 粉碎性

供試もみ殻の粒度分布は5～9メッシュが49%、9～16メッシュが45%と、ほとんどが5～16メッシュの粗い粒子であった。これをボールミルとロータリーカッター式粉碎機で粉碎するときの粒度分布を比較した。

まず、ボールミルで1～30時間粉碎する時の粉碎物の粒度を測定した結果、粉碎時間の増加と共に細かい部分は多くなるものの、その増加割合は極めて低く、例えば粉碎物の半部分が60メッシュパスとなるためには、10時間以上の粉碎が必要であった。

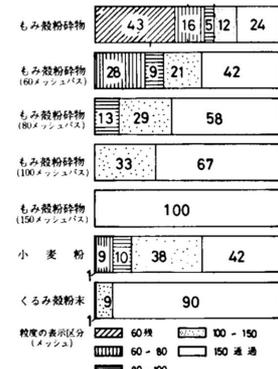
ロータリーカッター方式の粉碎機は、原料の連続供給が可能なので、供給時間を1時間と限定し供給量を100～600gと変えるときの、スクリーン残量を測定した。第1表に見るとおり供給量を増やすほど残量は多くなるものの、通過する最もまた多くなる。スクリーン通過量の供給量に対する割合を求めると、供給量が300gであるときに最も効率がよかった。前述のボールミルの充填量は300gであったが、このものの1時

第1表 ロータリーカッター方式の粉碎機による
粉碎結果

もみ殻供給量 (g)	60メッシュのスクリーンの	
	残 量 (g)	通 過 率 (%)
100	63.9	35.7
200	72.4	55.8
300	102.8	56.9
400	129.1	54.9
500	173.7	53.0
600	215.7	53.8

注) 供給時間は1時間

間経過後の60メッシュ通過量はわずかに5%に過ぎなかった。このことだけから断定はできないものの、ボールミルのようなこすり合わせるタイプの粉碎方式はもみ殻には不適當と思われる。



第1図 ロータリーカッター方式の粉碎機で粉碎したもみ殻粉末及び市販充填剤の粒度分布

ロータリー方式

粉碎機で60メッシュ通過の割合が最も高かった300g供給の場合について、その粒度分布を測定したところ第1図上段に示すように、60メッシュ通過量の約4割は150メッシュパスであった。

以後の充填剤の試験では、実用性を考慮し、限られたフラクションのみを試験するのではなく、一定粒度以上のものは全部供試するという形で検討した。第1図には、また供試したもみ殻粉末の粒度分布を、市販充填・増量剤の小麦粉及びくるみ殻粉末のそれと比較して示してある。

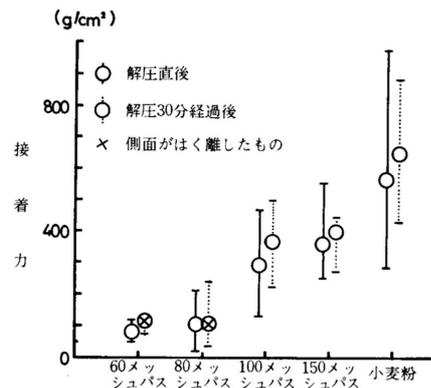
3.2 合板用接着剤への配合

3.2.1 未濃縮ユリア樹脂への配合

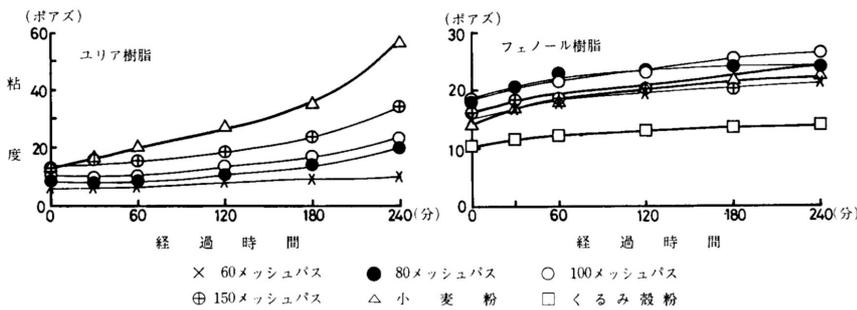
60メッシュパスのもの、80メッシュパスのもの、100メッシュパスのもの、150メッシュパスのもの4種のもみ殻粉末について、これらをそれぞれ未濃縮ユリア樹脂に配合し、糊液性状、合板の仮接着力、2類接着力を調べた。

糊液性状のうちpHの経時変化ではどの粒度構成のものも、比較に用いた小麦粉のものと同じ漸減傾向を示した。また粘度の変化では、第2図に示すように細かな粒度の混合量が多くなるほど経時増加が大きくなるものの、その増加率は小麦粉のものよりかなり低かった。製糊時の水の配合量は小麦粉の半分以下であることも合わせて、もみ殻粉末はかなりそ水性であることが分かる。糊液を長時間放置しても、もみ殻粉末は表面に浮く又は沈むといった現象は認められなかった。またスプレッターに糊液を添着し長時間回転しても、粉末だけが凝集するといった異常な現象は認められなかった。

次にこれらの糊液を使用して合板を作製し、仮接着力を測定した。仮接着力は冷圧締の解压直後と30分経過後の両方で測定し、側面のはく離の有無について調べた。その結果第3図に示すように60及び80メッシュパスのものでは、解压30分経過後ではく離が認められ、接着力も低かった。100及び150メッシュパスのもの

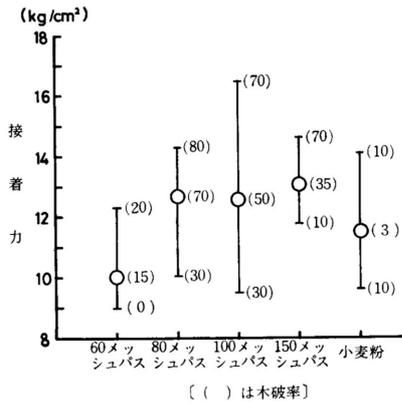


第3図 もみ殻粉末を配合したユリア樹脂の糊液の仮接着力

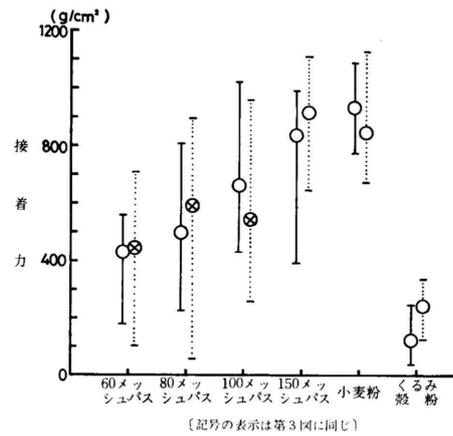


第2図 各種のもみ殻粉末を配合した合板用接着剤の糊液粘度の経時変化

のではく離は生じなかったが、その接着力は小麦粉のものより低かった。小麦粉のものより低い原因としては澱粉や蛋白質などの接着に寄与



第4図 もみ殻粉末を配合したユリア樹脂の糊液の2類接着力



第5図 もみ殻粉末を配合したフェノール樹脂接着剤の糊液の仮接着力

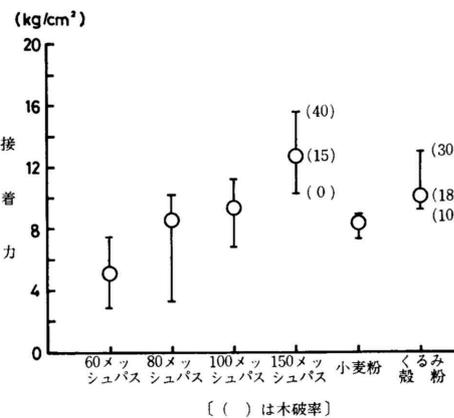
する成分がほとんどないためと思われる。なお、60メッシュのものでも、初期接着性を良好にすべく改質された接着剤に配合する時は、5 で冷圧し解圧後30分放置するといった過酷な条件下でもはく離は生じなかった。

第4図には熱圧後の温冷水浸せき試験結果を示している。図から明らかなようにいずれも合格の規準値である 7kg/cm^2 を上回っている。同時に行った小麦粉のものに比べても、60メッシュ以外のものはみなこれを上回っている。糊液性状、仮接着力の測定結果とも合わせ、少なくとも100メッシュのものであれば十分使用できるといえる。

3.2.2 水溶性フェノール樹脂への配合

種々の粒度構成のもみ殻粉末を水溶性フェノール樹脂に配合し、糊液粘度を測定した。第2図に見るように緩やかな経時増粘を示す。配合時のpHはいずれも10.2であり、240分経過後でもほぼ同じであった。市販充填材と比較すると小麦粉の変化とほぼ同じであった。くるみ殻粉はもみ殻粉末のものよりもpHが高く低粘度であった。

次にこれらの糊液を使用するときの仮接着力を第5図に示した。図から明かなように比較的細かな粒子の配合でも側面のはく離みは生じず、100~150メッシュで3割程度混じった100メッシュのものさえ解圧30分後にはく離している。仮接着力は細かな粒度の混合割合の多いものほど高くなる傾向が認められる。



第6図 もみ殻粉末を配合したフェノール樹脂接着剤の糊液の1類接着力

第6図には煮沸繰り返し処理後の引っ張りせん断強さを示したが、仮接着力の場合と同様、粒度が小となるほど強度が高くなる傾向が認められ、150メッシュのものを用いるものはくるみ殻粉より高い値となっている。規格の合格値である 7kg/cm^2 を十分に満たしているのは100又は150メッシュのものを用いる場合だが、仮接着力の測定結果とも合わせると150メッシュの粒度を使用するのが望ましいといえる。

3.2.3 ビニルウレタン樹脂への配合

ビニルウレタン樹脂は常温硬化型の接着剤に属するが、充填剤と水を加えて増量し、熱圧することにより

第2表 ビニルウレタン樹脂で接着した合板の接着力

配合割合(部)	100	100	100	100	100
ビニルウレタン樹脂	100	100	100	100	100
もみ殻粉末	10	—	20	20	—
小麦粉	—	10	—	—	20
水	20	20	25	35	25
架橋剤	16	10	8	8	8
引っ張りせん断強さ ^{a)}					
常態試験	10.7 (58)	14.0 (80)	14.5 (23)	9.6 (0)	18.2 (95)
1類	10.7 (6)	10.8 (15)	—	—	—
2類	—	—	11.6 (0)	9.3 (0)	11.6 (0)

注) a) 単位はkg/cm², ()は木破率を示す。

1類又は2類合板用の接着剤となるものが最近市販された。第2表は100メッシュパスのもみ殻粉末を配合したときの接着力の測定結果であるが、架橋剤添加量が多い場合は1類に、少ない場合は2類に合格することが分かる。2類の場合、増量倍率を1.5としても規格に合格している。なお、仮接着はいずれも良好ではく離は認められなかった。

3.2.4 - オレフィン樹脂への配合

- オレフィン樹脂は非ホルマリン系接着剤の一つとして合板製造に用いられる。100メッシュパスもみ殻粉末を20部配合する場合、水の配合量が15部であれば2類に合格する接着力が得られるが、30部の場合は塗布量を多くしても十分な接着力が得られない。更に粉末の配合量を多くする場合は、糊液の塗布性が悪くなり、もみ殻粉末がローラー上で凝集し、接着剤と分離してしまう。250メッシュパスの粉末を配合する場合でも同様の現象がみられた。小麦粉を配合する場合はこのような現象が生じないことから、- オレフィンのようなエマルジョン系樹脂に配合する場合、そ水性の物質は親水性のものに比べ混和性の劣ることが想像される。

3.3 集成材用接着剤への配合

100メッシュパスのもみ殻粉末をユリア樹脂に配合してミズナラ柱目板を接着した。集成材のJASにしたがって浸せきはく離試験を行った結果、はく離は全く認められなかった。したがって造作用として使用できることが分かった。なお、常態のブロックせん断試

第3表 もみ殻粉末を配合した常温硬化型接着剤の圧縮せん断強さ (単位 kg/cm²)

	ユリア樹脂へ配合		フェノール樹脂へ配合	
	100メッシュパス	小麦粉	150メッシュパス	くるみ殻粉
平均	170(74)	151(67)	168(75)	169(57)
最大	203(100)	171(100)	184(100)	208(100)
最小	105(40)	116(40)	148(50)	136(30)

注) ()は木破率

験を行ったが第3表に示すように平均で170kg/cm²のせん断強さを示し、比較に用いた小麦粉配合のものより若干よい結果となった。

フェノール樹脂に配合して煮沸はく離試験を行った結果、所定時間の処理後の試験片には接着層のはく離は全く認められなかった。またブロックせん断試験の結果は第3表にみるように平均168kg/cm²のせん断強さと、75%の木破率を示し、60kg/cm²以上で40%以上という構造用の規準に十分適合している。比較に用いたくるみ殻粉末と較べても何ら遜色ない。

3.4 化粧単板用接着剤への配合

酢ビ-ユリア樹脂混合物に100メッシュパスのもみ殻粉末を配合し、8樹種の化粧単板を接着して、特殊合板のJASによる2類浸せきはく離試験を行った結果、比較に用いた小麦粉配合のものと同様、はく離は全く認められなかった。作業性の点でも問題はなく、化粧単板用接着剤の充填剤としても、小麦粉と同様に使える。

3.5 もみ殻の熱処理

もみ殻はもみを雨水や衝撃から保護する役割を担っているため、堅く強じんて粉碎しにくい。そこで熱処理による粉碎性向上の可能性を調べた。まず、もみ殻をそのまま加熱する場合は200℃でもほとんど効果がなかった。そこで各種薬剤を5%添着し、150℃で10分間加熱して、効果を比較したところ、硫酸、塩化アルミニウム、ほう酸、メタほう酸ナトリウムのものかなりの粉碎性向上効果が認められた。このうち硫酸は炭化着色が強く、加熱温度を下げてコントロールは難しかった。硫酸以外の前記3薬剤添着熱処理粉末について、これを未濃縮ユリア樹脂に配合し、2.2.1と同様の方法で合板を作製して温冷水試験を行った結

果、塩化アルミニウム以外のものは規格に合格した。塩化アルミニウム添着のものは硬化剤を添加しないと規格に合格した。この薬剤は酸性であるため、糊液調製時に別に硬化剤を添加すると、接着層の酸加水分解が促進され接着力が低下するものと思われる。

強酸性の硫酸を除き、薬剤を添着して加熱処理するとしても、150 の温度は必要であった。塩安添加樹皮の熱処理でも同じような結果¹⁾が報告されている。

一度乾燥したもみ殻に薬剤水溶液を添着し加熱することはかなりのコスト高となる。もみ殻は大量にあるので全量粉碎は必要ない。性能のよい粉碎機に前処理することなくそのまま供給して、微粉末が最も効率よく採れる条件で粉碎し、粗大粒度のものは堆肥などの用途にむけるのが現状で最もよい粉碎方法に思われる。

なお、最近、膨軟化装置によるもみ殻粉碎が行われ始めているが、この処理で副生する微粉末も本試験と同じような充填剤としての性能を有しているようである。

4. まとめ

もみ殻粉末を各種の木材接着剤用充填剤として使用することを検討した。その結果、ユリア樹脂及びフェノール樹脂に対しては、合板及び集成材用とも小麦粉

あるいはくもみ殻粉と同様に用い得ることが分かった。もみ殻粉末の適正粒度は、配合接着剤によって異なるものの、仮接着力を考慮して、ユリア樹脂に対しては100メッシュパスのものを、フェノール樹脂に対しては150メッシュパスのものが望ましい。

- オレフィン樹脂、ビニルウレタン樹脂は非ホルマリン系接着剤として使用されるものである。これらに対してももみ殻粉末は小麦粉と同様に使用できる。ただ - オレフィン樹脂については配合割合を大きくすると塗布性が損われ、接着力が低下する。

化粧単板用の酢ビ-ユリア樹脂混合接着剤には、何ら問題なく小麦粉と同様に使用できる。

もみ殻の廃棄量は全国で年間300万トン以上と推定される。一方、木材接着剤用充填剤の消費量は年間10万トン程度と考えられる。最近は脱穀所も集中大型化しているので、充填剤としての供給は十分可能と考えられる。

文 献

1) 森 滋ほか6名：林産試験報，No. 63 (1975)

- 木材部 接着科 -
(原稿受理 昭和54.4.19)