

木質材料の高度利用技術（平成15年度報告）

2-2① 木質材料の高度利用技術 木方洋二、木方千春（コア研究室）

2-2② 木質系環境材料の用途・製品開発

酒井昌夫、福田聡史、来川保紀、稲垣三喜男、高須恭夫、高橋勤子、福田徳生
（愛知県産業技術研究所）

I 実施事項と主要成果

木材、残廃材等を積極的に、かつ環境に配慮した方法で循環的に活用することを目指して、ボード化技術、熱処理技術、成分利用技術の開発に向けた検討を行った。

本年度の研究実施事項及び主要結果（概要）は次のとおりである。

1 木質系エンボスマットの作製

蒸気加熱処理を施した木質材料の自己接着性を利用して作製する木質系エンボスマットについて、量産化を目指し家屋解体材などの安定供給可能な木質系廃材などに対象樹種を拡大して製造実験を行い、適正な製造条件を提案した。

2 木質系フレキシブルマット及びエンボスマットの試験施工

これまでに開発した木質系フレキシブルマット及び木質系エンボスマットの試作品を用いて敷設試験を行ない、防草効果・土壌の代用などの有用性を確認すると共に、マットが有する生分解性による劣化を観察し、マットの耐久性を確認した。

3 木質成形体の作製

蒸気加熱処理を施した木質材料の自己接着性と熱流動性を利用して調製するプラスチック状の成形体について、以下の成果を得た。

- ・原料木材の蒸煮条件、蒸煮木粉の熱流動条件、蒸煮木粉の成形温度、圧力等、木質成形体の物性を調べ成形体製造の適正な条件を明らかにした。
 - ・木材以外のリグノフェノール系資源も同様の方法で成形体が調製できることが分かった。（具体的結果については、後述する。）
- より効率的な製造方法を導入のするため製造時間短縮

II 計画に対する達成度

研究項目及びその内容についてほぼ達成した。

III 特許

・特許出願

○「リグノセルロース系材料及びその利用」

出願日：2002年8月30日

出願人：科学技術振興事業団、愛知県

IV 外部発表状況

・論文

○「木材の自己接着によるボード成形」 高須、酒井、福田、木方：愛知県産業技術研究所研究報告, 1(2002)

・ 口頭発表

- 「蒸煮処理木粉の熱流動性」
高須、酒井、福田、森川、木方：第 52 回日本木材学会大会（岐阜 2002）
- 「蒸煮処理木粉を用いた成形体の製造とその性質」
高須、酒井、福田、木方：第 53 回日本木材学会大会（福岡 2003）
- 「Roof Garden」
木方：国際ランドスケープフロンティア国際シンポジウム 2002（福岡 2002）
- 「自己接着木質系エンボスマット及び木質フレキシブルマット」
木方、岡田、酒井、高須：第 7 回資源循環型生産システムシンポジウム（名古屋 2002）
【資源循環型生産システム研究会会長賞受賞】
- 「木材の自己接着によるボード成形」
酒井、高須、福田：第 27 回工業技術研究大会（刈谷 2002）

・ 講演会、研究発表会等への出講・発表

- 「接着剤を用いないボード成形技術」
高須、木方：第 27 回持続性木質資源工業技術研究会（名古屋 2003）

・ 研究成果の展示会への出展

- 産学交流テクノフロンティア 2002 始め 5 件

V 今後の展望

- ・ 成果の企業化に向けて必要な製造技術の研究開発及び開発品の評価を行う。
- ・ 外部発表、講演会、各種の事業を通じて成果の普及・実用化を図るとともに、実施可能な企業等への技術的支援を行っていく。

VI 研究内容

VI-1 木質系エンボスマットの作製

1 緒言

木質廃材の活用のため、石油系のバインダ等を一切用いず、蒸煮処理を行った木質材料の自己接着性を利用したマットの成形を検討した。これまでに凹凸を有する溝付金型により蒸煮処理した木質材料と不織布の積層体にエンボス加工することで柔軟性を有するエンボスマットを作製する手法を開発した。今年度はこのエンボスマットの量産を検討するため、まず原料として安価かつ大量供給が可能な家屋解体材などを原料とした木質系残廃材での製造条件を把握することを目指し、従来のブナ材に加えスギ辺材と針葉樹を主体とする木質系残廃材チップ(以後廃木材チップとする)を用いたマットの自己接着性を評価した。また廃木材チップではロールプレス等の新しい成形法を検討するため短時間でのプレス成形の評価もあわせて行った。

2 実験方法

エンボスマットの製造工程のフローを図1に示す。木粉を蒸煮したのちプレスで加熱成形を行うと、蒸煮処理した木粉が有する自己接着性が発現して多様な成形物を得ることが可能になる。本研究ではこの性質を利用してエンボスマットの開発を続けてきた。エンボスマットはマット成形時に凹凸を有する金型を用い、マットにこの凹凸を転写して成形を行うものであり、試作品を図2に示す。図2のマットの溝にあたる部分では金型により蒸煮処理された木粉に熱と圧力が加えられ、表面の繊維層と内部の木粉が接着されている。

これまでのエンボスマット開発には原料として、自己接着性を比較的得やすいと考えられるブナ材を主に用いてきた。しかし今年度はエンボスマットの量産に利用可能な原料の物性値と成形条件の関係を明らかにすることを目的とし、ブナ材、スギ材(辺材)、廃木材チップを用いてエンボスマットの製造条件と物性の評価を実施した。マットの物性として木粉の自己接着力に着目し、その評価方法には図3に示す90°はく離試験を採用した。また図4に試料調製用金型および調製済の試料を示し、調製条件その調製条件を表1に示した。

3 結果

ブナ材 200℃20分蒸煮木粉と 220℃20分蒸煮木粉を用いた試料の最大はく離力の測定結果を図5と図6に示す。160℃から200℃までの範囲では蒸煮温度の上昇に伴いはく離力性が向上し、図5に示すようにそれぞれ木粉の含水率、プレス成形温度、成形時間の増大に伴いはく離力が増大することが知られている。しかし220℃蒸煮木粉を用いて成形した場合、図6の含水率が15~30%の部分ではプレス温度が上昇してもはく離力は向上せず、200℃以下での蒸煮木粉を用いた場合と異なることが判明した。これまでブナ材の場合含水率30%、プレス温度180℃、プレス時間30秒を標準条件として試作と敷設試験を行ない、この成形条件ではく離力は図5より約6.7Nであった。図6では高いプレス温度と低い含水率での成形ではく離力は図5より約6.7Nと同等以上の値を示す。このはく離力が低下した現象を生じた試料を図7に示す。これを観察した結果、繊維と木粉の接着は良好だが、接着面全面にわたり木粉内部から破壊を生じた。これは成形時に自己接着現象とは別に木質成分の脆化を生じ、強度低下を生じたと考えられる。これらの現象と、蒸煮に要するエネルギー、コストの増大などの点を考慮すると、高い強度を要求される場合などを除いて

実用上の蒸煮温度は 200℃程度で十分と考えられる。

次にスギ辺材、廃木材チップでの試験結果を図 8 と図 9 に示す。スギ辺材、廃木材チップ共に含水率 30%前後ではく離力が最大となり、それ以外ではく離力は急激に低下する。また含水率 30%の場合、プレス温度が 180℃以上ではく離力は増加せずほぼ一定であること、プレス時間については 30 秒以上とすることでブナ材とほぼ同等のはく離力を示すことが判明した。これらのことからスギ辺材、廃木材チップも含水率を 30%に管理し、プレス温度と時間を十分付与することでブナ材と同等の強度を有するエンボスマット作製が可能であることが判明した。また更に図 9 での成形時間 3 秒は直径 350mm のロールプレスを用い、毎分 1 mのマットを成形する場合に 1 箇所熱と圧力を加えることが可能な時間として定めたものである。図から明らかのように 3 秒間では十分なはく離力は得られないので、ロールプレスのような連続成形を実施するためにはプレス成形時に予備加熱を行なうなど、蒸煮木粉が温度上昇するために必要な時間を確保することで対応可能と考えられる。最後に今回の実験から得られた 200℃20 分蒸煮による廃木材チップを用いた場合の、最適なエンボスマット作製条件を表 2 に示す。

4 今後

家屋解体材による残廃材チップ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。これにより大量供給が可能な原料をエンボスマットに利用でき、量産化と製品のストダウンに寄与するものと確信している。また、今後は更に調査対象樹種を拡大しデータベース化を図ることで、より多くの木質系残廃材に対応し、木質資源の有効利用の手段として確立することを目指す。

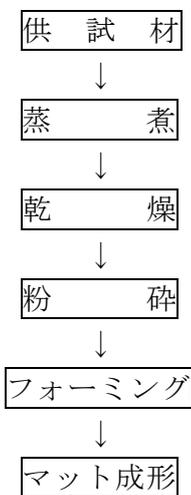


図 1 エンボスマット成形手順

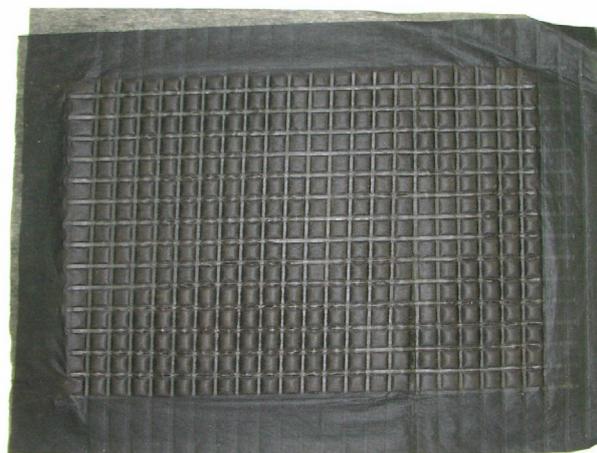


図 2 エンボスマット

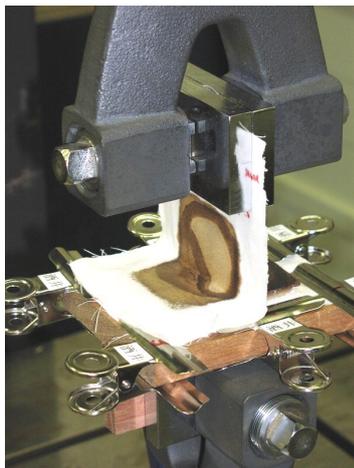


図3 マットはく離試験



図4 試料成型用金型(左)と試料(右)

表1 試料調製条件

試料調製条件	
項目	数値
接着面寸法	縦 7cm×幅 5cm
蒸煮条件	200~220℃ 20min
使用木粉	ブナ材、スギ辺材、廃木材チップ
プレス条件	160℃~220℃ 3~60sec

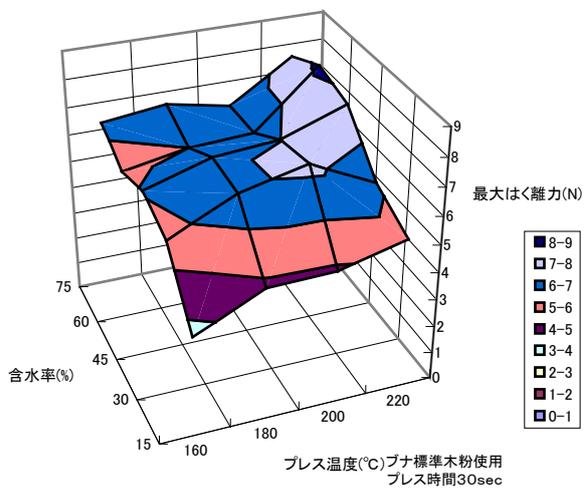


図5 はく離試験(ブナ 200℃蒸煮木粉)

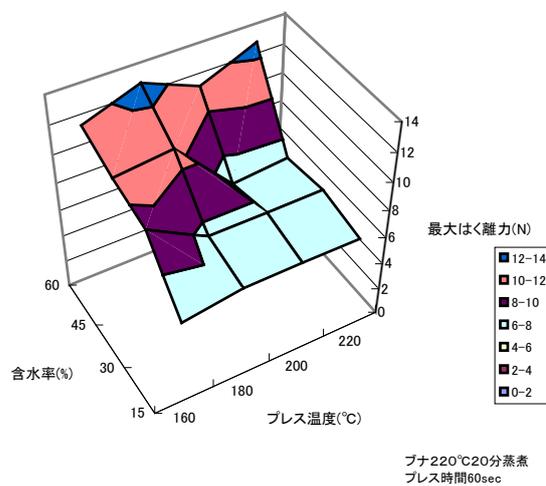


図6 はく離試験(ブナ 220℃蒸煮木粉)



図7 はく離試験後の試料

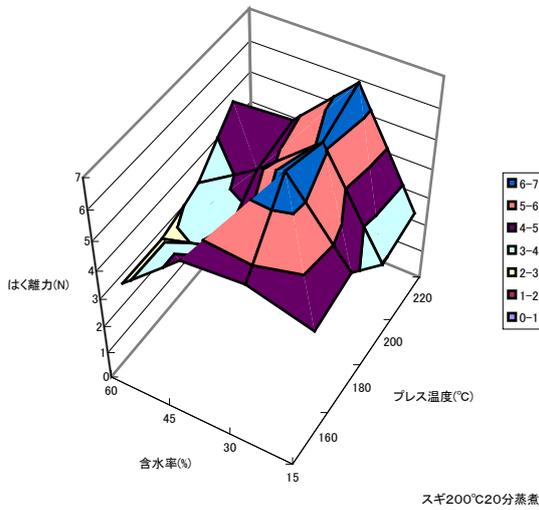


図8 はく離試験(スギ辺材 200°C蒸煮)

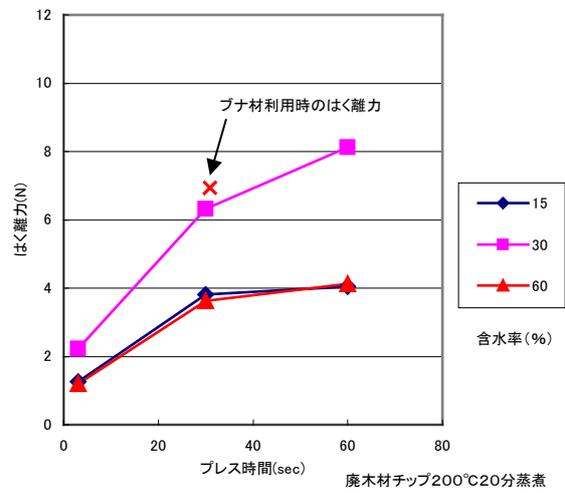


図9 はく離試験(廃木材チップ 200°C蒸煮)

表2 廃木材チップによるマット作製の適切な条件

プレス成形条件

項目	数値
温度	180°C以上
時間	30秒以上
圧力	64kg/cm ²
含水率	30%

VI-2 木質系フレキシブルマット及びエンボスマットの試験施工 【マットを用いた緑化モデルの試験経過】

1 緒言

前項で開発・試作された、木質フレキシブルマット及び木質エンボスマットの実用化に向けて緑化モデルを設計、施工し、経年変化を調査している。

この緑化モデルは、平成13年12月に、愛知県産業技術研究所内に施工した。木質廃材の新しい用途を提案することを目的に木質フレキシブルマット、木質エンボスマット及び木質セメントブロックを代替培土、マルチング材及び縁材等として使用することとし、軽量である特徴を生かすため屋上緑化を想定したモデルとした。現在、施工後1年4ヶ月を経過したものである。

また

2 屋上緑化モデルの概要

この緑化モデルは、以下のような材料からなる（図1）。

- ・木質フレキシブルマット
 - －植物の培地及びフィルター層及び根支持機能、マルチング材
- ・木質エンボスマット
 - －保水機能、マルチング材
- ・ヤシマット
 - －植物の培地及びフィルター層（復元力のある）及び根支持機能、マルチング材
- ・木片セメントブロック
 - －基盤及び排水機能を果たす防根層。

3 経過

植物の生育、マルチングの効果、マットの形状、その他について測定、観察を行っている（年1回の低管理を目指しているため、メンテナンスは行っていない。）。

3月下旬以降気温が暖かくなるにつれ、植物の成長も著しく、植物の根の支持層の役目を果たすフレキシブルマット内には、しっかりと根が張っていた。また、マルチング材（草抑え）として用いたフレキシブルマット及びエンボスマットも、マットを敷いた部分からは、1本の雑草も見あたらなかった。ただしマットに覆われていない部分からは、複数の雑草が生えてきていた。夏期は、猛暑により、特定種は枯死したが、セダム系の植物（多肉植物）は高温と多湿で、衰弱していたが生育はしていた。冬期は植物が休眠状態にあり、衰退している様子だったが、現在1年4ヶ月が経過して、2度目の春を迎えることになり、休眠していた植物も芽吹き、植裁帯の成長は良好といえよう。また、木質材料も形状を維持していた（図2）。

このように、これまでのところ、木質材料による資材で植物は生育可能であり、またマルチング材としての機能も果たしている。

4 今後

これからさらに、①木質資材の屋上緑化における意義と効果、②屋上緑化木質資材の市場

性、などの点を考慮しながらさらに詳しく比較実験、観察、評価を実施する。

【マットを用いた草抑え及びマルチング効果の試験施工】

1 緒言

前項で開発・試作された、木質フレキシブルマット及び木質エンボスマットの実用化に向けて山地における苗木の草抑え、マルチングとしての効果について、2年を目安に試験・施工調査を行った。

この敷設実験にあたっては、木質廃材の新しい用途を提案することを目的とし、軽量で、環境に配慮したもので、施工も容易であることから、植林地の防草、林道ののり面のマルチング、造園工事の使用を想定したモデルとした。また、施工後の植物の生育、土壌に与える影響等についても調べた。なお、この調査は現在も継続して行っている。

2 試験施工方法

愛知県森林・林業技術センター内において、コナラ（一年生）の苗木を山の傾斜に沿って10本6列に配置した。苗木の間隔は2mピッチとし、マットを敷設した（図3）。

3 経過

木質系マット設置1ヶ月後（6月21日）では周囲の雑草も少なく、対照区と比較しても特に違いは見られない（図4）。8月14日になると、周囲の雑草が植栽木であるコナラの樹高以上に成長し、一見コナラが被圧されているように見られた、マットの周囲には雑草は生えておらず、いわゆる坪刈り除草をした状態で、植栽木の生育環境は対象に比べ、良好であった（図5）。

冬場（12～2月頃）は、植物の成長が衰退しているため、特に、変化は見られなかったが、3月下旬以降気温が暖かくなるにつれ、周囲の雑草の成長も著しく、フレキシブルマット下部にはこれを貫通しようとしている強靱な野竹、ワラビなどの存在がある（図6、図7）。現在、施工後11ヶ月が経過したが、いずれの木質材料もほぼそのままの形状を維持していた。

このように、これまでのところ、木質材料による資材による草抑え、マルチング材としての機能も果たしている。

4 今後

これからさらに、継続して、植物の生育、マルチングの効果、マットの形状、その他について測定、観察を行って行く。また、①木質資材の山地及び市街地における意義と効果（林道ののり面や、造園、工事関係の使用も想定する）②マルチング材としての木質資材の市場性、などの点を考慮しながらさらに詳しく比較実験、観察、評価を実施する。①に関しては、新たに敷設試験を行う予定である。

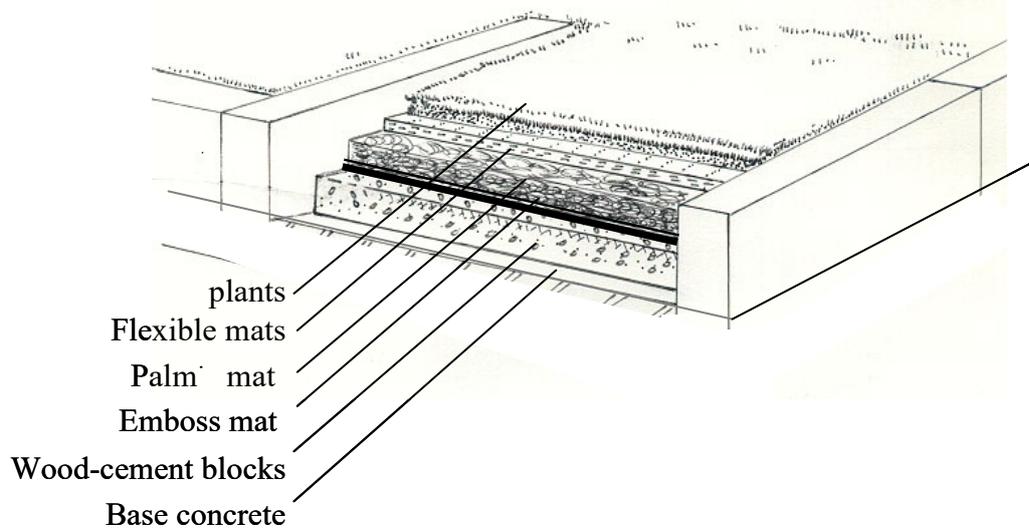


図1 屋上緑化モデル（断面図・内部構造）



図2 屋上緑化モデル（1年4ヶ月経過後）



図3 愛知県森林・林業センター内の試験施工



図4 (H. 14. 6月)



図5 (H. 14. 8月)



図6 (H. 15. 4月)



図7 (マット下部)

VI-3 木質成形体の作製

1 緒言

リグノセルロース系材料は、蒸煮処理されることにより接着性成分を生成し、再加熱で自己接着することが知られている。著者らはさらに、蒸煮履歴を有する乾燥木粉が加熱・加圧下で熱流動することを細管式レオメータを用いて明らかにした。ここでは、これらの性質を利用し蒸煮処理木粉を加熱加圧して樹脂様の成形体を製造し、その成形条件と成形体の性能の関係を調べた。また、この方法による各種の形状の成形体の調製並びに木材以外のリグノセルロース系材料による成形体の調製を試みた。

2 実験方法

ブナのプレーナ層を 200℃で 10 分間蒸煮処理し、室内で風乾した。これをウィレー式ミルで粉碎し、分級して原料木粉とした。0.5mm の網目を通過した木粉を型押し成形容器内に入れて熱プレスで加熱（120～220℃、6 段階）・加圧（30MPa）し、100×100×4mm の板状の成形体を調製した。最初に木粉を容器内に入れて加圧しない状態で 10 分間予備加熱し、その後 10 分間加圧した後 100℃以下に冷却して成形体を取り出した。この成形体から曲げ試験片、耐水性試験片などを採取し、それぞれの試験に供した。また前記の原料木粉並びに蒸煮処理した刈草、新聞紙等のリグノセルロース系材料粉末を表面加飾した成形金型あるいは異形金型を用いて加熱・加圧し、形状を付与した成形体を作製した。

3 結果

成形体の外観はいずれも黒褐色の樹脂様であった。図 1 に成形体の密度を、図 2 に成形体の曲げ強さ及び曲げヤング係数を示す。成形体の密度は、1.42～1.45 でほぼ木材の真比重に近い値であった。曲げ強さ及び曲げヤング係数は、成形温度が 160℃～180℃で最大を示し、曲げ強さは 60N/mm²、曲げヤング係数は、11.5kN/mm²であった。曲げ試験による試験体の破壊は、成形温度が 160℃以上のものは脆性的な破壊であり、140℃以下の緩やかな破壊と区別された。200℃以上で成形した場合の曲げ性能の低下は、熱による劣化が原因と推測された。耐水性は、成形温度が高いほど良好で、120℃で成形した場合の吸水厚さ膨張率(24 時間)は約 10%であったのに対し、220℃では 2%であった。

図 3 にこの方法で作製した各種の成形体を示す。10mm を超す厚板の成形、異形金型による細部の成形及び他のリグノセルロース系材料の成形が可能であることが分かった。

図 4 にこの木質成形体から作製した歯車を使用して試作した展示物（花時計及びからくり人形）を示す。

4 今後

木粉の流動を引起こす成分を明らかにしてくとともに、成形体の調製条件をより詳細に調べる。また、この成形体の実用的な用途開発を進めていく。

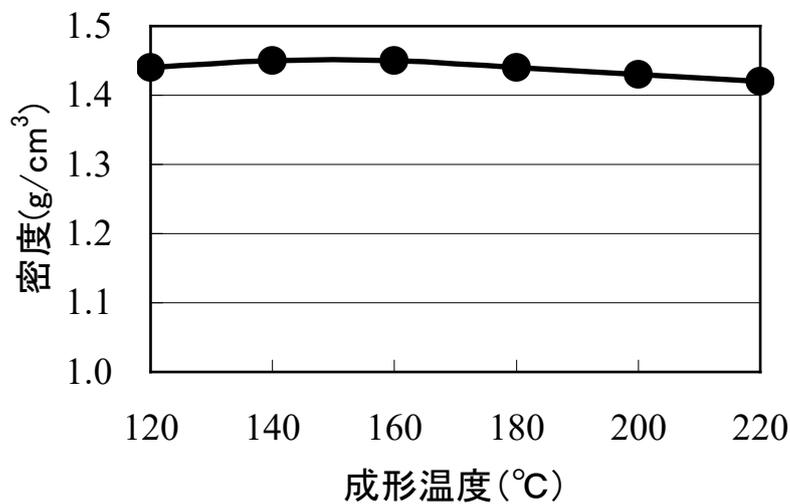


図1 木質成形体の密度

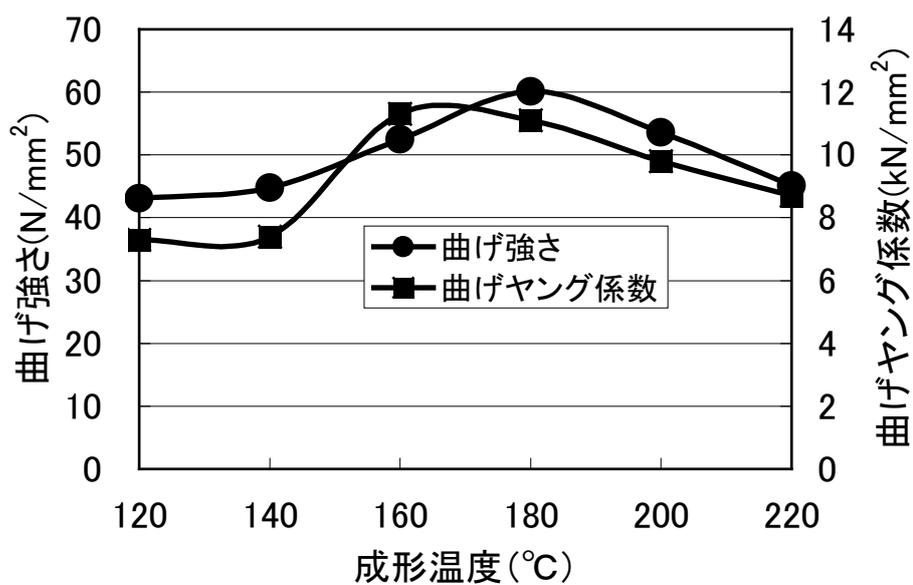


図2 木質成形体の曲げ性能

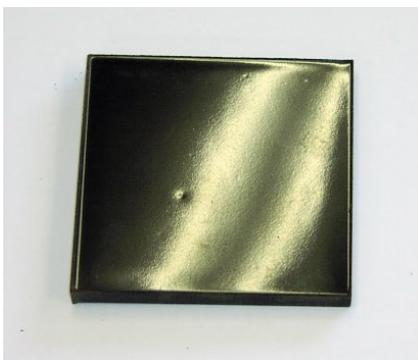


木材

新聞紙

刈草

稲藁

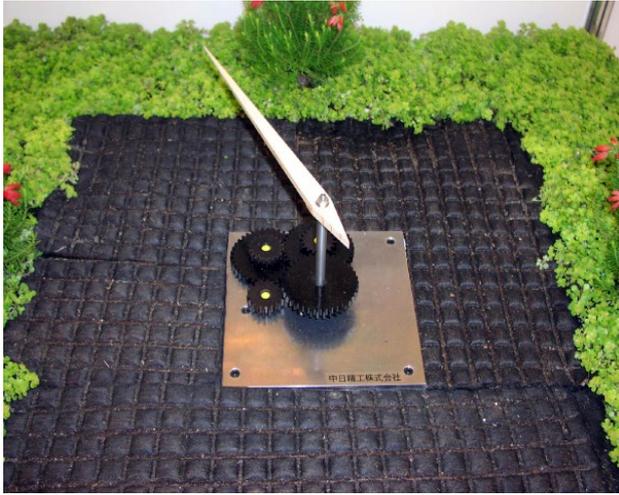


木材（厚もの）



木材（異形成形）

図3 各種の木質成形体



(花時計)



(からくり人形)

図4 木質成形体の歯車を使用した展示物

愛—地球賞 受賞

Global 100 Eco-Tech Awards

2005 年日本国際博覧会協会

日本経済新聞社

2005