

単板を硬くして性能に優れた合板を造る（その1）

－樹脂含浸と圧密化について－

高 谷 典 良

はじめに

木の良さの一つは柔らかさ、暖かさです。金属、コンクリート、プラスチックなどに比べ木は柔らかく、一般的には柔らかさは暖かさにつながり、これらの特徴は木のセールスポイントの一つです。

しかし、木にも硬さが求められる用途があります。柔らかいということは、一方では機械的性能が低いことにつながるからです。床材、車両用材、机の天板などにはある程度の硬さが要求されます。硬いことは耐摩耗性に優れる、キズが付きづらい、強いなどにつながるからです。

そこで樹脂を含浸して硬くした単板を表面に接着した、様々な性能に優れた複合合板を製造しました。

（その1）では製造方法について、（その2）では複合合板の性能について説明します。

硬さとは

ところで“硬さ”とは何でしょうか。これがなかなかやっかいで、“硬さとはこういうものだ”と一言で硬さの本質を表す定義はありません。それでは何かと不都合だということで、現在最も妥当だといわれている定義は、「ある物体の硬さとは、それが他の物体によって変形を与えられようとするときに呈する抵抗の大小を示す尺度である」とされています¹⁾。

ところがこの定義では、「他の物体とは何で」「それはどんな形と大きさで」「与える変形の大きさはどのくらいで」「どのような方法で変形を与えるのか」などにより様々に変わるので絶対的な硬さを表すことはできません。

しかし、硬さを表す尺度（数値）がないと何かと不都合なので、実際にはそれぞれが一つの方法を決めて試験をおこない比較の数値を出します。したがって、方法の決め方により様々な硬さがあるわけです。

例えば、JISでは木材硬さは“ブリネル硬さ”試験で測定します。これは直径10mmの鋼球(圧子という)

を一定の深さまで押し込んだときの荷重です。この他に、鋼球の代わりに底面が正方形のダイヤモンドのピラミッド圧子を押し込む“ピッカー硬さ”，圧子のある高さから落としてその跳ね上がり高さを測定する“ショア硬さ”，ダイヤモンド圧子で引っかく“マルテンス硬さ”など多くの測定方法があります。

我々も日常この材料は“柔らかい”あるいは“硬い”などという表現をよく使いますが、考えてみると無意識のうちになにかを比較して柔らかい、硬いと使っているようです。これからここで説明する硬さとはこのような意味の、すなわち比較の硬さです。

木を硬くする方法

木を硬くするためにはいくつかの方法がありますが、その一つは樹脂を含浸して硬くする方法です。WPC（木材-プラスチック複合材料）もその方法の一つです。しかし、木材に液体を含浸することは容易なことではありません。そこで、減圧、加圧して強制的に含浸させたり、針状のもので穴をあけて含浸を助けたりします。含浸の容易さは樹種や木材の厚さに大きく影響され、薄い材料ほど容易に含浸できます。また、用途によっては表面だけ硬ければよいという場合もあります。むしろこの方が多いかもしれません。

そこで、今回は単板に樹脂を含浸後、圧密化して硬くすることに取り組みました。また、硬くした単板を表面に接着した複合合板を製造し、ブリネル硬さを始めとした様々な性能を測定しました。使用した樹脂は主にフェノール樹脂ですが、一部メラミン樹脂も使用しました。なお、圧密化とは高い圧力をかけて単板の表面を押しつぶすことです。この結果、表層部分の密度は中心部よりも高くなり硬さが増します。フェノール樹脂またはメラミン樹脂を含浸しただけでは単板の硬さはそれほど向上しません。圧密化により硬さは大きく向上します。

単板に樹脂を含浸する

単板に樹脂を含浸する最も簡単な方法は浸せきすることです。この方法だと特別な装置は要りません。そこで、道産針葉樹2樹種(カラマツ, トドマツ)と道産広葉樹6樹種(シナ, ハン, ダケカバ, シラカバ, カツラ, イタヤ)の厚さ3mmの単板をフェノール樹脂溶液(樹脂率30%)に浸せきしたときの、浸せき時間と含浸率との関係を測定しました。含浸率とは下記の式で表される値です。

$$\text{含浸率 (\%)} = \frac{\text{含浸された樹脂の重さ}}{\text{単板の全乾重さ}} \times 100$$

その結果を図1に示します。今回の試験では含浸率は15%以上を目標としました。これは、15%以上含浸されると高い寸法安定性が付与されるという結果が得

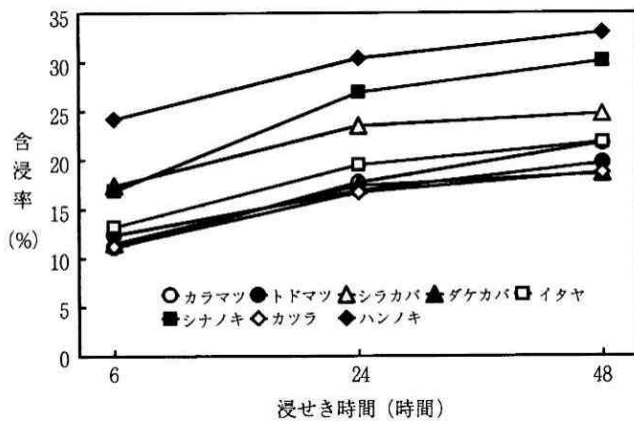


図1 浸せき時間と含浸率

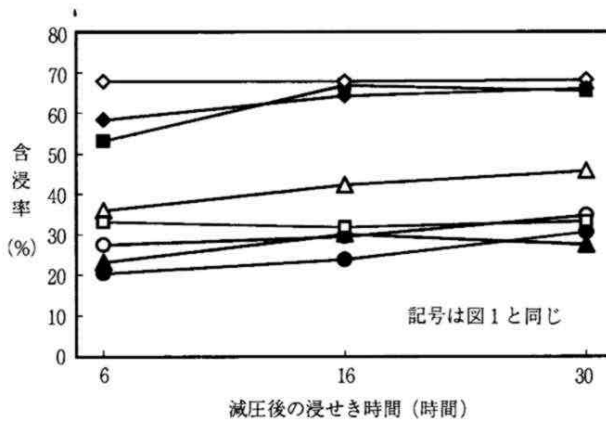


図2 減圧後の浸せき時間と含浸率

られているからです²⁾。図1を見ると樹種により差がありますが、すべての樹種で24時間の含浸で15%以上の含浸率が得られることが分かりました。

なお、比較のため減圧・加圧装置を使用して減圧(30mmHgで30分間減圧)して含浸させたときの含浸率も測定しました。その結果を図2に示します。この値は30分間減圧後、常圧にして浸せきしたときの含浸率です。確かに常圧だけの浸せきと比べると高い含浸率は得られますが、装置の設備投資、作業の能率などを考えると、単板の含浸では常圧の浸せきで十分ではないでしょうか。

図3にカラマツ単板の厚さと、フェノール樹脂溶液の樹脂率を変えたときの含浸率を示します。常圧で24時間浸せきしたときの値です。どの厚さの単板でも樹脂率が高いほど含浸率は高くなりましたが、面白いことに単板厚さの影響はどの樹脂率でも1.5mm以下では薄くなるほど高くなるものの、1.5から3.0mmの間には差はありませんでした。

樹脂を含浸した単板を圧密化する

樹脂含浸した単板は含水率5~10%まで乾燥した後ホットプレスを使用して圧密化します。このときの適当な圧密化条件を求めました。

カラマツとダケカバの3mm厚さの単板を用いて温度(140, 150, 160), 時間(10, 15, 20分), 圧力(カラマツ: 15, 20, 25kgf/cm², ダケカバ: 20, 25, 30kgf/cm²)を変えて圧密化したときの圧密比を測定しました。これらの単板の含浸はフェノール樹脂で常圧で24時間です。圧密比とは次の式で表す圧密の程度です。

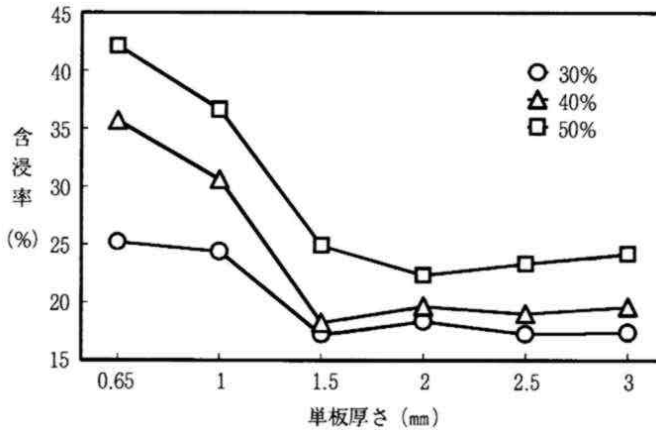


図3 単板厚さと樹脂率と含浸率

$$\text{圧密比 (\%)} = \frac{\text{初期厚さ} - \text{圧密化後の厚さ}}{\text{初期厚さ (むき出し厚さ)}} \times 100$$

図4, 5に各圧縮温度での圧力と圧密比の関係を示します。圧力は高くなるほど圧密比が大きくなりますが、温度は今回設定した範囲内では圧密比にほとんど影響しませんでした。カラマツでは15kgf/cm²でおおよそ15%, 20kgf/cm²で20%, 25kgf/cm²で25%の圧密比が得られ、ダケカバでは20kgf/cm²で10%, 25kgf/cm²で15%, 30kgf/cm²で20%の圧密比が得られました。

それでは適当な温度は何度かということですが、硬化温度はある程度樹脂の種類に関係します。また、低温では硬化のためには長時間必要です。この辺のことを考慮すると、フェノール樹脂では140~150 が適当だと思えます。

図6に時間と圧密比の関係を示します。カラマツ、

ダケカバとも今回設定した範囲内ではまったく影響はありませんでした。それでは何分が適当かということになります。樹脂を完全に硬化させる時間、必要な圧密比まで圧縮する時間が必要です。そこで単板内部の温度上昇と単板が圧密化されていく過程を測定しました。

図7はフェノール樹脂を含浸した厚さ2mmの単板を2枚重ねて圧密したときの重ねた部分の温度上昇を測定した結果です。まったく同じではありませんが厚さ4mmの単板の中心層の温度と想定して大きな差はないと思います。おおよそ2分で圧縮温度の140 まで上昇しました。今回使用したフェノール樹脂の硬化時間は140 では1.5分ですから、4分も圧縮すれば必要な硬化時間は満たすものと考えられます。

図8はフェノール樹脂を含浸した厚さ3mmの単板が圧密化される過程を測定した結果です。カラマツでは6分で20%程度まで、ダケカバでは6分で15%程度ま

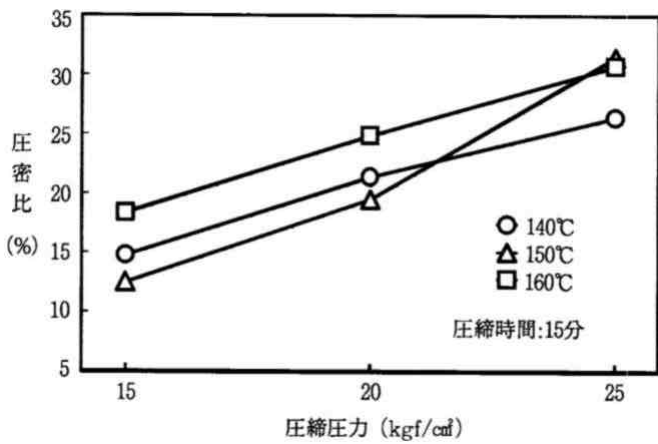


図4 圧縮圧力と圧密比 (カラマツ)

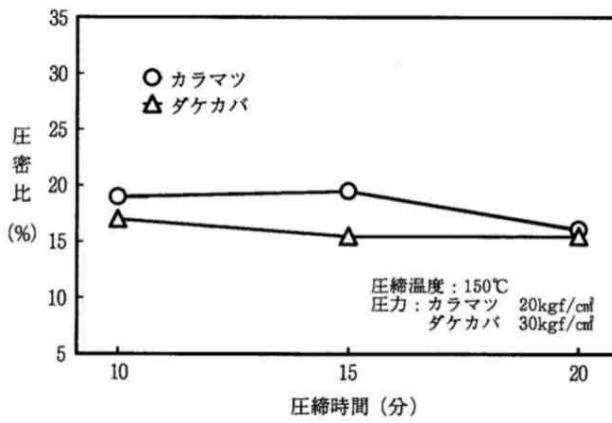


図6 圧縮時間と圧密比

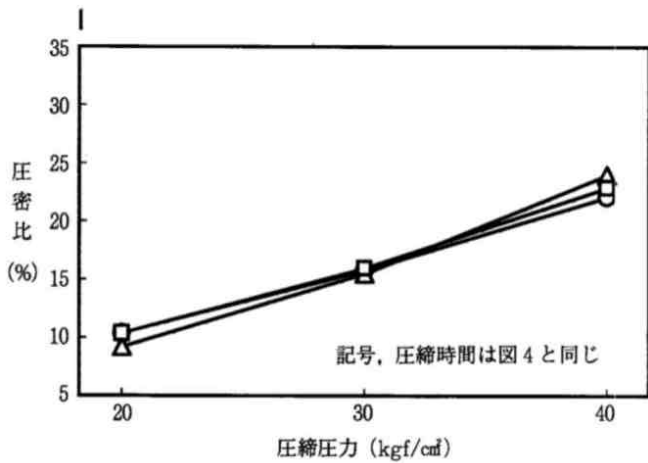


図5 圧縮圧力と圧密比 (ダケカバ)

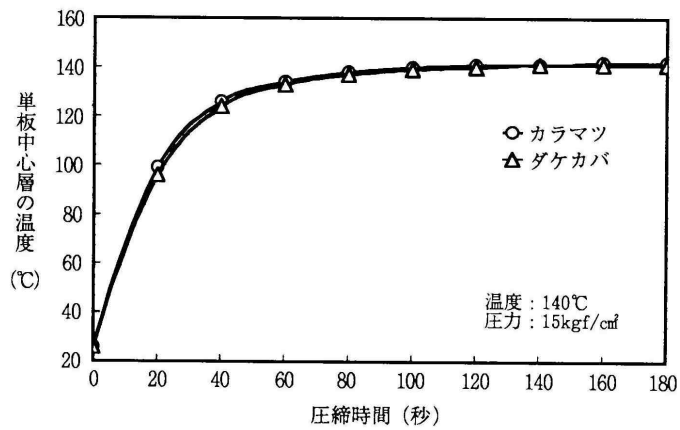


図7 圧縮時間と単板中心層の温度

で圧密されました。

以上の結果から、適当な圧密化条件は、温度は140～150℃、時間は6～7分、圧力は必要な圧密比により選択すればよいでしょう。

参考資料

- 1) 寺澤正男：“硬さのおはなし”，日本規格協会，1984。
- 2) 北海道林務部：平成4～5年中小企業庁地域活性化事業費補助地域技術おこし事業研究 成果普及講習会テキスト（1994）。

(林産試験場 合板科)

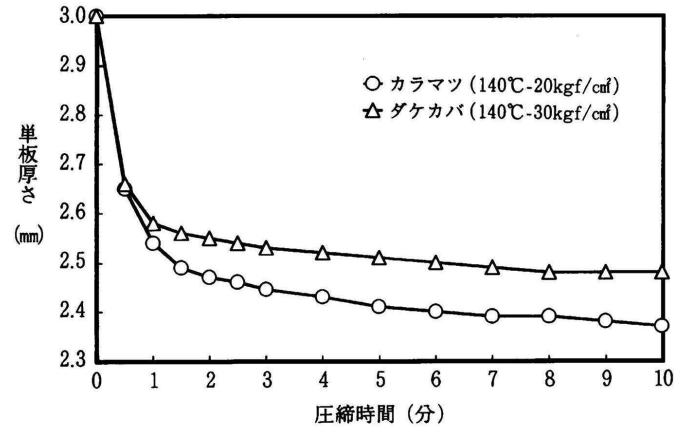


図8 圧縮時間と単板厚さ