

平成 2 6 年 7 月 3 1 日現在

機関番号：5 6 1 0 1

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2012～2013

課題番号：2 4 6 5 0 4 7 6

研究課題名（和文）竹を原料とする住環境にやさしい竹質ボード製造技術の開発

研究課題名（英文）Development of manufacturing technique for bamboo board with good living condition

研究代表者

西岡 守（Nishioka, Mamoru）

阿南工業高等専門学校・その他部局等・教授

研究者番号：3 0 2 7 0 3 4 1

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,000,000 円、（間接経費） 900,000 円

研究成果の概要（和文）：住環境に配慮した新材料の開発を目的とし、竹粉・竹炭によるボードを作製した。小型ボードの試験結果から、曲げ強さが最大の値は成型温度が200 から220 のときであり、熱間顕微鏡観察からケイ酸ナトリウムの竹粉末表面へ溶解・結合が明らかになった。20cm角ボードの結果から、見掛け密度、曲げ強さ、吸水厚さ膨張率、表面硬さのそれぞれの試験結果から、220 、20MPa、竹炭配合50%のとき（密度；0.6、曲げ強さ；30kg/cm²、吸水厚さ膨張率；5.2%、硬さ；1000N）最適なボードが得られた。また、評価試験結果は、JISによる品質を満たしており、市販の建築材料として活用できること示した。

研究成果の概要（英文）：A new construction board was produced in this study. The bamboo, and bamboo charcoal an unused biomass used as the material. The 4M-NaOH soln. and sodium silicate powder were used as the inorganic adhesives in place of organic one. The measurements of apparent density, water absorption thickness expansion rate, bending strength, surface hardness, and microscopy observation were performed to check mechanical properties of the boards. The following comprehensive result was provided by the experiments. When the board was produced at 220degree C and 20MPa with 50% bamboo charcoal, the maximum value of apparent density (0.6), the bending strength (30kg/cm²), the water absorption thickness expansion rate(5.2), and surface hardness (1000N) were obtained. Because these values were passed JIS for MDF board, it concluded that the board obtained in this study is available the commercial boards in the near future.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：生活科学・生活科学一般

キーワード：竹炭 内装材 無機接着剤 固化 加熱・圧縮

1. 研究開始当初の背景

阿南市における竹林は、いわゆる「竹林化」現象が起こり、朽ちた竹、笹のために、以前は土中に浸透していた雨水が表層を流れ、少しの降雨による水位上昇の危険にさらされている現状がある。本研究において製造される竹質ボードの物理的あるいは化学的性質を評価することにより、従来の木質ボードと同様の材料として使用できる可能性が十分ある。従来と同じ機能を持ち、なおかつ有害化学物質ゼロエミッションの新しい木質系ボードとなる。これは、阿南市のみならず、日本全国の「竹林化」現象の抑制になり、繁殖による社会的有害バイオマスである竹材の材料として十分に活かすことである。地元阿南産の竹材を用いた人間・環境にやさしい近未来型のボードが市場に出ることにより、快適な住環境の確保、正常な竹林の確保につながり、ひいては木材の過伐採の抑制に貢献できる。とくに、環境問題において全国自治体のなかで先駆的である阿南市から二酸化炭素削減技術が全国に向けて発信できる事に大きな意義があると考えます。

2. 研究の目的

最近の住環境において、家具、内装材等から発生する有害揮発成分を吸引することによる“シックハウス症候群”が社会問題になっている。有害揮発成分は、原料に木質ボードを使用している家具、内装材等から発生すると言われている。市販の木質ボードは、木粉に10%~15%程度の有機接着剤を混合したのちプレス成型され製造されるが、この有機接着剤中の成分が住環境へ徐々に揮発することが主原因であるとされている。一方、森林資源である竹需要が衰退し、放置された竹の急速な繁殖が里山を侵略し、生態系を乱すなどの「竹林化問題」が生じている。そこで本研究では、抗菌性、

防腐性を持つ竹、及び吸着性、吸臭性をもつ竹炭に着目し竹炭を含む竹粉末を原料として、ボード製造時にシックハウス症候群の原因となる有機接着剤を全く使用しない竹質ボードの製造技術について検討する。本研究の目的は、無機接着剤による竹炭を含む竹粉末を原料としたボードの使用により建築内装材からの有害化学物質の発生を防ぐことである。技術的には、無機物質を接着剤とした場合に竹炭及び竹粉末がいかに固化するのかを確かめることであり、製造される竹質ボードの評価試験を行い、従来の木質ボードと比較することが目標である。無機物質の接着効果は、地質学の分野において堆積物が堆積岩となるような続成作用を短時間で再現することで達成できる。これは、無機物を蒸気中で加圧することで無機粒子間の結合を生成し3次元構造を造ることであり、この3次元構造のなかに竹粉末を存在させることによるボードの製造である。本研究では、従来の発想にない有機物（バイオマス）を無機物で固化成型するというチャレンジ性を持っている。しかしながら、一方では本研究において最も重要な解決すべき問題点は、無機物質による接着効果と本研究調査で製造される竹質ボードの物理的な性質である。無機物質で竹粉末と竹炭の混合物が固化するのか、あるいは従来の木質ボードと同様の性質を有しているのかと言う点である。これらの解決手法は、高温下における各種無機物質の性質を参考にしながら、無機接着剤を選択する。なお、ガラスについては比較的低温で固化することが明らかになっているため、最も有効な接着剤になると考えられる。無機物質によって接着されたボードは、無機・有機物質の複合体と考えられるために、難燃性、強度等において従来のボードよりも良好な性質になると考えられる。その他

の性質については、固化条件を変化させながら得られるボードの評価試験を JIS 規格にしたがって評価していくことで問題点の解決方法になる。

3. 研究の方法

ボードの材料として竹粉末と竹炭粉末を、接着剤として珪酸ナトリウムと水酸化ナトリウム溶液 (4mol) を用いた。7cm 角ボードは、竹粉末 15g と竹炭粉末 5g と水ガラス溶液 3g とし、100℃～240℃、2MPa の条件で固化した。20cm 角ボードは、竹粉末 (100g～200g) と竹炭粉末 (50g～180g) と水ガラス溶液 30g、珪酸ナトリウム 30g、水 10g とし、180℃～240℃、15MPa～20MPa(型枠への加圧)の条件で固化した。

評価試験として、日本工業規格 A5908—1994 に準拠した見掛け密度、曲げ強さ試験、吸水厚さ膨張率、硬さ試験を実施した。また、走査型電子顕微鏡により表面確認や材料の状態の変化を観察し、熱間顕微鏡により、ボードの材料 (竹粉・竹炭・珪酸 Na) を加熱し、その変化を観察した。

4. 研究成果

作製されたボードの見掛けの密度は、固化温度が上昇するにしたがって直線的に大きくなり、0.6～0.75 の範囲で変化した。珪酸ナトリウム粉末の存在と、竹粉末の緻密化によって無垢木質材と比較して大きな値となった。図 1 に示す曲げ強さは、固化温度 120℃から 180℃に大きくなるしたがって増大し、180℃以上の温度ではほぼ 10kg/cm² 一定であった。図 2 に示す吸水厚さ膨張率は、成型温度にかかわらずほぼ 15 程度を示し市販木質ボードと同等な値となった。

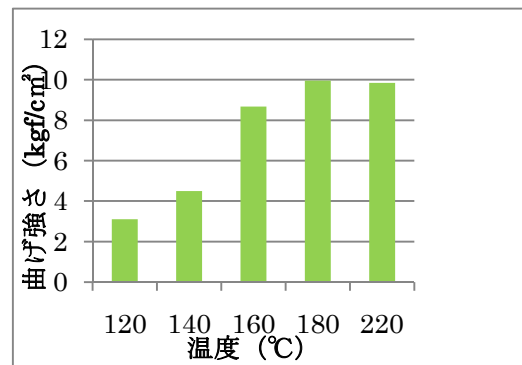


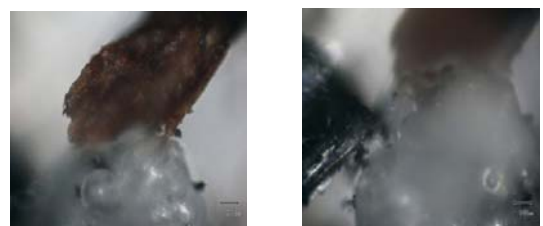
図 1 成型温度が曲げ強さに及ぼす影響
成型圧力 2MPa

図 2 に顕微鏡による観察結果を示す。

(A) は SEM によるボード断面であり、板状の竹及び繊維状の竹粉が見られる。(B)～(D)は、熱間顕微鏡による 260℃での珪酸ナトリウム粉末、竹粉、竹炭の状態を示す。時間の経過とともに珪酸ナトリウム粉末間の結合が進み、珪酸ナトリウム粉末と竹粉・竹炭との結合が観察された。



(A) SEM 写真(180℃,2MPa) (B) 260℃ 5min



(C) 260℃,10min (D) 260℃,20min

図 2 顕微鏡による観察

20cm 角の大型ボードの乾燥後の密度及び曲げ強さを図 3、図 4 に示す。成型温度は、180℃、220℃、240℃、竹炭配合比は、20%、50%、60%とした。成型圧力は、成型時の成型型枠を原料とともに加圧するものであ

り 10MPa、15MPa、20MPa とした。

見掛け密度は、220℃、50%竹炭、20MPa の時に最大の 0.6 を示した。一方、竹炭配合比が大きく加圧が低い時に最小の 0.34 を示した。曲げ強さは、成型温度が高くなるにつれて高くなった。最大曲げ強さは、220℃、50%竹炭、20MPa の時に得られ、16.9kgf/cm² であった。曲げ強さの成型条件による変化が見掛け密度の変化と同様であることから、ボード成型において緻密化を達成できる条件を模索することでより曲げ強さを発現するボードを得ることができ、確認できた。

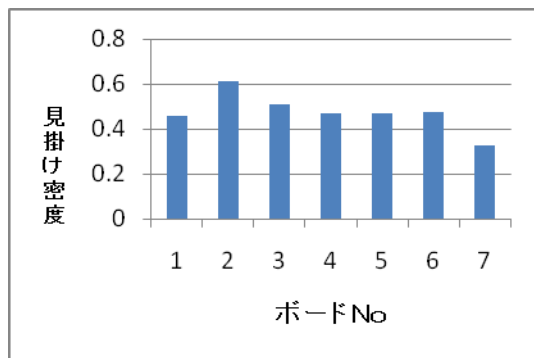


図3 成型条件の違いによる密度の変化

- 1.220℃,20MPa,20%, 2.220℃,20MPa,50%
- 3.220℃,20MPa,60%, 4.240℃,20MPa,50%
- 5.180℃,20MPa,50%, 6.220℃,15MPa,50%
- 7.220℃,10MPa,50%

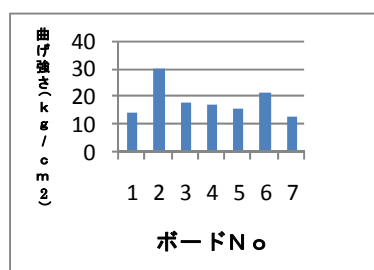


図4 成型条件の違いによる曲げ強さの変化

成型条件の違いによる吸水厚さ膨張率及びボード表面硬さを図 5、図 6 に示す。吸水厚さ膨張率は、成型温度が最も低い 180℃、及び成型圧力が最も低い 10MPa のボードが大きな値となり約 7%であった。内装材として使用する場合、吸水厚さ膨張率は低い値ほど適していることになる。本研究の条件で作製したボードの吸水厚さ膨張率は、MDF の JIS 規格値と比較して 1/3 から 1/2 程度良好であることがわかった。

作製したボードの表面硬さは、220℃、50%竹炭、20MPa の時に最大値を示し、220℃、50%竹炭、10MPa の時に最小値を示した。ボード製作条件の表面硬さに及ぼす影響が、見掛け密度、曲げ強さと同様の傾向が確認され、これらボード物理的性質には相関関係があることが分かった。

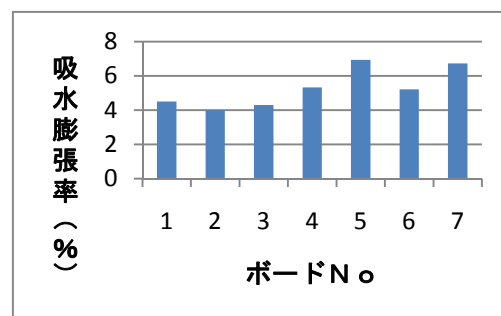


図5 成型条件の違いによる吸水膨張率の変化

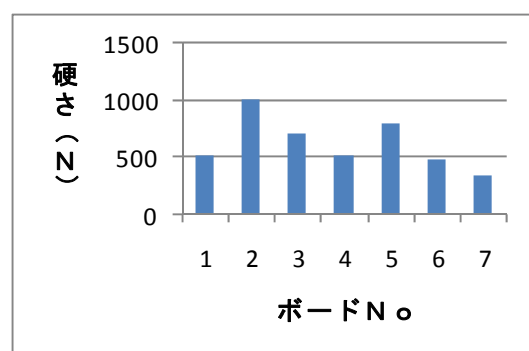


図6 成型条件の違いによる硬さの変化

5. 結論

本研究では住環境に配慮した新材料の開発・利用を目的とし、竹粉末・竹炭粉末によるボードを作製した。JIS に従った各種評価試験を行うことで、ボード製作の良好な条件と実用化の可能性を検討した。

まず、7cm 角の小型ボードの評価試験結果から、曲げ強さが最大の値は成型温度が 200℃から 220℃のときであり、熱間顕微鏡観察からケイ酸ナトリウムが竹粉末表面への溶解し粉末間を結合していることが明らかになったことから、大型ボード製作条件が探索され、実用化の可能性を確認できた。

次いで、20cm 角の大型ボードの評価試験結果から、見掛け密度、曲げ強さ、吸水厚さ膨張率、表面硬さのそれぞれの評価試験結果を総括すると、成型温度 220℃、成型圧力 20MPa、竹炭配合比 50%のとき（密度；0.6、曲げ強さ；30kg/cm²、吸水厚さ膨張率；5.2%、硬さ；1000N）最適な木質ボードであることが分かった。また、それぞれの評価試験結果は、JIS 規格の MDF(繊維板)の品質（JIS；A5905）を満たしていることから市販の建築材料として活用できること示した。

6. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕（計 0 件）

〔学会発表〕（計 0 件）

〔図書〕（計 0 件）

〔産業財産権〕

出願状況（計 0 件）

7. 研究組織

(1) 研究代表者

西岡 守 (NISHIOKA Mamoru)
阿南工業高等専門学校・教授

研究者番号：30270341