

コンプレッドウッドの製品への応用試作*

浪崎 安治**、有賀 康弘**、高橋 民雄***

岩手県工業技術センターはデンマークから木材を曲げる新しい技術を導入した。この技術は木を加熱して可塑化し、その後元の長さのおよそ80%へ繊維方向に木材を縦圧縮するものである。我々はこの装置で県産広葉樹材の縦圧縮処理を試みた。その結果はぶな材、ナラ材がよい結果を得た。木製品製造業の技術支援を目的とする提案のひとつとして、この圧縮処理した木材を活用した木製車いすを作成し、日本工業規格 (JIS T-9201) の試験に供した。その結果、この木製車いすは室内限定であれば使用できる可能性を見出した。

キーワード：縦圧縮処理、木製車いす

Application with using of Compressed Wood to product for Trial Purposes.

NAMIZAKI Yasuji, ARUGA Yasuhiro and TAKAHASHI Tamio

We introduced the new technology system (compwood system¹⁾) for wood bending from Danish. This technique consists of heating and plasticizing wood, and thereafter compressing them in the direction of the fibers to about 80% of the original length. We examined the hardwood of Iwate prefecture production with this system. Beech and Oak obtained good result. Manually propelled Wooden Wheelchair which used this processing material was made to support the enterprise, and Japanese Industrial Standard (JIS T-9201) was examined. As a result, this Wooden Wheelchair found the possibility to use indoors.

key words : compwood system, wooden wheelchair

1 緒 言

岩手県工業技術センターはものづくり試作開発支援センター事業の一環として中小企業ニーズに基づく「高度な試作・研究開発用設備」であるコンブウッドシステム（デンマーク製）¹⁾を導入した。同システムは木材をコールドベンディング（常温での曲げ処理）できるように処理するためのシステムである。つまり、このシステムは曲げ木加工するための素材をつくるのもので、従来のスチーム曲げ木加工法とは異なる全く新しい加工処理法である。この素材は一般にコンブウッドといい、コンプレッドウッドを略した名称で圧縮木材のことである。

我々は、同システムの技術習得と平行して中小企業の支援を目的に、福祉機器開発事業の一環として曲げ木を取り入れた木製車椅子の試作及び同車椅子のJIS規格試験への適合について検討を行ったので報告する。

2 コンブウッドシステムとは

コンブウッドシステムはぶな材やナラ材などの広葉樹材をコールドベンディングできるように処理するもので、構成はオートクレーヴとコンブウッドプレスからなっている。このシステムは、オートクレーヴで木材を蒸気によって加熱・可塑化し、その材をコンブウッドプレスで繊維の長手方向に圧縮することからなっている。圧縮を解圧後、軸方向の繊維は壁面が蛇腹状に変わっていることで、材が曲がりやすい状態になっているといわれている。図1はこのシステムの製造メーカーが示しているぶな材 (beech) 及びたも材 (ash) のコンブウッドとして良い結果が得られた材質条件である²⁾。これからわかるようにコンブウッドには材質条件の良い木材が要求される。処理される木材は天然乾燥が望ましいが、生木でも可能である。しかし、次工程の成形加工における乾燥時間が長くかかったり、やせ等を考えると木材の繊維

* 福祉機器開発事業

** 特産開発デザイン部

*** 岩手県立産業技術短期大学校

飽和点の含水率20~30%程度が良いといわれている¹⁾。

材質項目	材質条件
節	不可(直径10mm以下の生き節なら可能性あり)
繊維斜行角	1cm/10cm以下
偽心材	不可
材料断面	矩形
樹皮	不可
湾曲	不可
割れ・裂け	不可
肥大生長	不可
腐れ	不可
あて	不可
髓	不可
含水率	生材または天然乾燥(20~30%以上)

図1 ぶな材及びたも材の材質条件²⁾

導入したコンブウッドプレスの加工能力は80mmH×120mmWの断面の長さ3mである。このようなサイズのフリッチ(木材)で材質が図1の示すものは、入手が容易ではない。その場合は、小角材を組み合わせて80mmH×120mmWの断面になるように(図2)バンドリングして圧縮処理をすることも可能である。

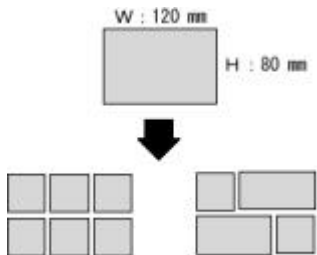


図2 小角材の組み合わせ例

3 木材のコンブウッド処理

コンブウッド処理された木材の顕微鏡図3から細胞壁等に蛇腹のような折り重ねられた状態が確認できる。

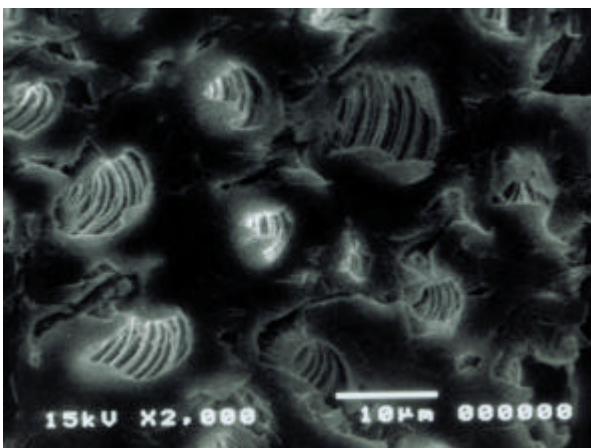


図3 コンブウッド処理(なら材)の木口面

このような状態が軸方向繊維細胞壁全体に作られていると考えると、この状態が木材を自由に曲げることを可能にしていると考えられる。これは、このシステムが木材を縦圧縮して曲げる可能性を持たせることを、木材の細胞構造に依存していると考えられる。よって、木材は樹種によって針葉樹材、広葉樹材に代表されるように細胞構成が著しく異なっているため、このシステムに適しない樹種もあることが推測される。

ものづくり試作開発支援センター事業でコンブウッドシステムの導入を積極的に要望した(協)岩手木工センターと共同で行った樹種別コンブウッド処理試験の結果³⁾から、ぶな材・なら材・にれ材の国産広葉樹材はコンブウッド処理はできたものの、とどまつ材・ひば材・すぎ材等の国産針葉樹材やアユス材・アガチス材・ベイマツ材・スプリース材・ベルポップ材・ベイヒ材等の外材は圧縮処理ができず座屈状態になった(図4)。この試験で使用した樹種の外材は広葉樹材に比べ針葉樹材の細

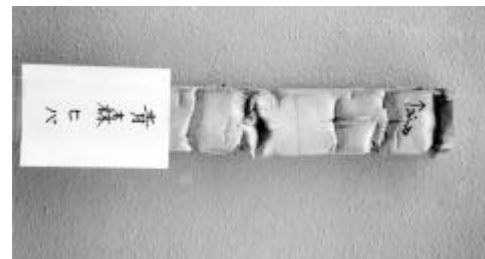


図4 圧縮処理による失敗例

胞構成に類似している。このことから、広葉樹材と針葉樹材の細胞構成を比較すると、針葉樹材は仮道管が圧倒的な比率(95%程度)を占め、広葉樹材に比べ細胞構成が非常に単純で細胞の配列が整然としている。広葉樹材は細胞構成が針葉樹材より複雑で、それぞれの機能も専門化している。詳細については専門家⁴⁻⁵⁾に任せるとして、樹種の細胞構成が広葉樹材と針葉樹材では大きく違うことから圧縮処理に影響がでたものと推測される。よって、コンブウッドシステムに供する木材はぶな材・なら材・にれ材等の広葉樹材が適材であることを実地確認した。他の材の処理の可能性については圧縮処理条件を変えるなどして、今後の課題としたい。

4 木製車いすの試作

県内中小企業の新分野進出を支援するために整備したコンブウッドシステムを活用し、木製介護用品の開発を模索してきた建具業界を支援するために、木製車いすの試作提案を行った。車いすの躯体は木製とし、アームレストとハンドリムにコンブウッド処理した木材を取り入れた室内用木製車いすを試作(図5)した。木製の躯体の継ぎ手は両胴付きほぞ組みで行った。タイヤ、キャスト及びブレーキは市販品を使用した。試作車いすのサイズは：全長80cm×全幅70cm×全高90cmで材質はぶな材と

した。



図5 試作室内用車いす

5 手動車いすJIS規格試験¹⁾

試作した木製車いすのJIS規格試験への適合について検討を行った。規格試験については、車いすの試験設備を備えている(財)自転車産業振興協会技術研究所に委託して行った。なお、同規格試験は屋外使用を基準としたものであるため、試験は高耐久性が求められ、かなり厳しい内容になっている。

手動車いすJIS規格試験は大きく1 JIS規格の機能試験、2 JIS規格の強度・耐久性試験試験にわかれていて、行うにあたって適応使用者体重を決める必要がある。これは25kg刻みの4段階で決められており、今回の試験にはダミー質量100kgの条件で各試験に供した。

各試験項目と試験内容の概略次に示した。

5-1 JIS規格の機能試験

機能試験は次の5試験項目で、すべての試験に供した。

- ・静止力試験：7°の傾斜台上でブレーキをかけた状態での静止を調べる。(ブレーキ制動)
- ・静的安定性試験：10°の傾斜台で車輪のいずれかが傾斜台と接地面から離れるか調べる。
- ・直進走行性試験：4°の傾斜台から自然に前進させ1800mm走ったところで進行方向に対する偏位量を測定する。
- ・駆動輪・主輪の振れ試験：JISD 9301により試験を行い、横振れ、縦振れを測定する。
- ・ハンドリムの振れ試験：駆動輪のハブ軸を固定し、駆動輪を回転させ振れ(縦・横)をダイヤルゲージで測定する。

5-2 JIS規格の強度・耐久性試験

強度・耐久性試験は次の10試験項目ある。なお、供試車いすの形状等により試験可能な6項目の試験に供した。

- ・シート耐荷重試験：座の中央に質量20kgの砂袋をおき2400Nの荷重を加え、左右のバックパイプとアームパ

イブ交点の左右間の偏位、リムの内面とアームパイプの外表面との距離の偏位及び荷重を取り除いた時の永久変形量を測定し、さらに目視、触感により確認する。

- ・アームレスト下方耐荷重試験：両アームレストに同時に上方15°から760Nの荷重を加え10sec.後の目視、触感により確認する。供試体は当該部が曲線のため荷重負荷パットを当てる位置が確定できないので試験は行わなかった。
- ・アームレスト上方耐荷重試験：ダミーを載せた車いすを試験中動かないように固定し、アームレストの片方ずつ上面方向に10°の角度で895Nの荷重で引っ張り、目視、触感により確認する。
- ・ティッピングレバー耐荷重試験：ダミーを載せた車いすを試験中動かないように固定し、ティッピングレバー端部から 25 ± 5 mmの位置に鉛直方向から1000Nの荷重を5~10秒間加えた後に目視、触感により確認する。他方も同様に行う。供試体は当該部がないため、試験は行わなかった。
- ・グリップ部上方耐荷重試験：ダミーを載せた車いすを試験中動かないように固定し、両グリップ部へ同時に上方に向け880N(片方)の荷重を5~10秒間加えた後に目視、触感により確認する。
- ・グリップ対離脱性試験：握りカバーを250Nの力で10秒間引っ張り抜けないことを確認する。供試体は握りカバーがついていないので試験は行わなかった。
- ・バックレスト斜め耐衝撃性試験：ダミーを載せた車いすのバックレスト上端部から下方 30 ± 10 mmの中心線に、質量25kgのおもりの重心が 30 ± 2 °の衝突角度で衝突するように100回衝突させた後、目視、触感により確認する。
- ・耐衝撃性試験：ダミーをしっかりと固定した車いすを、段差の伴った傾斜台の上部から自然に前進させ衝突させる。衝突後、偏位量を測定し、さらに目視、触感により確認する。キャストの変形を確認する。
- ・キャスト耐荷重試験：キャスト軸を固定して2000Nの荷重を荷重負荷速度15mm/minで5~10秒間加えた後に目視、触感により確認。この試験はキャストのみの試験であるので試験は行わなかった。
- ・走行耐久性試験：ダミーを載せた車いすを横方向の動きは50mm以内、垂直方向の動きは制限しないで、各々の車輪がドラム一回転中に一段差を乗り越えるように位置決めする。20万回回転させた後、目視、触感により確認する。

6 手動車いすJIS規格試験結果及び考察

11試験中規格に適合した試験は8項目で不適合は3項目であった。不適合の試験項目は静的安定性試験、ハンドリムの振れ試験、走行性耐久試験であった。

不適合の理由は、試験済み木製車いすを観察し、次の

ように考えられた。

静的安定性試験：上向き、下向き、左向き、右向きの4条件で上向きのみが10°以内で車輪が接地面から離れた。これは、室内専用使用を想定し、ホイールベースを短くすることにより車いすはスムーズに向きを変えやすく、操作が楽なことから車軸位置が-8cm(寸法基準点からの距離)に決めたことが、結果的に上向き設置で不安定感が生じたと考えられる。このことから、ホイールベースを短くするならば転倒防止を付与することが必ず必要である。

ハンドリムの振れ試験：縦振れ、横振れの左右で4条件の測定結果、縦振れの右のみが性能規格値に達しなかった。試験に供する前にハンドリムの木材成形時での乾燥不十分による変形が影響を与えたものと思われる。

走行耐久性試験：ダミー質量100kgで試験に供したら数十回でキャストシステムが傾いたが、他に支障がないので試験は継続、但しダミー質量を75kgに代えて行った。49,595回からキャストタイヤ部摩耗が見られた。115,857回ではキャストシステム受部の変形が大きくキャストタイヤ表面摩耗が著しい、また右のキャストタイヤが摩耗をとり超して破損(図6)した。その他ハンドリムと車輪



図6 キャスタ破損

と
のジョイントビスが一部はずれたなどの現象が見られたので試験中止とした。両ハンドリムともドラムに接触するようになった。なお、木製の躯体にはほとんど支障は見られなかった。また、キャストシステムが傾いたことにより躯体にねじれが生じたことで胴付き(図7)が切れたと考えられる。その他、ドラムについている段差



図7 胴付き切れ

(高さ12mm)がキャストに与える影響が大きいのでキャストシステムの躯体への固定方法が重要になる。ポイントとしてはキャストシステムベアリングは上下とも躯体に嵌め込み、上下ベアリング間の躯体は金属製のスリーブを嵌め込んでステム保持することが強度保持につながると考えられる。

7 結 言

コンプウッド材を使用して曲げ木を取り入れた木製車いすの試作を行い、JISの規格試験に供した結果、次の結果を得た。

- (1)コンプウッドシステムによって国産広葉樹材のぶな材、なら材、にれ材はコンプウッド処理が可能であることを実地確認できた。
- (2)車いすの小回りを利かせるためにホイールベースを小さくするならば必ず転倒防止を付与することが必要である。
- (3)キャストの取り付けには工夫が必要であるが、室内使用を限定していれば木製の躯体でも車いすとして、強度的に可能であると考えられる。

次年度では、本年度の結果をもとに考案した木製車いすの製作を共同研究を行ってきた企業グループに新分野への取り組みとして支援する計画である。

文 献

- 1) <http://www.compwood.dk/>
- 2) Wood quality: Instructions for use of Compwood system
- 3) デザイン高度化事業報告書：(協)岩手木工センター P27-34(2000)
- 4) 木材の組織：島地 謙 他
- 5) 木の構造：佐伯 浩
- 6) 手動車いす JIS T 9201:1998