

技術報文

サンドブラスト処理をした高比重木材の接着性能

江越 航, 松浦 力

Gluing Properties of sandblasted high-density Woods

Wataru EGOSHI and Tsutomu MATSUURA

The use of high-density woods for exterior products is increasing because of their high decay-resistance. However, their low gluing performance prevents us from using them as the glued laminated timber. In this study, the gluing properties of high-density woods with resorcinol resin adhesives and water based polymer-isocyanate adhesives were examined. In addition, the effect on the gluing properties by surface sandblasting was examined. As a result, for the woods which specific gravity was less than 0.9, the bonding-strength increased along with the specific gravity. Their bonding-strength was good enough to endure the type I soak delamination test. It was possible to decrease the ratio of delamination by surface sandblasting for the woods which specific gravity exceeded 1.0.

近年エクステリア用木製品として、耐腐朽性が高い高比重木材の使用が増加している。しかし高比重木材は一般的に接着性が悪く、集成材として使用することが難しい。本研究においては、接着剤としてレゾルシノール樹脂接着剤と水性高分子イソシアネート系接着剤を使用して、高比重木材に対する接着性を検討した。さらに表面をサンドブラスト処理することにより、接着性が改善されるか検討した。その結果比重が0.9以下の樹種については、表面が無処理でも比重とともに接着強さが上がり、1類浸せきはく離試験に耐える接着力が得られることが分かった。比重が1を越えると接着強さの上昇が見られなくなり、浸せきはく離試験ではく離率も高くなるが、表面をサンドブラスト処理して接着することではく離率を減少させることができた。

キーワード：高比重木材，接着，サンドブラスト，エクステリアウッド

1. 緒 言

従来エクステリア製品は、耐久性、施工性、価格面の理由で窯業系や金属系の製品が使われてきた。しかし近年は、木材の持つ温かみや景観との観点から、住宅周り、公園、レジャー施設等で木材の使用が見直されている¹⁾。

屋外利用される木材の代表例は枕木や電柱といった土木用材である。これらの木材はクレオソート油やCCAにより防腐処理されて使用される。しかしこうした処理材をエクステリア用として人間に近い環境で使用するのには、安全性の面から好ましくない。また処理材は再利用や焼却する際に障害となる可能性が高く、今後は薬剤で処理しない材の使用が多くなると考えられる²⁾。

こうしたことからエクステリアウッドとして、中南

米、東南アジア、アフリカ等外国産の高比重木材の使用が拡大しつつある。これらの高比重木材は強度が大きく、また耐腐朽性が高いため防腐処理をせずに使用できるとされる³⁾。

しかし高比重木材は接着剤が浸透する空隙が少ないため接着性が劣り、集成して使用することが困難である。一般には接着強さと木材の比重に相関があり、比重に比例して接着強さも大きくなる。しかし比重が0.8を越えると接着強さは上昇せず、木破率も低下する⁴⁾。この理由は低比重木材では空隙率が高く、接着剤の投錨効果により木材と接着剤が十分複合化されているのに対し、高比重木材では空隙率が低く、投錨効果も小さいためである。つまり低比重木材は破壊が木部で起こるため、接着強さは比重に比例して上昇し、木破率も高くなるが、高比重木材では木材と接着剤の複合化が不十分でしかも木材の強度も高いため、破壊が接着層で起こり接着強さが

上昇せず、木破率も下がることとなる⁴⁾。こうした難接着性樹種の接着性改善法の一例としては、表面をワイヤブラシ研磨すると酸素割合が増加し、接着に影響するぬれ性が良くなり効果的とされる⁵⁾。

本研究では接着剤として木質系接着剤の中でも優れた接着耐久性、耐候性を有し、主として構造用集成材で用いられているレゾルシノール樹脂および水性高分子イソシアネート系の2種類の接着剤を使用し、高比重木材との接着性を引張りせん断試験および浸せきはく離試験により評価した。さらに木材の表面をサンドブラスト処理することで、接着剤のぬれ性、投錨効果改善により接着性能が向上するか検討した。

2. 実験方法

2.1 試験材料

今回の実験で供試材として使用した樹種を表1に示す。また調湿後に比重測定した結果についても示している。比較のため、ナラおよびメライナでも試験を行った。

高比重材5種については、あらかじめ温度60℃、相対湿度80%の恒温恒湿器中に8日間置き、含水率が12～17%になるよう調湿した。調湿後適当な大きさに試験片を切断し、片面を手押し鉋盤にかけて仕上げ、裏面は自動鉋盤にかけ、試験片の厚さをそろえた。

表1 実験に使用した樹種

樹種	比重	樹種	比重
イベ	1.12	バツ	0.88
ボンゴシ	1.10	ジャラ	0.87
パーブル	0.90	ナラ	0.77
ハート		メライナ	0.54

2.2 サンドブラスト処理

サンドブラスト装置として、(株)不二製作所製SGK-3、研磨材として、WA60(粒度250～297[μm])を使用した。ブラストの際は空気圧を 4.9×10^5 [Pa](5[kgf/cm²])とし、試験片を並べて約10cmの距離から10秒間または30秒間ブラストした。ブラストする面は、手押し鉋盤で仕上げた側の面とした。

2.3 硬さ測定

実験に使用した樹種について、板目面の硬さ測定を行った。測定はサンドブラスト前と、30秒間ブラスト後の両方行った。

試験方法はJIS規格Z2101「木材の試験方法」に基づ

き、試験面に直径10mmの鋼球を荷重速度0.5[mm/min]で深さ1/π[mm]まで圧入し、最大荷重を測定した。試験回数は各樹種とも5回とした。

2.4 接着方法

引張りせん断試験および浸せきはく離試験の試験片として、2枚合わせに接着した試験片を作成した。接着剤はレゾルシノール樹脂接着剤または水性高分子イソシアネート系接着剤を使用した。主剤と硬化剤の配合比は説明書に従いどちらの接着剤も100:15とし、塗布量は250～300[g/m²]で試験体の片面に塗布した。ただし浸せきはく離試験の試験片のみ両面塗布で作成した。塗布後、常温にてプレスで $4.9 \sim 9.8 \times 10^5$ [Pa](5～10[kgf/cm²])の圧力で一昼夜以上圧縮した。

2.5 引張りせん断試験

試験方法はJIS規格K6851「接着剤の木材引張せん断接着強さ試験方法」に基づく。

試験片は図1に示すように、2枚合わせに接着後25×80[mm]の大きさに切断し、中央部に切り込みを入れたものを作成した。この試験片を両側から引張ることで、中央部における接着層の最大荷重と木破率を測定した。試験回数は各条件とも5回とした。

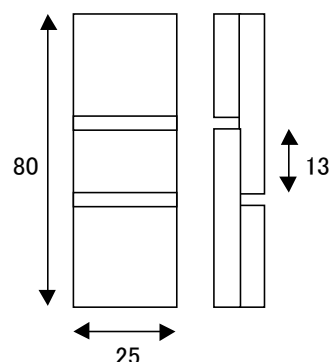


図1 試験片の形状(単位: mm)

2.6 浸せきはく離試験

試験方法はJAS規格「特殊合板」の1類浸せきはく離試験に基づき、試験片を沸騰水中に4時間浸せきした後、60℃で20時間乾燥し、さらに沸騰水中で4時間浸せきした後、60℃で3時間乾燥させて、各面の接着層のはく離率を測定した。ただし試験片は、2枚合わせに接着後のものを75×25[mm]の寸法に切断して実験し、各条件での個数は4個とした。

表 2 各樹種の硬さ (サンドブラスト前)

樹種	硬さ[N/mm ²]	樹種	硬さ[N/mm ²]
イベ	58±9	パツ	35±6
ボンゴシ	47±3	ジャラ	24±2
パープル	34±2	ナラ	21±3
ハート		メライナ	11±1

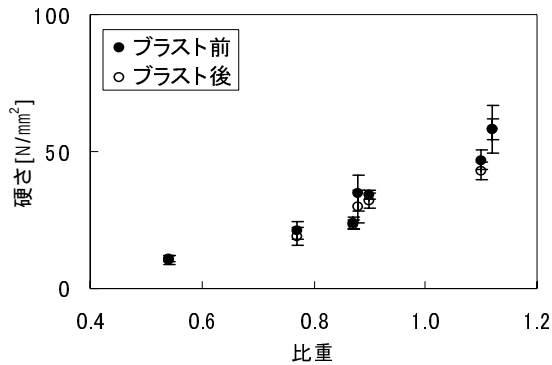


図 2 硬さと比重の関係

3. 結果および考察

3.1 サンドブラストによる硬さへの影響

表 2 に測定した各樹種の硬さを、また図 2 にはサンドブラスト前後の比重と硬さの関係を示す。サンドブラストによる硬さ変化については、ブラスト前のほうが若干硬い傾向にあるものの、有意な差は見られなかった。

硬さと比重の関係は、ほぼ比例関係にあった。一般に比重 r_u 、木口面硬さ H_1 、板目面硬さ H_r の間には次の関係があるとされる⁶⁾。

$$H_1 = 7.5 r_u [\text{kgf/mm}^2]$$

$$H_r = 0.35 H_1 = 2.6 r_u [\text{kgf/mm}^2]$$

特に比重の低いほうのジャラ、ナラ、メライナの 3 樹種については、ほぼこの直線上にあった。比重がおおよそ 0.9 より高い 4 樹種についてはこの直線から若干ずれ、比重から予想される硬さに比べてより硬い傾向にあった。

3.2 引張りせん断試験

図 3 図 4 にレゾルシノール樹脂接着剤で接着した試験片について、サンドブラスト処理の有無による接着強さと木破率を、引張りせん断試験により調べた結果を示す。

接着強さについては、比重が 0.9 より小さい樹種に関してはおおむね比重の増加とともに接着強さが上昇し、最大で約 15[N/mm²] となった。しかし比重が 1 を越える

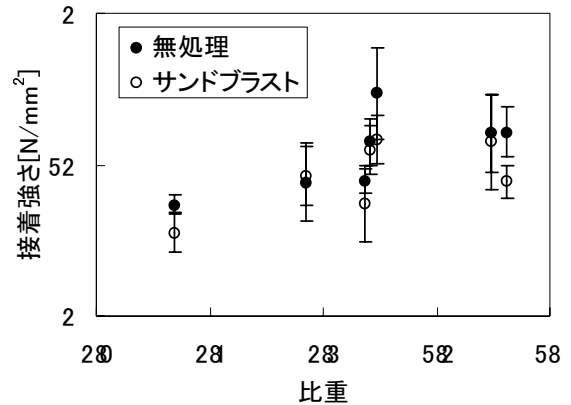


図 3 比重と接着強さ

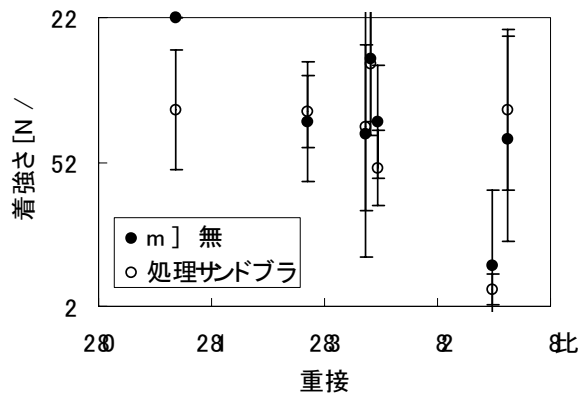


図 4 比重と木破率

とこれ以上の接着強さの上昇が見られない。このことは、緒言に述べた比重と接着強さの関係に当てはまる。木破率については、ボンゴシを除いておおむね 60% 以上の値になった。

しかしサンドブラスト処理による接着性の改善は見られず、むしろやや悪かった。これについては、特に高比重木材では圧縮圧が十分でなかったことが原因として考えられる。サンディング処理した場合では組織の内腔がつぶされるため、圧縮圧が十分でないとかえって有効な投錨が形成されないが、圧縮圧を高くすることで接着剤が浸透し、接着強さが高くなるとされる⁴⁾。このほか接着剤の塗布量、試験片作成の際の切り込み深さ等の加工条件も、接着強さや木破率に影響すると考えられる。

イソシアネート系接着剤を使用しても同様の試験を行ったところ、接着強さ、木破率ともレゾルシノール樹脂と同じ傾向にあったが、全体的に接着性はやや悪かった。

3.3 サンドブラスト時間の違いによる差

図5にイペおよびボンゴシについて、サンドブラストの時間を変えてレゾルシノール樹脂接着剤で接着した場合の接着強さを示す。また参考として、100番のサンドペーパーで表面を10回磨いて接着した場合の結果についても示す。

この図ではボンゴシの表面をサンドペーパーで磨いたものの接着強さがやや悪いが、今回の実験ではブラスト時間の違いによる差は見られなかった。

3.4 浸せきはく離試験

図6 図7にレゾルシノール樹脂およびイソシアネート系接着剤で接着した試験片について、浸せきはく離試験を行った際の比重とはく離率の関係を示す。

比重が0.9より小さい樹種ではサンドブラスト処理の有無にかかわらず、どちらの接着剤でもはく離率は小さい。比重が1より大きい樹種の場合、表面無処理でレゾルシノール樹脂接着剤で接着したものは、特にボンゴシのはく離率が大きい。しかしサンドブラストにより接着性の改善が見られ、はく離率がボンゴシ、イペとも約1/3に減少した。一方、イソシアネート系接着剤でははく離率が高く、試験片によるばらつきも大きかった。またサンドブラスト処理による接着性の改善も見られなかった。この原因についても、圧縮圧が低く接着剤の浸透が不十分で、サンディング処理の効果が現れなかったことが考えられる。また特にイソシアネート系接着剤では、開放堆積時間や塗布量の因子も重要であるとされることから⁷⁾、高比重木材の最適接着条件についてはこうした条件も含めた更なる検討を要する。

4. 結 言

高比重木材の接着性について、レゾルシノール樹脂およびイソシアネート系接着剤の接着性と、サンドブラスト処理による接着性の改善について検討したところ、以下の結果を得た。

- (1)今回検討した樹種では、硬さは比重とともに増加した。特に比重が0.9より高い樹種については、理論式から予想される硬さに比べてより硬い傾向にあった。サンドブラスト処理を30秒間行っても、硬さの変化はほとんど見られなかった。
- (2)比重が0.9より小さい樹種では、レゾルシノール樹脂接着剤、またはイソシアネート系接着剤を用いることで、比重とともに接着強さが上昇し、最大で約15[N/mm²]となった。比重が1を越えるとこれ以上の接着強さの上昇は見られなかった。
- (3)今回の実験ではサンドブラスト処理による接着強さ

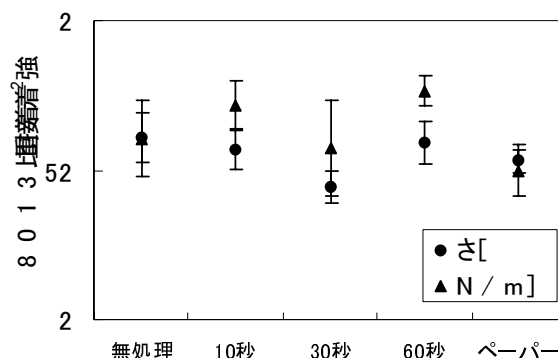


図5 サンドブラスト時間の違いによる差

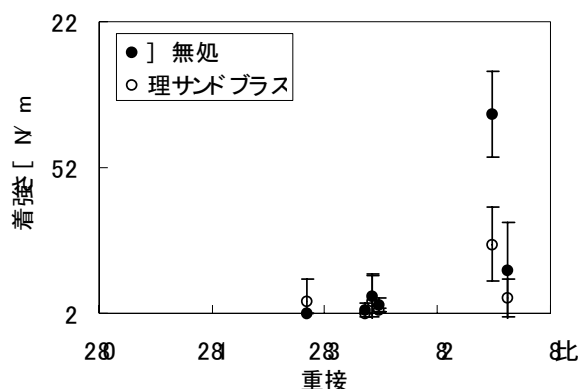


図6 浸せきはく離試験（レゾルシノール樹脂接着剤）

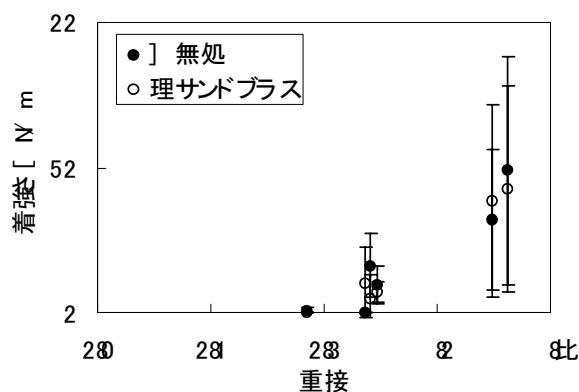


図7 浸せきはく離試験（イソシアネート系接着剤）

の改善効果は見られなかった。ただし接着強さを決める要因として、特にサンドブラスト処理をした場合は圧縮圧が重要になることから、圧縮圧の接着強さに与える影響については今後の検討課題とする。

- (4)浸せきはく離試験では、比重が0.9より小さい樹種の接着状態は良好だった。比重が1を越える樹種では、サンドブラスト処理をしてレゾルシノール樹脂接着剤で接着することで、はく離率を約1/3に減少させることができた。

謝 辞

本研究を進めるにあたり，材料を提供いただいた
(株)柳本商店，近藤木材(株)に深く感謝の意を表し
ます。

文 献

- 1) 西村勝美：木材工業，**46**(11)，500-503(1991)．
- 2) 雨宮昭二：木材工業，**46**(11)，503-508(1991)．

- 3) 信田 聡ほか5名：木材工業，**55**(2)，67-70(2000)．
- 4) 木材活用辞典編集委員会編：木材活用辞典，産業調
査会，1994，p.229-230．
- 5) 同上：p.242．
- 6) 農林省林業試験場編：木材工業ハンドブック，丸善，
1958，p.136．
- 7) (社)日本木材加工技術協会編：木材の接着・接着剤，
産調出版，1996，p.133．