

ラジアータパインの表面圧密(第3報)

平板プレスでの圧密木材の硬さ測定

江越 航, 古山安之, 松浦 力

Surface Compression of Radiata pine III

Hardness of the compressed wood by flat press

EGOSHI Wataru, FURUYAMA Yasuyuki and MATSUURA Tsutomu

We measured the hardnesses of the surface compressed wood with three kinds of methods. As a result of the Japanese Industrial Standard hardness test, the hardnesses of the products increased with their specific gravity. This relation between surface density and hardness appeared more clearly by durometer hardness test. In contrast, no relation with surface density was seen by the test using a steel ball of a diameter 50mm. We also examined the heat treatment effect on the hardness. Heat treatment at 200°C for 8h resulted in no influence on surface hardness.

表面圧密加工を行った木材について、3種類の測定方法によりその表面硬さを測定した。JISによる木材の硬さ試験を行った結果、表面比重の向上とともに硬さも増大した。押針を用いる試験方法であるデュロメータによる測定では、表面比重と硬さの関係がよりはっきり現れた。一方、直径50mmの鋼球を用いたへこみに対する抵抗性は、表面比重との関係は見られなかった。また、熱処理による硬さ変化についても測定した。その結果、200℃で8時間の熱処理によっても、硬さに有意な低下は見られなかった。

キーワード：圧密、硬さ、比重、熱処理

1. 緒 言

近年は家具・内装材料に適した優良材が減少するとともに植林木の利用が増えている。しかし一般に植林木は比重が小さく表面が軟らかいため、家具や内装材料としては使用しにくい。こうしたことから前報^{1), 2)}において、圧密加工による比重の向上について報告した。この際、表面のみを圧密加工することにより、加工時間の短縮と木材の重量増加を最小限に抑えることを試みた。

一般に圧密による比重の上昇とともに木材の硬さも向上するとされる³⁾。しかし条件によっては硬さが向上しないことがあるという報告があり^{4), 5)}、今回の表面圧密における予備実験においても、必ずしも効果ははっきりしなかった。そこでいくつかの方法により硬さの測定を行うとともに、表面比重との関係を調べた。

通常木材の硬さ測定は、JIS Z2101に規定されている方法を用いる。これは直径10mmの鋼球を表面に圧入し、そのときに要する荷重から硬さを求めるものである。一方、ゴムやプラスチックの硬さ測定に用いられる機器で、スプリング式ゴム硬度計(デュロメータ)がある。これはスプリングにより支えられた押針を材料に押し付け、生じたくぼみの深さから硬さを評価するものである。木材の硬さについても、デュロメータを使用して行えるこ

とが報告されている⁶⁾。

圧密木材を内装材料に使用する際は、磨耗や引っかき傷に対する抵抗性についても重要になる。一方、JISによる硬さ試験は、その試験方法からへこみに対する強度を測定していることに相当する。そのため、傷に対する抵抗性は、針を使用して測定するデュロメータの方がより適切に評価できると考えられる。

今回の圧密木材は表層のみを圧密するため、へこみに対する抵抗性はそれほど大きくないと考えられる。そこで押し付ける面積の違いによる硬さへの影響を調べるため、さらに大きな直径50mmの鋼球を用いて圧縮したときの抵抗性についても調べた。

圧密木材は圧縮した状態で乾燥することで、変形が一時的に固定された状態にある。圧密木材を実際に使用するためには、この変形を永久固定する必要がある。このための方法で比較的簡単に行えるものとして熱処理が挙げられる⁷⁾。しかしこの処理は、劣化により強度が低下するとされていることから、硬さにも影響を及ぼす可能性がある。そこで熱処理をした木材の硬さについても測定を行った。

2. 実験方法

2.1 針葉樹の硬さ測定

圧密の評価に先立ち、各種針葉樹の硬さ測定を行った。試験面は特に断りのないものは追証面である。今回使用

した樹種と測定した比重を表1に示す。なお比較のため、通常家具や建材に用いられるナラについても測定を行った。

表1 硬さ測定に使用した針葉樹の比重

樹種	比重	樹種	比重
スギ	0.32	ベイマツ(板目)	0.56
ヒノキ	0.42	ベイマツ(柾目)	0.54
アカマツ(辺材)	0.47	ベイマツ(ピーラ)	0.56
アカマツ(心材)	0.66	ナラ(柾目)	0.58
ラジアータパイン	0.49		

2.2 試験材料

圧密試験に使用した材料および圧密方法は前報^{1), 2)}と同様である。試験材はラジアータパイン(*Pinus radiata* D.DON.)を用いた。試験材の表面に10mg/cm²の割合で水を塗布し、200℃のプレスで60分圧縮して表面圧密を行った。圧密量は1.5mm, 3mm, 5mmの3種類で、いずれも最終厚さは24mmとした。仕上がり寸法は24mm×40mm×360mmである。また、比較のため同じ寸法の圧密していない材料を用意した。

2.3 曲げ試験

表面圧密材および未処理材について、曲げ試験を行った。厚さはすべて24mmである。表面圧密された面を上側にして、3点曲げによりスパン336mmで中央に荷重速度5mm/minで荷重を加えて、曲げ強度を求めた。

2.4 硬さ測定

JIS Z2101「木材の試験方法」の硬さ試験に基づく。試験面に直径10mmの鋼球を荷重速度0.5mm/minで深さ1/πmmまで圧入したときの荷重を測定した。測定は1つの試験体につき異なる6ヶ所を測定し、平均を求めた。

2.5 鋼球押し込みによる硬さ測定

直径50mmの鋼球を試験体の上に置き、荷重試験機により0.5mm/minでの荷重速度で0.5mm押し込んだ時点での荷重を読み取った。

2.6 デュロメータによる硬さ測定

JIS K7125「プラスチックのデュロメータ硬さ試験方法」に基づく。デュロメータD硬さ試験用のゴム硬度計GS-702Nおよびゴム硬度計用定圧荷重器GL-150を用い、デュロメータの加圧基準面を試料表面に押し付けたときの目盛りの最大値を読み取った。測定は1つの試験体につき異なる12ヶ所を測定し、平均を求めた。

2.7 比重の測定

曲げおよび硬さ試験終了後の試験体において、破壊していない部分の表面から厚さ3.5mm、縦40mm、横20mmの試験片を切り出した。これを全乾状態にした後、寸法と重さを測定して表面比重を算出した。

2.8 熱処理試験片の硬さ測定

2.2と同様の方法で圧密した木材について、200℃の恒温槽中に2, 4, 6, 8時間放置して加熱処理を行った。この後、2.4, 2.6と同様に硬さ測定を行った。

3. 結果および考察

3.1 針葉樹の硬さ測定

図1に測定した比重と硬さの関係を示す。全体的に比重と硬さは比例関係にある。また、柾目面は硬さが大きい。

今回使用したラジアータパインで、圧密していない材料の比重は0.46~0.53、硬さは10.5~17.9N/mm²の範囲であった。

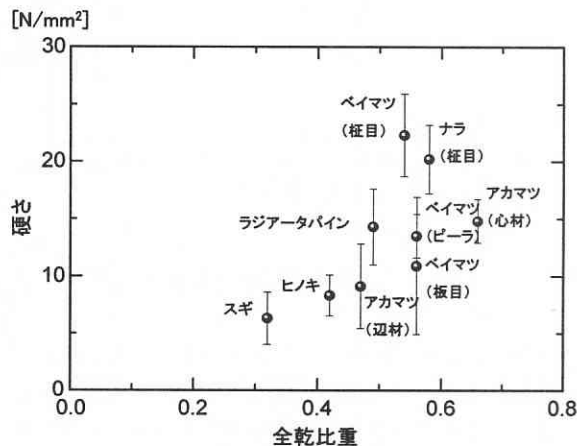


図1 針葉樹の硬さと比重

図2はデュロメータにより測定した硬さの値である。こちらでも比重に比例して硬さが向上している。ベイマツの柾目のデータは、板目面との差をみるために晩材部分を選択して測定した値である。その他の樹種について

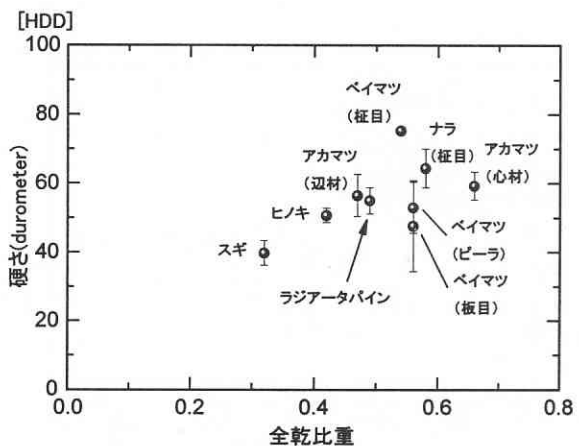


図2 デュロメータによる硬さ試験

は、測定位置はランダムに選んだ結果である。

3.2 圧密木材の曲げ試験

図3に圧密木材の表面の全乾比重と曲げ強度の関係を示す。圧密量の増加とともに表面比重も増加し、曲げ強度も増大している。曲げ強度の平均値は、圧密なしの場合と比べて 3.0mm 圧密の場合 1.1 倍、5.0mm 圧密の場合で 1.3 倍となった。

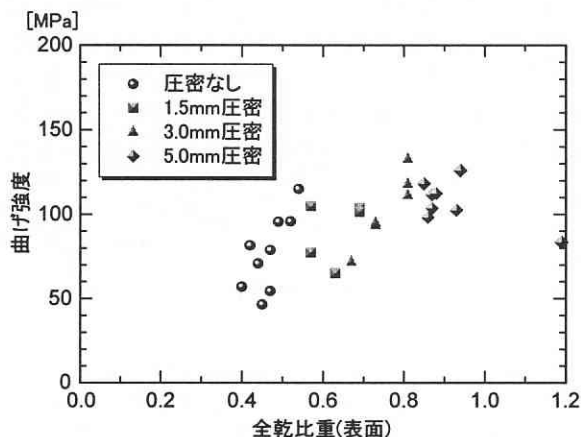


図3 表面比重と曲げ強度

今回使用した圧密木材は、表面のみを圧密したものであるため、大部分の比重は増加していない。それでも表面比重が大きくなると曲げ強度も大きくなることが分かる。これは、曲げにおいて荷重側は圧縮を受けるが、この部分が圧密により比重が大きくなり、圧縮に抗する力が増大したためと考えられる。

3.3 圧密木材の硬さ試験

図4に表面比重と硬さの関係を示す。表面比重の向上とともに、ばらつきも大きい硬さも増大していく傾向にある。硬さの平均値は、圧密なしの場合と比べて 1.5mm 圧密の場合 1.3 倍、3.0mm 圧密の場合 1.3 倍、5.0mm 圧密の場合 2.0 倍であった。圧密量と硬さの関係について

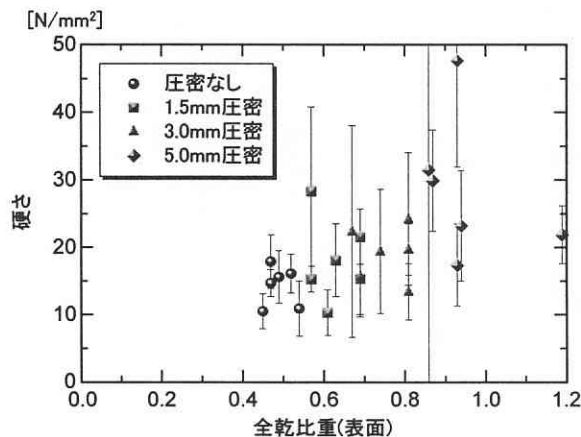


図4 圧密木材の表面比重と硬さ

分散分析を行った結果は、危険率 1%で有意差がみられた。有意差がみられた水準は、圧密なしと 5.0mm 圧密の間であった。

図5に示したのは、図4のうち 5.0mm 圧密した試験片について、長さ方向の厚さの分布を測定したものである。最終厚さは 24mm に設定しているが、全体的にこれより厚くなっている。また、1つの試験片に注目しても、場所によりかなり厚さむらがあることが分かる。これは場所により圧密された量が異なることを示すと考えられる。このことが図4において硬さのばらつきが大きくなった一つの原因と考えられる。

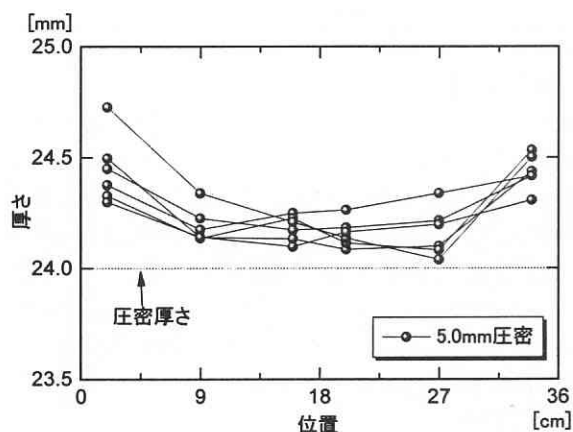


図5 長さ方向の厚さ分布

3.4 鋼球押し込みによる硬さ測定

図6は直径 50mm の鋼球押し込みにより測定した硬さである。圧密量に対し硬さはわずかに向上するがほぼ一定である。鋼球押し込みによる試験の場合は、表面層よりもむしろ内部の圧密されていない層の影響が大きくなるため、へこみのように表面の広い範囲に荷重が加わる条件では表面圧密の効果が少なかったといえる。

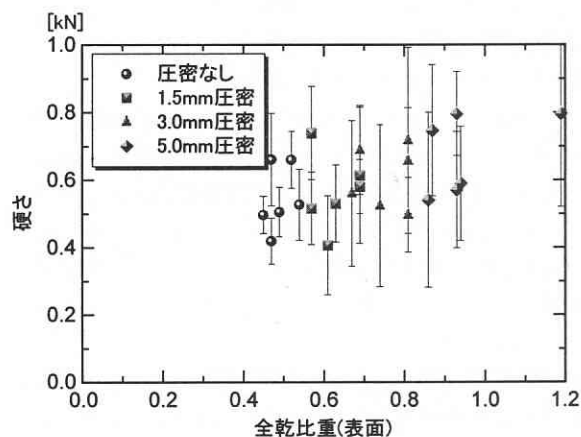


図6 鋼球押し込みによる硬さ測定

3.5 デュロメータによる硬さ測定

図7はデュロメータにより測定した硬さ試験である。硬さの平均値は、圧密なしの場合と比べて1.5mm圧密の場合1.1倍、3.0mm圧密の場合1.1倍、5.0mm圧密の場合1.2倍であった。圧密量と硬さの関係について分散分析を行った結果は、危険率1%で有意差がみられた。

デュロメータによる試験では各条件のばらつきも少なく、比重の増加とともに硬さの測定値も直線状に増加している。デュロメータ硬さから推定される針の押し込み深さは、最大となる圧密なしの場合で1.0~1.2mm程度であることから、この試験においてはより表面に近い部分の硬さを測定していると考えられる。この結果から、圧密木材は針による引っかき傷に対して強いといえる。

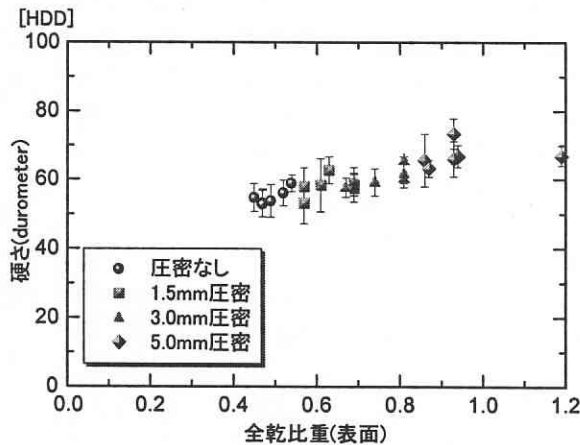


図7 デュロメータによる硬さ試験（圧密木材）

3.6 熱処理による硬さ変化

図8、図9は200℃で熱処理を行った圧密木材について、硬さ測定を行った結果である。図8はJISによる測定、図9はデュロメータによるものである。

JISによる測定で5.0mm圧密したものが、熱処理によ

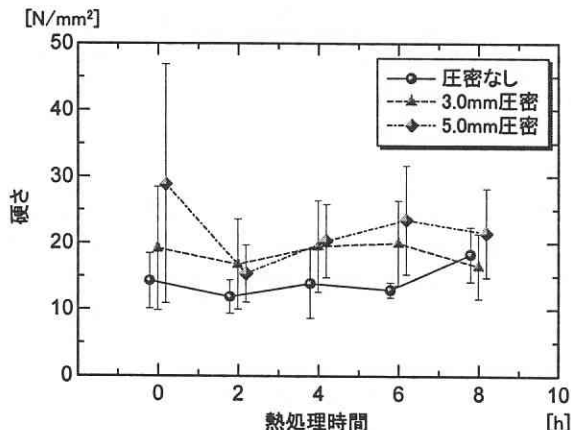


図8 熱処理による硬さ変化（JISによる測定）

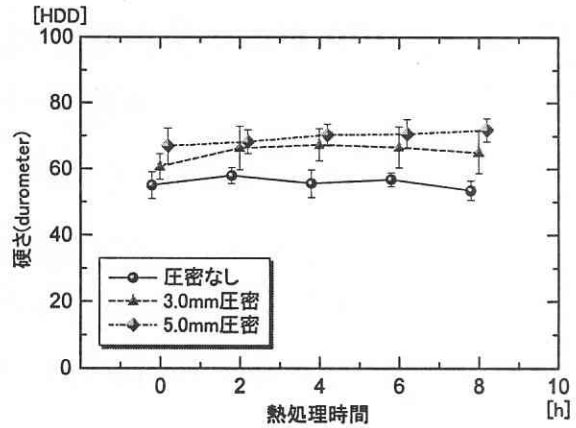


図9 熱処理による硬さ変化（デュロメータ）

り硬さが下がっているもののばらつきも大きい。その他の条件においては、いずれも熱処理による硬さの低下は見られなかった。

4. 結 言

圧密木材の曲げ強度および表面硬さ測定を行ったところ、以下の結果を得た。

- 1) 表面圧密により曲げ強度も増加した。圧密なしの場合と比べて5.0mm圧密することで、曲げ強度は1.3倍になった。
- 2) JISによる硬さ測定結果は、表面比重の向上とともに硬さも増大していく傾向にあった。硬さの平均値は、圧密なしの場合と比べて3.0mm圧密の場合1.3倍、5.0mm圧密の場合2.0倍であった。
- 3) 鋼球押し込みによる硬さ測定では、圧密量に対する硬さの違いは見られなかった。
- 4) デュロメータによる試験では各条件のばらつきも少なく、比重の増加とともに硬さの測定値も直線状に増加した。
- 5) 200℃で8時間の熱処理によっても、硬さに有意な低下は見られなかった。

文 献

- 1) 古山安之ほか5名：広島県立東部工業技術センター研究報告，13，86-89(2000)
- 2) 古山安之，江越 航，松浦 力，山本 健：広島県立東部工業技術センター研究報告，15，69-72(2002)
- 3) 井上雅文：木材工業，56(5)，245-249(2001)
- 4) 池上元一，野橋健三，山田雅章，櫻川智史：静岡県静岡工業技術センター研究報告，35，31-36(1990)
- 5) 山田順治，住友将洋：徳島県立工業技術センター研究報告，10，1-3(2001)
- 6) 大谷 忠：木材工業，56(7)，317-322(2001)
- 7) 井上雅文，則元 京：木材研究・資料，27，31-40(1991)