

スギ単板の圧密化に関する研究

遠矢良太郎, 山角達也

Development of High Density Veneer by Hot-Press Treatment for SUGI (*Cryptomeria japonica*)

Ryotaro TOYA and Tastuya YAMAZUMI

スギのロータリー単板についてホットプレスによる圧密化を試みた。圧縮圧の増加にともない、単板の比重、硬さおよび耐摩耗性は増加し、単板の圧密化は可能である。しかし、圧密化に供した単板が無処理の場合、吸湿や吸水によって著しい厚さの回復を生じることから、単板にフェノール樹脂注入処理を行うことによって、吸湿や吸水による厚さの回復はほとんど生じないことがわかった。樹脂注入した単板を、顕微鏡観察した結果、硬化したフェノール樹脂が圧密化によって変形した早材部細胞を固定して、水分による回復を阻止していることが観察された。

1. はじめに

スギ材を家具の天板や床材などへ利用する際、表面に傷がつきやすいことがあげられ、このため焼き加工による目出しや塗装による硬い塗膜の形成などが行われている。

スギLVLの場合、表層に硬度のあるしかも耐摩耗性のある単板を用いることによって、傷のつきにくい材質とすることが考えられる。

そこで、スギ単板について、ホットプレスを用いて圧縮加工を行い単板の圧密化^{1),2),3)}をはかり、硬さや耐摩耗性および厚さの回復等について検討した。

2. 試験方法

厚さ4mmのスギロータリー単板について熱圧と冷却を行い圧密化を行った。

無処理の単板を圧密化した場合には、吸湿によって厚さの著しい回復がみられたので、フェノール樹脂を用いて厚さの回復を抑制するための実験を行った。

2.1 供試単板

供試単板は、無処理の単板とフェノール樹脂を加圧注入した単板である。

2.2 加圧注入処理

フェノール樹脂には低分子の含浸用水溶性フェノール樹脂(アイカネオレジンp-70:アイカ工業製)を用いた。

フェノール樹脂はメタノールで希釈し、樹脂濃度(固形分):50%, 42%, 32%, 23%, 14%でのものを使用した。加圧注入処理は、単板の真空処理を20分(到達真空度:5mmHg)、樹脂の真空処理を10分(到達真空度:20mmHg)とした。

注入処理の注入圧力については5, 10, 15kg/cm²を用いて30分の処理時間で予備実験(表1)を行った結果、どの注入圧力でも注入率は変わらなかった。

表1 樹脂注入圧力と樹脂溶液の注入率

注入圧力(kg/cm ²)	注入率(%)	変動係数(%)
5(kg/cm ²)	160.3	27.3
10	164.3	19.5
15	161.9	9.7

たので、変動係数が中程度であった10kg/cm²を採用した。注入処理時間は30分である。

樹脂注入した単板は、20時間風乾した後、40℃で20時間乾燥してから圧密化に供した。圧密化前の単板含水率は約11%である。注入には島津製作所製の含浸装置(図1)を用いた。

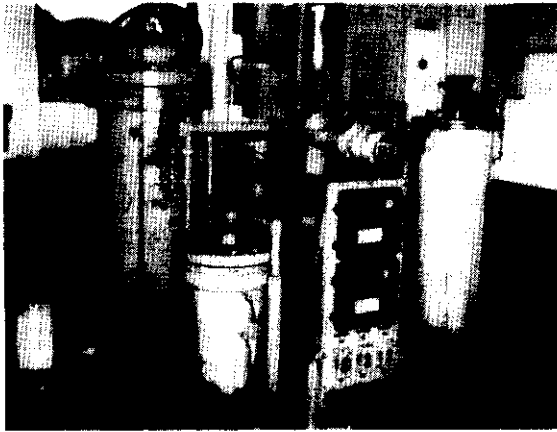


図1 含浸装置

2.3 圧密化の方法

圧密化には実験用ホットプレス(図2)(熱盤寸法:50cm×50cm, 最大容量:60ton, セイブ製)を用いて、熱圧によって製作した。

熱圧温度は110, 150, 200℃, 圧縮圧は10, 20, 30, 40, 60kg/cm²である。

熱圧時間は、10分間とし、圧力を保持したまま熱盤内に通した冷却水によって急速冷却を行い、熱盤の温度が室温に達してから単板を取り出した。

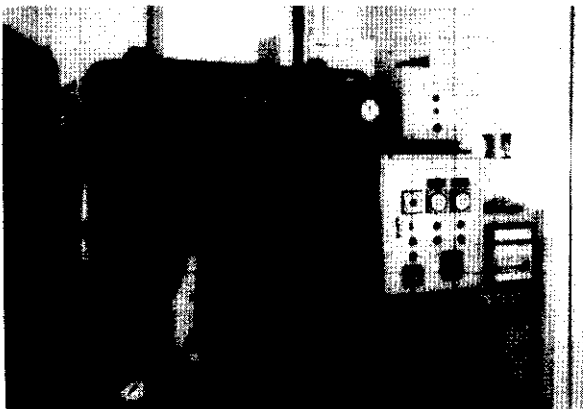


図2 ホットプレス

冷却に要した時間は30~40分であった。温度は熱盤内に設置した熱電対からの温度記録によって監視した。

2.4 圧密化単板の材質

圧密化した単板について比重、硬さ、耐摩耗性表面あらさおよび寸法安定性を測定した。

硬さは、JIS Z 2117に準拠して測定した。

耐摩耗性についてはテーパー式摩耗試験機(テスター産業製)を用い、日本農林規格によるフローリングの摩耗A試験を行い、摩耗深さを測定した。

寸法安定性は圧密化単板を40℃, 95%RHの恒温恒湿装置(PR-3G, タバイ製)内に48時間放置した後の厚さの回復と、単板を2時間煮沸した後の厚さの回復について測定した。

圧密化による木材の組織構造の変化については走査型電子顕微鏡(S-405, 日立製作所製)で観察した。

3. 試験結果と検討

3.1 圧密化の圧縮圧による単板の圧縮率, 比重, 硬さおよび摩耗深さの変化

図3は単板を110℃で圧縮圧を変えて熱圧したときの結果である。

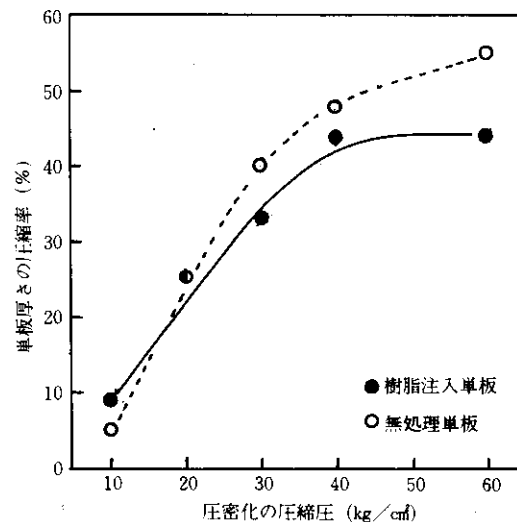


図3 圧縮圧による単板厚さの圧縮率変化

単板厚さに対する圧縮率は無処理単板、樹脂注入単板とも同じように圧縮圧 10~40kg/cm² までは圧縮圧の増加にともない直線的に増加する。

圧縮圧が 40kg/cm² 以上になると、樹脂注入単板の圧縮率はほとんど増加していない。樹脂が木材の空隙に充填され木材の真比重の状態に近くなったものと推察する。

比重(図4)は圧縮圧におおむね比例して増加し、その増加割合は無処理単板、樹脂注入単板ともに同じ様な増加割合を示している。また、どの圧縮

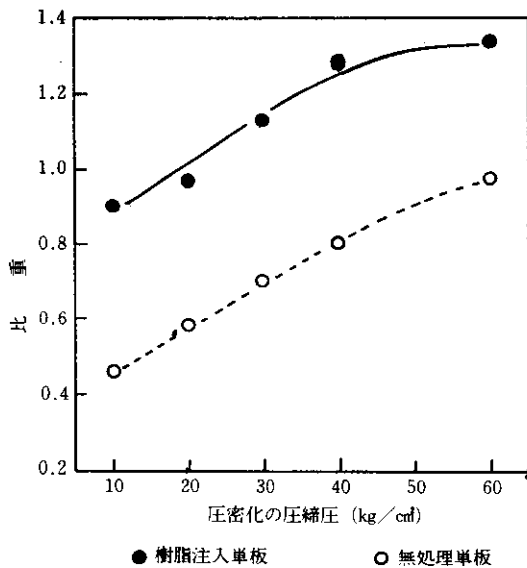


図4 圧縮圧による比重の変化

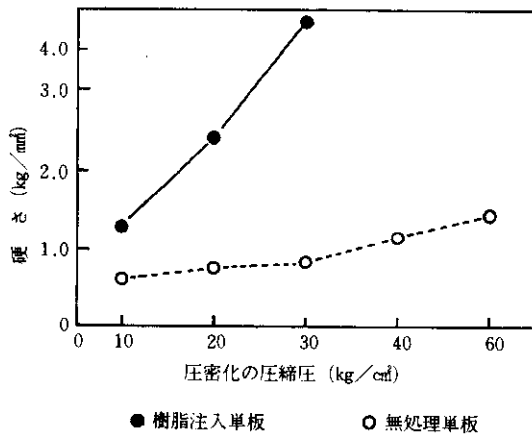


図5 圧縮圧による硬さの変化

圧においても樹脂注入単板の比重は無処理単板より約 0.4 大きい。これは圧縮前の比重差に起因している。なお、圧縮圧 60kg/cm² での樹脂注入単板の比重は約 1.3 で、木材の真比重に近い。

硬さ(図5)は比重と同様、圧縮圧の増加にともない増加している。しかし、その増加割合をみると、無処理単板と樹脂注入単板の間には大きな差があり、樹脂注入単板は圧密化によって硬さが著しく大きくなっている。これは、フェノール樹脂注入材を用いて圧密化する場合の大きな特長であると思われる。

フローリング摩耗A試験終了後の圧密化単板の摩耗深さを図6に示す。無処理単板と樹脂注入単板は、圧縮圧の増加にともない摩耗深さが減少し耐摩耗性能が増加していることを示している。

圧縮圧の増加にともない摩耗深さの減少は、樹脂注入単板の方が無処理単板よりやや大きく、耐摩耗性においてやや優れている。

しかし、無処理単板と樹脂注入単板の間に比重や硬さにみられたような大きな差はないことからフェノール樹脂は、比重や硬さにみられるような著しい耐摩耗性の増加はないと思われる。

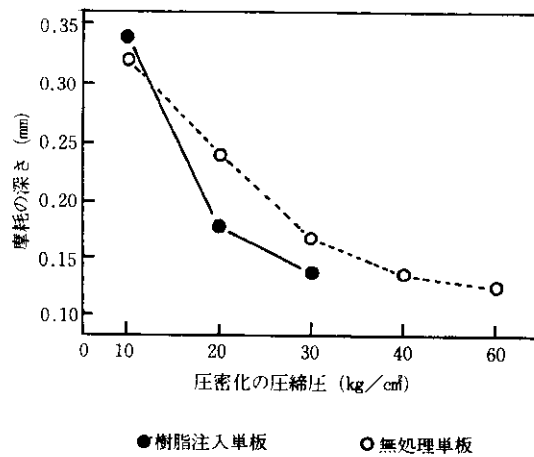


図6 圧縮圧による摩耗深さの変化

図7は樹脂濃度を変えて注入したときの含脂率の違いを示したものである。

厚さ4mmのロータリー単板に注入圧力10kg/cm² 注入時間30分でフェノール樹脂を注入したとき、樹脂濃度が変わっても樹脂溶液の注入率は平均200%程度で大きな違いがなかった。

樹脂濃度が大きくなれば単板の含脂率は大きくなる。このことは、単板の含脂率は樹脂濃度によってある程度コントロールできると思われる。

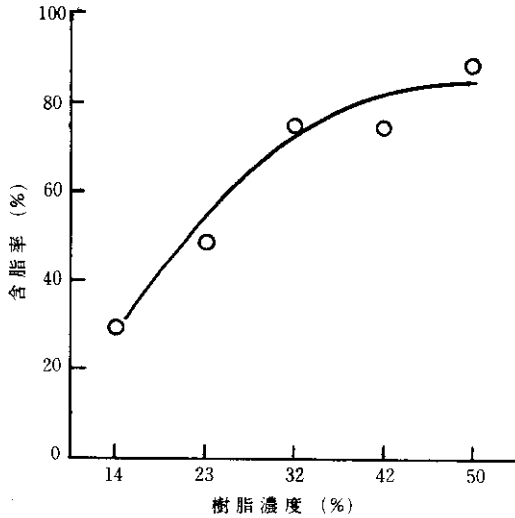


図7 樹脂濃度と含脂率

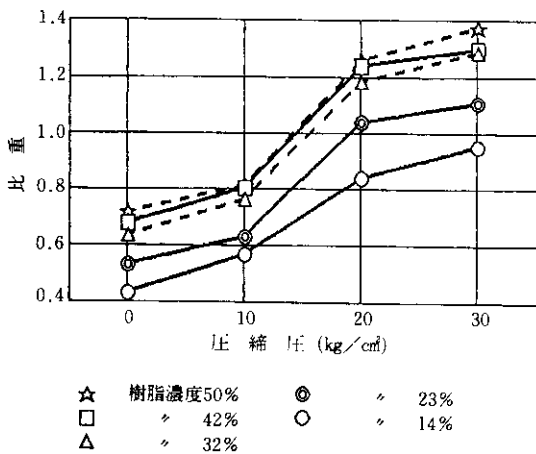


図8 樹脂注入単板の圧縮圧と樹脂濃度による比重

図8は、樹脂濃度と圧縮圧の違いによって圧密化された単板の比重が変化することを示している。樹脂濃度が高いと含脂率が大きくなり比重は大きくなる。また、圧縮圧が高いと比重は大きくなる。

無処理のロータリー単板と圧密化前および圧密化後の各単板を図9に示す。熱圧によって単板の表面はかたく、しかも平滑になっている。樹脂注入単板を圧密化した単板は樹脂分の多い松に似た材色を呈した。

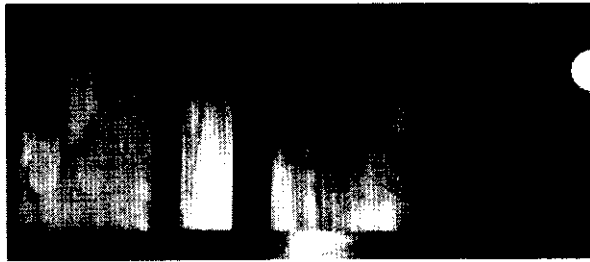


図9 圧密前と圧密後の単板

3.2 吸湿および煮沸による単板厚さの回復

無処理の単板を圧縮圧30kg/cm²で圧密化し、40℃、95%RHの条件の恒温恒湿機に48時間入れて吸湿処理したときの単板の厚さ変化を図10に示す。圧縮によって圧密化した単板の厚さは吸湿によって著しく膨張し、圧縮前の厚さに回復しようとする。回復の程度は熱圧温度によって相違が

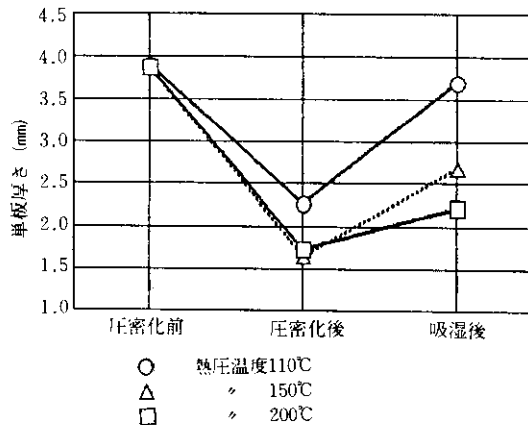


図10 吸湿による無処理単板の厚さ変化

れ、処理温度が高いほど厚さの回復量が小さい傾向がみられる。

同じ無処理の圧密化単板を2時間煮沸したときの単板厚さの変化を図11に示す。

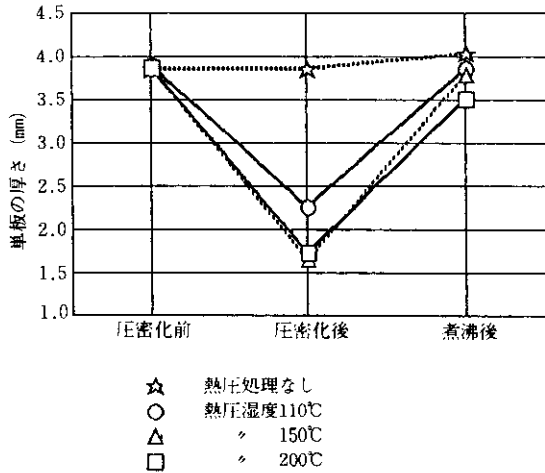


図11 煮沸による無処理単板の厚さ変化

圧密化によって厚さ4mmの単板は約2mmになるが、煮沸によって圧密化前の単板厚さに回復している。無処理の単板の場合、圧密化によって寸法を減じた単板厚さは、煮沸によってもとの寸法に急速に回復し、吸湿の場合は徐々に回復する。

樹脂注入した単板を10kg/cm²で圧密化し、吸湿と煮沸を行ったときの単板厚さの回復を図12、図13に示す。

樹脂注入を行った圧密化単板は無処理の単板にくらべて、吸湿や煮沸による厚さの変化はきわめてわずかであり、寸法安定性に優れている。

また、加圧注入した樹脂は濃度の高いほど厚さの回復が小さく、樹脂濃度23%以上を用いれば優れた寸法安定性が期待できる。しかし、樹脂濃度が14%以下になると厚さの回復は大きくなり寸法安定性は低い。したがって、フェノール樹脂注入による圧密化単板の寸法安定化をはかるには経済性を考慮した、樹脂濃度の低い23%程度の濃度が望ましいと考える。

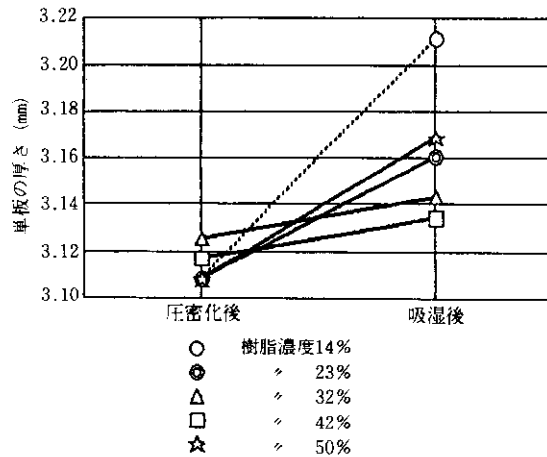


図12 吸湿による樹脂注入単板の厚さ変化

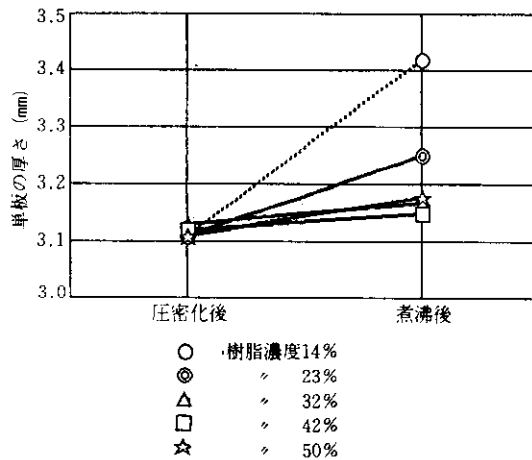


図13 煮沸による樹脂注入単板の厚さ変化

3.3 表面あらさ

無処理単板について、圧密化前、圧密化後、吸湿後の表面あらさの変化を図14に示す。圧密化前のあらさは、0.1~0.2mmで凹凸の激しいあらい表面を有しているが、圧密化によって約0.01mmのあらさを有する平滑な表面に変化する。

しかし、この圧密化された単板は吸湿によって厚さの回復が生じ、しかも表面にうねりを生じるなどあらさの形状が変化する。このことは、供試した単板がロータリー単板であり、圧密化によって単板内に存在していた裏割れが吸湿処理によって単板の表面の変形に影響したことから、単板の早材と晩材の吸湿による膨張率の違いも起因しているものと考えられる。

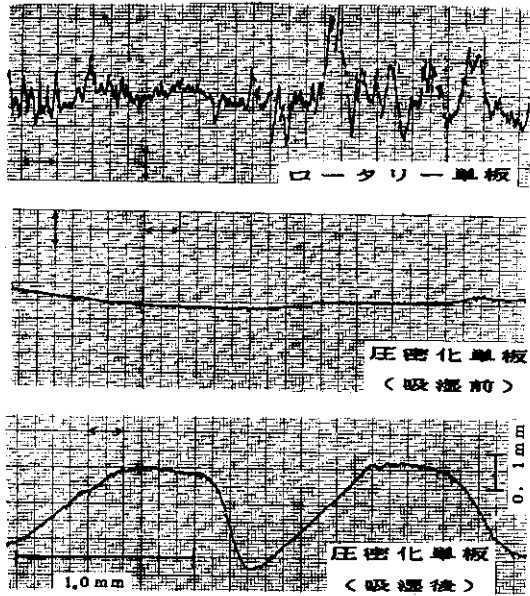


図14 無処理単板の表面あらし

樹脂注入した単板について、圧密化後および樹脂濃度14%と23%で注入処理した圧密化単板の吸湿後の表面あらしを図15に示す。

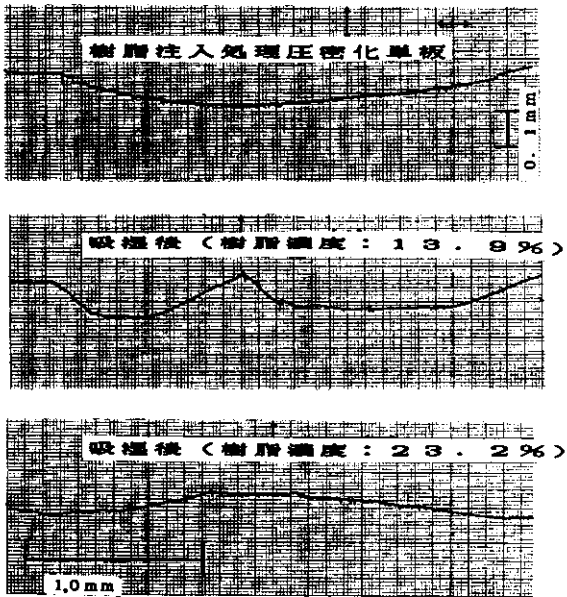


図15 樹脂注入単板の表面あらし

樹脂注入した単板を圧密化した場合、表面あらしは無処理の単板と同様に小さいが、単板に反り

や亀裂が生じる傾向がある。このため表面あらしにはうねりが見られる。これも単板の裏割れや早材と晩材の膨張率の違いが原因していると推察する。吸湿した圧密化単板において樹脂濃度14%のものには亀裂が生じており、23%のものに比べ大きなあらしが生じていた。

3.4 圧密化と木材の組織構造

無処理単板について圧密化前と、圧密化後の木口面における組織構造の変化を図16に示す。

圧密化前の単板にはロータリー切削による裏割れのクラックがみられるが、仮道管や放射組織の細胞には変形が生じていない。圧密化によって、早材部の仮道管と放射組織は圧縮され著しく変形しているが、晩材部細胞はほとんど変形していない。樹脂注入した単板について、圧密化前と、圧密化後の木口面の組織構造の変化を図17に示す。

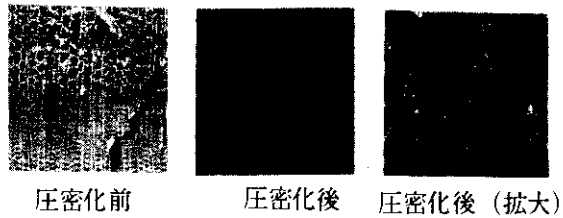


図16 無処理単板の木口面

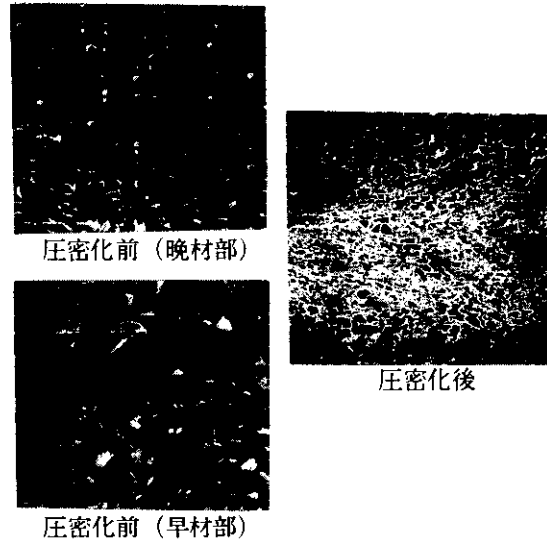


図17 樹脂注入単板の木口面

樹脂注入した圧密化前の単板には樹脂が粒状にまたは被覆するように細胞に付着している。圧密化による変形は、無処理単板と同じように早材部細胞に生じている。付着していた樹脂は、硬化し変形した早材細胞を固定している。この結果樹脂注入単板では、厚さの変化が煮沸や吸湿によってほとんど生じないものとする。しかし、このことによって、単板の吸湿性能はかなり失われており、今後の研究においては、木材の持つ特性を生かした圧密化木材の開発を図る必要がある。

4. おわりに

単板の圧密化はホットプレスで可能である。無処理の圧密化単板は、吸湿による厚さの回復が大きいため、フェノール樹脂注入単板を用いることによって、厚さの回復を抑止することができる。しかし、フェノール樹脂を用いた圧密化は木材の吸湿性能が失われるので、今後検討が必要である。

参 考 文 献

- 1) 井上ら：第38回日本木材学会大会要旨，277 (1988)
- 2) 井上ら：第39回日本木材学会大会要旨，316 (1989)
- 3) 遠矢，山角：第39回日本木材学会大会要旨，188 (1989)