

熱水処理した木質材料の熱流動と成形

高須恭夫^{*1}、高橋勤子^{*2}、福田徳生^{*3}
来川保紀^{*4}、太田幸伸^{*4}、福田聡史^{*4}

Thermal Fluid Behavior and Molding Characteristics of Hot Compressed Water-Treated Wood

Yasuo TAKASU^{*1}, Isoko TAKAHASHI^{*2}, Norio FUKUDA^{*3}
Yasunori KITAGAWA^{*4}, Yukinobu OHTA^{*4} and Satoshi FUKUTA^{*4}

Research and Development Division, AITEC^{*1 *2 *3} Industrial Technology Division, AITEC^{*4}

スギ木粉の熱水処理生成物を原料として、成形用粉末の調製、熱流動性の測定および熱プレス成形を行った。熱水処理固形残渣試料は乾燥・粉碎により微細粉末となった。この粉末について熱流動性の測定を行ったところ、熱水処理温度が高い場合、熱流動性を示すことが分かった。また、この粉末を用いて加熱加圧成形を行った結果、熱流動性を示した粉末からは黒色のプラスチック様成形物が調製できた。

1. はじめに

二酸化炭素の過剰な排出による地球温暖化や石油資源の枯渇等の問題が深刻化する中、循環型資源である木質系資源の新しい利用技術の開発が求められている。筆者らはこれまでに、蒸気処理した木質材料を加熱加圧成形して調製する自己接着成形体（木質成形体）の開発を進めてきた¹⁾。ここでは、この手法を木質材料の熱水処理物に適用し、プラスチック様成形物の調製を試みた。具体的には、①木材の熱水処理物は熱流動性を示すか、②熱水処理物の成形は可能か、③熱水処理物から調製された成形物はどのような物性を示すか、の3点を明らかにすることを目的に検討を行った。

2. 実験方法

2.1 試料粉末の調製

木材の熱水処理液化生成物は、名古屋大学から提供を受けた。原料はスギであり、熱水処理物は可溶分と固形残渣であった。可溶分は水溶液、固形残渣は含水率約100%の含水固形物であった。図1に提供された可溶分

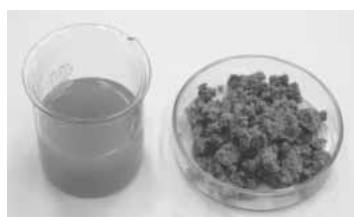


図1 熱水処理木材の可溶分と固形残渣

と固形残渣を示す。それぞれから成形用の乾燥粉末を得るために乾燥方法を検討した。その結果、可溶分については、濃縮されて粘調な濃褐色の状態にはなるものの乾燥粉末の調製は困難であった。一方、固形残渣は、風乾あるいは加熱乾燥で容易に乾燥粉体化することができた。よって、実験には固形残渣を用いることとした。

固形残渣を60℃の送風乾燥器内で乾燥した後、実験用小型粉碎器を用いて粉碎して熱流動性の測定および成形実験に供した。供試試料の種別は、試験結果とともに表に示す。

2.2 熱流動性の評価

細管式レオメータ（島津製作所製フローテスト CFT-500型）を用いて熱流動性の評価を行った。用いたノズルは直径1mm、長さ1mmである。試料粉末1.2gを断面積1cm²のシリンダ内に充填し、その上にピストンを挿入し、80℃で5分間予熱した後、3.92kNの荷重を加え、2℃/minの昇温条件下で流出し始める温度を調べた。

2.3 成形物の調製と物性試験

成形は、試料粉末を成形金型に充填し、熱プレスで加熱・加圧した。金型は2種類用いた。成形性の確認には直径36mmの円筒型金型を用い、成形条件は温度160℃、圧力20MPa、加圧時間3分とした。物性試験用としては、80×100mmの金型を用い、成形条件は温度180℃、圧力30MPa、加圧時間10分とした。成形物の目標厚さは4mmとした。物性試験用の成形物から試験片を切り出し、曲げ試験および耐水性試験に用いた。

*1 基盤技術部（現企画連携部） *2 基盤技術部（現工業技術部 材料技術室） *3 基盤技術部
*4 工業技術部 応用技術室

表 固形残渣の熱水処理条件と流出開始温度および成形物の性状と物性

試料 No.	処理温度 ℃	処理時間 min	流出開始温度 ℃	成形物 の外観	密度 g/cm ³	曲げ強さ MPa	吸水率 %	吸水厚さ 膨張率 %
1	180	3.6	流出せず	茶色	1.34	-	-	-
2	210	3.6	210 (噴出)	茶褐色	1.35	29.8	39.2	33.5
3	220	3.6	217	黒色	1.37	51.4	21.3	17.6
4	230	3.6	218	黒色	1.42	48.2	2.2	1.4
5	240	3.6	149	黒色	1.42	-	-	-
6	240	16.0	158	黒色	1.42	-	-	-

3. 実験結果及び考察

3.1 固形残渣の熱流動性

細管式レオメータによる試験の結果、固形残渣から調製した試料粉体は、熱水処理の程度に応じ、昇温に伴って熱流動を起こしノズルから糸状になって流出した。図2に流出の様子を示す。また、各試料粉体の流出開始温度を表に示す。熱水処理温度 180℃の試料 (No.1) では流出がなく、210℃の試料 (No.2) ではノズルから粉体が噴出した。熱水処理条件 240℃、3.6分の試料 (No.5) はシリンダ内で 149℃まで加熱されたとき糸状の流出物が観察された。この試験から、木材の熱水処理残渣が熱流動を起こすこと、熱流動を起こすためには一定温度以上の熱水処理が必要であること、の2点が明らかとなった。

熱水処理残渣が熱流動を起こすことについては、今回初めて実証されたものである。蒸気処理木粉に対する熱流動性について筆者らが検討した結果^{2) 3)}から、熱流動性の発現に寄与するのは、ヘミセルロースおよびリグニンの分解物と推定できた。一方、この熱水処理残渣は、水可溶性成分すなわちヘミセルロース分解物の多くが失われているにもかかわらず熱流動性を有しており、熱流動にリグニンの寄与を示唆するもので極めて興味深い。



図2 流出の様子

3.2 成形物の調製

このような熱水処理木粉の流動性を利用して、試料粉体を熱プレスで加熱・加圧成形することによりプラスチック様の強固な成形物を作製することができた。図3に成形物の外観を示す。流出しなかった熱水処理温度 180℃の試料 (No.1) から調製した成形物は茶色であり、噴出した 210℃の試料 (No.2) の成形物は茶褐色であった。一方、流出開始温度が低かった処理温度 240℃の試料 (No.5、6) からは、密度が1.4g/cm³以上の黒色化したプラスチック様成形物を調製することができた。成形

物の外観と熱流動の結果を考慮すると、流出開始温度が低い試料粉体からは、十分な流動によりプラスチック様の黒色化した成形物が調製でき、流出開始温度が高い試料粉体や流出しない試料粉体では成形時に十分な熱流動が起きず、茶褐色の成形物であった。

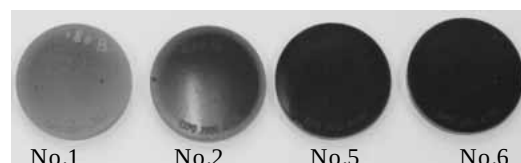


図3 固形残渣から調製した成形物

3.3 成形体の物性

曲げ強さについても流動性が関係していると考えられ、黒色化した成形物は曲げ強さが大きい傾向を示した。また、熱水処理温度 210℃、220℃の試料では、吸水率、吸水厚さ膨張率がともに大きく、自己接着が不十分で、耐水性が低いと考えられた。一方で、230℃の試料は非常に耐水性が高かった。

4. 結び

本研究では、熱水処理残渣が熱流動すること、これを利用して熱水処理残渣からプラスチック様の成形物が調製できることが明らかになった。今後、適切な熱水処理条件と成形条件を探ることにより、木質材料の新しい活用方法の一つとなる可能性を有していると考えられる。

付記

本研究は平成17年度地域新生コンソーシアム研究開発事業により行った。試料の提供およびご助言をいただいた名古屋大学工学研究科森滋勝教授、小林信介助手に感謝いたします。

文献

- 1) 高須ほか：第53回日本木材学会大会研究発表要旨集，P281(2003)
- 2) 高橋ほか：愛知県産業技術研究所研究報告，3，2 (2004)
- 3) 高橋ほか：第54回日本木材学会大会研究発表要旨集，P244(2004)