

Q15-P-PM26

木質燃焼灰を再利用して製造した水酸アパタイト複合材の燃焼特性

宮崎県木材利用技術センター 赤木 剛



研究の目的

木質バイオマス燃料の活用促進(宮崎県木質バイオマス活用普及指針の策定)

木質燃料等を燃した後に残る燃焼灰の有効利用を念頭に、先行研究(赤木¹⁾)において木質燃焼灰を原料とした水酸アパタイト複合材を試作した。

水酸アパタイトは難燃効果が期待されるリン酸塩の一種であるため、本研究では各種熱分析により同複合材の燃焼特性を試験・評価することとした。

¹⁾ Proceeding of IUFRO2010, pp.274.

実験過程

県内の木質バイオマス燃焼施設より、スギ樹皮や端材の燃焼灰を提供頂いた。灰をリン酸塩溶液で処理して、水酸アパタイトの懸濁液を得た(赤木¹⁾による)。同懸濁液を真空含浸装置等で供試材に加圧注入させた(最大1.1MPa, 24h)。水酸アパタイト複合材(以下HAp材)表面には、HApの針状結晶が認められた。比較のために、ホウ酸、ホウ砂及びリン酸グアニジンから成る難燃薬剤(前原ら²⁾による)で同様の処理材を製造した(以下、PB材と記す)。

²⁾ 日本木材学会大会九州支部大会, 2005, pp.35-36.



実験結果

示差熱分析

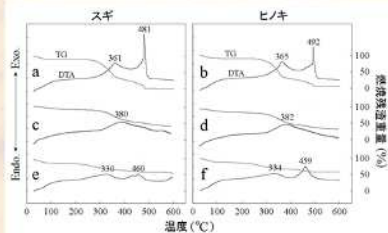
[分析対象] スギ辺材およびヒノキの無処理材, HAp複合材 (HAp50kg/m³含), PB処理材(薬剤100kg/m³含)

[分析条件] 試料粉末2.5~3.0mgを、TGA/DTA60(島津製作所製)にて、乾燥空气中で室温から600℃まで20℃/分で加熱。

[分析結果]

- ・ 無処理材では360℃と480℃付近の2カ所で発熱の極大。
- ・ PB材では380℃付近を極大としてなだらかな発熱のみ。
- ・ HAp材も全体的になだらかな発熱履歴。2カ所の発熱ピークの温度は、無処理材のものから20~30℃低温側にシフト。

リン酸塩溶液を施した難燃処理材(有馬³⁾)およびリン酸処理したセルロース(熊谷ら⁴⁾)と同様の燃焼特性が認められた。



示差熱分析の結果 (a,b) 無処理材 (c,d) PB処理材 (e,f) HAp処理材

³⁾ 木材学会誌, 1973, pp.435-442.

⁴⁾ 木材学会誌, 1974, pp.381-387.

酸素指数測定による難燃性評価

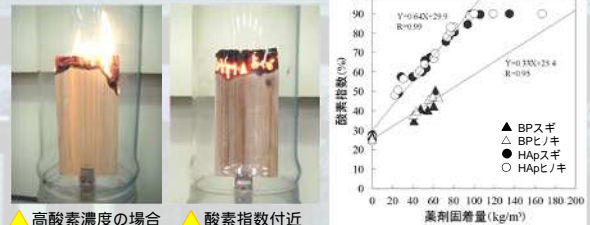
[分析対象] スギ辺材およびヒノキの無処理材, HAp複合材 (HAp40~65kg/m³含), PB処理材(薬剤25~170kg/m³含)

[分析条件] 燃焼試験器ON-1(スガ試験機製)を用いて、供試体が有炎燃焼を維持するのに必要な最小酸素濃度(酸素指数)を測定(JISK7201に準拠)。

[分析結果]

- ・ 無処理材ではスギ辺材、ヒノキともに酸素指数25%程度。
- ・ PB材では50kg/m³の薬剤固着量で酸素指数60%程度。
- ・ HAp材では50kg/m³のHAp固着量で酸素指数40%程度。

HAp材は雰囲気中の酸素濃度が高くなければ着火及び有炎燃焼を維持できない傾向にあり、PB材と比較して効果は低いものの、一定の難燃性を示した。



▲ 高酸素濃度の場合 ▲ 酸素指数付近

コーンカロリメーターによる難燃性評価

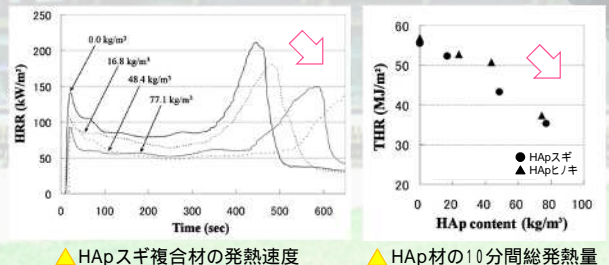
[分析対象] 含浸処理条件を変えて段階的にHAp注入量を調整。試験体の寸法は99×99mmの厚さ15mmを使用。

スギ-HAp材 (HAp: 0, 16.8, 48.4, 77.1kg/m³含)
ヒノキ-HAp処理材 (HAp: 0, 23.8, 43.6, 74.4kg/m³含)

[分析条件] コーンカロリメーター(東洋精機製)により、熱放射量50kw/m²で加熱された各試験体の燃焼速度(HRR)および総発熱量(THR)を加熱開始から10分間測定。

[分析結果]

- ・ 燃焼速度と総発熱量ともに、HAp注入量の増加に伴って減少する傾向が得られた。
- ・ 発熱速度はHAp注入量の増加に伴い、未処理材で7分後から検出された赤熱過程後の発熱ピークの出現が遅れる傾向が認められた。
- ・ 総発熱量8MJ/m²(準不燃)程度を念頭に、HAp溶液の注入量をさらに増やす改善が必要。



▲ HApスギ複合材の発熱速度 ▲ HAp材の10分間総発熱量

考察とまとめ

木質燃焼灰を原料に調合された水酸アパタイト溶液を用いて水酸アパタイト複合材を製造し、各種熱分析により燃焼特性を調べた。示差熱分析の結果、同複合材は各種リン酸系薬液で処理した木材に類似した燃焼特性を示した。また、酸素指数の測定結果とコーンカロリメーターの測定結果からは、ともに水酸アパタイト注入量の増加に伴う難燃性の向上が認められた。以上の結果により、同複合材について一定の難燃性が示されたものの、難燃材としての基準を満足するには水酸アパタイト注入量の増量がさらに必要であるため、水酸アパタイト溶液の浸透性や含浸処理の条件などに今後の改善の余地がある。

謝辞

コーンカロリメーターの燃焼試験では、熊本大学の前原弘法氏、熊本県林業研究指導所の遠山昌之氏に大変お世話になりました。本研究は日本学術振興会科学研究費助成事業(挑戦的萌芽研究、課題番号23658150)により実施した。

Fire retarding properties of wood & wood ash-based HAp composites