

竹炭混合 API 樹脂を結合剤とした単板積層材の調湿性

本多 琢 己

Humidity Conditions of Laminated Veneer Lumber Which Bonded By 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. The aqueous polymer isocyanate (API) adhesive were modified with bamboo charcoal powder. Humidification performance of sheet and LVL which are manufactured from these adhesives was evaluated. It calculated the B value regarding humidification performance, from change of relative humidity inside the steel box which inserted the sample when it changes environmental temperature. To blend the bamboo charcoal powder, it is effective for the improvement of humidification performance of sheet and LVL.

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。竹炭粉を混合した水性高分子—イソシアネート系樹脂 (API 樹脂) 接着剤から調製したシート及び LVL の調湿性能を評価した。試料を入れたスチール製容器の外周温度を変化させたときの容器内の関係湿度を温度の関数として測定し、調湿性能に関する B 値を算出した。竹炭粉ブレンドによる調湿性能の改良効果が確認された。

1. はじめに

前報¹⁾では、水性高分子—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 樹脂の物性および接着性などを検討した。その結果、API 樹脂に竹炭粉を添加した場合、それから調製した樹脂フィルムは、固くて脆い性状を示すようになるものの、接着強さにはほとんど影響しないことを明らかにした。

この API/BC 樹脂を、集成材や LVL などの積層型の木質材料において、木質エレメントを再構成する際の接着剤や表面加工の塗料として応用すれば、本来多孔質である木材が有している以上の高い調湿性が期待できる。

そこで本研究では、API/BC 樹脂から調製したシート材料や LVL について B 値を指標に調湿性を評価し、調湿性を有した機能性材料創成の可能性について検討する。

2 実 験

2.1 API/BC 樹脂シート及びそれを結合剤とした LVL の調製

調湿性試験に用いた試料は API 樹脂をシート状に成型したもの及びこの樹脂を接着剤として利用した LVL の 2 種類である。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)社製) の主剤に対して 0、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。樹脂シートは室温にてテフロンシート上で硬化させ作製した。平均厚さは 1.7mm であった。また、LVL には厚さ 2mm のアカマツロータリー単板を用い、層構成を 6 ply とし、接着剤塗布量 250g/m²、圧縮圧 0.98Mpa、室温で 24hr 硬化させた。繊維方向に沿って幅 3mm の試片とした。

2.2 調湿性試験

スチール製の容器 (10 l) の容器の内面に材料を内装し密閉した供試体を恒温恒湿器に入れ、供試体の上面中央に開けた穴を通して、温湿度測定用受感部を中心まで挿入した。次いで恒温恒湿器の温度を変化させ供試体中央の温度と相対湿度を経時的に測定した。6時間で温度が 20℃から 35℃に変化するように制御し、昇温過程で測定した。容積 V に対する内装面積 S の比 S/V を変化させて測定した。密閉容器を用いた場合の調湿効果を密閉容器内の相対湿度の対数を温度の一次式で近似した場合の勾配 B 値で評価した。

測定システムの概略を Fig.1 に示す。密閉空間において内壁等から吸・放湿が全くない場合には、 B 値は -0.024 程度とされている²⁾。本測定システムにおいてブランクの状態 ($S/V=0$) で測定したところ、 B 値は -0.022 であった。このことから、本測定システムの密閉性に問題はないと考えられる。

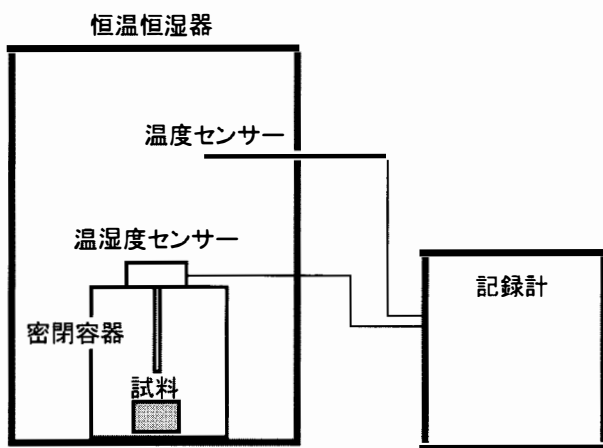


Fig.1 調湿性測定システム

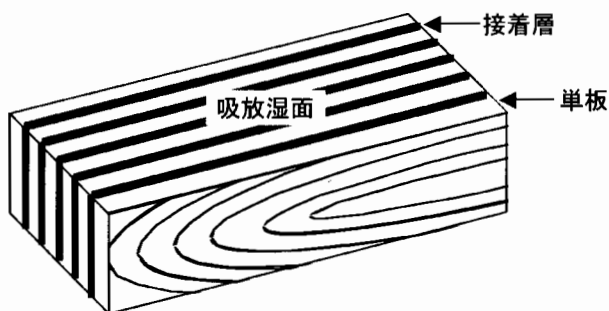


Fig.2 LVL試験体の形状

供試材料はすべて 20℃、65%RH の恒温恒湿室で十分に調整したものをを用いた。密閉も上記室内で行った。なお、シートは両面から、LVL では接着層に垂直な 1 面 (Fig.2) から放湿させた。シートについては両面を除いて、また LVL については一方の木口面を除いて、その他の面をシリコン樹脂でシールした。

3.結果及び考察

3.1 API/BC 樹脂シートの調湿性

Fig.3 に API シート (BC=0%) の $S/V=1.0$ の測定例を示す。左図が温度変化を示しており、右図がそれに対応した密閉容器内の相対湿度の変化を示している。右図の直線の傾きが B 値となる。

Fig.4 の右図は、 $S/V=0$ で温度を左図に示すように変化させた場合の密閉容器内の T と $\log RH(T)$ の関係を示す。温度上昇速度が $0.04-0.18^\circ\text{C}/\text{min}$ の範囲内では B 値に影響は認められない。

Fig.5 は温度の変化パターンと密閉容器内の T と $\log RH(T)$ の関係を示す。 T を A のように変化させると、昇温過程と降温過程で別々の曲線を描く。 T を B のように変化させると、A よりも温度変化速度を大きくした 1 サイクル目では、間隔はさらに広がるが、A よりも温度変化速度を小さくした 2 サイクル目では、両曲線の間隔は狭くなって直線に近づく。

Fig.6 に API/BC 樹脂シートの B 値と S/V の関係を示す。 B 値は S/V の増加とともに大きくなった。 S/V 値が小さいところでは、API/BC 樹脂シートの B 値が API 樹脂シートのそれに比べて大きく、調湿能力が高い。しかしながら、 $S/V=4.0$ 以上では両者の B 値に差がなく、竹炭粉添加の効果は認められない。これは、材料の吸放湿量が S/V の影響を受ける³⁾ためであると考えられる。

Fig.7 に API/BC シートの断面の様子 (SEM) を示す。断面には空隙が不連続に形成されており、その表面に竹炭粉が露出している様子が観察された。これは単に表面積というよりも、むしろ吸着面積が増加したことを示しているため、シート中の空隙は調湿性の改善に大幅に寄与していると推定される。一方、空隙は、イソシアネートと水の反応により発生した CO_2 の気泡が樹脂内部に残存したまま、硬化が進行すると生じる。空隙の形成状態は、樹脂硬化時の温度によって異なっていると推察される。このため、気泡を多く発生する温度で硬化

を進行させるなど、成型条件を制御してシート断面中に連続する空隙構造を実現できれば、さらに調湿性を高め

ることが可能であると考えられる。

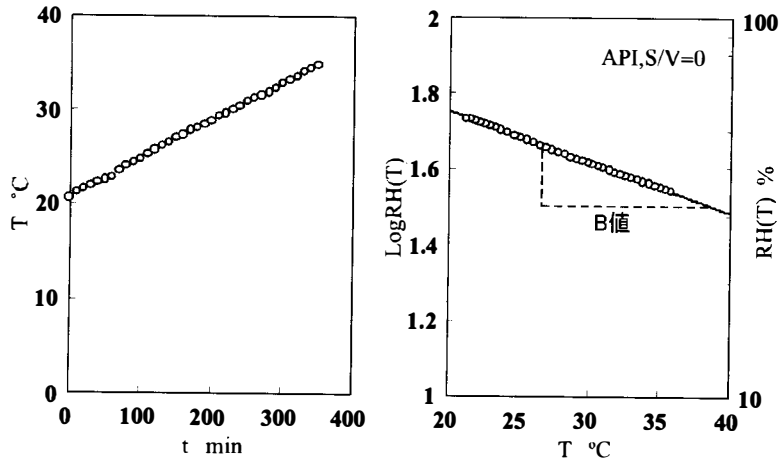


Fig.3 密閉容器内の温湿度の変化とB値

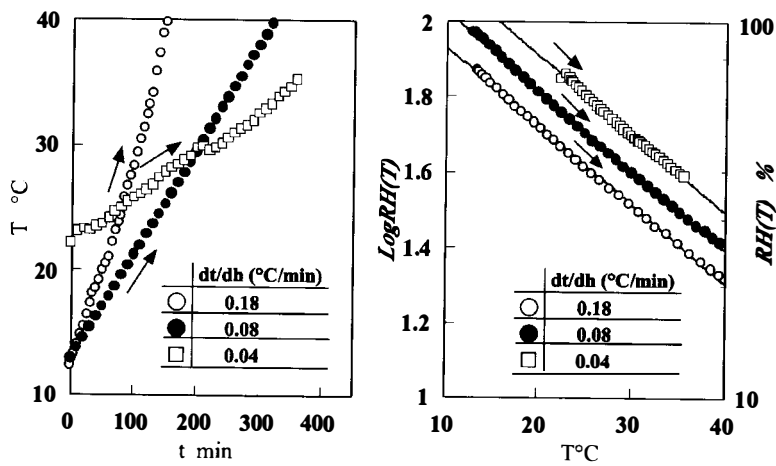


Fig.4 温度上昇速度と密閉容器内の温湿度変化

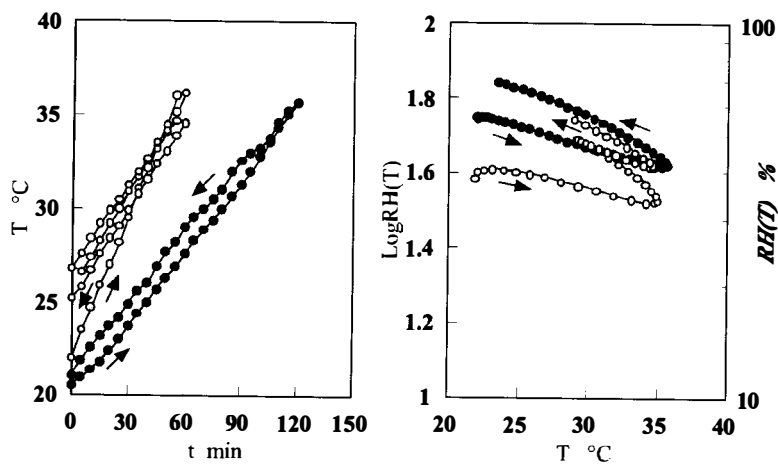


Fig.5 温度の変化パターンと密閉容器内の温湿度変化

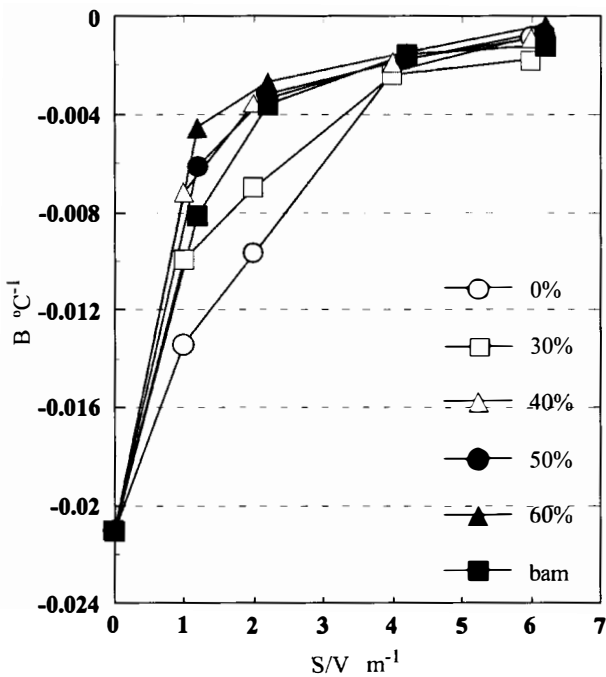


Fig.6 API/BC樹脂シートの B値と S/Vの関係

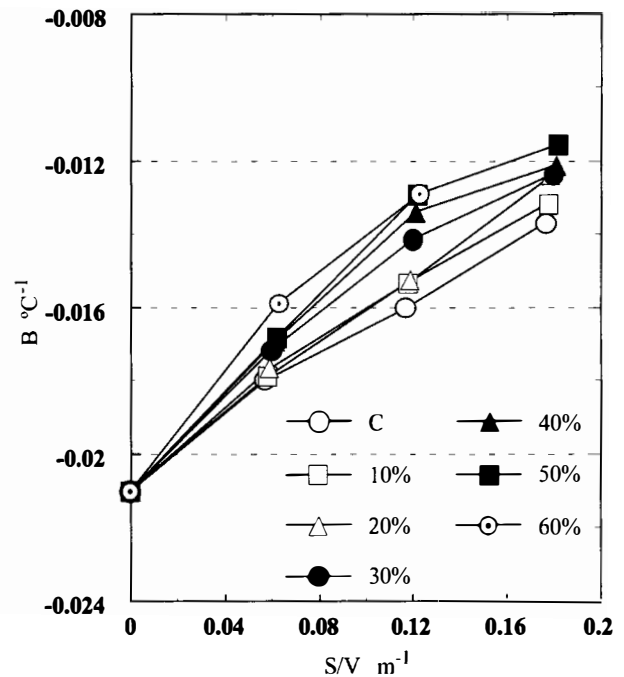


Fig.8 API/BC樹脂接着剤で調製した LVLの S/Vと B値の関係

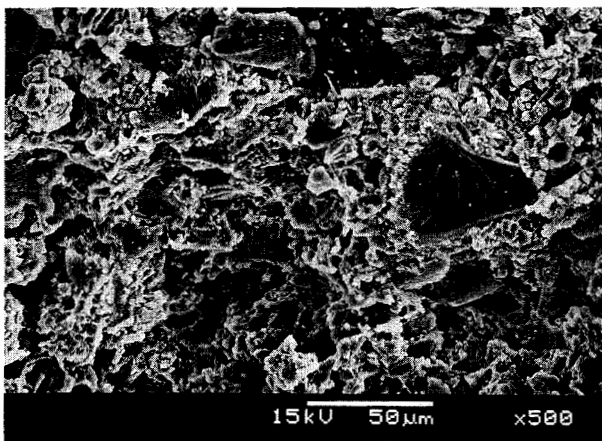


Fig.7 API/BCシートのSEM写真

3.2 API/BC樹脂を結合剤とするLVLの調湿性

Fig.8にAPI/BC樹脂接着剤で調製したLVLのS/VとB値の関係を示す。いずれの樹脂で調製したLVLにおいても、そのB値はS/Vに依存することがわかった。S/Vが高いほどB値は大きかった。また、同じS/Vに対するB値は、竹炭粉の添加部数が多い試験体ほど大きかった。

4 まとめ

API樹脂に竹炭粉をブレンドした樹脂からシート及びLVLの調製を試み、密閉容器内の相対湿度の変化から調湿能力の指標B値を算出したところ、S/Vの小さい領域において調湿性能の改良効果が高かった。ただし、竹炭粉の部数が多くなると増粘し流動性に欠けるようになるため、やや単板に塗布しづらくなる。

文献

- 1) 本多琢己: 山梨県森林総合研究所研究報告, 30, 21-23 (2011).
- 2) 則元 京, 大釜敏正, 山田 正: 木材学会誌, 36, 341-346 (1990).
- 3) 大釜敏正, 則元 京, 小原二郎: 木材工業, 43, 14-18 (1988).