

蒸気処理竹粉を利用した製品開発

太田幸伸^{*1}、福田聡史^{*1}、来川保紀^{*1}

Development of Products Using Steam Processing Bamboo Powder

Yukinobu OTA^{*1}, Satoshi FUKUTA^{*1} and Yasunori KITAGAWA^{*1}

Industrial Technology Division, AITEC^{*1}

エンボスマットの量産化および低コスト化を目指し、蒸気処理竹粉の自己接着性を調べた結果、最適条件（蒸気処理温度180℃、プレス温度180℃、プレス時間60sec、含水率45%）では25.8Nのはく離力が得られることが分かった。また、蒸気処理竹粉をオガコと複合化する製造法を検討し、全量蒸気処理木粉を使用した場合の最大はく離力（約9N）と同程度以上が得られ、蒸気処理にかかるコストも半分から3分の1に削減することができた。さらに、生分解性のバインダを添加して成形したエンボスマットの敷設試験を実施し、早いものでは3ヶ月程度で穴が開きはじめ生分解性を示すことが分かった。

1. はじめに

最近、多面的な機能が再認識されつつある森林や都市近郊林の保全と活用の観点から、その生産物である木材とともに森林への侵入により山の管理上問題になっている竹について、その利用を促進するための用途開発が必要となっている。

本研究所では、これまでに木材の新しい用途や未利用残廃材の利用法を開発するため、木質材料の成形技術、熱処理技術、成分利用技術を検討してきた。そして、蒸気処理した木質材料の自己接着性を利用した熱プレス成形によるエンボスマットの開発¹⁾と、木質繊維をニードリングにより絡めてマット状に成形するフレキシブルマットの開発²⁾³⁾⁴⁾を行った。

ここでは、これら開発品の事業化を目指しさらなる製造の効率化、省エネ化を図るため、新たに熱流動性が良いとされる竹を導入し、蒸気処理した竹粉の接着性を調べた。竹は、約140℃付近に軟化温度が有り、蒸気処理温度を今までの200℃前後から140℃前後に下げることが可能と考えられる。また、熱流動性がよく、冷えると形をとどめることから熱プレスした場合も接着性が良いことが考えられる。そこで、低コスト化を図る方法として蒸気処理竹粉とオガコの複合化を考案し、蒸気処理生成物の使用量削減を検討した。

また、昨年考案した生分解性のある接着成分を添加して成形したエンボスマットと、木質繊維に種子（西洋芝）を混入して成形したフレキシブルマットについて、実際に屋外の土の上に敷設して生分解性と発芽の状況を

検討した。

2. 実験方法

2.1 蒸気処理竹粉マットの成形条件とはく離試験

エンボスマットを成形する際には、蒸気処理を施した木粉が持つ自己接着性を利用する。この接着力は、樹木

表 1 はく離試験体の作製条件

項 目	条 件
蒸気処理	
原 料	竹粉
温 度 (℃)	140、160、180、200、220
時 間 (sec)	1200
予備成形	
投入量 (g/mm ²)	0.001
含水率 (%)	45
大 き さ (mm)	縦90×幅70
熱プレス成形	
温 度 (℃)	140、160、180
時 間 (sec)	10、30、60
圧 力 (MPa)	5.9
加圧面	
大 き さ (mm)	縦70×幅50

^{*1} 工業技術部 応用技術室

の種類や蒸気処理の条件、さらに熱プレスの条件により大きな差が生じる。このため、既報^{4) 5)}と同様に熱プレス成形条件、および蒸気処理条件と接着力との関係を調べた。

接着力を評価するための試験体の作製条件を表1に示す。試験体の原料は、あらかじめ粉碎した竹を使用した。表には蒸気処理竹粉を作製するための蒸気処理条件、この竹粉をコア材とし表裏を木綿布で包んでマット状にする予備成形条件、および熱プレス成形条件を示した。比較として、未処理の竹粉からも同様の試験体を作製した。

接着力の評価は、JIS K 6854-1 (はく離接着強さ試験方法 90度はく離試験) に基づき、はく離速度2.5mm/secで行った。

2.2 蒸気処理竹粉添加オガコマットの成形条件とはく離試験

エンボスマットの製造では蒸気処理と熱プレス成形に多大な熱エネルギーコストを要するため、製造コスト削減のためには、蒸気処理工程を省いた木粉を用いる方法が考えられる。しかし、原料の木粉は蒸気処理を行わないと自己接着性を持たないため、マットとして成形できない。そこで、蒸気処理を施していないオガコに蒸気処理竹粉を添加することにより、接着力を持たせる方法を考案した。

はく離試験に使用する試験体のコア材の原料はスギオガコとし、蒸気処理竹粉の添加量は、乾燥重量で10wt%~50wt%となるように調整した。このコア材を用いて、蒸気処理竹粉の試験と同様の条件で予備成形および熱プレス成形し、はく離試験を行った。

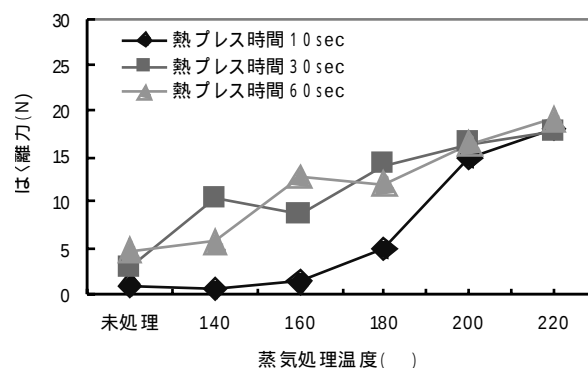
2.3 敷設試験

昨年考案したエンボスマットおよびフレキシブルマット⁴⁾は、廃棄する場合の環境への影響を考え開発したもので、オガコに接着成分としてデンプンやポリ乳酸を添加し自然材料のみから成り、生分解性を持つ。その用途としてはマルチング材、植生マットなどが考えられる。そこで、本研究ではこのエンボスマットと、フレキシブルマット中に種子(西洋芝)を混入させたものを実際に当研究所屋外の土の上に敷設して、生分解性と発芽の状況を観察した。

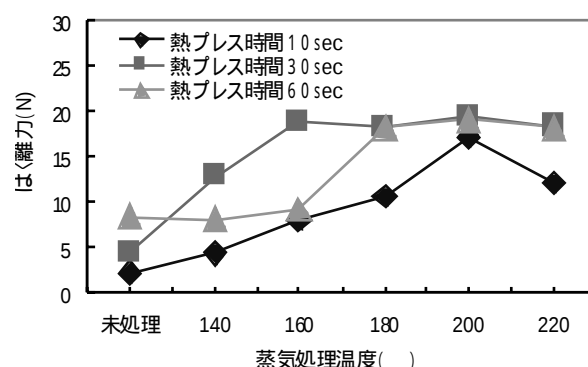
3 . 実験結果及び考察

3.1 蒸気処理竹粉のはく離強度

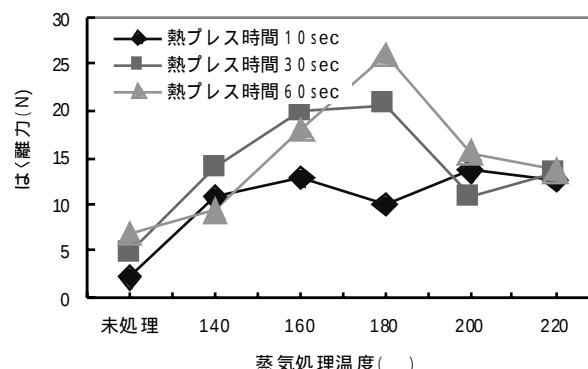
各種条件で熱プレス成形したマットの、はく離力に及ぼす蒸気処理温度の影響を図1に示す。参考に蒸気処理しない竹粉の場合も示す。いずれも成形時の含水率は



a) プレス温度140、含水率45%の場合



b) プレス温度160、含水率45%の場合



c) プレス温度180、含水率45%の場合

図1 蒸気処理竹粉マットのはく離力に及ぼす蒸気の処理温度影響

45%である。プレス温度140℃では、はく離力はプレス時間を長くすると大きくなり、また、蒸気処理温度の上昇に比例するようになった。しかし、プレス温度180℃では、蒸気処理温度の効果が200℃以上でみられなくなった。一方、プレス温度を180℃に上げると、低い蒸気処理温度域でも強いはく離力が得られることが分かる。特に熱プレス時間10secの場合に顕著であり、蒸気処理温度160℃と180℃の温度域においてプレス温度を上げるとはく離力の大きな上昇がみられる。

昨年までの研究において、比較的是く離力の高いブナ

材の蒸気処理木粉は9 N程度（蒸気処理温度200、プレス温度220、含水率45%、プレス時間10秒）のはく離力が得られたのに対して、蒸気処理竹粉では最大でほぼ3倍のはく離力が得られている。また、プレス温度180では蒸気処理温度が140でもはく離力はブナと同等であり、蒸気処理に要するエネルギーの節約に貢献できる。また、熱プレス時間が10secでも9 N以上のはく離力が得られており、製造時間の短縮にも貢献できる。

各蒸気処理温度で高いはく離力が得られた条件とそのはく離力を表2に示す。この結果から蒸気処理温度180、プレス温度180、プレス時間60sec、含水率45%の条件で最大はく離力25.8Nが得られ、それ以上蒸気処理温度を上げてはく離力は20 N前後の値で限界になることが分かる。このため、はく離力だけを求めるならば蒸気処理温度を160まで下げることが可能である。水の蒸気圧は200の時に1.6MPaであり、160の時に0.6MPaであることから、蒸気処理時の蒸気圧力を約3分の1に抑えることができると考えられる。このことは蒸気処理の設備を導入する場合、設備の耐圧力を下げることができ、投じる設備費の削減につながる。また、蒸気処理の温度を下げることで、蒸気ボイラーに投入するエネルギーも削減でき、蒸気処理全体にかかるエネルギーの削減に多に貢献できる。

表2 蒸気処理竹粉のはく離力の高い条件

処理温度 ()	プレス温度 ()	プレス時間 (sec)	含水率 (%)	はく離力 (N)
未処理	160	60	45	8.5
未処理	180	60	60	8.0
140	180	30	45	13.4
140	160	60	30	16.6
160	180	30	45	20.0
160	180	60	30	21.6
180	140	60	30	20.6
180	180	60	45	25.8
200	160	10	45	17.2
200	160	30	60	19.7
220	140	60	45	19.0
220	160	60	60	21.2

3.2 蒸気処理竹粉添加オガコマットのはく離強度

竹粉の添加量を変化させてオガコと混合した試験体のはく離力を、表2に示したはく離力の強い条件のうち蒸気処理温度180以上で作製した竹粉について図2に示

す。また、参考として未処理の竹粉を接着成分として用いた場合も記した。いずれの場合も添加した竹粉の割合によりほぼ直線的にはく離力が変化することが分かる。また、蒸気処理竹粉の添加割合を30%から50%にすることにより、蒸気処理木粉で最大はく離力が得られたブナ材の9 Nと比較して、同等以上のはく離力が得られた。これにより蒸気処理竹粉の使用量を減少させることができ、蒸気処理にかかる熱エネルギーの節約につなげることが可能である。また、条件によってはプレス時間を10secにしてもはく離力は9 N以上あることから、製造時間の短縮や、ロールプレスを使用した連続プレスも可能と考えられる。さらに、熱プレス時の加熱温度が140の場合でも9 Nを満足する条件があり、蒸気処理の熱エネルギーに加え、プレス時の熱エネルギーの消費を抑えることが可能である。

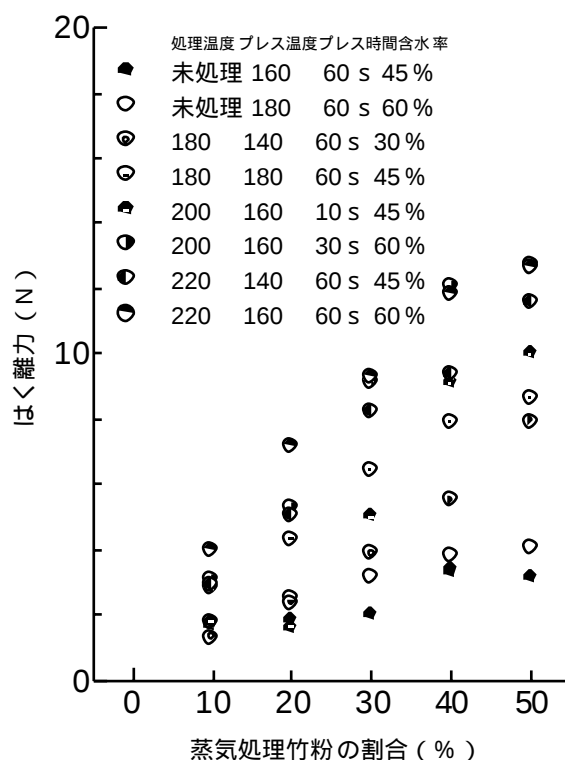
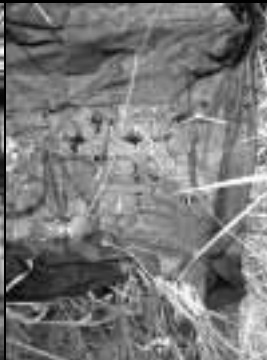
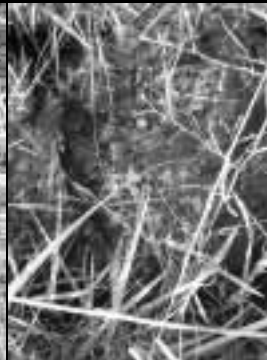


図2 オガコに蒸気処理竹粉を添加した試験体のはく離力に及ぼす竹粉添加割合の影響

3.3 敷設試験

表3にエンボスマットの敷設試験結果を示す。マットの分解・腐朽性は、デンプンを使用したマットにおいて顕著に認められた。特に熱プレスで接着した部分に穴が開くことが分かった。これは、プレスで熱を加えたところはデンプンが分解もしくは分解しやすくなっており、昆虫などの餌になったためと思われる。このような

表 3 エンボスマットの敷設試験結果

	最 初	1 3 週間後	2 0 週間後	2 2 週間後
デ ン ブ ン				
ポ リ 乳 酸				

マルチング用マットは敷設されるとそのまま放置されることがほとんどであり、分解して朽ちていくことは、自然環境を考えた場合、好都合であり利用価値が高い。一方、ポリ乳酸を使用したものは分解が認められなかった。ポリ乳酸は生分解性を持っているものの、自然環境の中ではある程度安定性が高いことが分かる。このことから、実際には生分解性と接着力の異なる複数の接着成分の混合割合を調節することにより、生分解性を調節でき、さらに接着力の調節もできる可能性が示唆される。

また、防草効果については、マット周囲に比べると明らかにマット部分の草の繁殖が抑えられており、防草マットとしての効果が十分認められた。

種子を入れたフレキシブルマットについては、発芽するまでには至らなかった。マットの表面が黒いため太陽熱を受けて常時乾燥しており、発芽しにくい状態であったためと推測される。このため、種子入りマットとして使用する場合は、マットの色を白色などに変えたり、散水を頻繁にして、種子を発芽させてから敷設するなどの処置が必要と思われる。

4. 結び

竹材を用いたエンボスマットの製造条件を把握することができた。また、蒸気処理竹粉をオガコ等の接着材として添加し成形する方法を検討したところ、はく離力でブナ材を上回る接着力が付与でき、熱エネルギーの消費を抑えることができた。マットの利用法についても多くの知見が得られた。

今後は、これらの結果をマットの製造に反映し、製品化を目指す。

文献

- 1) 高須ほか：愛知県工業技術センター研究報告，37，47(2001)
- 2) 酒井ほか：愛知県産業技術研究所研究報告，2，20(2003)
- 3) 酒井ほか：愛知県産業技術研究所研究報告，3，46(2004)
- 4) 太田ほか：愛知県産業技術研究所研究報告，4，54(2005)