

1. はじめに

住宅解体時などに建設現場から出るコンクリートや木材といった資材の再資源化を義務付ける建設リサイクル法が本年5月30日に施行された。この建設リサイクル法が分別・再資源化の対象に義務付けているのはコンクリート、アスファルト、木材の3種類である。国土交通省四国地方整備局の調べ¹⁾によると四国内のアスファルト、コンクリートの再資源化率は96.5%であるが、木材の再資源化率は20%と低く、最も再資源化が望まれるのは木材となっている。また、建築系廃棄物のなかの木材すなわち木くずの発生量は、570万トン(平成7年度)に達しており、全木材需要量の10%を占めており、不法投棄量の種類別では最も多い16万トンを超えているのが現状である^{2), 3)}。これは、廃棄木材の有効な再利用方法が無いことが原因と言える。木材は有機資源のひとつであり、その過剰伐採には地球温暖化の原因にもなっているために、廃棄木材の再利用は必要不可欠である。同時に、不法投棄を防止するためにも環境に配慮した新しい木くずの利用法が提案されることが必要になる。一方、揮発性有機化合物(VOC)を原因とするシックハウス症候群、シックビル症候群という室内空気汚染が住環境において問題視されている。VOCの発生源は、家庭用品と建築材料の両方が考えられていたが、最近では建築材料からの発生が深刻で、多くの報告例がある^{4) ~7)}。建築材料からのVOCの中でも、最も問題になっている物質がホルムアルデヒドであるとされている⁸⁾。生活の中でこのホルムアルデヒドを含む割合が多いのが住宅建材で用いられている木質ボードである。

本研究では、建設廃棄木材の有効利用を目指した木粉のボード化、及びシックハウスのない建築材料の開発を目的として、有機接着剤の代わりに無機物質を接着剤として用いることによる木質ボードの製造を試みた。ボードの製造方法は、従来の方法に準じた加熱プレス成型を採用した。また、接着剤となる無機物質には、高温高压状態で反応性の高いガラス(水ガラス、珪酸ナトリウム粉末)を用いた。

2. 実験方法

木材試料として、製材所において発生した廃棄スギ粉末、及び、スギの無垢材を粉碎した後、1mmのメッシュを通過したスギ粉末の2種類を使用した。接着剤には無機接着剤として市販の水ガラスを水で10倍希釈したもの(以下、水ガラス10倍という)、または、市販のケイ酸ナトリウム粉末を25%の濃度で希釈したもの(ケイ酸ナトリウム水溶液という)を用いた。木質ボードの製造は、将来の大量生産を考慮して、市販のボード製造条件と同程度(加熱温度 $\sim 180^{\circ}\text{C}$ 、成型圧力 $\sim 25.2\text{ kg/cm}^2$)とした。木粉と無機接着剤を2:1の割合で混合した後、乳鉢中で10分間練り混ぜた。練り混ぜたものを原料として200mm $\times$ 200mmの成型型枠に充填後、加熱プレス装置により成型し、冷却後に成型ボードを取り出した。作製されたボードの評価試験は、日本工業規格(JIS A 5908)に規格されている曲げ強さ試験、はく離試験、木ねじ保持力試験について行った。なお、本研究では有機接着剤を用いておらず無機接着剤を使用しているために、ホルムアルデヒド放出量試験は行っていない。成型されたボードの断面は、電子顕微鏡で観察し無機接着剤の接着効果について調べた。

3. 実験結果及び考察

3-1 成型ボードの曲げ強さ

図1に成型温度 180°C 、成型圧力 25.2 kgf/cm^2 の成型条件において、水ガラス10倍+スギ粉、珪酸ナトリウム水溶液+スギ粉、珪酸ナトリウム水溶液+廃棄スギ粉それぞれを原料として成型したボード、及び市販のパーティクルボードの曲げ強さを示す。珪酸ナトリウム水溶液を無機接着剤として使用するとスギ

粉、廃棄スギ粉に関らず、水ガラス10倍の使用時より曲げ強さは大きくなった。スギ粉+珪酸ナトリウム水溶液では、 273.6 kgf/cm^2 を示し、市販のパーティクルボードのはぼ2倍に達した。また、水ガラス10倍を用いた場合においても市販ボードより優れた曲げ強さを示した。粒度を調整したスギ粉末と廃棄スギ粉を比較すると、廃棄スギ粉末の粒度がより大きいためにケイ酸ナトリウム水溶液との接触表面積が少なくなり、曲げ強度は低下したと考えられ、水ガラス10倍は、ケイ酸ナトリウム水溶液と比較して曲げ強さは小さくなったが、水ガラスの希釈度を小さくすることで成型ボードの曲げ強さは改善されることが予想される。

3-2 成型ボードのはく離強さ

図2に成型温度 180°C 、成型圧力 25.2 kgf/cm^2 の成型条件における接着剤の種類と原料の違いによるはく離強さの関係を示す。はく離強さは、廃棄スギ粉を含めて水ガラス10倍、ケイ酸ナトリウム水溶液の全てにおいて市販のパーティクルボードのはく離強さより優れていた。最も高いはく離強さは、粒度を調整したスギ粉末に珪酸ナトリウム水溶液を接着剤として使用した場合で、 2.6 kgf/cm^2 の値を示した。このことから、本研究において作成したボードは、はく離強さに優れていることから、良好な表面状態をもったボードであると言える。

3-3 成型ボードの木ねじ保持力

図3に成型温度 180°C 、成型圧力 25.2 kgf/cm^2 の成型条件における接着剤の種類と原料の違いによる木ねじ保持力の関係を示す。木ねじ保持力は、はく離強さの結果と同様に、廃棄スギ粉を含め水ガラス10倍、ケイ酸ナトリウム水溶液の全てにおいて市販のパーティクルボードの木ねじ保持力 29.5 kgf より優れていた。また、ケイ酸ナトリウム水溶液を用いると、水ガラス10倍と比較して大きな値を示し、スギ粉末で 67.9 kgf 、廃棄スギ粉末で 48.2 kgf となった。

3-4 成型ボードの電子顕微鏡観察

無機接着剤の珪酸ナトリウム粉末と作成したボードの破断面を走査型電子顕微鏡で観察した。ここで、原料はスギの木粉を使用した。図4は、珪酸ナトリ

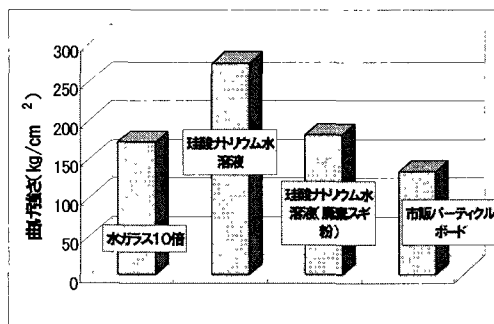


図1 接着剤の種類と曲げ強さの関係

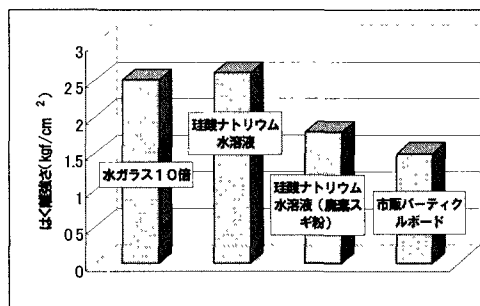


図2 接着剤の種類とはく離強さの関係

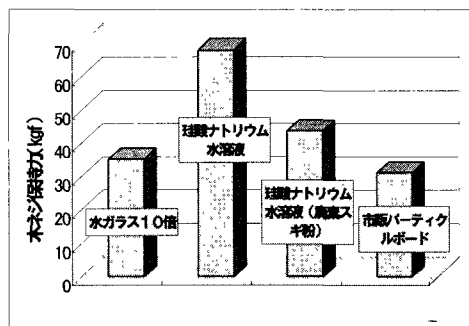


図3 接着剤の種類と木ねじ保持力の関係

ウム粉末と珪酸ナトリウム粉末に水を添加し、熱圧温度180℃でプレス成型したものを倍率25倍で観察したものである。珪酸ナトリウム粉末の直径は、ほぼ30μmから150μmで球状をしていることが分かり、これらの球状粒子を拡大して観察すると、表面は平滑ではなく粗い面をしている。また、右側では珪酸ナトリウムが成型されている状態が明らかであり、水の存在下でプレスすると珪酸ナトリウムは容易に固化することが分かる。図5は、10倍希釈の水ガラスを用いて、熱圧温度180℃、成型圧力25.2kg/cm²で製造したボードの断面図である。元来粗い面をしている木繊維の表面上を珪酸ナトリウムが覆い、平滑な表面になり、木繊維間の結合が確認できる。このことから、無機接着剤となる珪酸ナトリウムの接着効果が認められる。

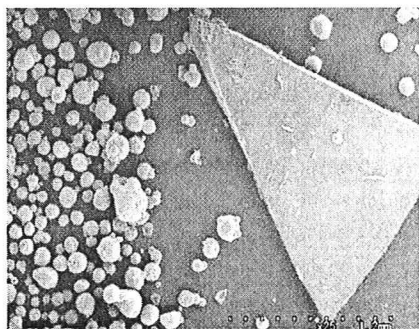


図4 珪酸ナトリウム粉末とその成型体

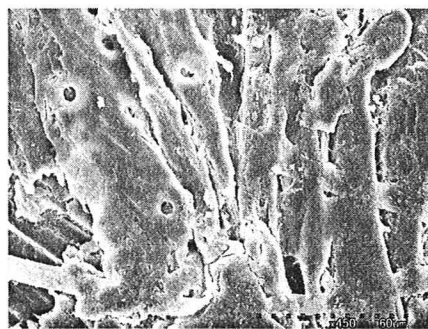


図5 成型ボードの断面のSEM写真
180℃、25.2kgf/cm²

4. まとめ

水ガラスと珪酸ナトリウムの無機接着剤を使用することによりボードを製造した後、各種評価試験（曲げ強さ試験、はく離試験、木ねじ保持力試験）を行い、無機物質の接着剤としての効果を走査型電子顕微鏡観察から確認した。成型圧力25.2kgf/cm²、成型温度180℃の条件で製造したボードは、すべての評価試験において水ガラス10倍よりも珪酸ナトリウム水溶液を用いた場合により優れた試験結果を示した。また、今回の無機接着剤を使用することによって、曲げ強さ、はく離強さ、木ねじ保持力は、市販のパーティクルボードより良好な結果となった。電子顕微鏡によるボード破断面の観察において、珪酸ナトリウムの容易な粒子間結合の状態と木繊維との結合特性を確認した。以上の結果から、ケイ酸ナトリウム水溶液を接着剤とするVOCフリーの木質ボード製造の可能性が証明できた。

参考文献

- 1) 国土交通省四国地方整備局、(2002)、「平成12年度建設副産物実態調査について」 p1
- 2) 建築解体廃棄物対策委員会、(1998)、「解体・リサイクル制度研究会報告」 p5
- 3) (財)日本木材総合情報センター、(2000)、「木質系残廃材を原料とするチップ産業（その3）」 p3
- 4) H.K.Hundell et al. (1990)、Proceedings of Indoor Air p15
- 5) T.M.Sack et al. (1992)、Atmospheric Environment 26A p1063
- 6) 高橋元、建築技術、(1997)、No.568 117-123
- 7) 名波直道ほか、木材工業、(1999)、Vol.54, No.5 219-223
- 8) 上月千佳子ほか、(1997)、人間と環境、Vol.23 No.1 34-40