

技術報文

ラジアータパインの表面圧密

圧密された表面層における比重の変化

古山安之, 原豊彦^{*1}, 山口義則^{*2}, 松浦 力, 江越 航, 山本 健

Surface Compression of Radiata pine

Changes in the specific gravity of the compressed surface layer

Yasuyuki FURUYAMA, Toyohiko KUWAHARA, Yoshinori YAMAGUCHI,
Tsutomu MATSUURA, Wataru EGOSHI and Ken YAMAMOTO

Only the surface layer of the timber was compressed in order to harden the lumber. Specimens used were obtained from cheap and abundant planted Radiata pine (*Pinus radiata* D.DON.). One surface of each specimen was soaked in boiling water for 10 minutes. After that, these softened surfaces were compressed under a temperature of 200 for 90 minutes. A cross-section was taken out from the centers of all the compressed specimens and the specific gravity at various thicknesses was measured by the mercury method. The result was that only the surface layers of all the timber were compressed against the inner layers and the specific gravity of the surface increased along with the compressive deformation. This process could shorten the treatment time compared to compression of the whole piece, and it was thought that the defect ratio could be reduced.

植林木は柔らかく、使用箇所が限られる。そこで、用途拡大を目的として表面の硬度を大きくするため、部材の表面のみを圧密した。用いた試験材は安くて豊富にある植林ラジアータパイン (*Pinus radiata* D.DON.) から得た。各試験材の一表面を沸騰水に10分間浸せきした。その後、これら軟化した表面を温度200 で90分間圧密した。全ての圧密試験材の中心から木口板を取りだし、各々の厚さ方向における比重分布を水銀法により測定した。この結果、全ての部材の表面だけが、内部の層と異なり圧密された。表面の比重は圧縮変形量に伴い増大した。この工程は材全体を圧密することと比較して処理時間を短縮でき、不良率を減少できた。

キーワード：圧密，表面層，圧縮変形量，比重分布

1. 緒 言

木材は環境保護の目的から注目を集めている素材である。この理由は住宅部材などの最終製品に至るまでに要する製造エネルギーが小さいためである。反面天然林の乱伐が環境破壊を招くとされ、その保護の面から植林木の利用が増えている。

植林木は柔らかく、強度の小さい樹種が多い。このため、使用に対し制限がある。ディアントラ¹⁾は比重の小さい軟質材に対し、用途拡大を目的として、木材の圧密

化を適用するとしている。硬度や強度が向上するこの加工法は今後も重要な役割を果たすであろう。

木材の圧密加工とは木材に水と熱を加えて軟化し、圧縮したまま固定するとその状態で形状を維持することを利用した加工法である。この加工法については研究実績が多く²⁾、様々な応用も試みられている³⁾。加工法の原理としては飯田ら⁴⁾⁵⁾が圧縮セットの機構について考察を行なっている。応用としては丸太を柱に、すなわち円形状から角状に変形する試みなどがみられる³⁾。

このようにかなりの研究がなされているにも関わらず、製品として市場に存在することは少ない。この理由として第一に挙げられるのは、加工に要する時間が長く、製

2000.5.31 受理 生活技術部
平成11年度地域研究者養成事業
*1 (株) 原製作所, *2 (株) 三協産業

造コストが高いことである。前述のように圧密加工においては圧縮する前に木材を軟化させる。この時、木材内部に水が入りにくく、熱伝導性も悪く、内部まで軟化させるのに時間を要する。また、圧縮後固定する時は逆に水を除去する、あるいは熱を奪い、冷却することが必要となり、この工程についても時間を要する。

第二の理由として歩留りが悪いことが挙げられる。原理を追求した過去の研究では無欠点材を使用することが多く、この条件では良い結果が得られている。しかし、節などを持った製造で用いる材料に応用すると反りなどの不良が発生しやすく、コストの増大を招いている。

木材の圧密化はこれら問題点を改善しないと実用性に乏しい。第一の問題として木材の内部まで処理することは時間を要し、木材という材料の性質から考えるとこの問題を解決することは困難である。加工時間を短縮するためには内部まで処理しないのが最も簡単である。また、反りなどの発生機構については詳細な検討がなされていないものの、圧密加工をすることが原因で発生しているわけであり、大きな圧縮変形ではなく、できるだけ小さな変形量で抑えることにより、いくらか歩留りの向上も期待できると考えられる。

以上の理由から本研究では内部まで圧密加工することをせず、表層のみを部分的に圧密加工する検討を行う。

試験材としては安定した供給が期待でき、かつ安価な材料としてラジアータパインを選択した。この樹種は生長が早く、植林木として適しているが、比重が小さく強度が小さい。このため圧密加工に適している。

過去においては表面層のみを圧密加工する試みは少ない。その中で井上ら⁶⁾は軟質針葉樹材の表面層を圧密化処理する目的で、表面層に溝加工を施すことを検討した。これは表面層のみを選択的に水注入するために木材の繊維方向への水の浸透性が著しく高いことを利用している。この方式により表面層の数mmにおいて均一に水

が注入される反面、最終製品に溝加工の痕跡が残るため、使用箇所に制限を受ける。繊維直角方向の水の透過性にはばらつきがあるものの、本研究では試験材の表面をそのまま沸騰水に浸せきする、最も簡便な方式で軟化処理をする。

ここで問題となるのは内部の層は圧密されずに表面層のみが圧密されているのか、また、その表面層がどの程度圧密されているかという点である。圧縮変形量が大きいほど表面層の比重が高くなると考えられる。反面においては内部の層まで圧密される、長い処理時間を要する、反りなどの不良率が大きくなる、などの欠点も考えられる。そこで、圧縮変形量を三段階に設定し、厚さ方向の比重分布を測定することで検討を行う。また、全体を圧密した場合との比較を行なう。

2. 実験方法

2.1 試験材作製

試験材はラジアータパイン(*Pinus radiata* D.DON.)を用い、丸太より製材した。丸太の直径は約32cm、長さは4mであり、平均年輪幅は8.8mmであった。天乾により含水率15%程度にした後、幅40mm、厚さ29mm、長さ300mmに仕上げた。

2.2 圧密加工及び比重分布の測定

試験材の厚さを29mmから24mmへと5mm圧縮した場合について述べる。同様の手法で圧縮に用いる角棒の断面寸法や板の厚さを変更することにより、3mm圧縮した場合、15mm圧縮した場合の比重分布についても測定を行った。

始めに試験材の片面のみ軟化させる処理を行った。装置は恒温水槽を用い、一方の表面のみ沸騰水に浸せきした。水位は試験材底面より約10mmの位置で一定になるようにした。10分後に、その試験材を恒温水槽から取りだし、直ちに圧縮処理を行った。圧縮及び固定にはホットプレスを用いた。圧縮時の概略を図1に示す。ホットプレスは上側の熱盤のみあらかじめ約200℃に設定しておいた。試験材を軟化処理を行った側の表面が上側になるようにホットプレスの間におき、あらかじめ190-200℃に熱した、幅40mm、厚さ12mmのステンレス板を試験材の上にのせた。試験材の両側に36mm角のステンレス角棒(常温)を置き、角棒を左右から締め付けることで、圧縮時における幅方向への膨張を拘束した。この状態で圧縮し、ホットプレスの上下熱盤が角棒に密着し、熱盤間の距離が36mmとなった状態で90分間保持した。

試験材を拘束下から開放し、室内雰囲気中で数日放置した後、繊維方向の中央部から厚さ約1mmの木口板を取

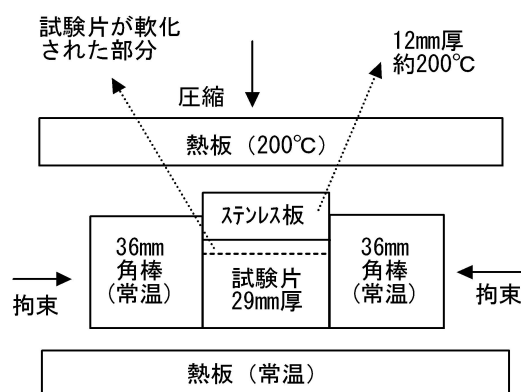


図1 圧密加工の概略

りだした。木口板の幅方向の中央部から幅約 15mm を取りだし、厚さ方向に十等分し、24mm 厚の小試験片を得た。これを全乾にして、各々の全乾比重を水銀法により測定し、比重分布を把握した。試験材の残った部分については厚さむらの測定、節などの欠点部分における異常や反りなどの観察に用いた。

比較として、全体を圧密した場合の比重分布についても測定を行った。試験材の処理条件は前処理として温度約 100 の常圧蒸気で試験材の全体について、2 時間の軟化処理を行なった。その後 29mm から 9mm 圧縮し、仕上がり厚さが 20mm となるように圧縮したのち、その状態で 3 時間圧縮した。その後の比重分布測定等は表面圧密された試験材と同様である。

3. 結果と考察

表層を 5 mm 圧縮したときの試験材について厚さ方向の比重分布の一例を図 2 に示す。圧縮された側の表層における比重は著しく大きく、0.8 近くに变化している。この値は木材としてはかなり硬い部類の樹種に相当するため硬度としては十分であると考えられる。中央部の全乾比重は 0.40 ~ 0.45 の範囲にあり、この部分は圧縮されていないと考えられる。圧密加工されていない裏面における表層の比重が少し上昇することもある。このことから完全には選択的な圧密ができていない。しかしながら、一方の表面のみ飛躍的に比重が大きくなっていることから、片側の面のみ圧密されているとみなしうる。

可能であれば、表層の数 mm のみ極めて比重が高く、内部はまったく圧縮されていない場合、材積の減少が小さく、かつ目的となる表面の硬度が向上するため理想的であろう。前述の井上ら⁶⁾は前処理として表層に溝加工を施したうえ、減圧と常圧を繰り返して水を注入している。これにより表面から一定の厚さまで十分に軟化する。それに対し、本研究では単に沸騰水に浸せきしたた

め、十分軟化した部分が明確でない。可能な限り表層のみを圧密し、かつ短時間の処理で行うことを考慮しながら前処理の条件を策定するのが今後の検討課題となる。

表層を 3 mm 圧縮した場合の比重分布を図 3 に、表層を 15mm 圧縮した場合の比重分布を図 4 に示す。図 2 に示した 5mm 圧縮した場合に比して圧縮された表層部の比重は小さい。傾向としては圧縮変形量が小さいほど、圧密された部分がより表層のみにとどまり、内部が圧縮を受けていない。3 mm 圧縮した場合（図 3）、表層の比重は 0.6 から 0.7 の範囲にある。使用用途によってはこの程度の比重で十分な場合があり、製品の企画設計に応じて圧縮度を調節する必要がある。15mm 圧縮した場合（図 4）、表層の比重は圧縮前との変化が小さく、圧縮されていても 0.5 を越える程度の比重であり、硬度がやや乏しい。

全体を圧密した場合の比重分布についてその一例を図 5 に示す。より表層に近い部分が前処理により軟化され

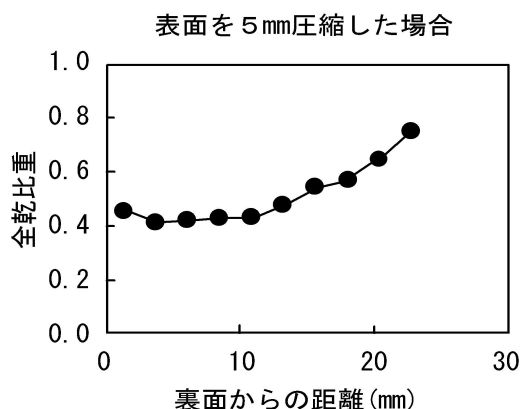


図 2 厚さ方向における全乾比重分布

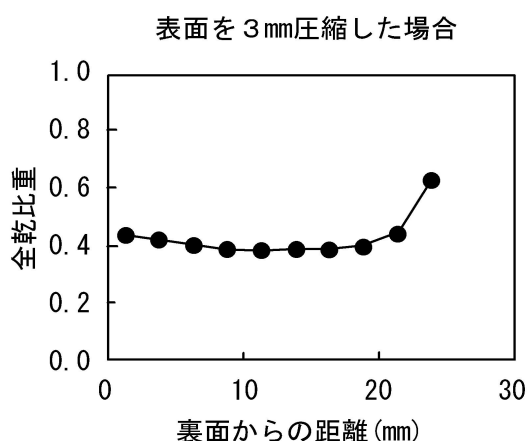


図 3 厚さ方向に方向における全乾比重分布

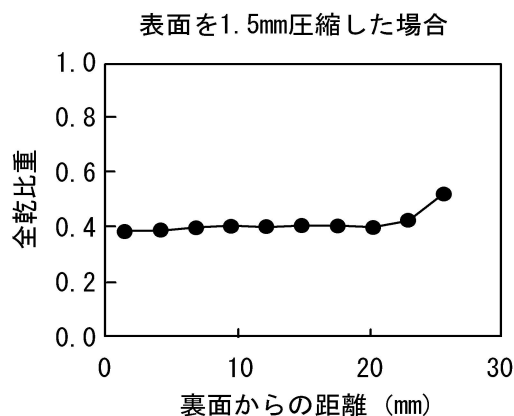


図 4 厚さ方向に方向における全乾比重分布

やすく、圧縮されやすい傾向にある。しかし、図2から図4の場合と異なり、表層付近が必ずしも圧縮されるわけではない。図5の場合、一方の面では表面層の比重が大きく変化し、大きくなっている。しかし、他の面では比重が0.5程度であり、表面層の比重が大きくなっているとは言いがたい。全体圧密の場合、大きく圧縮される部分とあまり圧縮を受けない部分とが混在する傾向にある。すなわち、全体が均一に圧縮されるのではなく、圧縮されやすい因子をもつ箇所が集中的に圧縮変形を受けることが想定される。圧密加工において、反りなどの発生が起こる理由としてはこのような現象が寄与していることも考えられ、今後の研究が求められる。

全体圧密の場合でも、より極限に近い圧縮率で圧縮すればより大きい比重を求めることが可能であり、より均一な比重分布が得られることも見込まれる。この実験では29mmの厚さを20mmに圧縮する程度にとどまったため、比重分布にばらつきがみられたと考えられる。本研究ではより小さい圧縮量でしかも表面層のみ必要な硬度を得るのが目的である。全体圧密では加工時間が長い上に、圧縮率が小さい場合は表面層が求める比重に達しない場

合もある。製品として表面層のみ高い硬度であればよい場合は表面圧密がより優れている。

歩留りの良否を考察する一因として、全条件の試験材について反りなどの欠点を観察したところ、全体圧密を行った試験材は節の付近で反りを発生する場合が見られる。部分圧密を行った試験材ではその傾向はなく、比較的大きな節の箇所において最大でも0.2～0.3mm程度厚さに差がみられるものの大きなばらつきはなく、部分圧密の方が歩留りが向上することが考えられる。

4. 結 言

表面層のみを選択的に圧密加工する試みを行ない、(1)片面の表層のみ比重を大きくできることがあきらかとなった。(2)圧縮変形量が大いほど、表層の比重は大きくなる傾向にある。(3)加工時間を短縮できた上、繊維方向の反りはなかった。節における厚さむらも最大で0.2～0.3mm程度にとどまった。

謝 辞

本研究を進めるにあたり、国立名古屋工業技術研究所の金山公三主任研究官をはじめ、多くの方から御助言を頂きました。ここに感謝の意を表します。

文 献

- 1) ワヒュー・ディアント, 井上雅文, 則元京: 木材学会誌 **43**(4), 303-309(1997).
- 2) 則元京: 木材学会誌, **39**(8), 867-874(1993).
- 3) 棚橋光彦: 木材工業, **53**(12), 589-594(1998).
- 4) 飯田生穂, 則元京, 今村祐嗣: 木材学会誌, **30**(5), 354-358(1984).
- 5) 飯田生穂, 則元京: 木材学会誌, **33**(12), 929-933(1987).
- 6) 井上雅文, 則元京, 大塚康史, 山田正: 木材学会誌, **36**(11), 969-975(1990).

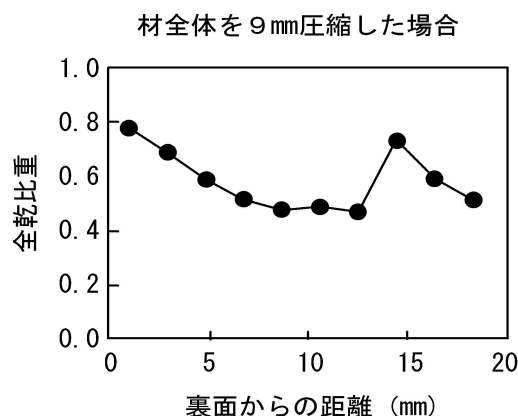


図5 厚さ方向における全乾比重分布