

フェノール樹脂を注入したスギ材の木製サッシへの利用 (1)

木材工業部 遠矢良太郎, 中村寿一, 山角達也

Development Wood Sash used Impregmented SUGI by Phenol Resin(1)

Ryotaro TOYA, Toshikazu NAKAMURA, Tatsuya YAMAZUMI

スギの木製サッシを開発するために、フェノール樹脂注入による材質改良試験を行った。フェノール樹脂の注入率はスギの気乾比重が大きくなると減少する傾向がみられた。注入処理材には注入に伴って生じる内部圧があり、内部圧の緩和工程が必要である。急激な加熱硬化はスギ材の内部に割れや落ち込みを生じることになるので慎重に行うことが必要である。

1. 緒 言

木製サッシは、アルミサッシにくらべて断熱性にすぐれ結露を生じないこと、デザイン上高級感を表現できることから、北海道や東北地方では多く用いられている。鹿児島地方では、窓枠のほとんどはアルミサッシで占められ、木製サッシはほとんどみられない。アルミサッシは、夏には強い直射日光によって触れられない程熱くなること、冬には結露を生じること、住宅に高級感が要求されるようになったことから、木製サッシの開発についての要望が産業界からある。しかし、木製サッシは価格が高く、気密性や耐久性に対する不安があり、これらについての課題を抱えている。今日増加するスギ材の新しい用途への利用を図るものとして、スギ材を用いた木製サッシを検討している。スギ材は材質が軽軟であり、木製サッシ部材としては強度増加と寸法安定性および耐久性の向上が必要であり、これらの機能を付与するものとしてフェノール樹脂の注入を行ったので報告する。

2. 試験方法

2. 1 実験1：強化木用樹脂の注入試験

注入には気乾状態のスギ材を用いた。注入処理はスギ材をフェノール樹脂に浸漬して、40～50Torrで前排気を30分行った後加圧力10kgf/cm²の空気圧で2時間加圧注入した。

供試材は、ほとんどが辺材の板目材で、材の寸法は20(厚さ)×100(幅)×300(長さ)mm(タイプ1)と20(厚さ)×110(幅)×950(長さ)mm(タイプ2)の2種類とした。

フェノール樹脂は、強化木用樹脂で、(株)アイカ工業製アイカレジンPX20Sを使用した。樹脂はアルコール溶性タイプで、原液の樹脂濃度は60.3%である。

これをメタノールで希釈し、注入液の樹脂濃度40%に

設定したが、実測の結果タイプ1では37.3%、タイプ2では44.6%の樹脂濃度であった。

注入処理した材は、48時間室内に放置した後、乾燥機で40℃48時間、80℃24時間、120℃24時間と順次温度を上げて硬化処理を行った。各処理ごとに重量と厚さや幅方向の寸法を計測した。注入によって、メタノールなどフェノール樹脂の溶剤も木材中に含まれることから溶剤と水を溶剤含有率として木材の絶乾重量に対する百分率で表した。溶剤含有率の計算において、120℃で処理した材には溶剤や水分は含まれていないと仮定し、注入処理前の木材の含水率を10%と設定して、木材の絶乾重量を求めた。

注入試験に使用した装置はヤスジマ社製のSBK500AB(缶体寸法直径50cm、長さ2m、最大加圧圧力40kgf/cm²)である。測定項目は、注入率と気乾比重および処理材の硬化処理過程における寸法の変化を測定した。

注入率は注入処理直後の重量をもとに、含脂率は硬化処理後の重量をもとにして測定した。

$$\text{注入率} = (\text{注入処理直後の重量} - \text{絶乾重量}) / \text{絶乾重量} \times 100 (\%)$$

$$\text{含脂率} = (\text{硬化処理後の重量} - \text{絶乾重量}) / \text{絶乾重量} \times 100 (\%)$$

2. 2 実験2：強化木用樹脂と注入処理用樹脂のASE比較試験

フェノール樹脂は、強化木用樹脂として(株)アイカ工業製アイカネオレジンPX-333(水溶性タイプ、樹脂濃度51%)を、注入処理用樹脂として九州大学の樋口らが屋外用途に開発し、(株)松栄化学で製造した樹脂(水溶性、樹脂濃度30%)を使用した。

供試材は、スギ辺材の板目材で、材の寸法は5(L)×30(R)×30(T)mmで、含水率は8.90%である。

注入処理は、供試材を樹脂液に浸漬して、35Torrで真空注入処理を1時間行った。

注入した樹脂の濃度は、強化木用樹脂を 40%, 30%, 20%, 10% とし、注入用樹脂を 30%, 20%, 10% とし、含脂率と供試材の寸法変化の関係を A S E で検討した。

注入処理材の硬化処理は、注入処理後 60℃で、24 時間、130℃で 12 時間とした。

$$A S E = \frac{\text{未処理材の容積膨潤率} - \text{処理材の膨潤率}}{\text{未処理材の膨潤率}} \times 100 (\%)$$

膨潤率は、絶乾寸法に対する飽水時の寸法変化率とした。

2. 3 実験 3: 木製サッシの製作

注入処理用フェノール樹脂（水溶性、樹脂濃度 30%）を用い、濃度を 20% に希釈してスギ辺材の板目材に注入した。供試したスギの寸法は、厚さ 10mm、幅 75 ~ 105mm、長さ 600 ~ 850mm である。

注入処理はスギ材をフェノール樹脂に浸漬して、35Torr で前排気を 90 分行った後加圧力 10kgf/cm² の空気圧で 8.5 時間加圧注入した。

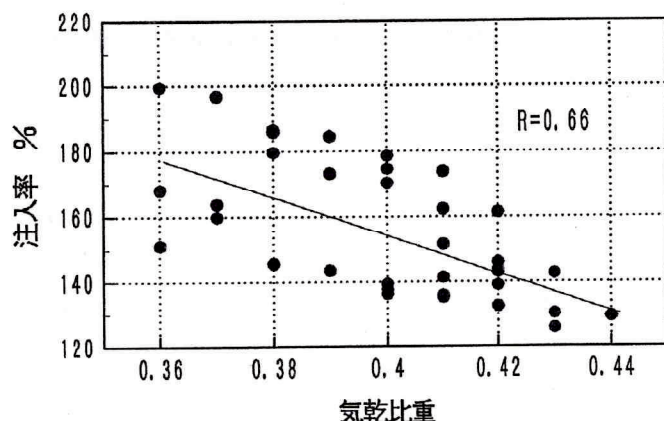
注入処理材の硬化処理は、注入処理後 60℃で 24 時間、90℃で 6 時間、130℃で 2 時間とした。

硬化処理の終わった材は木製サッシ用部材とするため接着積層を行った。接着剤はレゾルシノール樹脂を用い、圧縮は冷圧で圧縮圧 5kgf/cm² とした。接着積層した部材を用いて木製サッシを製作した。

3. 試験結果

3. 1 気乾比重と注入率

タイプ 1 供試材の気乾比重の出現範囲は、0.44 ~ 0.36 である。これについて気乾比重と樹脂注入率の関係を図 1 でみると、相関係数 0.66 で、気乾比重が大きくなるに比例して注入率が低くなっている。気乾比重 0.44 の材は、0.36 の材にくらべて注入率が約 3 割小さくなるなど、気乾比重の大小は注入率に大きく影響する。



注入圧力: 10Kgf/cm² , 加圧時間: 2時間

寸法: 20 (厚さ) × 100 (幅) × 300 (長さ) mm

図1 スギ材の気乾比重とフェノール樹脂注入率

タイプ 2 供試材の気乾比重の平均値は 0.39 で、このときの注入率の平均値は 167.4% である。タイプ 1 の気乾比重 0.39 の注入率は回帰直線から 160% と推定され、長さの短いタイプ 1 と注入の差がなかった。これはスギの辺材の注入性が良好なことから、タイプ 2 の樹脂濃度がやや高かったことが要因として考えられる。

3. 2 加熱処理による寸法変化

硬化終了後の樹脂処理材には、落ち込みと内部割れがみられた。フェノール樹脂の硬化に伴ない、木材内部に大きな応力が発生したものと考えられる。そこで、加熱処理の各段階における溶剤含有率の変化と供試材の幅と厚さ方向の寸法変化の結果を表 1 に示す。寸法変化は膨張が主だったので、膨張率として表した。

表 1 溶剤含有率と膨潤率

項目	処理前	注入直後	硬化処理後
比重 g/cm ³	0.40	1.09	0.58
膨張率 %	幅	4.07	2.33
	厚さ	3.69	1.91

注入率: 195.0% 含脂率: 60.5%

供試材の寸法変化は、試験開始前までは注入直後に最大膨張値を示し、室内放置、加熱処理に伴い収縮するものと考えていたが、表 1 の結果から最大の膨張率は注入直後ではなく、室内放置後かもしくは 40℃加熱処理後であることがわかった。

その後加熱処理によって収縮に転じ、120℃における最大膨張値からの収縮率は、幅方向で 3.46%、厚さ方向で 5.52% となり、厚さ方向の収縮は異常に大きく、落ち込みや内部割れが発生したことが伺える。最大膨張率を示した時の溶剤含有率は 30 ~ 25% であり、その後 80℃、120℃と急速に加熱温度を上げることににより、溶剤含有率は急速に低下し、大きな収縮を生じることになった。このことが損傷を引き起こしたと考えられるので、今後落ち込みや内部割れの発生を防ぐためには、加熱硬化処理を慎重にやる必要がある。

3. 3 含脂率と A S E

強化木用の樹脂と注入処理用の樹脂の A S E を含脂率との関連してみるものが図 2 である。強化木用樹脂に比べ注入処理用樹脂は A S E が大きい結果を示した。含脂率 20% ~ 100% の範囲で A S E は 40 ~ 60% であるが、含脂率 50% 付近に A S E のピークがみられる。注入処理用樹脂は含脂率 30% で A S E 50% と高い値を示していることから、少ない樹脂量で効果的な A S E を求めるには、含脂率 30% で可能である。

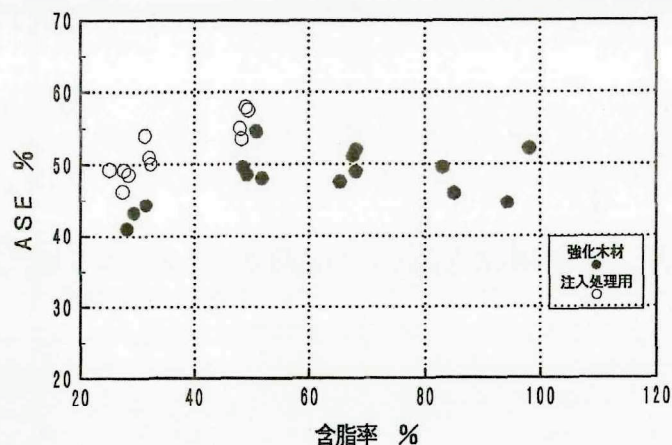


図2 含脂率とA S Eの関係

3. 4 樹脂濃度と含脂率

樹脂濃度の増加と含脂率の関係を図3に示す。

注入率が120～160%で処理された場合の時、注入に供した樹脂濃度が高いほど硬化処理後の含脂率は高い事を示している。この注入率の範囲では、効果的なA S Eが得られる含脂率30%の場合では、処理に供される樹脂濃度は10%でも可能であるといえる。

なお、樹脂濃度が同じでも、注入処理用の樹脂は強化木用の樹脂に比べ含脂率が小さい傾向を示した。

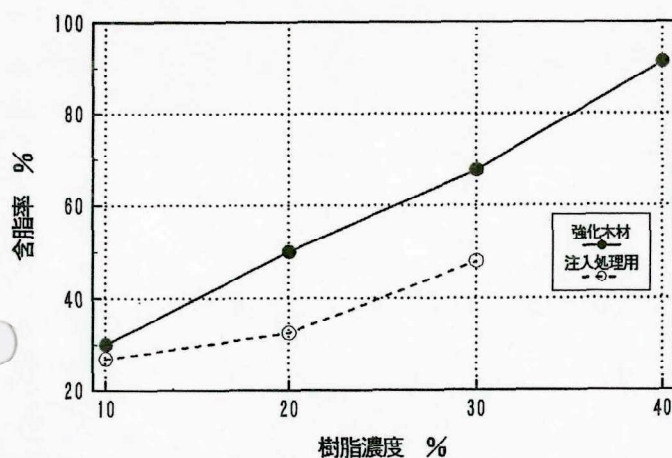


図3 樹脂濃度と含脂率の関係

3. 5 木製サッシ用部材の注入試験

表1に木製サッシ用部材の注入試験結果を示した。試験用の小試験体ではなく、実用レベルに近い寸法の試験体であり、この注入率は平均195.0%、含脂率60.5%で、スギへの注入が実用レベルでもよく注入されることを示している。

硬化後の比重は0.58、処理前の寸法に対して幅、厚さが約2%増加してしている。比重の増加は、木製サッシにとって、接合強度の増加、表面硬さの増加、摩耗性能の増加が期待される。

4. 結 言

木製サッシを開発する目的で、スギ材にフェノール樹脂注入を行い、次の結果を得た。

- (1) 樹脂の注入率は、気乾比重が大きくなると減少する傾向がみられる。
- (2) 注入処理材は処理直後しばらく膨潤を続けるが、その後収縮に転じる。
- (3) 急速な加熱硬化処理を行うと、落ち込みや内部割れを引き起こす。
- (4) 注入処理用フェノール樹脂は強化木用樹脂よりも高いA S Eが大きく、寸法安定性が高い。
- (5) 樹脂注入された木製サッシは加工性の向上が期待される。