

スギ材の表面性能の改良

| | |
|-------|-----------------|
| 誌名 | 岐阜県林業センター研究報告 |
| ISSN | 03887847 |
| 著者名 | 長谷川,良一 富田,守泰 |
| 発行元 | 岐阜県林業センター |
| 巻/号 | 25号 |
| 掲載ページ | p. 55-67 |
| 発行年月 | 1996年7月 |

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



スギ材の表面性能の改良

長谷川 良一 富田 守泰

目 次

| | | | |
|--------------------------|----|-------------------------|----|
| はじめに | 55 | 3 結果と考察 | 62 |
| I. 木材染色 | 56 | 3.1 圧密材の性状変化と表面性能 | 62 |
| 1 試験目的 | 56 | 3.2 耐摩耗性 | 62 |
| 2 試験方法 | 56 | 3.3 撥水性 | 62 |
| 2.1 染色処理 | 56 | 3.4 寸法安定性 | 62 |
| 2.2 木材内部への染色浸透性の判定 | 56 | 4 まとめ | 63 |
| 3 結果と考察 | 56 | IV. 微小孔と横圧縮回復を利用した | |
| 3.1 直接染料 | 56 | 簡易薬剤浸透方法の開発 | 64 |
| 3.2 酸性染料 | 56 | 1 試験目的 | 64 |
| 4 まとめ | 56 | 2 試験方法 | 64 |
| II. 単板への樹脂注入処理 | 58 | 2.1 供試材 | 64 |
| 1 試験目的 | 58 | 2.2 微小孔 | 64 |
| 2 試験方法 | 58 | 2.3 横圧縮 | 64 |
| 2.1 単板製造 | 58 | 2.4 液体浸漬 | 64 |
| 2.2 樹脂注入方法 | 58 | 2.5 評価 | 64 |
| 2.3 樹脂単板の性能評価 | 58 | 3 結果と考察 | 64 |
| 3 結果と考察 | 58 | 3.1 染料溶液浸漬後の重量増加 | 64 |
| 3.1 重合方法の検討 | 58 | 3.2 樹脂溶液浸漬後の重量増加 | 65 |
| 3.2 樹脂注入による重量増加率 | 59 | 3.3 両面孔による薬剤浸透効果 | 65 |
| 3.3 樹脂注入による摩耗性の向上 | 59 | 3.4 切削後の内部状況 | 65 |
| 4 まとめ | 60 | 3.4.1 孔を通り縦断面で切断した | |
| III. ホットプレスによる簡易表層圧密処理 | 61 | 内部の染色状況 | 65 |
| 1 試験目的 | 61 | 3.4.2 孔をあけた木表面を軽く削った | |
| 2 試験方法 | 61 | 場合の染色状況 | 66 |
| 2.1 供試材 | 61 | 4 まとめ | 66 |
| 2.2 圧密方法 | 61 | 総 括 | 66 |
| 2.3 表面性能 | 61 | 謝 辞 | 67 |
| 2.4 寸法安定性 | 61 | 参考文献 | 67 |

はじめに

スギ材の高付加価値化と需要開発は当面する重要な課題である。これらについては、前報告¹⁾において、製材品の市場調査及び適正な仕上げ含水率、葉枯らし処理の効果、スギ素材の耐久性について多面的な検討を行った。しかし、消費者ニーズを大きく左右する外観的要素である材色や表面硬さ等の改良技術については触れていない。そこで、今回は、木材の改良技術の中で特に基礎的な技術の習得とともに、スギ材の欠点である表面性能の向上を目的に実施した。I章は、材色の改良技術のための木材染色、II、III章は、表面硬さの改良のための樹脂注入と表層圧密処理、IV章は、染色、樹脂

注入、防腐剤注入に応用することを目的とし、表層のみに液体を簡易に浸透させる技術について検討したので報告する。本論文のⅡ、Ⅲの一部は、1993、1995年度日本木材学会中部支部、Ⅳの一部は第45回日本木材学会に報告したものである。

I. 木 材 染 色

1 試験目的

スギ材は、辺材心材の色が著しく異なったり、黒芯等の不良材により商品価値が落ちている場合がある。現状では、顔料を用いた表面だけの着色にとどまっているが、木材の材質感を生かすには、内部まで染色する方法が良いと考えられる。そこで、本実験ではとくに直接染料及び酸性染料のブラウン、ブラック系統の染料を用いて、スギ辺材の染色を行った。

2 試験方法

2.1 染色処理

辺材部の柢目部分から幅20mm、厚さ5mm、繊維方向70mmの試験片を採取した。染色は、減圧注入法（排気2kPaで30分間、浸漬3時間）と一部生材については拡散法により行った。

2.2 木材内部への染色浸透性の判定

試験片を図1-1に示すように切断し、木材内部への浸透性を点線の差によりA～Fの6段階に分類²⁾した。

3 結果と考察

3.1 直接染料

減圧注入法による浸透結果を表1-1、拡散法による浸透性を表1-2に示す。試験片が生材の場合、減圧注入法では内部まで染色されず、拡散法による染色が適する。今回用いた9種類の直接染料の中で、良好な浸透を示したのは、Kayarus Supra Brown B2Rであった。

3.2 酸性染料

減圧注入による浸透性を表1-3に示す。今回検索した中で浸透が良好と考えられるのは、Kayalax Brown Rであった。また、処理前後の染料水溶液のPHを測定したが、処理後は全てPHが下がっており、染料が繰り返し使用できるか検討する必要がある。

4 まとめ

直接染料 (kayarus Supra Brown B2R) と酸性染料 (Kayalax Brown R) の2種類のブラウン系染料は、スギ辺材を良好に染色できる。また、材に多量の水分が含まれている場合は、処理時間が長くなるが、拡散法が適する。

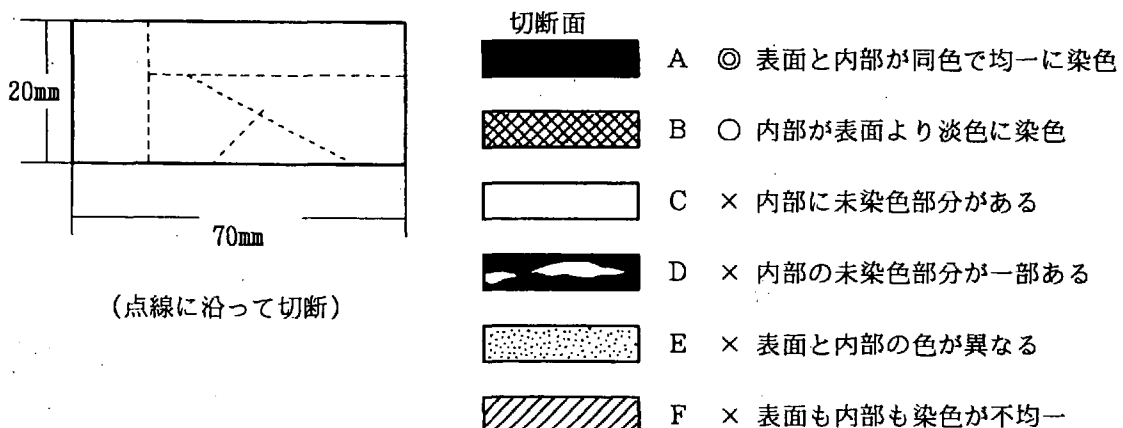


図1-1 染色木材の切断方法と浸透性の判定基準

表1-1 減圧注入による直接染料の木材内部への浸透性

染料濃度 0.5%

| 試験片 | 注入条件 排気 浸漬 | 染料名 | C.I.Name | 浸透性 |
|-----|---------------|------------------------------|------------------|--------------|
| 全乾材 | あり 70°C | Kayarus Supra Brown GL | — | ○(B)×(D)○(B) |
| 全乾材 | あり 70°C | Kayarus Supra Brown B2R | Direct Brown 209 | ○(B)○(B)×(D) |
| 全乾材 | あり 70°C | Kayarus Direct Deep Black XA | Direct Black 154 | ○(B)×(D)×(D) |
| 全乾材 | あり 70°C | Kayarus Direct Brown MA | Direct Brown 223 | ×(D)×(C)×(C) |
| 全乾材 | あり 70°C | Kayarus Direct Brown KGN | — | ○(B)×(D)×(E) |
| 全乾材 | あり 70°C | Kayarus Direct Fast Black D | Direct Black 17 | ×(C)×(C)×(C) |
| 全乾材 | あり 80°C | Kayarus Supra Brown GTL | Direct Brown 210 | ×(D)×(D)×(D) |
| 全乾材 | あり 80°C | Kayarus Supra Brown GL125 | Direct Brown 195 | ×(D)×(D)○(B) |
| 全乾材 | あり 80°C | Kayarus Black B 160 | Direct Black 22 | ×(C)×(C)×(C) |
| 生 材 | あり 80°C | Kayarus Supra Brown B2R | Direct Brown 209 | ○(B)×(D)×(D) |
| 生 材 | なし 80°C | Kayarus Supra Brown B2R | Direct Brown 209 | ×(D)×(D)×(D) |
| 生 材 | なし 80°C | Kayarus Black B 160 | Direct Black 22 | ×(C)×(C)×(C) |
| 生 材 | なし 80°C | Kayarus Direct Deep Black XA | Direct Black 154 | ×(C)×(C)×(C) |

表1-2 拡散法による直接染料の木材内部への浸透性

| 染料名 | C.I.Name | 染料濃度 | 浸漬期間 | | | |
|------------------------------|------------------|------|------|----|-----|-----|
| | | | 3日 | 7日 | 14日 | 28日 |
| Kayarus Supra Brown B2R | Direct Brown 209 | 1% | × | ○ | ◎ | ◎ |
| Kayarus Black B 160 | Direct Black 22 | 0.5% | × | × | × | ○ |
| Kayarus Direct Deep Black XA | Direct Black 154 | 0.5% | × | × | ○ | ○ |

表1-3 減圧注入による酸性染料の木材内部への浸透性

染料濃度 0.5% 試験片は全て全乾材
排気あり 染浴温度 80°C

| 染料名 | C.I.Name | 浸透性 | PH変化 |
|---------------------------|----------------|--------------|------------|
| Kayanol Milling Brown 4GW | Acid Brown 13 | ×(D)×(C)○(B) | 9.34→6.10 |
| Kayanol Milling Brown RX | Acid Orange 51 | ◎(A)×(D)×(D) | 8.90→6.55 |
| Kayanol Milling Black TLB | Acid Black 109 | ×(D)×(C)○(B) | 10.17→8.20 |
| Kayakalan Brown GL | Acid Brown 294 | ×(C)×(C)×(C) | 10.51→9.16 |
| Kayakalan Brown RL 143 | Acid Brown 297 | ×(C)×(C)×(C) | 10.40→8.88 |
| Kayakalan Grey BL | Acid Black 112 | ×(C)×(C)×(C) | 9.98→7.57 |
| Kayakalan Black 2RL | Acid Black 155 | ×(D)×(D)×(D) | 9.82→7.20 |
| Kayakalan Black BGL | Acid Black 107 | ×(D)×(C)×(C) | 8.85→6.98 |
| Kayalax Brown GR | Acid Brown 282 | ×(D)×(C)×(C) | 8.38→7.20 |
| Kayalax Brown R | Acid Brown 283 | ◎(A)◎(A)◎(A) | 8.65→- |

II. 単板への樹脂注入処理

1 試験目的

スギ材に樹脂注入を行う場合、厚板より薄い単板の方が、処理の均一性や処理費のコスト減につながる。そこでスギ材の欠点である材表面の軟らかさを補うため、単板への樹脂注入により耐摩耗性の向上を試みた。

2 試験方法

2.1 単板製造

当センター実験林から採取したスギ丸太を、温浴処理（60℃/48時間）を行い、ロータリーレースにセットし単板を切削した。厚さ3mmを

目標としたが、0.5~1.2mm厚の単板は、裏割れもなく良好な物が得られたが、1.5mm以上の厚さの単板は、裏割れや目ぼれがひどかった。このため注入に供した単板は、厚さ1.2~1.5mmのものを、含水率は14~16%に調整した。丸太及び単板の性状を表2-1に示す。

2.2 樹脂注入方法

注入は、減圧注入（400kPaで15分間排気後、樹脂液中に30分間浸漬）とした。使用した樹脂液は、水溶性でかつ浸透良好と考えられるものを選定した（表2-2）。重合方法は、No.1樹脂については、熱盤によるプレス重合（120℃、20mins）と送風乾燥器（80℃/48hrs）による熱風重合の2方法、他の樹脂については、送風乾燥（60℃/24hrs）により重合させた。

表2-1 供試丸太及び単板の性状

| 丸太径 (cm) | 平均年輪幅 (mm) | 心材率 (%) | 単板比重 | 単板含水率 (%) |
|-------------|---------------|------------|------|--------------|
| 18~23 | 4.0 | 32.4 | 0.39 | 13.7~16.2 |

表2-2 使用樹脂液

| No | 品名 (主成分) | 用途・備考 |
|----|---|--------------------|
| 1 | NKエステル9G (ポリエチレングリコール#400ジメタクリレート) | 濃度100, 75, 50, 25% |
| 2 | バンスターコートNo.500 (アクリル樹脂) | |
| 3 | バンスターコートX-510B (アクリル樹脂) | 表面摩擦防止剤 |
| 4 | バンスターコートX-372B (ウレタン樹脂) | 繊維, 単板割れ防止 |
| 5 | バンスターコートX-372B2 (ウレタン樹脂) | |
| 6 | ブレンマーPE-200 (ポリエチレングリコールモノメタクリレートn=4~5) | 塗料, 繊維 |
| 7 | ブレンマーPE-200 (ポリエチレングリコールモノメタクリレートn=7~9) | 塗料, 繊維 |
| 8 | ブレンマーAP-400 (ポリプロピレングリコールモノアクリレートn=5~7) | 感光性樹脂, 接着 |
| 9 | ブレンマーPE-200 (ポリプロピレングリコールモノアクリレートn=5~6) | 塗料, 接着剤 |

2.3 樹脂単板の性能評価

単板の注入前後の重量によりモノマー率（ML），重量増加率（WPG），重合率を求めた。

摩耗試験は、テーバー式AB-101を使用し、摩耗条件は、試片毎分約60回転、荷重500g、研磨紙はS-42を使用した。測定項目は、500回転後の損失重量（精度0.01g）と厚さ変化（8カ所、精度0.01mm）を測定した。

3 結果と考察

3.1 重合方法の検討

樹脂液No.1については、両方法による重合率の差が小さかった。プレスによる重合は、短時間に重合することができるが、圧力のかけ過ぎによる樹脂の吹き出しや、急激な重合、乾燥による割れ発生に注意を要する。（表2-3）

表2-3 重合方法とWPG

| 方法 | NKエステル9G 樹脂濃度 (%) | | | |
|----|-------------------|--------------|--------------|--------------|
| | 25 | 50 | 75 | 100 |
| 熱盤 | 86.8 (28.4) | 113.7 (51.9) | 243.5 (-) | 251.0 (98.8) |
| | 59.7 (28.3) | 103.9 (51.4) | 158.5 (81.0) | 194.5 (98.8) |
| 送風 | 75.4 (28.0) | 127.8 (53.9) | 167.7 (82.3) | 225.2 (96.3) |
| | 66.7 (32.0) | 103.6 (52.0) | 157.0 (74.7) | 144.4 (88.1) |

上段：辺材 カッコ内はモノマー重合率
下段：心材 数値は各4枚の平均値

3.2 樹脂注入による重量増加率

樹脂液No.1,6,8を注入した場合、200%以上の重量増加率を示し、浸透良好であった。No. 2,3,4,5のバンスターシリーズは、樹脂液中の水分が多いため重合、乾燥後の重量増加率、重合率は小さくなっている。(図2-1)

No.1 (NKエステル9G)の重量増加率は、辺材で78~316%、心材で51~198%となっており、樹脂濃度に比例して高くなった。同濃度であっても辺材単板の方がWPGが高い。75,100%濃度ほど、辺材と心材単板にWPGの差が大きくなっている。心材単板はWPGにばらつきが小さく、濃度によるコントロールが容易である。(図2-2)

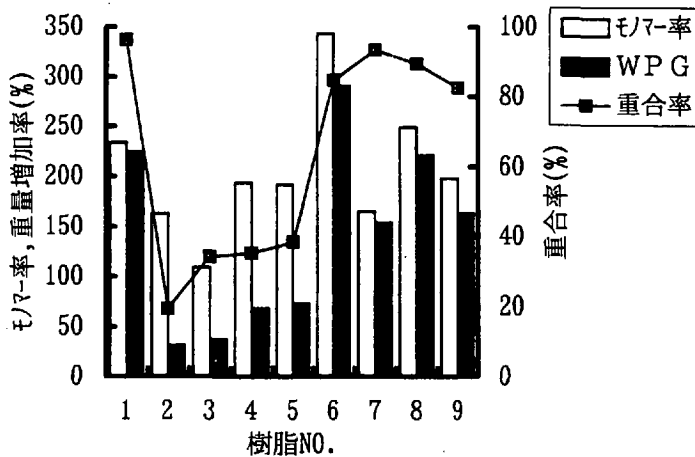


図2-1 樹脂液別の注入性

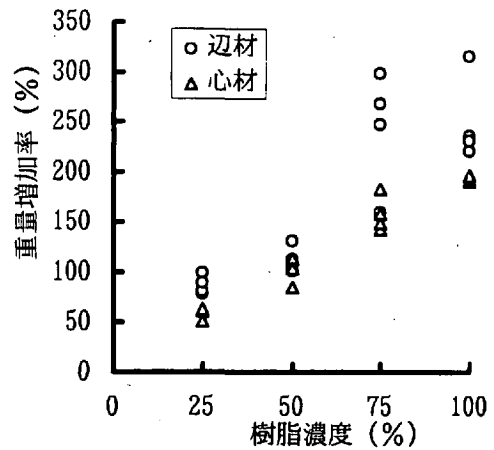


図2-2 樹脂濃度とWPG
(No.1 : NKエステル)

3.3 樹脂注入による摩耗性の向上

樹脂注入した場合、単板比重がそれぞれ変わってしまうため、重量減少量と減少率の両者を見る必要がある。No.2,6,7は、両者の値とも大きく摩耗性の向上があまり見られない。それに対してNo.5,8,9は、耐摩耗性が向上したと思われる。

摩耗による厚さ減少量も重量減少と同様、No.2,6,7は大きな減少量を示した。スギ素材に比較してNo.1,5,8,9は、約半分以下の減少であった。(図2-3)

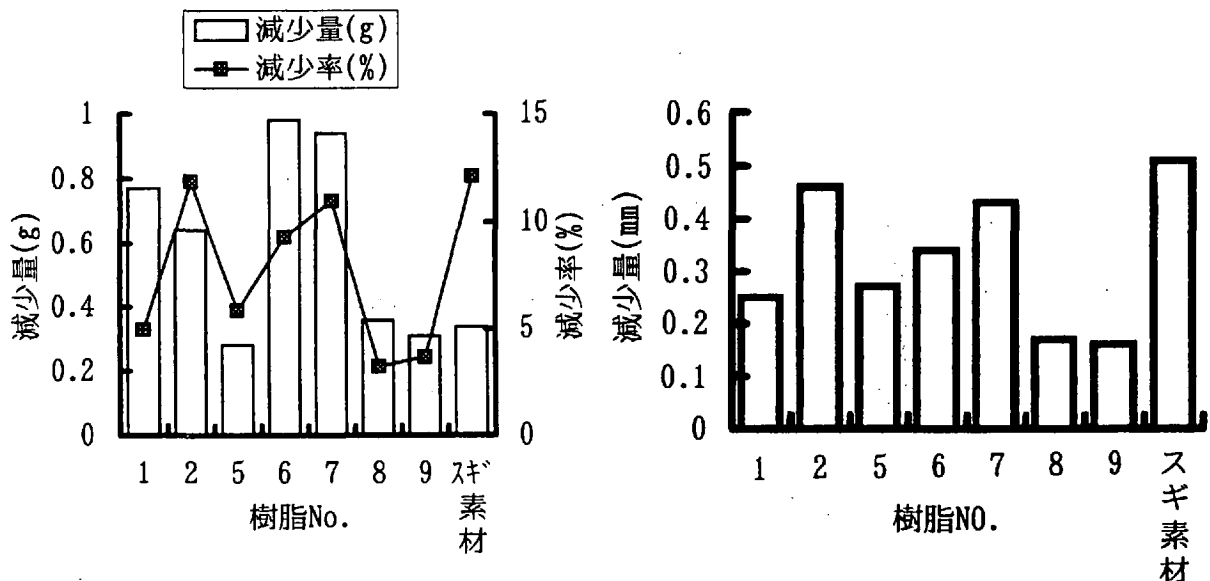


図2-3 樹脂液別の摩耗性

No.1 (NKエステル9G) の摩耗性は、樹脂濃度に比例して、重量減少や厚さ減少が少なくなる傾向が見られた。無処理材の重量減少の平均が辺材で12.7、心材で11.5%、厚さ減少量の平均が辺材、心材とも0.51mmであること。また、低濃度の場合や無処理材では、辺材の方が心材に比べて耐摩耗性が小さいが、樹脂含浸させることにより、辺材心材同程度の摩耗量でバラツキも少なくなった。これらのことから、注入処理材を実際に使用する場合、全体の摩耗性を向上させるとともに部位によるバラツキを減少させることが必要であり、これらの点からもNKエステル9Gの樹脂濃度を50%以上にするにより摩耗性の向上が見られる。(図2-4,5)

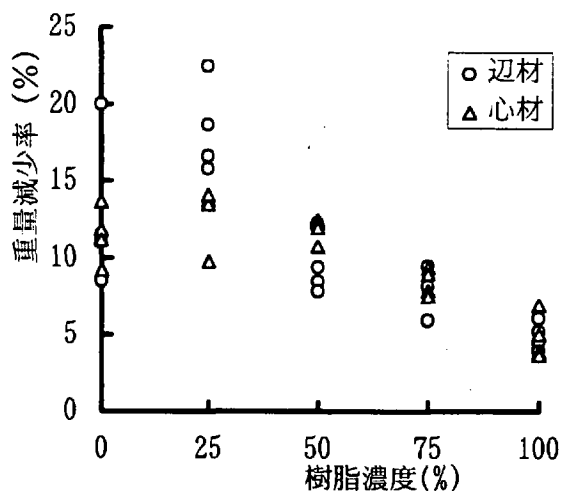


図2-4 摩耗による重量減少
(No.1 : NKエステル)

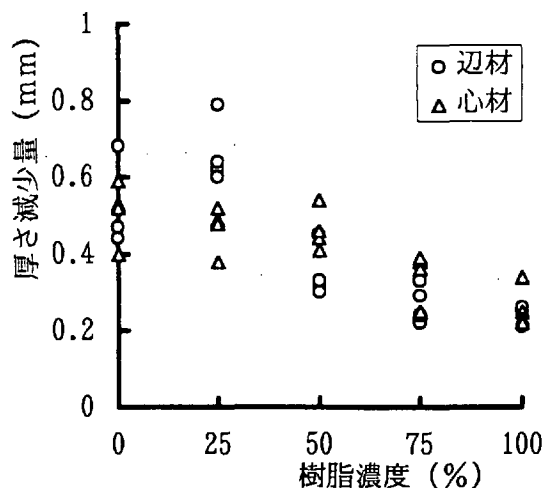


図2-5 摩耗による厚さ減少
(No.1 : NKエステル)

4 まとめ

- ・重合方法については、プレスによる熱盤重合により短時間に行える。しかし、水分の多い樹脂や材では、割れが発生するため、樹脂注入量や含水率により重合方法を選択する必要がある。
- ・NKエステル9Gについては、樹脂濃度を変えることにより、重合後の重量増加率をコントロールすることができる。
- ・NKエステル9G, バンスターコートX-372B2, プレンマーAP-400, プレンマーPP-1000の樹脂使用時は、摩耗による重量減少や厚さ減少が、スギ素材に比較して約半分以下に抑えられる。
- ・スギ素材では、辺材と心材における摩耗性に違いが見られるが、樹脂注入により辺材心材とも摩耗性が同程度になる。

Ⅲ. ホットプレスによる簡易表層圧密処理

1 試験目的

スギ材の欠点である軟らかさを補う方法として、近年数々の方法が試みられている³⁾⁴⁾。しかし、特殊な装置を使ったり処理時間が長いため、コスト面から製品化が困難になっている。そこで、汎用機であるホットプレスを使用し、工場の製造工程に組み込むため、工程の単純化や短時間処理を目標として、スギ材の表層圧密化を行った。

2 試験方法

2.1 供試材

30年生のスギを厚さ3cmに荒挽きし、人工乾燥にて含水率を15%以下に調整した。その後プレーナーで所定の厚さにした。

2.2 圧密方法

ホットプレスの上下熱盤面にステンレス板(SUS316、表面は400番の研磨仕上げ)を当てて、その間に試片を挿入した。

熱盤温度は、200,220,230,240,250,260℃

とした。表3-1に圧縮率、図3-1に圧縮サイクルを示す。

2.3 表面性能

表面硬さは、ブリネル硬さとし、また、摩耗試験は、Ⅱ章2.3と同様である。ただし、荷重はJASフローリングに準じ1000gとした。

撥水性は、自動接触角測定装置を用い、水滴下10秒後の接触角を早材、晩材毎に測定した。また、浸透の難易を調べるために、約φ2mmの水滴を高さ1cmから処理表面に滴下し、材内部に完全に浸透するまでの時間を測定した。測定環境は、25±2℃とした。

光沢度は、光沢計(日本電色工業PG-3D)を使用し、入射角60度で測定を行った。また、材色は、色彩色差計(ミノルタCR-210)により測定し、L*a*b*表色系で表した。

2.4 寸法安定性

恒温恒湿器内で、高湿40℃/94%(EMC22%)、低湿10℃/42%(EMC8%)各48hrsを4サイクル行い、重量、寸法変化を測定した。試片木口面は、シリコンボンドでシールした。

表3-1 圧縮率

| No | 圧縮前厚さ(mm) | 圧縮後厚さ(mm) | 圧縮率(%) | 部位 |
|----|-----------|-----------|--------|-------|
| 1 | 2.0 | 1.8 | 1.0 | 辺材 |
| 2 | 2.0 | 1.5 | 2.5 | 辺材 |
| 3 | 2.0 | 1.2 | 4.0 | 辺材 |
| 4 | 2.0 | 1.8 | 1.0 | 辺材 |
| 5 | 21.2 | 1.8 | 1.5 | 心材 |
| 6 | 22.5 | 1.8 | 2.0 | 心材 |
| 7 | 2.4 | 1.8 | 2.5 | 心材 |
| 8 | 25.3 | 1.8 | 3.0 | 辺材,心材 |

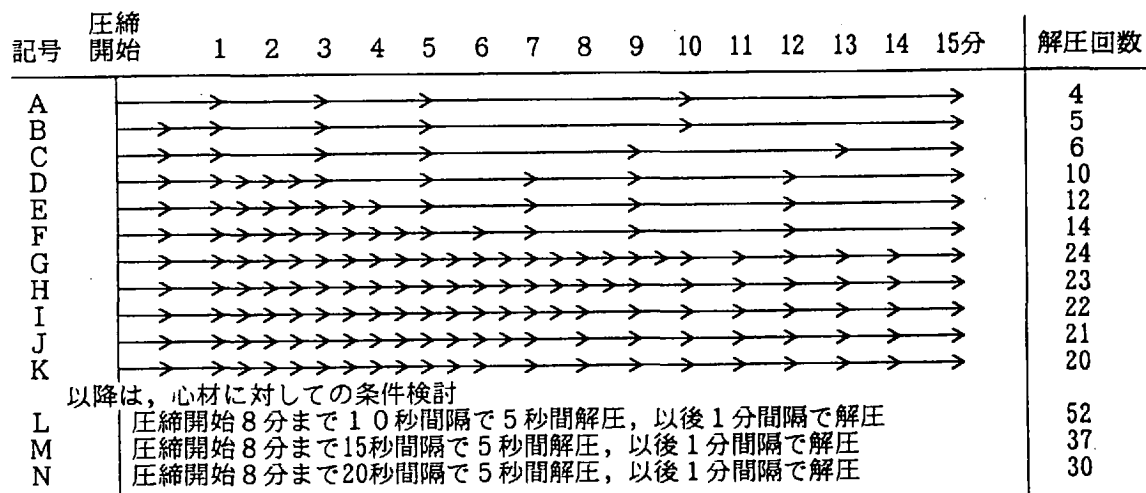


図3-1 圧縮サイクル

(矢印の位置で解圧、総圧縮時間は15分間)

3 結果と考察

3.1 圧密材の性状と表面性能

辺材試片は、記号Kタイプにより圧縮開始から6分まで30秒間隔で解圧を行えば、40%の圧縮率まで割れが発生せず均質な圧密表面の調製が可能であった。しかし、心材試片からは、解圧間隔を短くして解圧数を増やしても平滑な表面の調製は困難であった。このことから以降の圧密木材の表面解析は、辺材試片を用いることにした。

表3-2に圧密材の性状変化を示す。熱盤温度の上昇とともに、圧密後の含水率低下が見られ、圧密処理前の含水率は、平均8%で、処理後は0.6%とほぼ全乾状態になる。また、圧密処理前の含水率が10%以下の場合、割れが少なく、かつ、平滑な圧密表面が得られる。また、比重は、0.35から0.44に増加した。

材色は、熱盤温度の上昇に伴い、色差 ΔE_{ab}^* が大きくなっている。ただし a^* 値は、ほとんど変化せず、 L^* b^* 値の変化が大きく、圧密化により表面が暗色化した。

ブリネル硬さは、圧密化により2倍になった。とくに熱盤温度230、240°Cにおいて増加が著しい。

光沢度は、すべてにおいて増加しているものの温度条件による差が見られない。

3.2 耐摩耗性

摩耗による重量減少量や厚さ減少量は、ともに圧縮率が高いほど改善の効果が見られた。特に厚さ減少については、圧縮率40%で無処理と比べて約1/2、25%で約1/3に抑制された。(図3-2)

3.3 撥水性

撥水性については、無処理材の接触角に比べ、圧密材のそれは格段に大きくなっており水に対して極めて濡れにくくなった。また、水滴の完全浸透時間を比較しても、無処理材では、約15分程度で浸透してしましたが、圧密材は50分前後と極端に遅くなり圧密処理により水の浸透が抑制されることも分かった。ただし、圧縮率40%の材では接触角、完全浸透時間ともに早材部での値が落ちており、熱分解による材表面の微細な劣化が考えられる。(表3-3)

3.4 寸法安定性

調湿処理による材の寸法変化は、板の幅方向では無処理材と同様の、高湿時の膨潤はほぼ同じであったが、厚さ方向は、圧縮率が大いほど戻りも大きく、圧縮率40%で圧縮処理前の34%に戻った。(図3-3,4)

表3-2 圧密材の表面性能

| NO. | 温度 (°C) | 含水率 (%) | 比重 (g/cm ³) | 材色 | | | | ブリネル硬さ (kgf/mm ²) | 光沢度 |
|-----|------------|------------|----------------------------|--------------|--------------|--------------|-------------------|----------------------------------|----------|
| | | | | ΔL^* | Δa^* | Δb^* | ΔE_{ab}^* | | |
| a | 200 | 8.1→1.2 | 0.36→0.45 | -8.44 | -0.65 | -1.43 | 8.59 | 0.7→1.5 | 3.8→8.4 |
| b | 220 | 8.0→0.8 | 0.34→0.44 | -13.55 | 0.43 | -0.58 | 13.57 | 1.0→1.6 | 4.4→9.9 |
| c | 230 | 7.8→0.7 | 0.35→0.44 | -20.18 | 1.77 | -2.03 | 20.36 | 1.0→2.2 | 3.9→10.8 |
| d | 240 | 8.1→0.3 | 0.35→0.45 | -25.67 | 1.60 | -3.13 | 25.91 | 0.7→2.0 | 4.0→10.6 |
| e | 250 | 7.9→0.4 | 0.36→0.44 | -29.69 | 0.84 | -6.32 | 30.37 | 0.9→1.8 | 3.9→10.3 |
| f | 260 | 7.7→0.2 | 0.36→0.45 | -34.65 | -0.13 | -10.32 | 36.15 | 0.8→1.7 | 3.8→8.9 |
| 平均 | | 8.0→0.6 | 0.35→0.44 | -22.08 | 0.65 | -3.97 | 22.44 | 0.9→1.8 | 4.0→9.8 |

圧密前 → 圧密後

圧縮率：30%，圧縮サイクル記号：K

材色：(処理後値) - (処理前値)

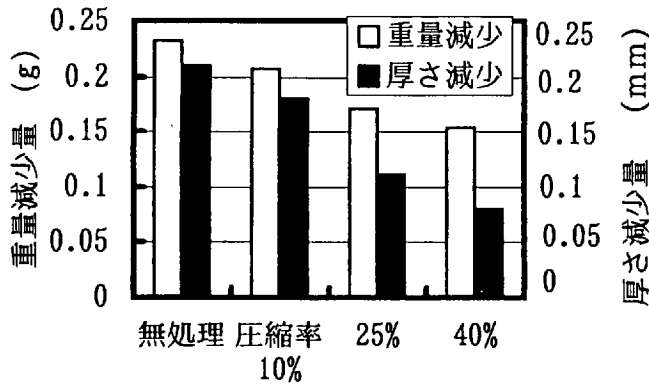


図3-2 圧密材の摩耗性

表3-3 撥水性

| 圧縮率 | 接触角 (°) | 浸透時間 |
|------|---------|-------|
| 10 | 108 | 4分38秒 |
| | 103 | 5分23秒 |
| 25 | 113 | 5分18秒 |
| | 102 | 5分51秒 |
| 40 | 89 | 4分22秒 |
| | 105 | 5分26秒 |
| 無処理材 | 28 | 1分50秒 |
| | 41 | 1分48秒 |

上段：早材部 ， 熱盤温度250°C
 下段：晩材部 ， 圧縮サイクル記号：K

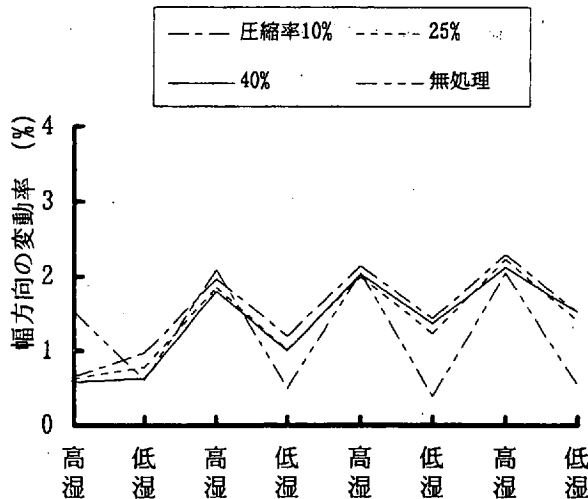


図3-3 圧密材の幅方向の寸法変化

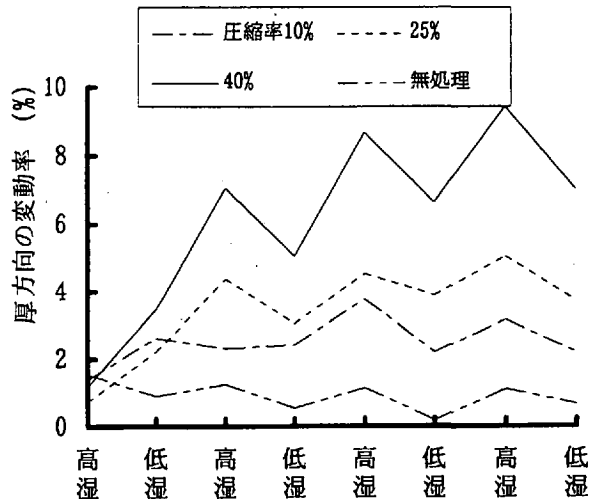


図3-4 圧密材の厚さ方向の寸法変化

4 まとめ

- ・圧密部材は、スギ辺材、含水率10%以下が望ましい。また、圧縮率は、10,25,30,40%まで可能である。
 - ・プレス条件は、熱盤温度230~240°C、圧縮と解圧を繰り返す、総圧縮時間が15分の場合が、短時間で、良好な性能が得られる。
 - ・圧密処理材の表面は、耐摩耗性、表面硬さ、撥水性が向上する。ただし、40%まで圧縮した木材は性能の向上も著しいが、熱分解による劣化も認められる。
 - ・厚さ方向の戻りが若干あるため、調湿後の塗装等による固定処理が必要である。
- 以上の結果を踏まえ、企業と共同でスギ圧密フローリングの試作を行った。なおこれらの製造方法は、H8.4.2岐阜加工ベニヤ製作所と共同で特許申請を行った。

IV. 微小孔と横圧縮回復を利用した簡易薬剤浸透方法の開発

1 試験目的

近年、微小孔（多くの場合インサイジング）を利用した注入促進⁵⁾や、横圧縮大変形を与えて後の回復を利用し、液体を浸透させる技術⁶⁾が報告されている。そこでこれらの方法を組み合わせることにより、加圧注入缶等の特殊な装置を用いず、短時間に材表面層のみに選択的に液体を浸透する方法を試みた。

2 試験方法

2.1 供試材

試片寸法は、11(T)×11(L)×2.5(R)cmのスギ板目材を使用した。部位は、辺材試片、心材試片について行った。含水率は、恒温恒湿槽内で約15%に調製し、両木口面には、シリコンボンドでシールした。

2.2 微小孔

微小孔は、径0.5、0.8、1.0mmの3通りで、ボール盤により深さ5mmとした。また、孔の配置は千鳥格子状とし、木表側に5000個/m²穿孔した。(図4-1)

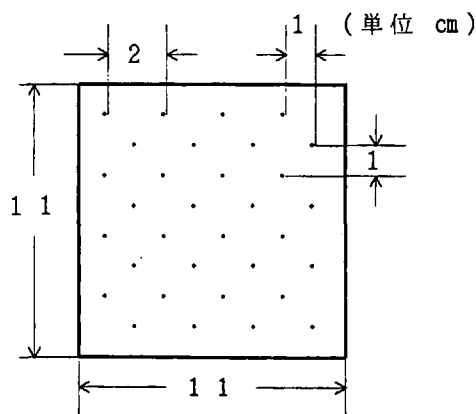


図4-1 試片の孔パターン

2.3 横圧縮

ディスタンスバーを設置したプレス機を用いて、所定の厚さまで板目面からプレスした。辺材試片は、25mm→15mm、圧縮率40%、心材試片は、25mm→20mm、圧縮率20%とした。1分間圧縮し、除荷後直ちに液体に浸漬した。

2.4 液体浸漬

浸漬時間は、5,10,15,20,30分間の5通りとした。染料は、木材染色に良好なCedar Brown6150（配合酸性染料）と、耐光性は高いが粒子径が大きい心材へ難浸透といわれるkayalax Brown R（含金型酸性染料）、着色判定が容易なように青色のAcilan Astrol B 200（酸性染料）の3種類とした。濃度は、すべて0.5wt%水溶液、染浴温度は60℃とした。樹脂液（MMA AIBN 0.5wt%）は、室温下で浸漬した。

2.5 評価

染料は水洗後重量から、樹脂液は浸漬直後の重量から重量増加率（WPG）を求めた。また、乾燥後内部切削し、染色状態の観察を行った。

3 結果と考察

3.1 染料溶液浸漬後の重量増加

① Cedar Brown: 図4-2に浸漬時間とWPGの関係を示す。孔の有無、径に関わらず、浸漬時間が長くなるにつれてWPGの増加傾向がみられる。微小孔の効果という点では、φ0.5mmの孔をあけることにより、無孔材時よりWPGが平均7.5%大きくなり、またφ0.8、1.0mmでは、無孔材に比べる

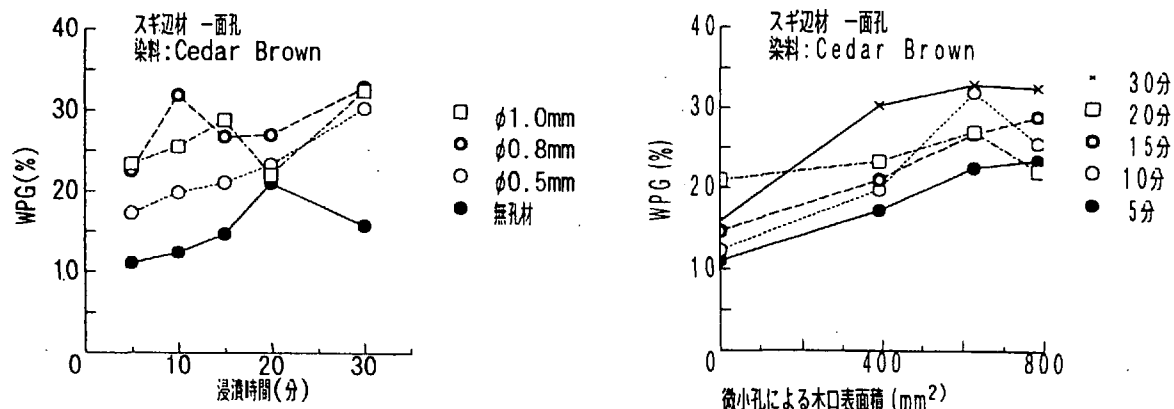


図4-2 Cedar Brown の浸透性

とWPGが10%以上大きくなった。ただし、 $\phi 0.8$, 1.0mm とでは、孔の大きさによるWPGの増加効果は、はっきりしない。

微小孔表面積を、新たな木口面積と考えた場合、木口面積を 600mm^2 以上作れば、30分の浸漬時間でほぼ一定のWPGが得ることができる。

② Kayalax Brown : WPGは浸漬時間が30分であっても、9.5~15.5%とCedar Brownと比較すると小さい。 $\phi 0.5\text{mm}$ では、微小孔の効果がはっきりしないが、 $\phi 0.8, 1.0\text{mm}$ では、無孔材に比べWPGが増加していた。(図4-3)

③ Acilan Astrol : 試片が心材であったため、WPGは3~6%と小さく、今回の方法は心材への効果は少ない。

3.2 樹脂溶液浸漬後の重量増加

染料液浸漬に比べると全体的にWPGは、小さい値しか得られない。孔の有無によるWPGに明確な差がみられず、かつ、横圧縮の回復により、全体のWPGは、6~12%しか得ることができない。しかし、染料の内部切断からも、浸透した樹脂が全て表層のみへ浸透したと考えることができ、表層から5ミリ部分のWPGは、20~60%得られたことになり、とくに径 0.8mm で30分浸漬では、WPGが60%になっている(図4-4)。

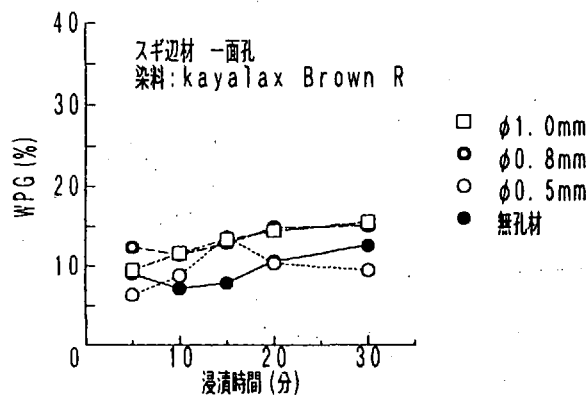


図-3 Kayalax Brown R の浸透性

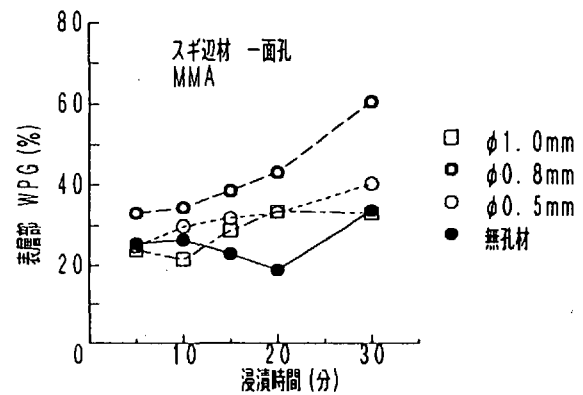


図4-4 MMA の浸透性

3.3 両面孔による液体浸透効果

両面に $5000\text{個}/\text{m}^2$ の微小孔をあけた場合について検討した(図4-5)。

① Cedar Brown : 辺材試片では、両面孔をあけることにより、どの径であってもWPGが30%以上得られた。しかし、心材試片では、WPGが10%以下と小さく、かつ両面孔による効果も見られなかった。

3.4 切削後の内部状況

3.4.1 孔を通り縦断面で切断した内部の染色状況

① Cedar Brown : $\phi 1.0\text{mm}$ では、浸漬時間による染色の均一性に違いが見られない。浸漬時間5分であっても表層5mmまでは、均一に染料が浸透していた。 $\phi 0.5\text{mm}$ では、浸漬時間が30分であっても、孔と孔との繊維方向間に未染色部分が見られた。裏面である無孔面は、表層から多くて、1~2mm程度しか染色されていない。

② Kayalax Brown : $\phi 0.8, 1.0\text{mm}$ では、浸漬時間5分であっても孔の深さ5ミリまでは、染料が均一に染色されていた。無孔面は、ほとんど染色されていない。 $\phi 0.5\text{mm}$ では、未染色な部分が多く、これを均一に染色するためには、浸漬時間30分以上更に必要である。

③ Acilan Astrol : 試片が心材を使用していたため染料の浸透は、全体に良くない、 $\phi 0.8, 1.0\text{mm}$ で、30分浸漬しても、未染色の部分が多く、浸漬時間の延長が必要と考えられるが、今回の方法では、心材への効果はあまり期待できない。

3.4.2 孔をあけた木表面を軽く削った場合の染色状況

- ① Cedar Brown : ほぼ全面に均一に染色されている場合と、孔の位置に関係なく早材部は、均一に染色されているが、晩材部は未染色のままの縞模様になる(写真4-1) 2タイプが見られた。
- ② Kayalax Brown : 孔の位置上繊維方向にそってだけ染色されているタイプがほとんどである。この染料は、繊維方向以外の方向へは、浸透しにくい。

4 まとめ

- ・横圧縮後、染料水溶液に浸漬する場合、15分以内/60°Cでは完全に回復せず、そり等の変形が残る。浸漬時間としては、20分以上が適当である。
- ・微小孔径0.5mmでは、孔あとは特に目立たないが、表層に液体を均一に浸透させるためには、浸漬時間は30分以上必要である。
- ・微小径0.8, 1.0mmでは、WPGへの増加効果に差がみられない、このため微小孔としては、 $\phi 0.8\text{mm}$ が適当である。
- ・Cedar Brownのような浸透容易な液体を刃材部に限定使用することで、短時間に表層部への液体を浸透することが可能となる。
- ・染料により浸透の難易や浸透方向性があるため、これらを考えた孔パターンを決定する必要がある。
- ・今回は、樹脂含浸後の硬化が上手く行えなかったが、硬化方法や樹脂液の選定により、表層のみのWPCが可能と考える。

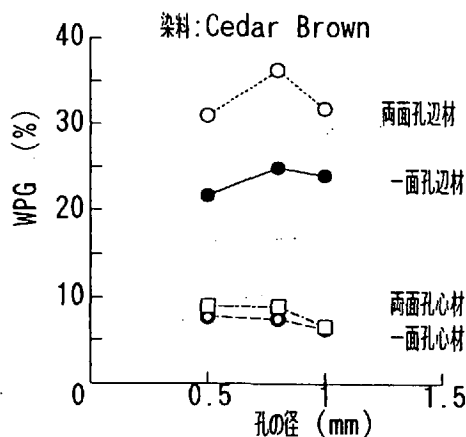


図4-5 両面孔の効果

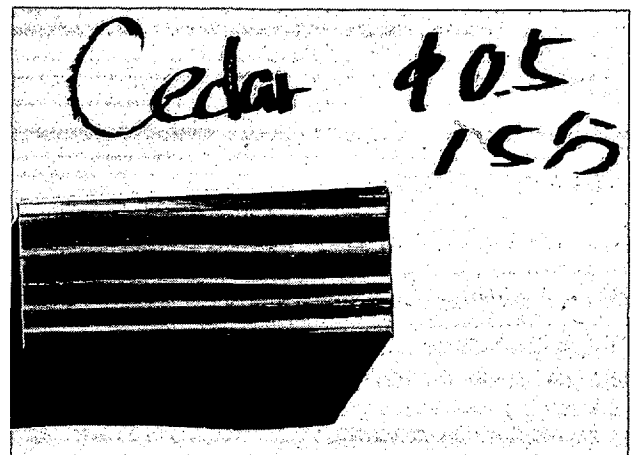


写真4-1 内部染色状況

総 括

I スギ辺材の染色について

(1)直接染料 (kayarus Supra Brown B2R) と酸性染料 (Kayalax Brown R) の2種類のブラウン系染料は、スギ辺材を良好に染色できる。

II 単板への樹脂注入について

(1)重合方法については、プレスによる熱盤重合により短時間に行える。しかし、水分の多い樹脂や材では、割れが発生するため、樹脂注入量や含水率により重合方法を選択する必要がある。

(2)NKエステル9Gについては、樹脂濃度を変えることにより、重合後の重量増加率をコントロールすることができる。

(3)NKエステル9G, バンスターコートX-372B2, プレンマーAP-400, プレンマーP-1000の樹脂使用時は、摩耗による重量減少や厚さ減少が、スギ素材に比較して約半分以下に抑えられる。

(4)スギ素材では、辺材と心材における摩耗性に違いが見られるが、樹脂注入により辺材心材とも摩耗性が同程度になる。

Ⅲ 簡易表層圧密化について

- (1) 圧密部材は、スギ辺材、含水率10%以下が望ましい。
 - (2) 圧縮率10,25,30,40%まで良好に圧密できる。
 - (3) プレス条件として、熱盤温度230~240℃、圧縮と解圧を繰り返し、総圧縮時間が15分の場合、良好な性能が得られる。
 - (4) 圧密処理材の表面は、耐摩耗性、表面硬さ、撥水性が向上する。ただし、40%まで圧縮した木材は性能の向上も著しいが、熱分解による劣化も認められる。
 - (5) 圧密材は、厚さ方向の戻りが若干あるため、調湿後の塗装等による固定処理が必要である。
- 以上の結果踏まえ、企業と共同でスギ圧密フローリングの試作を行った。なおこれらの製造方法は、岐阜加工ベニヤ製作所と共同で特許申請を行った。

Ⅳ 微小孔と横圧縮回復を利用した簡易薬剤浸透方法について

- (1) 横圧縮後、染料水溶液に浸漬する場合、15分以内/60℃では完全に回復せず、そり等の変形が残る。浸漬時間としては、20分以上が適当である。
- (2) 微小孔径0.5mmでは、孔あとは特に目立たないが、表層に液体を均一に浸透させるためには、浸漬時間は30分以上必要である。
- (3) 微小径0.8, 1.0mmでは、WPGへの増加効果に差がみられない、このため微小孔としては、 $\phi 0.8\text{mm}$ が適当である。
- (4) Cedar Brownのような浸透容易な液体を辺材部に限定使用することで、短時間に表層部への液体を浸透することが可能になる。
- (5) 染料により浸透の難易や浸透方向性があるため、これらを考えた孔パターンを決定する必要がある。
- (6) 樹脂含浸も有効な方法と考えるが、樹脂の硬化方法や樹脂液の選定など検討する必要がある。

謝 辞

本試験を行うに当たり、染料と樹脂液の提供をしていただいた、日本化薬(株)名古屋支店並びに、日本油脂(株)名古屋支店に、圧密材の性能評価等について指導していただいた、森林総合研究所、松井宏昭氏と黒須博司氏に厚くお礼を申し上げます。

参考文献

- 1) 長谷川良一他：スギ材利用の高付加価値化技術に関する調査研究，岐阜林セ研究報告，21，85~106，1993
- 2) 基太村洋子：木材浸透性染料の選定，林業試験場研究報告，319，47~68，1982
- 3) 井上雅文：軟質針葉樹の表面圧密処理，木材学会誌，37，227~233，1991
- 4) 棚橋光彦：高圧水蒸気による木材の圧縮成形加工，第23回木材の化学加工研究会シンポジウム講演集，9~14，1993
- 5) 服部順昭：レーザーインサイジングによる木材の透過性の改善，第24回木材の化学加工研究会シンポジウム講演集，29~34，1994
- 6) 藤澤泰士：常温横圧縮によるWPCの製造，第45回木材学会発表要旨集，296，1995