

竹炭混合 API 樹脂の接着性

本多 琢 己

Adhesion Properties of Aqueous Polymer Isocyanate Containing Bamboo Charcoal Powder.

Takumi HONDA

Summary : In order to investigate the possibility of the functional composite material which utilizes the humidification characteristic of the bamboo charcoal, it examined concerning below. Physical properties and adhesion of the aqueous polymer isocyanate (API) water soluble high-molecular type adhesive which blends the bamboo charcoal powder, were investigated with tensile test of the film and fracture toughness test of the Double-cantilever beams. When the bamboo charcoal powder is blended, flexibility of the film becomes scanty, but fracture toughness G_{IC} value became larger, furthermore in regard to water resistance test was stable.

要旨 : 竹炭の調湿機能を活かした機能性複合材料の可能性を調査するため、以下のことを検討した。竹炭粉をブレンドした市販の水性高分子ーイソシアネート系接着剤について、引張り試験によりフィルム物性を、また、2重片持梁の破壊じん性試験により接着性を調べた。フィルムは柔軟性に欠けるようになるが、破壊じん性値はより大きくなり、耐水処理に対しても安定していた。

1 はじめに

木炭は床下調湿資材など環境制御材料としての利用が普及しているが、最近、こうした資材よりも性能、付加価値の高い製品の開発が進められている¹⁾。しかし、竹炭に関する報告はほとんど見られない。

竹炭の優れた性質を機能として発現させるためには、用途・目的に適した形状の保持が必要である。ところが、竹炭自体は成型性に欠けるため、竹炭単独の利用では用途が限定されてしまう。一般に接着剤や塗料に利用させている樹脂は、粉体に対する混練性の良いものが多い。こうした樹脂に竹炭粉をブレンドすれば、竹炭粉が樹脂と一体化し流動性や相溶性を示すようになり、新たな機能を樹脂に付与することが可能となるため、接着剤や塗料への応用展開が期待できる。

本研究では、集成材に汎用されている水性高分子ーイソシアネート系樹脂 (API 樹脂) に竹炭粉 (BC) を

添加した API/BC 樹脂の物性及びその接着性などを明らかにする。

2 実 験

2.1 API/BC 樹脂の物性試験

市販の竹炭を 0.2mm 以下に粉碎し気乾した試料を、API 樹脂 (PI127、大鹿振興(株)製) の主剤に対して 0、10、20、30、40、50 及び 60 部の割合で添加した。なお、硬化剤は主剤に対して 15 部とした。API 樹脂の物性に及ぼす竹炭粉添加の影響を調べるため、樹脂フィルムの引張り試験を行った。樹脂フィルムは室温にてテフロンシート上で硬化させて作製し、これから幅 5 mm の短冊状試片を切り出した。厚さは 0.2-0.4mm であった。クロスヘッドスピード 1 mm/min、荷重点間距離 2 cm の条件で測定した。

2.2 API/BC 樹脂の接着試験

API 樹脂の接着強さに及ぼす竹炭粉添加の影響を調べるため、2重片持ち梁 (DCB) 試験体を作製し、モード I の破壊じん性 (G_{IC}) をクロスヘッドスピード 1 mm/min で測定した。試験体の形状は Fig.1 のごとくで、全長 135 mm、接着層は荷重点から 40mm - 135mm の間である。被着体はアカマツ気乾材の辺材、接着剤の塗布量は 250g/m² で柁目面接着とし、圧縮圧 0.98Mpa、室温で 24hr 硬化させた。常態試験、冷水浸漬試験 (冷水浸漬 24hr) 及び煮沸試験 (煮沸 6 hr → 60°C で 18hr 乾燥) を行った。

破壊じん性 G_{IC} は高谷らの報告²⁾ を参考に Sasaki-Walsh の式³⁾ から算出した。木破率は接着層の先端から 1 cm までの範囲を 1 mm 透明方眼紙を当てて測定した。

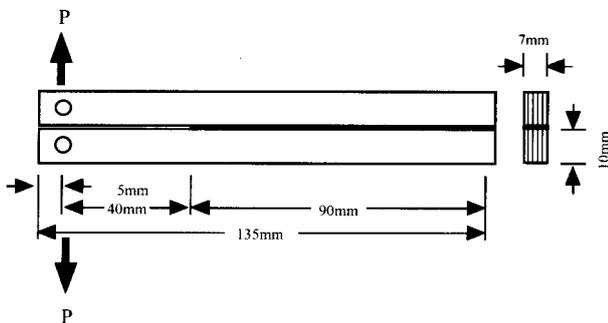


Fig.1 試験体の形状と寸法

3 結果及び考察

3.1 API/BC 樹脂の物性に及ぼす竹炭添加の影響

Fig.2 に竹炭の添加部数に対する API 樹脂フィルムの引張りヤング率 E_s 及び破断までの伸び ϵ を示す。API 樹脂フィルムの ϵ は竹炭粉添加部数の増加に伴い著しく低下した。少量 (10 部) の竹炭粉を添加しただけでも添加しない場合に比べ、1/5 程度まで低下した。これに対して、API 樹脂フィルムの E_s は、竹炭粉の添加量が多くなるにつれて増加する傾向を示した。API 樹脂中に分散した堅い粒子の BC は変形しないので、破壊進展しやすくなっていると考えられる。

Fig.3 に竹炭粉の添加部数に対する API 樹脂フィルムの引張り強度 T_s を示す。 ϵ の場合と同様に少量の竹炭粉添加 (10 部) によって T_s は急減するが、さらに添加部数を増加しても T_s はほぼ一定値を示した。BC は API 樹脂と強固な界面接着をしておらず、BC 粒子近傍でクレーズやボイドが形成されていると考えられる。

3.2 API/BC 樹脂の接着性に及ぼす竹炭添加の影響

次に竹炭粉の添加部数が API 樹脂接着剤の G_{IC} に及ぼす影響について考察する。Fig.4 は常態試験の場合であるが、 G_{IC} は竹炭粉を 20 部以上添加した領域でコントロールのそれよりも増加した。接着強さには界面の条件が入るため接着剤の物性から接着強さを直接表現することはできないが、 G_{IC} の結果を樹脂フィルムの引張り試験の結果に対応させてみた。 G_{IC} と E_s では竹炭粉 20 部の添加で値が急増することが一致している。また、20 部以上の領域のところでは E_s が増加するのに対して、 G_{IC} はほぼ一定値を示した。この領域では、 E_s の増加とフレキシビリティを失うことの影響が、 G_{IC} に対して相乗的に作用しているものと考えられる。

Fig.5 は冷水浸漬試験の結果で、測定は wet の状態で行った。API/BC 樹脂接着剤の G_{IC} は API 樹脂接着剤のそれに比べて大きかった。また、添加部数の影響はほとんど認められなかった。吸水により接着層が軟化しているため常態試験の結果に比べて、全体的に G_{IC} が低下している。

Fig.6 は煮沸試験の結果である。 G_{IC} は竹炭粉添加 20 部をピークにその後緩やかに減少した。 G_{IC} が Fig.4 の常態試験の結果に比べて低下するものの、ほぼ同じようなグラフ形状を示すことから、煮沸により軟化した接着層が乾燥によって再び回復したことが伺える。

以上の結果から、竹炭粉の添加は API 樹脂の接着強さにはほとんど影響しないものと判断される。

4 まとめ

竹炭粉を API 樹脂にブレンドした樹脂フィルムは固くて脆い性状を示すようになるが、接着結合の破壊じん性値は顕著に増加した。また、冷水浸漬、煮沸の各処理に対しても破壊じん性値が安定していることから、耐水性に関しては問題がない。

文 献

- 1) 石原茂久: 木材工業, 57, 2-7 (2002).
- 2) 高谷政広, 浜田良三, 佐々木 光.: 木材学会誌, 30, 124-138 (1984)
- 3) 佐々木 光, P.F.Walsh: 材料, 26, 453-459 (1977).

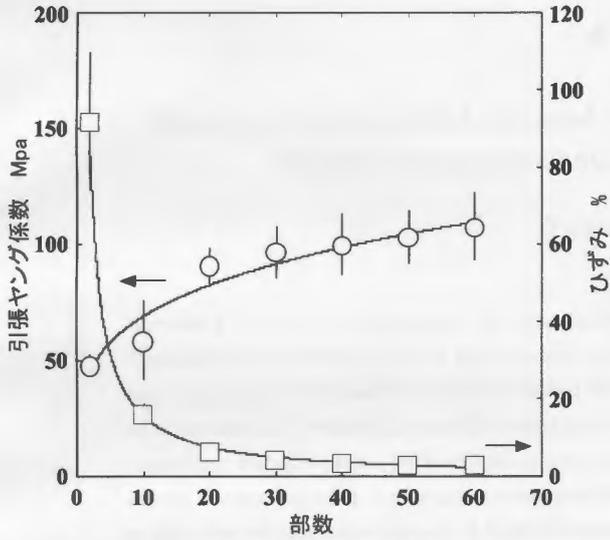


Fig.2 API樹脂シートの引張ヤング係数及び破壊ひずみと竹炭添加部数の関係

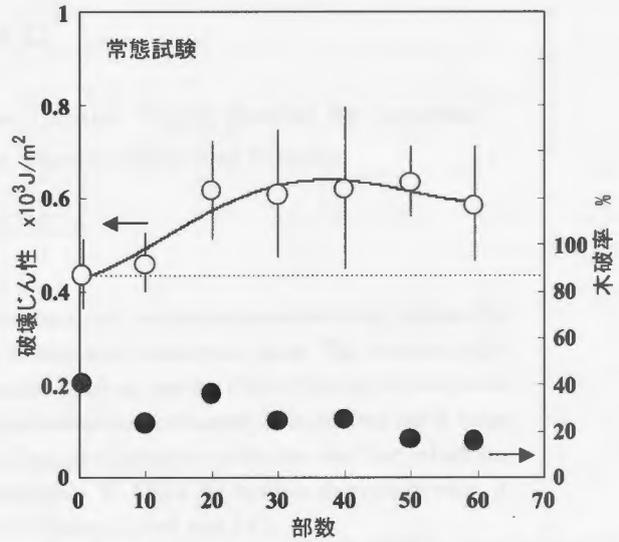


Fig.4 API樹脂接着剤の常態試験における破壊じん性と竹炭添加部数の関係

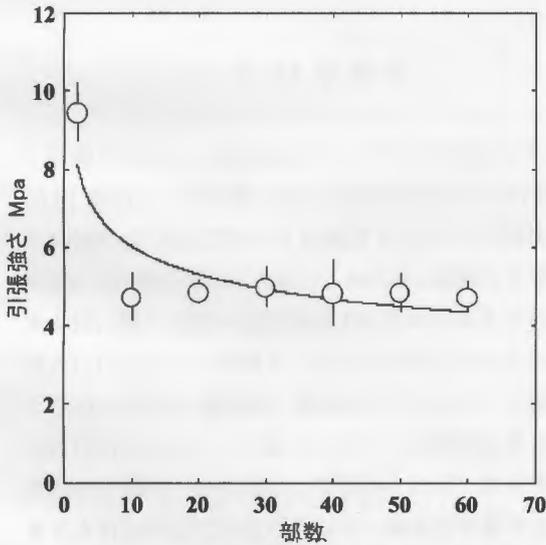


Fig.3 API樹脂シートの引張強さと竹炭添加部数の関係

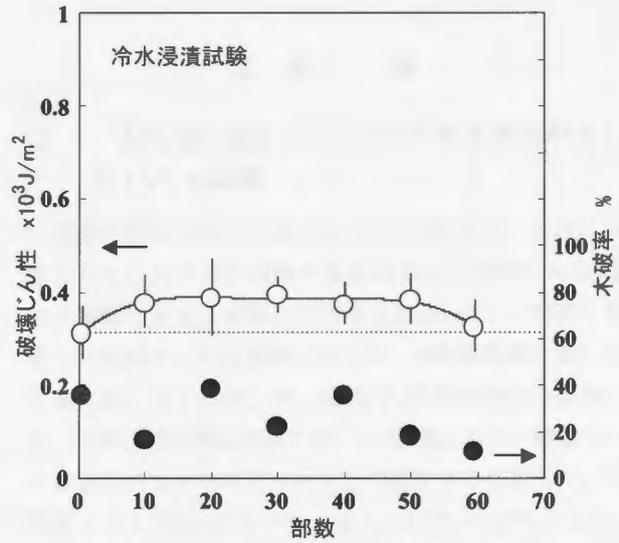


Fig.5 API樹脂接着剤の冷水浸漬試験における破壊じん性と竹炭添加部数の関係