

森林総合研究所
交付金プロジェクト研究 成果集 18

森林総合研究所
交付金プロジェクト研究
成果集
18

地域材利用促進のための
非住宅用部材への新用途開発

独立行政法人 森林総合研究所
2007.12

独立行政法人
森林総合研究所

序 文

新たな「森林・林業基本計画」が平成18年9月に閣議決定され、その中で人工林資源の充実、品質・性能へのニーズの高まり、加工技術の向上等を背景に、国産材の利用拡大を軸とした林業・木材産業の再生を推進していくことが明記された。また、供給される木材の量については、平成27年の目標量を現状の17百万m³から6百万m³増の23百万m³に設定された。

この基本計画に基づく政策の具体的な取り組み方向を明らかにするため、「木材産業の体制整備及び国産材の利用拡大に向けた基本方針」が平成19年2月に策定され、さらにこれを踏まえて、国産材の特性を活かした技術開発の推進方向や具体的な開発項目及び推進体制について「木材に関する技術開発目標」が平成19年2月に策定された。

このような国産材に関する一連の政策目標の中では、木材の良さや木材利用の意義を需要者に十分理解してもらい、産業・住宅用途だけでなく教育資材など幅広い用途への拡大を図ると同時に、ニーズに合った新しい製品や新用途を開発することの重要性がうたわれている。

本研究「地域材利用促進のための非住宅用部材への新用途開発」では、そのようなターゲットの一つとして、これまでニーズがあるにもかかわらず研究蓄積が少なかった非住宅用中小構造部材、福祉用具等に研究焦点を絞り、地域材の新用途開発を促すための技術開発を行った。また、地域材の循環利用を実現するには、原料面でも間伐材を含む多様な材の活用を図る必要があるため、部材供給をシステム化する技術開発も併せ行った。なお、研究遂行にあたっては、地域の試験研究機関や民間企業との連携の下に実施した。

本研究は交付金プロジェクトとして平成16年度から平成18年度までの3か年にわたり、森林総合研究所が実施したものであり、その成果は、地域材に関連した木材工業及び福祉関連企業等に技術的な知見を与えるものと考えられる。

ここに本書を刊行して、広く関係者の参考に供する次第である。最後になったが、本研究の推進において、東京農工大学名誉教授喜多山繁氏に適切なアドバイスをいただいた。深甚な感謝の意を表しておきたい。

平成19年 12月

独立行政法人森林総合研究所
理事長 鈴木 和夫

研究課題：地域材利用促進のための非住宅用部材への新用途開発

目 次

研究の要約.....	1
第1章 非住宅用中小構造部材への地域材の新用途開発.....	7
1. 短尺材や曲がり材の構造部材への利用技術開発.....	7
2. 屋外環境に適用可能な高機能性材料とその接着技術の開発.....	12
3. 短尺材や曲がり材の効率的な加工技術の開発.....	17
第2章 福祉用具への地域材の新用途開発.....	22
1. 福祉用具に求められる木質材料の特性評価と性能基準の開発.....	22
2. 木材の良さを生かした木製福祉用具の開発.....	29

研究の要約

I 研究年次及び予算区分

平成 16～18 年度（3 カ年）
運営交付金（交付金プロジェクト I）

II 主任研究者

主査：研究管理官 藤原勝敏（平成 16～17 年度）
構造利用研究領域長 林 知行（平成 18 年度）

III 研究場所

森林総合研究所 本所
委託：奈良県森林技術センター
生活工房・補助具福祉機器研究所

IV 研究目的

地域材利用の拡大のためには木材の良さや木材利用の意義を需要者に十分理解してもらうと同時に、ニーズに合った新しい製品や新用途の開発が必要であり、住宅用途だけでなく公共施設や教育資材など幅広い用途への拡大が必要である。

そのターゲットの一つとして、研究蓄積が少ない非住宅用中小構造部材、福祉用具等への地域材の新用途開発を促す新しい技術開発を行う。地域材の循環利用を実現するには、住宅以外の多様な用途の開発に加えて、原料面でも間伐材を含む多様な材の活用を図る必要があり、そのための部材供給をシステム化する技術開発を行う。得られた成果を実用化につなげるため、地域の試験研究機関や民間企業との連携を深めて研究を実施する。

V 研究方法

第 1 章 非住宅用中小構造部材への地域材の新用途開発

1. 短尺材や曲がり材の構造部材への利用技術開発

標準的なプレカットマシンを用いて加工・製造された平行弦トラスとはしご梁の実大曲げ試験を行い、強度性能の評価および改良すべき点を抽出した。また、ビニロン繊維とエポキシ樹脂による繊維補強、およびウレタン樹脂による嵌合部の接着補強が、カマ継手およびアリ仕口の強度性能向上に及ぼす影響について検討した。

これらの試験結果に基づき、I ビームなどを含む改良型の平行弦梁、束を貫通ボルトで固定したはしご梁、接合部をスギ厚物合板の挿入型ガセットで接合したトラス、スギ厚物合板を用いた I ビーム、スギ厚物合板を用いた I ビームに斜材を入れた複合トラスを開発し、実大実験を行って、その性能を評価した。同様に、カマ継手をウレタン樹脂接着剤で接合した正角を 2 本束ねて接着した合わせ柱試験体について、柱の圧縮試験より条件の厳しい実大曲げ試験を行い、性能を評価した。

2. 屋外環境に適用可能な高機能性材料とその接着技術の開発

屋外環境で使用される部材を強化することから、強化材料は高い耐候性を備えている必要がある。また高強度であり、木材との接着耐久性にも優れていなければならない。これらの要件を備えた高機能材料として、有機系繊維であるビニロン繊維を中心に検討することとし、その形状（シート）を決定するとともに、木材とビニロン繊維との接着技術を開発した。

次に、屋外で使用されるスギ集成材は、木材保存剤で処理されることが一般的であるため、5種類の木材保存剤（ACQ、AAC、CUAZ2、NZN、NCU）で処理したスギ材と、ビニロン繊維シートとの接着耐久性試験を実施し、木材保存剤が接着耐久性に及ぼす影響を調べるとともに、プライマー処理により接着耐久性を向上させることを試みた。また、木材表面に接着したビニロン繊維シートの、耐候性および接着耐久性を向上させるための、耐候性樹脂による表面コーティングの効果を調べた。さらに、ビニロン繊維シートで保護した場合のスギ集成材の寸法変化を、乾湿繰り返し処理により調べた。

ビニロン繊維シートをFRP化し、より取り扱いを簡易にすることを検討し、それらビニロンFRPを、工場や施行現場でスギ集成材に接着することを想定して、種々の接着方法で接着してそれらの接着耐久性を調べた。また、ビニロン繊維シートで保護した集成材の含水率やせん断強度の変化を、屋外ばくろ試験もしくは促進劣化試験により検証した。

3. 短尺材や曲がり材の効率的な加工技術の開発

栃木県産スギ中丸太曲がり材（末口径14～20 cm、材長3m）99本を供試丸太とし、丸太の曲がり率に応じて3つのグループ（曲がり率：10%未満、10%以上20%未満、20%以上）に分類した。それぞれのグループの丸太をさらに4つのグループ（玉切りなし、1.5m-1.5mの2本に玉切り、2m-1mの2本に玉切り、1m-1m-1mの3本に玉切り）に分類して玉切りを行い、得られた短尺材の挽き材を行った。挽き材は、すべての丸太について中心部から10.5cm×10.5cmの心持ち正角製品を木取り、周辺部からは可能な限り厚さの大きな平割製品を木取った。挽き材の後、形量歩止りを算出するとともに、全ての正角製品について曲がり、丸み、偏心を測定した。

同様に、熊本県産スギ中丸太曲がり材（末口径22～28 cm、材長4m）60本を供試丸太とし、丸太の曲がり率に応じて2つのグループ（曲がり率：14.8%未満、14.8%以上）に分類した。それぞれのグループの丸太をさらに10本ずつの3つのグループ（玉切りなし、2m-2mの2本に玉切り、1m-1m-1m-1mの4本に玉切り）に分類して玉切りを行い、得られた短尺材について曲がり等の形質と動的ヤング係数の測定を行った後挽き材を行った。挽き材の後、形量歩止りを算出するとともに、人工乾燥前後の製品について曲がり等の形質と動的ヤング係数の測定を行った。

スギ中丸太直材から集成材ラミナを製材している製材工場において、原木価格、形量歩止り、製品価格について聞き取り調査を行った。聞き取り調査及び挽き材試験の結果を用いて、スギ中丸太直材及び曲がり材から集成材ラミナを製材する場合の製材コスト及び粗利益を試算して比較し、曲がり材の適切な加工方法について検討した。

第2章 福祉用具への地域材の新用途開発

1. 福祉用具に求められる木質材料の特性評価と性能基準の開発

福祉用具開発におけるメーカーサイドの動向及び木製福祉用具の可能性を検討するため、SG

やJ I Sで性能が規格化されている福祉用具（車いす等）等について、木質材料使用の可能性を調査を行った。また、ユーザーサイドが福祉用具に求める性能の解明するため、パーティションの利用実態を解析した。以上を踏まえ、福祉用具としての木質材料の良さ、求められる性能を明らかにした。

2. 木材の良さを生かした木製福祉用具の開発

高齢者及び身体障害者のオーダーメイド的な要望をもとにした木製ワークステーションの設計・試作を、既開発の障害者用ワークステーションを土台に行い、臨床実験及び操作性能評価を行った。

発達障害者及び関係者のオーダーメイド的な要望をもとにした遊具等の設計・試作を、福祉団体や医療、教育、自治体等の関係者の協力を得て行い、臨床実験及び操作性能評価を行った。

木製ワークステーション試作機の家具メーカーも交えた評価の実施及びその強度試験、更にそのユニバーサルデザイン化を目指した木製ワークステーションの設計・試作と、その臨床実験及び操作性能評価の実施、及び、それらを基に安全性、機能性に優れた、新たな木製福祉用具開発の提案を行った。

VI 研究成果

第1章 非住宅用中小構造部材への地域材の新用途開発

1. 短尺材や曲がり材の効率的な加工技術の開発

プレカット加工に関しては、短尺材であっても、また特殊な形状の部材であっても、特に問題なく加工できること、加工の精度は非常に高いことが明らかになった。

梁の組み立てに関しては、加工の精度がよいため現場における組み立て作業が非常に容易であることなどが明らかになった。

ただ、プレカットの継手部分に接着剤を塗布することは継手の大幅な強度向上には、つながらないこと、また、ビニロンクロスによる繊維補強は有効であるが、厚い繊維層が必要であることも明らかになった。

プレカットされた材で構成されたはしご梁は合板の補強がなければ強度性能が低いこと、平行弦トラスの接合部に厚物合板のガセットが有効であること、I ビームに斜材を挿入すれば強度特性は大きく向上すること、合わせ柱は適切な継手位置の配置により構造用柱としての性能を有することなどが明らかになった。

2. 屋外環境に適用可能な高機能性材料とその接着技術の開発

2液型エポキシ樹脂接着剤を使用することにより、高い接着耐久性を備えたビニロン繊維と木材との接着技術を開発した。ビニロン繊維シートを接着することにより、木材の寸法変化は減少し、また割れや接着はく離の進展を抑制することができた。接着剤が含浸・硬化したビニロン繊維シートは高い耐水性を示し、水分をほとんど透過させなかった。この効果により、屋外ばくろされた集成材の含水率増加が抑制された。FRP化したビニロン繊維と木材との接着は高い耐久性を示した。より取り扱いが容易なFRPを接着する手法が有用であることが示唆さ

れた。

3. 短尺材や曲がり材の効率的な加工技術の開発

スギ曲がり材の挽き材試験の結果から、径級や曲がり率などの丸太形質と部材の種類別に、丸太の玉切り方法が製材歩止りと製品品質に及ぼす影響を明らかにした。さらに、加工コストの試算結果をふまえて、スギ曲がり材の適切な加工方法を示した。

第2章 木材の良さを生かした木製福祉用具の開発

1. 福祉用具に求められる木質材料の特性評価と性能基準の開発

福祉用具開発におけるメーカーサイドの動向として主として移動系福祉機器を代表する手動車いすの開発傾向を分析し、福祉用具に木材を使用する事例が増えてきていること、また強度や加工性がすぐれているから木材を使用するといったことよりも消費者ニーズに応えるため木質感を武器として心理的に訴えた商品を開発するメーカーが増えてきていることを明らかにした。

ユーザーサイドとして、自閉症または知的障害をもつ人を対象として、彼らの不得手とする不快な環境を遮断するパーテーションに関する利用の現状とニーズを調査し、福祉用具の有効性と木製の利便性を明らかにした。

メーカー及びユーザーともに、脳性まひの人であっても、自閉症や知的障害をもつ成人・児童であっても、共通して木材に対する好感度が高いことが明らかになった。福祉用具の部材として木材に求められる性能基準は、強度等の性能とは別に、メンタル的になごみや豊かさを表現する木質感や美粧性が重要な要素になると考えられる。

2. 福祉用具への地域材の新用途開発

“人の心になごみを与える木材の特性”を生かした木材の新たな利用展開として、木製福祉用具の開発を行った。具体的には、「木の良さをいかしたワークステーションの開発」、「発達障害者及び関係者の要望をもとにした木製福祉用具（パーテーション）の開発」を実施した。いずれも、障害者、関係者の要望を聞き取り、それを基に設計・試作、その試用を、各現場で行い、試用後の聞き取りを行った。その結果、ワークステーション、パーテーションともに、福祉用具としての機能の確認ができたことと合わせ、木を使ったからこそ得られる質感等は概ね支持された。

VII 今後の問題点

今回開発した、スギ厚物合板の挿入型ガセット、斜材挿入型のIビームに関しては、種々のスパンについて強度性能を確かめておく必要がある。さらに製造コストに関しても、検討が必要である。

ビニロン繊維シートを用いた技術を現場に適用する際の検討が必要である。既に供用されている建築構造物に適用する場合、木材の表面劣化を除する手法やビニロン繊維シートの接着方法などを検討する必要がある。またビニロン繊維の高強度を活用した、接合部等の補強技術も開発する必要がある。

短尺材や曲がり材の加工技術に関しては、本研究で用いた丸太よりもさらに曲がりの大きな丸太の流通も増加してきておりそれらの適切な加工方法については未解明であるという問題が残されている。

木製の福祉用具開発のニーズが明確になったこと、さらにメンタル的なごみや豊かさを表現する木質感や美粧性が開発の重要な要素になることがわかったが、引き続き、福祉用具としての木質材料の良さ、求められる性能、表面改質技術などの研究の継続することにより、福祉用具に求められる性能基準開発のための基礎データを構築する必要がある。

木製福祉用具の開発をさらに進めることにより、高齢の人や、障害のある人の選択肢を増やし、より豊かな生活につながるだけではなく、日本の住文化も含めた生活の中であって、違和感のない日本発の福祉用具の提案につながると考える。継続した開発が望まれる。

VIII 研究発表

- 1 林知行、原田真樹、軽部正彦、宇京斉一郎(2005)：心持ち正角を用いたプレカット平行弦梁の製造と性能(1)接合部の挙動と補強、加工技術協会 第23回年次大会講演要旨集、11、P. 77-78
- 2 林知行(2007)：地域材を使った軽くて丈夫な組み立て梁を開発、研究の”森”から、163、P. 1-2
- 3 柳川靖夫(2005)：繊維材料による部材接合部の強化(Ⅰ) ビニロン繊維と防腐処理木材との接着性能・日本接着学会年次大会講演要旨集、大阪、218
- 4 柳川靖夫(2006)：繊維材料による部材接合部の強化(Ⅱ) ポリビニルアルコール繊維シートの接着と集成材の耐水性および接着耐久性との関係・日本木材学会年次大会研究発表要旨集、秋田、116
- 5 柳川靖夫、川井秀一、林知行(2007)：繊維材料による部材接合部の強化(Ⅲ) ポリビニルアルコール繊維シートの接着と屋外ばくろ後の集成材含水率・日本木材学会年次大会研究発表要旨集、広島、117
- 6 Yasuo YANAGAWA, Shuichi KAWAI, Tomoyuki HAYASHI : Development of protection technique for wood-based structural members with poly-vinyl alcohol fiber sheet (Ⅰ), 日本接着学会誌投稿中
- 7 伊神裕司、村田光司、松村ゆかり(2005)：スギ曲がり材の挽き材試験ー末口径14~20cm丸太の玉切り位置が歩止りと製品品質に及ぼす影響ー、第55回日本木材学会大会研究発表要旨集、76
- 8 伊神裕司、村田光司、松村ゆかり(2005)：スギ曲がり材の挽き材試験ー中目材の玉切り方法が歩止りと製品品質に及ぼす影響ー、日本木材加工技術協会大23回年次大会講演要旨集、63-64
- 9 松井宏昭(2005) “施設におけるパーテーション利用の現状”、第35回三菱財団事業報告、p611-612.
- 10 松井宏昭(2005) “自閉症をもつ人が働く”、光とともに、秋田書店、254-257.
- 11 松井宏昭、長谷川良一(2005) “木材表面の汚れと汚染の防止”、日本福祉工学会第8回学術講演会講演論文集、69-70.
- 12 松井宏昭、増澤高志(2006) “知的障害者施設における自閉症者の作業上の問題点とパーテーションの利用”、第56回日本木材学会大会研究発表要旨集、PH008.

- 13 増澤高志、松井宏昭(2006) “自閉症児の使用する福祉用具としての木製パーテーションの開発と課題”、第56回日本木材学会大会研究発表要旨集、PH007.
- 14 松井宏昭、若松かやの、増澤高志(2006) “パーテーションの利用調査ー岡山県ぐるぐるめろん島を利用する自閉症児ー”、日本福祉工学会第9回学術講演会講演論文集、p71-72.
- 15 増澤高志、松井宏昭(2006) “自閉症児のための木製パーテーションの開発と課題”、日本福祉工学会第9回学術講演会講演論文集、p69-70.
- 16 松井宏昭(2007) “木製福祉用具”、森林と木材を活かす大事典、(株)産業調査会、p. 356-357. 原田真樹、宇京斉一郎、軽部正彦、林知行：スギ・アカマツ異樹種複集合材を主材とする鋼板挿入式ドリフトピン接合部の強度試験, 日本建築学会大会講演梗概集, C-1(構造Ⅲ), 63-64、2006. 09
- 17 増澤高志(2001) “二次障害ハンドブック” p123-129
- 18 増澤高志、松井宏昭(2005) “脳性麻痺の人のキーボード作業の負担軽減を目的とした木製ワークステーション”、日本木材学会大会講演要旨集、
- 19 増澤高志(2005) “木製福祉用具について”、木材工業
- 20 松井宏昭、増澤高志(2006) “知的障害者施設における自閉症者の作業上の問題点とパーテーションの利用”、第56回日本木材学会大会研究発表要旨集、PH008.
- 21 増澤高志、松井宏昭(2006) “自閉症児の使用する福祉用具としての木製パーテーションの開発と課題”、第56回日本木材学会大会研究発表要旨集、PH007.
- 22 増澤高志、松井宏昭(2006) “自閉症児のための木製パーテーションの開発と課題”、日本福祉工学会第9回学術講演会講演論文集、p69-70. 原田真樹、宇京斉一郎、軽部正彦、林知行：スギ・アカマツ異樹種複集合材を用いた鋼板挿入式ドリフトピン接合部の2面せん断試験, 日本木材加工技術協会年次大会講演要旨集, 24, 37-38、2006. 10

IX 研究担当者

第1章

林知行（構造利用研究領域長）、原田真樹（材料接合研究室）、軽部正彦（構造利用研究領域チーム長）、宇京斉一郎（木質構造居住環境研究室）、柳川靖夫（奈良県森林技術センター）、伊神裕司（木材機械加工研究室）、村田光司（木材機械加工研究室長）

第2章

松井宏昭（木材改質研究領域長）、片岡厚（木材改質研究領域チーム長）、松永正弘（機能化研究室）、木口実（木材保存研究室長）、増澤高志（生活工房・補助具福祉機器研究所）

第1章 非住宅用中小構造部材への地域材の新用途開発

1. 短尺材や曲がり材の構造部材への利用技術開発

ア 研究目的

地域産材、特に間伐小径材の利用拡大を図る上で、従来十分活用されていなかった短尺材あるいは曲がり材を切断して短尺となった材を活用できる技術の開発は重要である。本研究では、一般的な小住宅よりも規模の大きな小規模公共施設の屋根や床梁に用いることができる「平行弦トラスおよびはしご梁」の開発を行なう。

イ 研究方法

標準的なプレカットマシンを用いて加工・製造された「平行弦トラス」と「はしご梁」の実大曲げ試験を行い、強度性能の評価および改良すべき点を抽出する。また、ビニロン繊維とエポキシ樹脂による繊維補強、およびウレタン樹脂による嵌合部の接着補強が、カマ継手およびアリ仕口の強度性能向上に及ぼす影響について検討する。

これらの試験結果に基づき、束を貫通ボルトで固定したはしご梁、接合部をスギ厚物合板の挿入型ガセットで接合した平行弦トラス、スギ厚物合板を用いたIビーム、このIビームに斜材を入れた複合トラスを開発し、実大実験を行って、その性能を評価する。同様に、カマ継手をウレタン樹脂接着剤で接合した正角を2本束ねて接着した合わせ柱試験体について、柱の圧縮試験より条件の厳しい実大曲げ試験を行い、性能を評価する。

ウエ 結果と考察

(1) 加工及び接合部の検討

使用した木材は、スギ高温人工乾燥材の心持ち正角 (E70、10.5×10.5cm、MC:12.5%、 ρ :0.421) である。これを茨城県内のプレカット工場加工し、試験体の部材を作成した。組み立ては、作業性の検討を兼ねて、森林総合研究所で行った。各試験体の概要と検討項目は次の通りである。

○アリ仕口試験体 (図1-1-1) 腹材の束が引張荷重を受けた時の挙動を検討するために引張試験を行った。検討項目：アリ部分に塗布した接着剤の補強効果、弦材を通して束の木口に打ち込むビスの補強効果、別テーマで検討しているビニロンクロスとエポキシ樹脂による繊維補強効果。計20体

○カマ継手試験体 (図1-1-2) 弦材が曲げ荷重を受けた時の挙動を検討するために曲げ試験を行った。検討項目：カマ部分に塗布した接着剤の補強効果、カマの方向の影響、繊維補強の効果。計20体

○実大はしご梁試験体 (図1-1-4) 4点曲げによる曲げ試験を行った。検討項目：弦材の継手の有無 (長さ3mと6m)、腹材の本数、梁両端接合部の補強、フランジ用合板による端部の補強。計10体

○実大平行弦トラス試験体 (図1-1-5) 4点曲げによる曲げ試験を行った。検討項目：継手の有無 (長さ3mと6m)、両端部の補強、フランジ用合板による端部の補強。計10体

これらの結果、次のことが明らかになった。

1) 加工性・作業性 短尺材あるいは斜材のような特殊な形状の部材であっても、問題なくプレカット加工でき、その精度は非常に高い。ただ、弦材の内部割れが顕著な場合には、接合部に割れが生じやすい。現場での組み立て作業とハンドリングは、作業員2人で十分である。接合部に

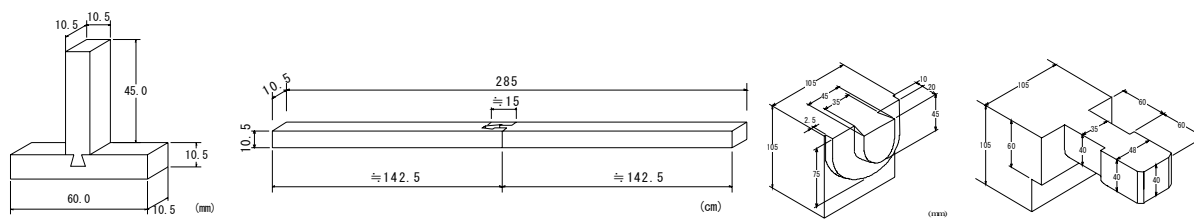


図 1-1-1 アリ仕口試験体

図 1-1-2 カマ継手試験体

図 1-1-3 アリとカマの形状

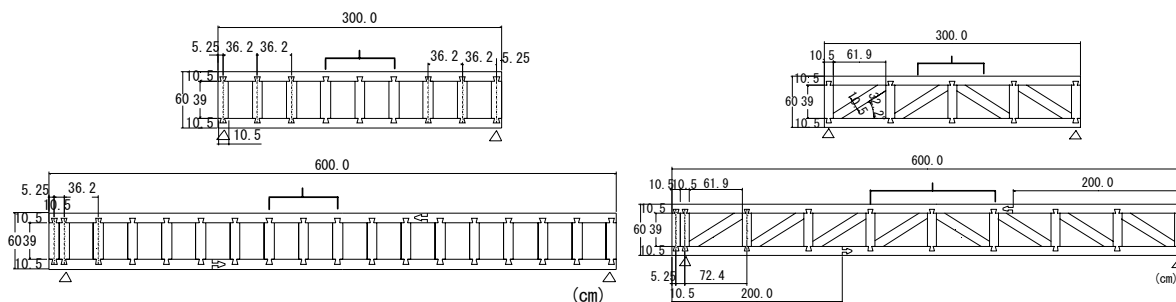


図 1-1-4 実大はしご梁試験体

図 1-1-5. 実大平行弦トラス実験体

斜材の接合は突き付け

接着剤を塗布する作業は容易であるが、接着の有効性を確認するのは困難である。現場で樹脂を繊維布に塗布する作業には長時間を要する。

2) アリ仕口試験体 初期剛性・最大耐力ともウレタン樹脂接着剤を塗布したタイプが最も高い値を示した。ビス（長さ 12cm、胴径 3.75mm）は、本数が多いほど強度特性は向上したが、最大（ウレタン樹脂使用で木口から 3 本打ち込みの場合）でも、18kN 程度の最大耐力しか得られなかった。なお繊維補強はクロス 1 重程度では大きな効果が得られないため、強度向上には適切な材料設計が必要である。

3) カマ継手試験体 ウレタン樹脂接着剤を用いたタイプが高い最大耐力を示した。カマの方向については、カマが曲げの引張側に位置する方が高い剛性と耐力を示した。繊維補強はアリと同様、クロス 1 重程度では大きな効果が得られなかった。図 1-1-6 中の記号は、（F:繊維補強、R:レゾ、U:ウレタン）、（S:カマが側面にある場合、U:圧縮側にある場合、D:引張側にある場合）、（40:繊維布の幅が 40cm、20:同 20cm）、（その他数字:番号）である。

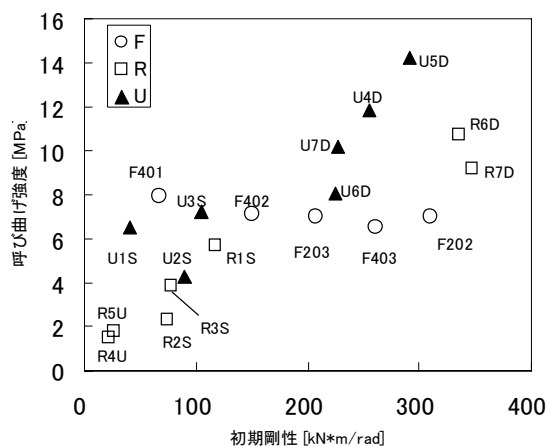


図 1-1-6 カマ継手の呼び曲げ強度（材を一体と仮定した時の強度）と初期剛性

森林総研の製材品強度データベースのスギ E70 の平均値 (39.5MPa) を基準にとると、最大耐力の接合効率、最大で 36.1% (U5D) であった。

4) 実大はしご梁試験体 3m 試験体では、端部の束が引き抜けを生じるとともにカマ部分が水平方向にせん断破壊を生じた。両端の角をメタルプレートコネクタ(MPC)で補強すると破壊時の最大モーメント (M_{max}) は無補強に比べて 34.2%上昇した。6m 試験体ではグルーラムリベット (リ

ベツト胴部長 5cm、添え板厚 5mm、釘穴間隙 3.5cm、本数片側 30 本) で引張側の継手を補強した。

端部の束と隣接する束の間に合板を釘打ち (N50、2 列千鳥) すると、 M_{max} は無補強に比べて 100% 上昇した。同様にその 2 倍の面積の合板を用いた場合には、223% 上昇した。後者の降伏時におけるたわみ量とスパンの比は 1.6 / 300 であった。なお、このたわみ量は、上下弦材に E70 のスギ直角を用いた仮想の I 型梁 (梁せい 60cm、腹材無し) に同条件で負荷した場合の計算値の 3.9 倍であった。

5) 実大平行弦トラス試験体 3m 試験体では、MPC による両端部の補強が有効であり、 M_{max} は無補強に比べて 50.8% 上昇した。6m 試験体では合板釘打ちにより、 M_{max} が 88.1% (2 束間を補強)、106% (3 束間を補強)、それぞれ上昇した。はしご梁と同様、剛性についても合板による補強の効果は大きく、3 束間を合板補強したトラス (図 1-1-7) が最小の降伏時たわみ量 (上記の仮想 I 型梁の 3.1 倍) を示した。

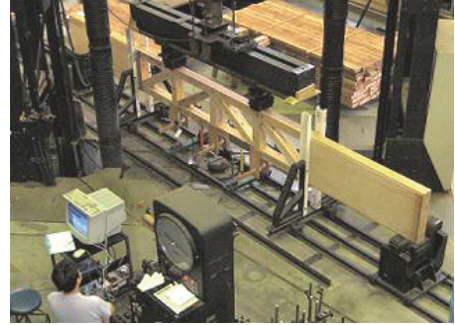


図 1-1-7 合板で補強された平行弦トラス試験体

(2) 改良型試験体の開発と評価

以上の結果に基づいて、束を貫通ボルトで固定したはしご梁、接合部をスギ厚物合板の挿入型ガセットで接合したトラス、スギ厚物合板を用いた I ビーム、スギ厚物合板を用いた I ビームに斜材を入れた複合トラス (図 1-1-8) を開発し、実大曲げ試験を行った。

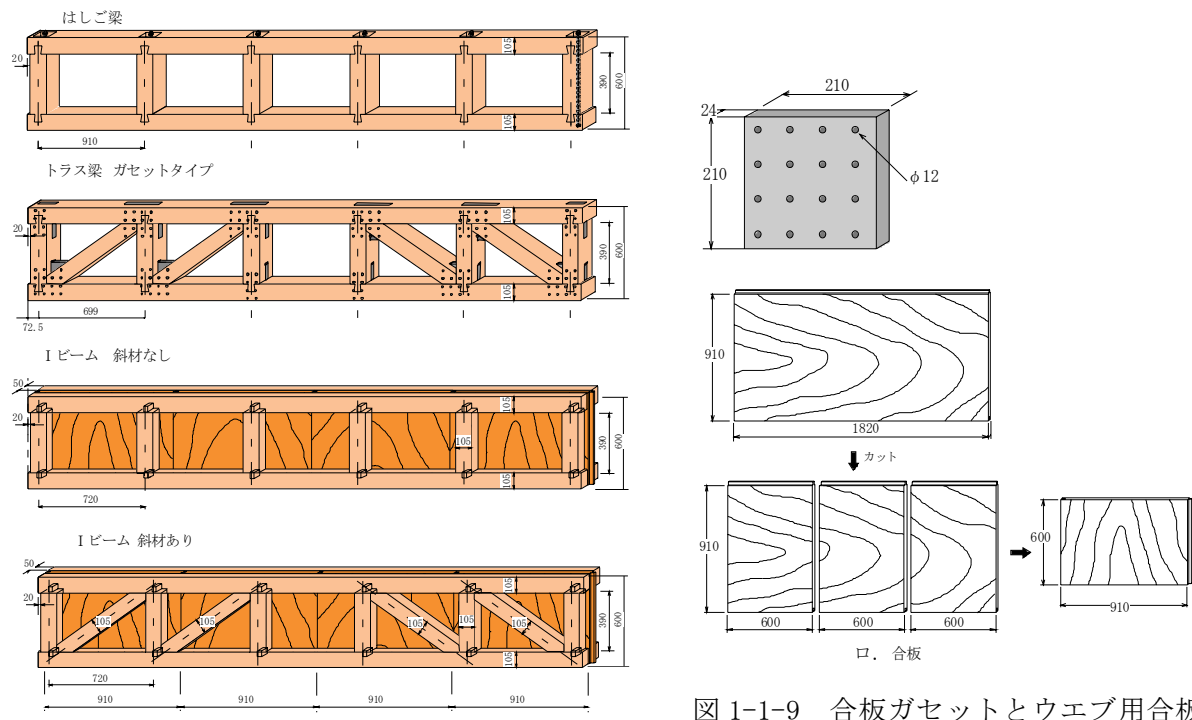


図 1-1-9 合板ガセットとウェブ用合板

図 1-1-8 改良型試験体

結果を表 1-1-1 に示す。なお、単純剛性は梁の中央たわみを 1mm 生じさせるに必要な荷重、また試験剛性は同様の荷重値であるが、試験方法に定められた計算方法により求められた値である。

はしご梁においては、貫通ボルトのための穴によって下弦材の断面欠損が大きくなるため、破

壊荷重が低い値となった。また剛性も貫通ボルトのめり込みが大きいため、低い値となった。

これに対して、接合部をスギ厚物合板の挿入型ガセットで接合したトラスでは最大荷重が大きく改善された。また、スギ厚物合板を用いた I ビームでは剛性も大きく改善された。特に斜材を入れる効果は大きく、最大荷重・剛性共に最大の値を示した。

全くの仮想の比較であるが、この値と、幅 10.5、梁せい 60cm で MOE が 7GPa、MOR が 40Pa の仮想のスギ製材と比較すると、最大荷重が約 28%、単純剛性が 4%程度となる。

表 1-1-1 改良型試験体の曲げ試験結果

試験体	補強の仕様	最大荷重 [kN]	単純剛性 [kN/mm]	試験剛性 [kN/mm]
はしご梁	なし	16.0	0.191	0.188
	なし	14.8	0.233	0.213
	通しボルト	13.9	0.376	0.380
	通しボルト	11.8	0.310	0.309
トラス梁	合板ガセット	37.7	0.917	0.870
	合板ガセット	60.6	1.16	1.07
I ビーム	接着剤：実	59.8	3.48	3.78
	接着剤：弦材，実	56.4	1.83	1.78
	接着剤：弦材，実	67.5	3.45	3.53
	斜材（ZN90，後付），接着剤：実	119	4.72	4.72

(3) 合わせ柱の検討

カマ継手をウレタン樹脂接着剤で接合した正角を 2 本束ねて接着した合わせ柱試験体（図1-1-10）について、柱の圧縮試験より条件の厳しい実大曲げ試験を行った。

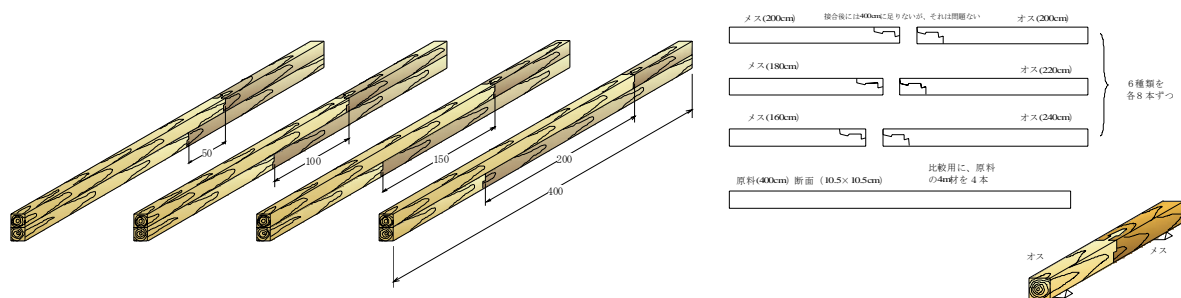


図1-1-10 合わせ柱試験体

結果を図1-1-11に示す。

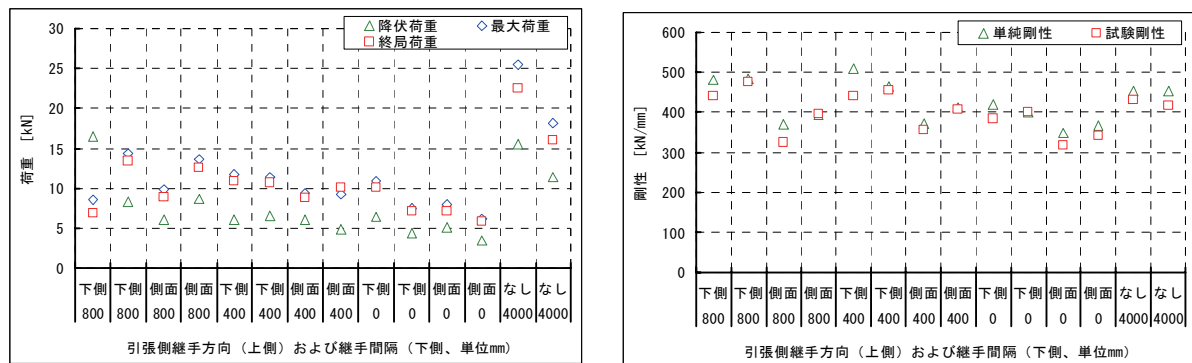


図1-1-11 合わせ柱の曲げ試験結果

図から明らかなように剛性については継手のない試験体と同等であることが分かる。曲げ強度については、接合部の位置をずらすことによって継手のない試験体の 1 / 2 程度の強度が得ら

れる。ただし、これは現場接着用のポリウレタン樹脂接着剤を用いた結果であるため、さらに値を向上させることは十分に可能である。

オ 今後の問題点

今回開発した、スギ厚物合板の挿入型ガセットを用いた平行弦トラス、斜材挿入型の I ビームに関しては、種々のスパンについて強度性能を確かめておく必要がある。さらに製造コストに関しても、検討が必要である。

カ 要約

プレカット加工に関しては、短尺材であっても、また特殊な形状の部材であっても、特に問題なく加工できること、加工の精度は非常に高いことなどが明らかになった。

梁の組み立てに関しては、加工の精度がよいため現場における組み立て作業が非常に容易であることが明らかになった。

ただ、プレカットの継手部分に接着剤を塗布することは継手の大幅な強度向上には、つながらないこと、また、ビニロンクロスによる繊維補強は有効であるが、厚い繊維層が必要であることも明らかになった。

プレカットされた材で構成されたはしご梁は、合板の補強がなければ強度性能が低いこと、平行弦トラスの接合部に挿入型の厚物合板ガセットを用いると強度特性向上に有効であること、I ビームに斜材を挿入すれば強度特性は大きく向上すること、合わせ柱は適切な継手位置の配置により構造用柱としての性能を保持できることなどが明らかになった。

キ 引用文献

- 1 林知行、原田真樹、軽部正彦、宇京斉一郎(2005)：心持ち正角を用いたプレカット平行弦梁の製造と性能(1)接合部の挙動と補強、加工技術協会 第23回年次大会講演要旨集、11、P. 77-78
- 2 林知行(2007)：地域材を使った軽くて丈夫な組み立て梁を開発、研究の”森”から、163、P. 1-2

(構造利用研究領域長 林知行)

2 屋外環境に適用可能な高機能材料とその接着技術の開発

ア 研究目的

木質構造材料が屋外で使用されると、割れや接着はく離が発生する場合がある。これらが部材接合部で発生すると、構造物の安全性に悪影響を及ぼす可能性がある。そこで、屋外環境下で使用されることの多い集成材を中心として、それらの部材接合部を、高強度あるいは高耐候性といった高い機能を備えた材料で保護・強化し、割れや接着はく離を抑止する技術を開発した。

イ 研究方法

(1) 高機能材料の開発と接着技術の開発

屋外環境で使用される部材を強化することから、強化材料は高い耐候性を備えている必要がある。また高強度であり、木材との接着耐久性にも優れていなければならない。これらの要件を備えた高機能材料として、有機系繊維であるビニロン繊維を選択した。繊維の表面処理方法と各種接着剤とを組み合わせることで接着性能を調べ、2液型のエポキシ樹脂接着剤（以下EP接着剤とする）を選択した。

スギ材（幅105mm、厚さ20mm、長さ400mm）の両表面にビニロン繊維シートを、EP接着剤で接着した。圧縮方法は2種類（①プレス圧縮：圧縮圧力0.1MPa、②クランプ圧縮）とし、接着剤塗布量は400g/m²とした。試験片を採取し、集成材のJAS（以下JASとする）に準拠したはく離試験（減圧加圧試験）を実施した。また同寸法のスギ材を使用し、各接着層にビニロン繊維シートを挿入した3プライの集成材（以下複合化集成材とする）を作製した。スギ材とビニロン繊維シートとの間の接着剤塗布量を3条件（①150g/m²、②200g/m²、③250g/m²）、圧縮圧力を3条件（①プレス圧縮：圧縮圧力0.1MPa、②プレス圧縮：圧縮圧力0.7MPa、③クランプ圧縮）設定した。集成材のJASに基づくせん断試験を常態で行うとともに、減圧加圧処理2サイクル後、①乾燥状態（20℃65%RH調湿後試験）および②湿潤状態（濡れたまま試験）で、それぞれ行った。

(2) 木材保存剤が接着性能に及ぼす影響とビニロン繊維接着による集成材の寸法変化、割れおよび接着はく離の減少

木材保存剤処理は接着性能に影響を及ぼすことが報告されている¹⁾ことから、5種類の木材保存剤（ACQ、AAC、CUAZ2、NZN、NCU）で処理したスギ材と、ビニロン繊維シートとの接着性能試験（はく離試験）を行った。スギ材に各保存剤を加圧注入して乾燥した後、幅105mm、厚さ20mm、長さ400mmに調製し、両表面にビニロン繊維シートを、EP接着剤を使用して1枚ずつ接着した。圧縮圧力は0.1MPa、接着剤塗布量は400g/m²とした。試験片を採取して減圧加圧処理を15サイクル実施し、各サイクルごとにはく離率を測定した。次に、同寸法に調製した木材保存剤処理スギ材を使用して、3プライの複合化集成材を作製した。圧縮圧力は0.7MPa、スギ材とビニロン繊維シートとの間の接着剤塗布量は250g/m²とした。JASに規定されるせん断試験片を採取し、減圧加圧処理を所定サイクル数（2、5、10、20サイクル）実施した後、それぞれ乾燥状態および湿潤状態でせん断試験を行った。

また、プライマー（ヒドロキシメチルレゾルシノール）処理²⁾により、2種類の木材保存剤（AAC、CUAZ2）で処理されたスギ材とビニロン繊維シートとの接着耐久性を向上させることを試みた。3プライ複合化集成材の作製に際し、スギ材表面をプライマーで処理した。せん断試験は、常態および減圧加圧処理2サイクル後乾燥状態および湿潤状態で行った。

さらに、集成材にビニロン繊維シートを接着したことによる、割れや接着はく離の抑止効果を調べた。幅105mm、厚さ300mm、長さ300mmの10プライスギ集成材の一方の木口面をシールし、未シール木口面から50mm離して、両側面に100×300mm（長さ方向×厚さ方向）のビニロン繊維シートを、EP接着剤で接着した。圧縮圧力は0.1MPa、接着剤塗布量は400g/m²とした。これら集成材に、48時間水中浸せき→70℃48時間乾燥、の乾湿繰り返し処理を行い、各状態での厚さを測定して、試験前の寸法に対する寸法変化率求めた。また、集成材側面での割れや接着はく離の発生状況を観察した。

（3）ビニロン繊維の耐水性と集成材の含水率変化およびビニロン繊維のFRP化

EP接着剤が含浸・硬化したビニロン繊維シートの耐水性を調べるため、下面から5mmの位置にビニロン繊維シートを挿入した、幅105mm、厚さ105mm、長さ400mmの5プライスギ集成材を作製した。長さ75mmの試験片を採取し、下面から高さ70mmまでを耐水性樹脂で被覆した後、深さ50mmの水中に50日間浸せきした。その後、下面より順次鋸断して各位置での含水率を測定した。

次に、ビニロン繊維シートを接着した集成材の含水率変化を、屋外ばくろ試験により検証した。幅105mm、厚さ300mm、長さ660mmのスギ集成材の一方の木口面をシールし、未シール木口面から50mm離して、両側面に250×300mm（長さ方向×厚さ方向）のビニロン繊維シートを、EP接着剤で接着した。圧縮圧力は0.1MPa、接着剤塗布量は400g/m²とした。ビニロン繊維シートを接着した部分内に、計12箇所の孔（φ13mm）を開け、φ13mmのピンを挿入した。同様に、ビニロン繊維シートを接着しないスギ集成材を調製し、これらの上部水平面を銅板で被覆した後屋外ばくろに供した。4ヶ月後、集成材を鋸断して各部位の含水率を測定した。

さらに、ビニロン繊維シートをFRP化し、より取り扱いを簡易にすることを検討した。2種類のエポキシ樹脂をマトリックスに使用したFRPを試作し、幅105mm、厚さ300mm、長さ400mmの10プライスギ集成材の両側面全面に、3プライビニロンFRPをEP接着剤を使用して接着した。塗布量は400g/m²で、プレス圧縮（①冷圧：0.1MPa、②熱圧：0.1MPa/50℃/1時間圧縮）およびクランプ圧縮（冷圧）とした。断面はそのままに長さ75mmの試験片を採取して、JASに準拠した減圧加圧試験を5サイクル実施し、はく離を測定した。

ウエ 結果と考察

（1）高機能材料の開発と接着技術の開発

図1-2-1に示すとおり、減圧・加圧試験の結果、EP接着剤で接着したビニロン繊維と木材との接着耐久性は高く、30サイクルの減圧・加圧処理後も、顕著なはく離は観察されなかった。

接着剤塗布量とせん断強度との関係を図1-2-2に示す。

ブロックせん断試験の結果、いずれの接着条件においてもビニロン繊維とスギ材との接着性能は良好であり、せん断強度および木部破断率ともJAS基準値以上であった。減圧・加圧処理後、湿

潤常態での試験では、せん断強度および木部破断率とも低下したものの、乾燥後は常態試験の結果とほぼ同じ接着性能を示した。これら結果から、EP 接着剤を使用したスギ材とビニロン繊維との接着は、比較的幅広い条件で可能であると推測される。

(3) 木材保存剤が接着性能に及ぼす影響とビニロン繊維接着による集成材の寸法変化、割れおよび接着はく離の減少

木材保存剤処理スギ材とビニロン繊維との接着性能試験の結果、木材保存剤処理によりはく離率が大きくなる傾向が認められたものの、その値はいずれも小さかった。図 1-2-3 に示すとおり、15 サイクルの減圧加圧処理後もはく離率平均値は 5% を超えなかった。せん断試験の結果も同様で、木材保存剤で処理した場合、無処理と比較してせん断強度および木部破断率とも低下する傾向が見られた。しかしその低下は顕著ではなかった。これら結果より、木材保存剤で処理した木材にビニロン繊維を接着する場合、EP 接着剤を使用することにより高い接着耐久性が期待できると考えられる。

プライマー処理により、CUAZ2 で処理されたスギ材とビニロン繊維シートとの接着性能は向上したものの、その効果は顕著ではなかった。

図 1-2-4 には、乾湿繰り返し処理におけるスギ集成材の厚さ方向の寸法変化率を示す。未シール木口面から 100mm 離れた位置での寸法変化率を示しており、ビニロン繊維シートを接着した試験体では、シート中央部分での測定値である。

図より、ビニロン繊維シートを接着したスギ集成材の厚さ方向の寸法変化は、接着しなかったスギ集成材よりも小さく、かつ連続した乾燥状態と湿潤状態との間の寸法変化の差も小さかった。

また、ビニロン繊維シートを接着したスギ集成材では、乾湿繰り返し処理中に発生した割れや接着はく離は、ビニロン繊維シート近辺で消滅する現象が観察された。これに対し、ビニロン繊維シートを接着しなかった試験体では、長さ方向に連続した割れや接着はく離が発生した。

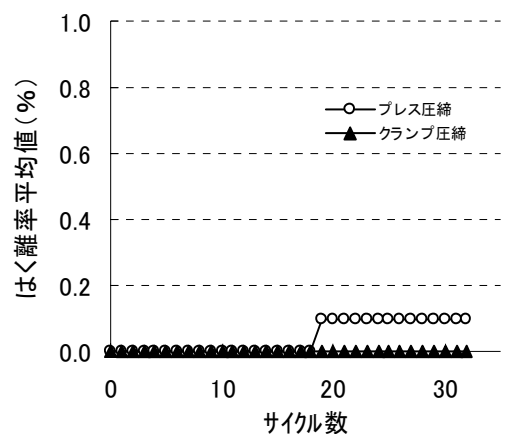


図 1-2-1 ビニロン繊維と木材との接着性能試験 (繰り返し減圧加圧試験)

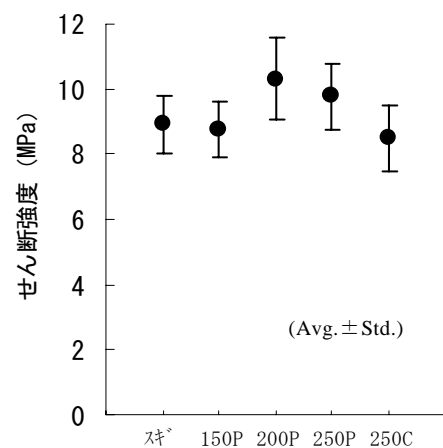


図 1-2-2 接着剤塗布量および圧縮方法とせん断強度 (常態試験)
P: プレス圧縮, C: クランプ圧縮。数字は接着剤塗布量

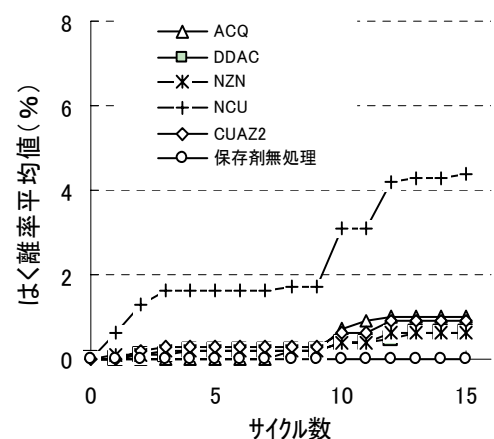


図 1-2-3 ビニロン繊維と木材保存剤で処理したスギ材との接着性能試験 (繰り返し減圧加圧試験)

(2) ビニロン繊維の耐水性と集成材の含水率変化およびビニロン繊維のFRP化

図 1-2-5 に、ビニロン繊維シートの耐水性試験の結果を示す。

図に示すとおり、ビニロン繊維シートを挿入した試験体の含水率は、挿入されたシートを境にして急激に低下している。EP 接着剤が含浸・硬化したビニロン繊維シートは FRP とみなされ、高い耐水性が期待できる。試験の結果、予想されたとおり挿入されたビニロン繊維シートは、水をほとんど透過させなかった。

また、スギ集成材の屋外ばくろ試験の結果、ビニロン繊維シートが接着された部位の含水率は、接着しなかったスギ集成材の同部位の含水率と比較すると低かった。すなわち、ビニロン繊維シートの接着により、屋外ばくろされた集成材の含水率の増加が抑制された。この理由としては、まず図 5 で示したとおり、EP 接着剤が含浸・硬化したビニロン繊維シートの高い耐水性が上げられる。また乾湿繰り返し試験で確認されたとおり、ビニロン繊維シート近辺では接着はく離や割れの発生が抑止されたことも考えられる。これらはいずれも、集成材表面から内部に浸入する水分を減少させるものと考えられる。そのため、ビニロン繊維シートを接着した部位の集成材含水率は、接着しなかった集成材の同部位よりも低くなったものと推測される。

ビニロン FRP とスギ集成材の接着は、接着方法およびマトリックスの種類が如何にかかわらず、高い耐久性を示した。5 サイクルの減圧加圧試験の後、はく離は全く観察されなかった。スギ集成材は湿潤・乾燥処理に伴い変形したものの、ビニロン FRP はその変形に追従して変形しており、熱可塑性を備えるビニロン FRP の性質も、はく離が発生しなかった一因と推測された。

オ 今後の問題点

本開発技術を現場に適用する際の検討が必要である。既に供用されている建築構造物に適用する場合、木材の表面劣化を除する手法やビニロン繊維シートの接着方法などを検討する必要がある。またビニロン繊維の高強度を活用した、接合部等の補強技術も開発する必要がある。

カ 要約

① 2 液型エポキシ樹脂接着剤を使用することにより、高い接着耐久性を備えたビニロン繊維と

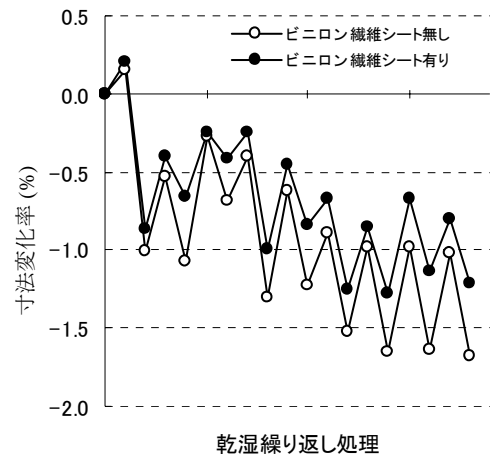


図 1-2-4 ビニロン繊維と木材保存剤で処理したスギ材との接着性能試験 (繰り返し減圧加圧試験)

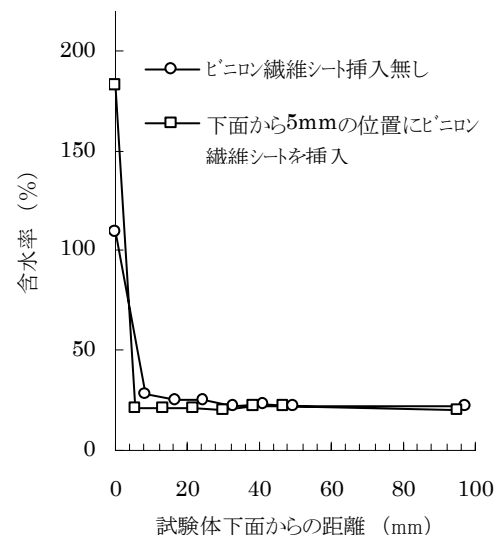


図 1-2-5 ビニロン繊維シートの耐水性試験の結果

木材との接着技術を開発した。

- ② ビニロン繊維シートを接着することにより、木材の寸法変化は減少し、また割れや接着はく離の進展を抑止することができた。
- ③ 接着剤が含浸・硬化したビニロン繊維シートは高い耐水性を示し、水分をほとんど透過させなかった。この効果により、屋外ばくろされた集成材の含水率増加が抑制された。
- ④ FRP化したビニロン繊維と木材との接着は高い耐久性を示した。より取り扱いが容易なFRPを接着する手法が有用であることが示唆された。

キ 引用文献

- 1) Jerrold E. Winandy et. al. “Evaluation of a method for testing adhesive-preservative compatibility”, Forest Prod. J., 36(1), 27(1986)
- 2) Charles B. Vick et. al. “Hydroxymethylated resorcinol coupling agent for enhanced durability of bisphenol-A epoxy bonds to SITKA SPRUCE”, Wood and Fiber Science, 27(1), (1995)

業績発表

- 1) 柳川靖夫：繊維材料による部材接合部の強化（Ⅰ）ビニロン繊維と防腐処理木材との接着性能・日本接着学会年次大会講演要旨集，大阪，218（2005）
- 2) 柳川靖夫：繊維材料による部材接合部の強化（Ⅱ）ポリビニルアルコール繊維シートの接着と集成材の耐水性および接着耐久性との関係・日本木材学会年次大会研究発表要旨集，秋田，116（2006）
- 3) 柳川靖夫，川井秀一，林 知行：繊維材料による部材接合部の強化（Ⅲ）ポリビニルアルコール繊維シートの接着と屋外ばくろ後の集成材含水率・日本木材学会年次大会研究発表要旨集，広島，117（2007）
- 4) Yasuo YANAGAWA, Shuichi KAWAI, Tomoyuki HAYASHI : Development of protection technique for wood-based structural members with poly-vinyl alcohol fiber sheet (Ⅰ) , 日本接着学会誌投稿中

（奈良県森林技術センター 柳川靖夫）

3 短尺材や曲がり材の効率的な加工技術の開発

ア 研究目的

これまで、短尺材や曲がり材は、間仕切り材や板材として利用されることが多く、構造用部材としての利用は少なかった。また、近年は原木価格の低迷により林地に放置されることが多くなっている。短尺材や曲がり材の利用拡大を図る方法の一つとして、短尺材や曲がり材を切断して短尺となった材を、非住宅用部材として合わせ柱のたて継ぎ材やトラス部材の圧縮材に用いることが考えられる。このためには、短尺材や曲がり材からこうした部材を効率的に生産する技術を開発する必要がある。本研究は、スギ曲がり材を対象として、丸太の形質と部材の種類別に製材歩止り、製品品質等を調べ、丸太を形質に応じて効率的に利用するための適切な加工方法を明らかにすることを目的とする。

イ 研究方法

(1) スギ中丸太曲がり材（末口径 14～20 cm）の挽き材試験

栃木県産スギ中丸太曲がり材（末口径 14～20 cm、材長 3m）99 本を供試丸太とし、丸太の曲がり率に応じて 3 つのグループ（曲がり率：10%未満、10%以上 20%未満、20%以上）に分類した。それぞれのグループの丸太をさらに 4 つのグループ（玉切りなし、1.5m-1.5m の 2 本に玉切り、2m-1m の 2 本に玉切り、1m-1m-1m の 3 本に玉切り）に分類して玉切りを行い、得られた短尺材の挽き材を行った。挽き材は、すべての丸太について中心部から 10.5cm×10.5cm の心持ち正角製品を木取り、周辺部からは可能な限り厚さの大きな平割製品を木取った。挽き材の後、形量歩止りを算出するとともに、全ての正角製品について曲がり、丸み、偏心を測定した。

(2) スギ中丸太曲がり材（末口径 22～28 cm）の挽き材試験

熊本県産スギ中丸太曲がり材（末口径 22～28 cm、材長 4m）60 本を供試丸太とし、丸太の曲がり率に応じて 2 つのグループ（曲がり率：14.8%未満、14.8%以上）に分類した。それぞれのグループの丸太をさらに 10 本ずつの 3 つのグループ（玉切りなし、2m-2m の 2 本に玉切り、1m-1m-1m-1m の 4 本に玉切り）に分類して玉切りを行い、得られた短尺材について曲がり等の形質と動的ヤング係数の測定を行った後挽き材を行った。挽き材は、各グループで丸太 5 本ずつに、集成ラミナ主体の木取りⅠ及び平角主体の木取りⅡを採用した。集成ラミナの断面寸法は、主に 3.8cm×13.5cm（仕上げ寸法：3.0cm×12.0cm）とし、丸太周辺部からは一部、3.8cm×16.5, 19.5cm（同：3.0cm×15.0, 18.0cm）、3.0cm×13.0cm（同：2.4cm×12.0cm）、2.6cm×11.2cm（同：2.1cm×10.5cm）を採材した。平角の断面寸法は 13.0cm×22.0, 25.0cm（同：12.0cm×21.0, 24.0cm）、11.5cm×19.0cm（同：10.5cm×18.0cm）とした。挽き材の後、形量歩止りを算出するとともに、人工乾燥前後の製品について曲がり等の形質と動的ヤング係数の測定を行った。

(3) スギ中丸太曲がり材の加工コスト試算

スギ中丸太直材から集成材ラミナを製材している製材工場において、原木価格、形量歩止り、製品価格について聞き取り調査を行った。聞き取り調査及び挽き材試験の結果を用いて、スギ中丸太直材及び曲がり材から集成材ラミナを製材する場合の製材コスト及び粗利益を試算して比較し、曲がり材の適切な加工方法について検討した。

ウエ 結果と考察

(1) スギ中丸太曲がり材(末口径 14~20 cm)の適切な加工方法

表 1-3-1 及び図 1-3-1~3 に玉切り方法と形量歩止り、製品曲がり、丸み付き製品割合、製品偏心の関係を示す。

2本に玉切りすることで形量歩止りは大きく増加し、1.5m-1.5m で2本に玉切りした場合と2m-1m で2本に玉切りした場合とで形量歩止りに大きな違いはなく、1m-1m-1m で3本に玉切りした場合には玉切り前の丸太曲がり率が 10%未満の丸太でやや増加する傾向が見られた(表 1-3-1)。

製品曲がりは、2本に玉切りすることで値が大きく減少し、3本に玉切りした場合の値は2本に玉切りした場合の値よりも若干小さくなることが認められた(図 1-3-1)。

丸み付き製品割合と製品偏心は、2本に玉切りすることで値が大きく減少し、3本に玉切りした場合の値は2本に玉切りした場合の値と比較して大きな違いはなかった(図 1-3-2~3)。このように、2本に玉切りすれば形量歩止りと製品品質は大幅に向上した。

3本に玉切りした場合には2本に玉切りした場合よりも形量歩止りと製品品質が若干向上することが認められるものの、玉切り回数が1回増加するため作業能率は低下することとなる。以上のことから、形量歩止り、製品品質、作業能率を総合的に勘案すると、玉切り前の丸太曲がり率にかかわらず、曲がり材を目的に応じて1.5m-1.5m あるいは2m-1m の2本に玉切りすることが適切な加工方法であると考えられる。

表 1-3-1 玉切り方法と形量歩止りの関係

玉切り方法	形量歩止り (%)		
	丸太曲がり率 10%未満	丸太曲がり率 10%以上 20%未満	丸太曲がり率 20%以上
なし	57.6	55.3	54.5
1.5m-1.5m	62.2	61.7	62.1
2m-1m	62.6	62.9	63.1
1m-1m-1m	64.4	62.8	61.9

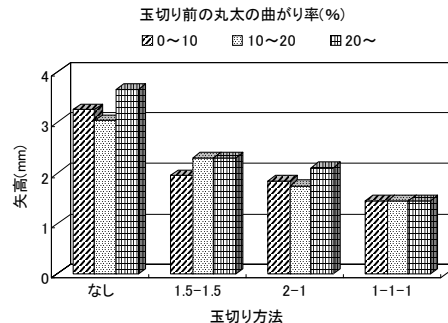


図 1-3-1 玉切り方法と製品曲がりの関係

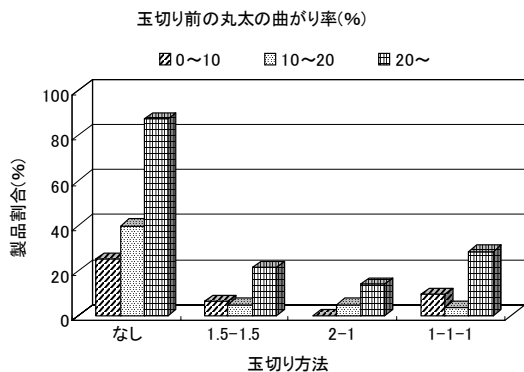


図 1-3-2 玉切り方法と丸み付き製品割合の関係

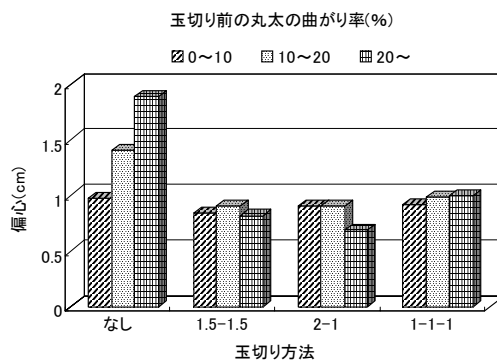


図 1-3-3 玉切り方法と製品偏心の関係

(2) スギ中丸太曲がり材（末口径 22～28 cm）の適切な加工方法

表 1-3-2 に木取り方法と玉切り前の丸太曲がりの大きさ別に玉切り方法と形量歩止りの関係を示す。形量歩止りは、いずれの玉切り方法においても木取りⅡの方が大きく、2m-2m で 2 本に玉切りすることで 10～12%増加し、1m-1m-1m-1m で 4 本に玉切りした場合にはさらに 6～7%増加した。

表 1-3-3 に製品寸法別に製品曲がりの大きさを示す。bow 及び crook の値は、2m-2m で 2 本に玉切りすることで大幅に減少し、1m-1m-1m-1m で 4 本に玉切りした場合にはさらに減少することが認められた。乾燥後は、全体的に bow は減少し crook は増加する傾向が見られた。また、製品のヤング

係数は、全体的に玉切り回数の増加にともない増加する傾向が見られた。乾燥後のヤング係数は、乾燥前と比較して 10～15%大きくなった。以上のように、2m-2m で 2 本に玉切りすることで形量歩止りと製品品質は大幅に向上し、1m-1m-1m-1m で 4 本に玉切りした場合にはさらに丸太の曲がりの減少と形量歩止りと製品品質の向上が認められた。

表 1-3-2 玉切り方法と形量歩止りの関係

玉切り方法	形量歩止り (%)			
	丸太曲がり率14.8%未満		丸太曲がり率14.8%以上	
	木取りⅠ	木取りⅡ	木取りⅠ	木取りⅡ
なし	47.7	52.7	46.8	51.7
2m-2m	59.7	62.2	58.9	63.1
1m-1m-1m-1m	65.4	67.6	66.0	67.6

表 1-3-3 製品寸法別製品曲がり

曲がり種類	材長	丸太曲がり	断面寸法											
			2.6×11.2cm		3.0×13.0cm		3.8×13.5cm		3.8×16.5cm		3.8×19.5cm		11.5×19.0cm	
			乾燥前	乾燥後	乾燥前	乾燥後	乾燥前	乾燥後	乾燥前	乾燥後	乾燥前	乾燥後	乾燥前	乾燥後
crook	4m	小	6.8	7.6	4.6	5.2	7.9	10.4	採材無				3.0	未乾燥
		大	4.7	6.2	5.0	13.5	5.1	6.6	採材無				6.7	
	2m	小	1.8	1.8	1.9	2.2	1.8	2.7	2.2	2.3	1.7	2.7	1.5	2.0
		大	1.7	2.6	1.7	3.0	2.1	3.4	2.0	3.6	2.3	3.3	1.8	2.0
	1m	小	1.2	2.1	1.4	1.8	1.6	2.4	1.3	1.9	1.6	2.0	1.0	1.3
		大	1.0	1.8	1.3	2.3	1.5	2.6	1.2	2.3	1.1	2.2	1.0	1.4
bow	4m	小	31.8	16.4	16.2	6.7	12.7	6.8	採材無				5.3	未乾燥
		大	13.5	10.3	15.8	10.5	14.6	11.5	採材無				3.0	
	2m	小	4.7	3.7	4.9	3.4	4.0	3.5	4.6	5.1	3.9	3.3	1.3	1.8
		大	4.9	3.4	4.1	2.8	4.4	4.4	3.8	2.7	4.0	3.0	1.8	1.3
	1m	小	1.9	2.6	2.2	2.3	1.6	1.8	1.8	1.6	1.7	2.2	1.0	1.0
		大	2.0	1.9	1.7	2.4	1.4	1.9	1.5	1.9	2.5	2.1	1.6	2.2

(3) スギ中丸太曲がり材の加工コスト試算

曲がり材を玉切りした場合、曲がり材を玉切りしない場合、直材の場合のそれぞれについて集成材ラミナの製材を行った場合の粗利益と製材コストを試算した。試算においては、聞き取り調査結果をもとに直材を製材した場合の形量歩止りを 55%、直材価格：12,000 円/m³、曲がり材価格：10,000 円/m³、4m ラミナ価格：25,000 円/m³ とした。

図 1-3-4 は、直材用の自動化製材ラインを用いて、曲がり材を 2m-2m に玉切りした短尺材から集成材ラミナを製材した場合と曲がり材を 1m-1m-1m-1m に玉切りした短尺材から集成材ラミナを製材した場合について、短尺ラミナの価格と粗利益の関係を示したものである。図中には、曲が

り材を玉切りしないで製材した場合と直材を製材した場合の粗利益をあわせて示す。

曲がり材を2m-2mに玉切りした場合には、聞き取り調査では短尺ラミナの価格を明らかにすることはできなかった(現状は受け入れていない)2mラミナを4mに縦継ぎするコストが1,500~2,000円/m³であることを考慮して短尺ラミナ価格が23,000~23,500円の場合の粗利益を比較すると、玉切り前の丸太曲がり率にかかわらず曲がり材を玉切りして製材した場合の方が直材を製材した場合よりも粗利益が大きくなった。一方、曲がり材を玉切りして製材した場合と曲がり材を玉切りしないで製材した場合を比較すると、玉切り前の丸太曲がり率が14.8%未満の場合には短尺ラミナ価格が23,533円以上で、玉切り前

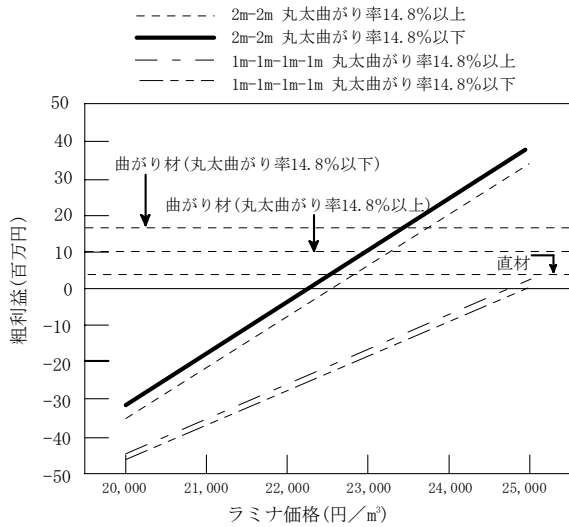


図 1-3-4 短尺ラミナ価格と粗利益の関係

の丸太曲がり率が14.8%以上の場合には短尺ラミナ価格が23,283円以上で、曲がり材を玉切りして製材した場合の方が粗利益が大きくなった。4m曲がり材から得られたラミナと2m短尺材から得られたラミナの品質や縦継ぎコストを勘案した短尺ラミナ価格が上記の価格よりも高い場合には、曲がり材を玉切りして製材することが適切な加工方法であると考えられる。なお、2m-2mに玉切りした場合には作業能率が低下するため、製品生産量は直材の製材を行った場合の約70%となり、原木ベースの製材コストは直材の製材を行った場合が2,793円/m³であるのに対し、2m-2mに玉切りした場合は4,346円/m³となる。

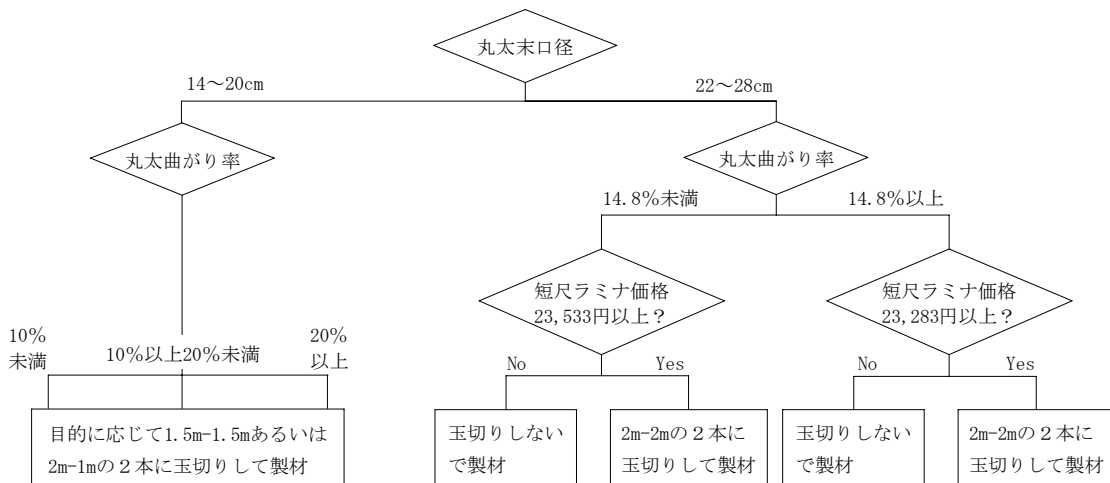


図 1-3-5 曲がり材加工のフロー図

曲がり材を1m-1m-1m-1mに玉切りした場合には、短尺ラミナ価格が4mラミナと同じであっても、粗利益は直材を製材した場合および曲がり材を玉切りしないで製材した場合と比較して大幅にマ

イナスとなる。これは、1m-1m-1m-1mに玉切りした場合には、2m-2mに玉切りした場合よりもさらに製品生産量が少なくなることにより、製材コストが原木ベースで7,140円/m³と高くなることが原因である。曲がり材を1m-1m-1m-1mに玉切りして製材を行う場合には、実際の集成材工場稼働している例が見られるように、より少ない設備投資と人員で短尺材専用の製材ラインを構成し、製材コストの低減化を図る必要があるといえる。以上をとりまとめ、スギ中丸太曲がり材の加工方法のフロー図を図1-3-5に示す。

オ 今後の問題点

スギ曲がり材の径級、曲がり率などの形質別に挽き材試験を行い、加工コスト試算の結果をふまえて適切な加工方法を示した。ただし、本研究で用いた丸太よりもさらに曲がりの大きな丸太の流通も増加してきており、それらの適切な加工方法については未解明であるという問題が残されている。

カ 要約

これまで構造用部材としての利用が少なかった短尺材や曲がり材の利用拡大を図る方法の一つとして、非住宅用部材として合わせ柱のたて継ぎ材やトラス部材の圧縮材に用いることを想定し、短尺材や曲がり材からこうした部材を効率的に生産する技術を開発することを目的とした。スギ曲がり材について、径級、曲がり率などの丸太形質と部材の種類別に挽き材試験を行い、丸太の玉切り方法が製材歩止りと製品品質に及ぼす影響を明らかにした。全体的に玉切り回数の増加に伴い製品品質の向上が認められたが、加工コストを含めて総合的に勘案した結果、玉切り回数を1回として短尺化・製材することがスギ曲がり材の最も適切な加工方法であることが示唆された。

キ 引用文献

1. 梶原康太郎(2005)：林業経済、58(2)、1-15
2. 藤田誠(2004)：愛媛県林業技術センター研究報告、22、37-40
3. 社団法人全国木材組合連合会編(1987)：製材工場の現況と分析、11、31-40
4. 森林総合研究所編(1993)：林業コスト問題の現状と展望、152-165
5. Wolfram Ulrich(2005)：Win-Woodworking International、20-21

伊神裕司（木材機械加工研究室）、村田光司（木材機械加工研究室長）

第2章 福祉用具への地域材の新用途開発

1. 福祉用具に求められる木質材料の特性評価と性能基準の開発

ア 研究目的

福祉用具の開発は、介護保険制度のスタートなど国の福祉制度の転換によって、大きく変わりつつある。福祉用具市場は、高齢者、障害者など対象とする人によってニーズが様々であり、近い将来、福祉用具ごとの需給構造が急速に変化していくものと考えられている。福祉サービスをめぐるニーズの拡大に伴い一人当たりの福祉用具の消費量や支出額も増大することが予想されており、商品の差別化が急速に進むものと期待されている。このため、家庭で使いやすく、ユニバーサルな用具として使用される木製の福祉用具の開発を行うための、福祉用具に求められる木質材料の良さ、必要とされる性能を明確にする。

イ 研究方法

(ア) 福祉用具開発におけるメーカーサイドの動向調査

下記について調査し、木製福祉用具の可能性を検討する。

a. 2003年に制定された「高齢者及び障害のある人々のニーズに対応した規格作成配慮指針」及び関連するJIS

b. 国際福祉機器展等に出品されている福祉用具及びメーカーの動向

c. SG及びJISで性能が規格化されている福祉用具のうち、移動系福祉機器を代表する手動車いすの開発傾向

(イ) ユーザーサイドが福祉用具に求めるニーズ調査

ユーザーサイドが福祉用具に求める性能を解明するため、自閉症及び知的障害を研究対象として、彼らの不得手とする不快な環境を遮断するパーテーションについて郵送による選択及び記述回答方式によりアンケート調査を行う。

a. 成人障害者更生施設（知的障害者施設：千葉県内73施設、神奈川県内5施設）におけるパーテーション利用

b. 児童デイサービスに通う小学生までの保護者（岡山県54人）を対象に、家庭生活における木材及びパーテーション利用

ウ 結果及び考察

(ア) 福祉用具開発におけるメーカーサイドの動向調査

福祉用具開発におけるメーカーサイドの動向及び木製福祉用具の可能性を検討するため、(1) 2003年に策定された「高齢者及び障害のある人々のニーズに対応した企画作成配慮指針」及び関連するJIS、(2) 国際福祉機器展等に出品されている福祉用具及びメーカーの動向、(3) SG及びJISで性能が規格化されている福祉用具のうち、移動系福祉機器を代表する手動車いすの開発傾向を分析し、最近では福祉用具に木材を使用する事例が増えてきていること、また強度や加工性がすぐれているから木材を使用するといったことよりも消費者ニーズに応えるため木質感を武器として心理的に訴えた商品を開発するメーカーが増えてきていること、さらにJISの「規格作成配慮指針」の制定によって木材が福祉用具の材料として今以上に使用される可能性があるこ

とがわかった。

a. 福祉用具の規格化

福祉用具の品質確保、評価の基盤整備を図るためには、福祉用具に関する JIS の体系的な整備が必要であるが、福祉用具は種類が多く、また利用者の身体的特徴に応じた注文生産品も多く、さらに要介護高齢者や障害者の身体状況も様々であることから、標準化のための高齢者や障害者の心身機能のデータ取得に多大な時間と労力が必要であり規格化や標準化の作業がなかなか進んでいない。現状では、義肢装具、手動車いす、電動車いす、木製松葉づえ、病院用ベッド、補聴器など 31 の JIS 規格が制定されているにすぎない。

福祉用具の開発は、国際規格との整合化を図りつつ、重点的に標準化に取り組む必要があることから、2003 年に「高齢者及び障害のある人々のニーズに対応した規格作成配慮指針」が制定されている。これは、ISO（国際標準化機構）から発行されたガイドの内容をそのまま JIS 化したものである。指針では、規格作成時に配慮すべき製品、サービス、施設等に共通する要素を配慮領域として 7 区分（情報・表示、包装・容器、材質、取付け、ユーザーインターフェース、保守・保管・廃棄、構築環境）、機能や能力の区分として 4 区分（感覚能力、身体能力、認知能力、アレルギー）をマトリックスの表として整理している。規格化が必要な福祉用具とその評価基準を選定する際の優先基準として、ユーザーの生命やけがに関与すること、消費者団体の要望や不便さ調査があげられ、その中で「材料の扱いやすさ」や「表面材質」が規格化における重要なポイントになるとされている。福祉用具の材料として木材の優位性（適合性）を示すものととらえてよい。

b. 福祉用具材料として木材の利用

これまでは福祉用具と言うと高齢者や障害者の身体機能面の便宜を図るという視点から用具としての性能の追求を目的として開発されてきたものがほとんどであり、福祉用具を使うことでの不快感や不安を軽減し、気持ちをなごやかにするといった心理面での開発アプローチが十分ではなく、このためデザインとか材質の改良が二の次になっている製品が多く見られた。特に、材料を選択する際に、その耐久性や、強度、クリーニングのしやすさといった機能性やコストのみが優先されてきた製品が主流を占めていたが、最近の傾向として木材を使用したものがよくみかけるようになってきている。

国際福祉機器展の総合カタログに載せられた木質製品（いす、車いす、ポータブルトイレ、手すり及びベッド）の製品説明の中から特徴的なキャッチコピーを紹介する。

「日常生活の質的向上」、「美しいデザイン」、「高品質の木材を使用した」、「強さ、暖かさ、美しさ」、「高級ブナ材」、「家族と一緒にリビングで」、「ムクの木材から加工された優しいデザイン」、「家の中にあって異和感を与えない」、「木の温もりを生かした」、「やさしく豪華に」、「インテリア感覚でイスとして使える」、「格調の高い重厚な家具調」、「天然木のアンティーク調」、「豪華に演出」、「素手への感触もよい」、「冷たさも緩和」、「高級感あるインテリア感覚」、「経験豊かな木工製造技術者により作り上げられた」、「居間の家具とも調和する」。これらの主張は福祉用具の世界の中ではまだ限られたものではあるが、いずれもいわゆる木質感を心理的に訴えるものであり、福祉用具において木質製品が今後担っていくべき

役割を示すものとして捉えることができる。

c. 進化する車いす

移動系の福祉用具であって、福祉用具の代表選手のような車いすは、およそ木製とは縁遠い存在のようであるが、時代時代によって求められるニーズに即して形体や特徴が大きく変遷している。ユーザーが車いすを変えたとも言える。素材では、初期のフレームの素材として鉄から始まり、一部に座席として木材が使用されることもあった。次いでステンレスからアルミニウムへと移り、現在は軽量化を望むユーザーのニーズに合致して市場を支配している。

現在の研究開発は、軽量化を前提として、使用時の座り心地よさを追求した材料の開発や、高さ及び角度の調整機能の多様性と設定の容易性などを求めた人間工学的なものが主流を占めている。この流れの中では、木材はかさ張るし、かといってフレーム材料として使用することも考えにくく、さらに機動性や快適性に劣る素材と言わざるを得ないが、この2-3年の傾向として、デザインや高級感という点から、木材を使用した車いすが各メーカーから販売され始めている。つまり、木材のもつ素材感として暖かさを求める人たちに家具のイメージとして浸透させることがユーザーをつかむ的確な戦略と考えられている。

(2) ユーザーサイドが福祉用具に求めるニーズ調査

ユーザーサイドとして、自閉症または知的障害をもつ人を対象として、彼らの不得手とする不快な環境を遮断するパーテーションに関する利用の現状とニーズを調査し、障害を補うものとしてパーテーションの有効性を確認するとともに、パーテーションに求められている材質や大きさ、重さ、移動性、形状等を明らかにした。

a. 成人障害者更生施設

(a) 自閉症をもつ人の行動で困っていること

自閉症をもつ人の行動等で、最も困っているのは、「周囲の人におかまいなく、気ままな行動をする」であった。続いて「時刻、場面にあった対応ができない」、「机や壁をたたいたり、頭をぶついたりする」、「自分の要求を表現することができない」、「時折りわけもなくかんしゃくを起こす」、「目的もなくうろついたり、さまよい歩いたりする」、「同じ事を繰り返す」、「自分にかみついたり、髪を引っ張ったりする」、「仕事に対して集中できない、忍耐力がない」などが続く。

自閉症をもつ人に対して特に取組みをしているかどうか尋ねた結果、「行っている」が36%、「行っていない」が53%であった。

(b) 行動で困っていることに対する工夫

困っている行動に対して取られている工夫は（自由回答）、パーテーションの設置のほかに、「他人の接近を嫌がる人に対して個室で作業、休憩をしてもらっている」、「偏食があり、食事に対して過敏な人に窓に向かって一人で食べる」、「作業に集中できるように、一人一人独立した机で作業を行う」、「好きなものが目に入ると作業中でも飛び出す人はブースの中で作業を行う」、「他害の恐れのある利用者は個室で対応している」など構造化を意識した取組みがあげられた。

一方で、回答のなかった施設が過半にのぼるが、これは前項の「取組みを行っていない」の施設とほぼ一致する。

(c) パーテーションの使用

作業現場、生活場面において、パーテーション、間仕切り等を使用している施設は全体の40%を占める。残りの60%の施設がパーテーションを使用していない(図2-1-1)。使用していない施設の「現在使用していない理由」として、「必要性がない」が46%、「パーテーションを知らない」が4%を占めた。

パーテーションを使用している施設の導入したきっかけは、「仕事や食事に集中できない」が最も多く、次いで「目的なくうろつく」、「周りに関係なく気ままな行動」、「わけもなくかんしゃく」、「かみついたり髪を引っ張る」、「作業や食事のスピードが遅い」、「作業への忍耐不足」、「机等をたたいたり、頭をぶつける」の順に続く(図2-1-2)。

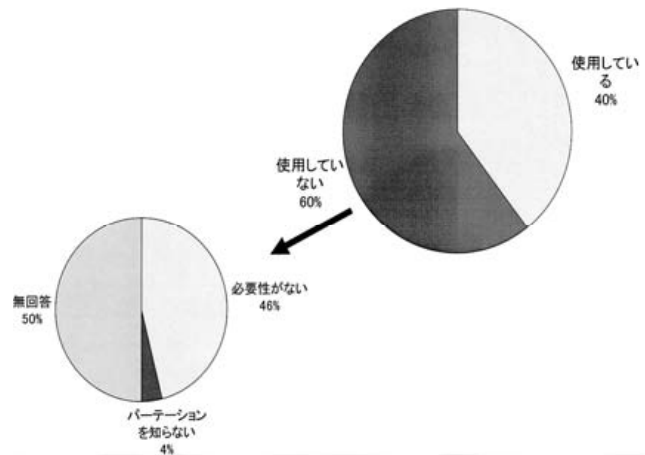


図 2-1-1 パーテーション使用の有無

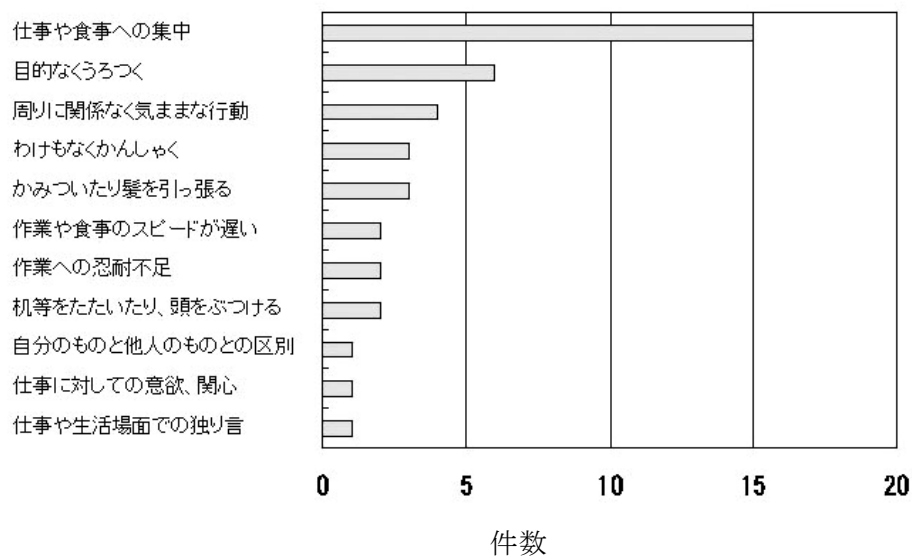


図 2-1-2 パーテーションを使用したきっかけ

パーテーションを使用している施設に、パーテーションの導入以前と比べて効果はあったか尋ねたところ、1施設を除きほとんどの施設から効果があったとする回答が得られた。具体的な変化として、「作業を中断せずに終わることができた」、「自分の休憩場所が明示されたことでうろつくことが減少した」、「設置の原因になっていた行動が軽減した」、「多動軽減、粗暴行為軽減」、「作業に対する集中力、意欲が増した。落ち着いて食事が取れるようになった」、「安心して課

題に向かうことが増えた」、「刺激量をコントロールしてあげることで、パニック回数の激減と、落ち着いた作業態度が形成されている」があげられている。

使用しているパーテーションとして、ハイパーテーションタイプと卓上タイプのものが見られたが、いずれも手作り、または開所時に特注で製作されたものが大半を占めている。使用しているパーテーションのよさとして、「丈夫、組み替え可」、「移動可能なところ」、「スライド式ついたて使用」、「色はいいと思う（水色）」、「移動が可能でどこでも設置できる」など、移動性があげられている。

逆に、使用しているパーテーションの課題を尋ねたところ、「作業室が増やせない。移動する場合は工事が必要」、「もう少し高さがほしい」、「壊れやすい（つなぎの金具など）」、「組み立てが難しくレイアウトの変更が簡単にできない」、「重さ、移動性」、「低い、移動が困難」、「壊れやすい（脚部、パイプが曲がりやすい）倒れやすい、価格が高い」など、強度、移動性等の性能に関する要望が多く見られる。

新しくパーテーションを整備する際の希望を尋ねたところ、移動のしやすさや形状、コスト（1万円未満）に対する希望の高さと比べて、高さ（1200mm、1800mm）や、重さ（軽い、重い）、材質（木材、金属、プラスチック等）に対する希望は明確ではなかった。

b. 児童の家庭生活

（a）木材製品に対する嗜好

自閉症または知的障害をもつ就学前から学齢期の児童の保護者等で木製の福祉用具（木製の手すりやつえ、福祉用木製家具、ベッドなど）を使ったことがある人は59%を占め、使用した製品として、パーテーション、手すり、机、テーブル、いす、ベビーベッドフェンス、つえと言った福祉用具そのものから、積木、パズル、おもちゃ箱、ひもで引く犬、手押し車、滑り台、木馬、ままごとセットのような遊具まで含まれる。特に、後者の利用をあげた人が多くみられた。

さらに、木材に対する意向調査を行った結果、木材製品に対する関心が非常に高いことが知られた。幼児期に木製のおもちゃや教具を利用した体験感が「木材は良い」という先入観につながっている感がある。木材製品の長所として「手触りがよく温かみを感じられる」「見た目にもやわらかい印象」「壊れにくい」「安定感があり、重さが適度」「落下したときに破損しにくい」という共通した印象があげられる一方で、欠点として「傷がつきやすい」「投げてあると痛い」「薄いものは欠けやすい」「長く使用しているとトゲが刺さりそうになる」「市販のものが見つからないので困っている」「値段が高い」があげられた。

（b）パーテーションの利用の実態

生活場面や学校等において、パーテーションや間仕切り等を使用しているかどうか尋ねたところ、約3割の家庭でパーテーションを使用していることが知られた。

新たにパーテーションを導入するときの希望を尋ねたところ、パーテーションの重量は、軽くて持ち運べるものがよく、使用方法として据付の固定タイプのものではなく自由に移動できるものに対する希望が多い（図2-1-3、4）。

材質は、カーテンや布製の希望が47%、木製が31%、プラスチックが14%であり、金属製は2%にしすぎなく、素材のやわらかさ、家庭の住環境に合せたなごみ感などが好まれていると考えられる。木製おもちゃの嗜好とつながるところである（図2-1-5）。

形状に対する希望は、屏風タイプが55%、アコーディオンカーテンタイプが31%、ボードタイプが9%であった。材質と同様に、家庭の住環境に合せたなごみ感、インテリア感覚が求められていると考えられる（図2-1-6）。

コストは安いものを希望する層は多いが、高くてもいいものを購入したいという声も無視できない（図2-1-7）。

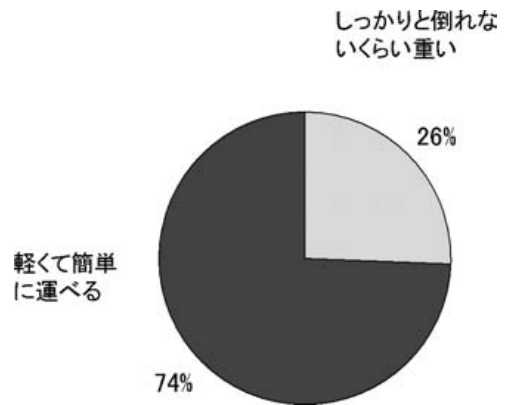


図 2-1-3 パーテーションを購入する際の希望（重さ）

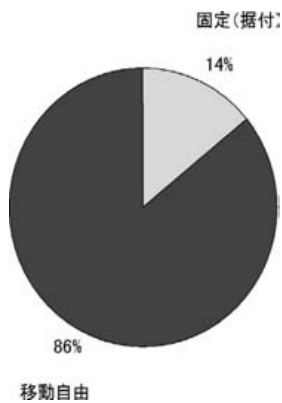


図 2-1-4 パーテーションを購入する際の希望（移動性）

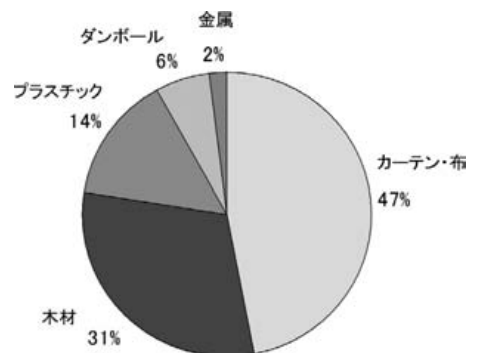


図 2-1-5 パーテーションを購入する際の希望（材質）

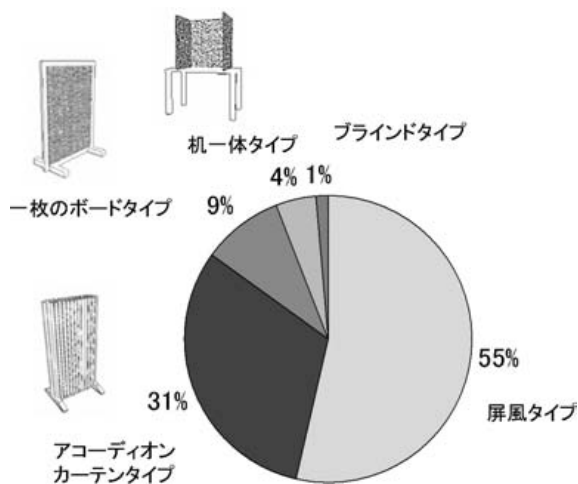


図 2-1-6 パーテーションを購入する際の希望（形状）

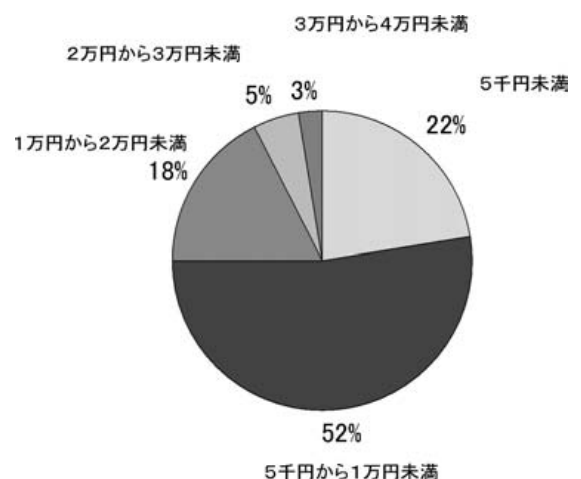


図 2-1-7 パーテーションを購入する際の希望（価格）

エ 今後の問題点

今回の研究によって、木製の福祉用具開発のニーズが明確になったこと、さらにメンタル的なごみや豊かさを表現する木質感や美粧性が開発の重要な要素になることがわかった。研究の継続・発展によって木製福祉用具の開発への適用が期待される。引き続き、福祉用具としての木質材料の良さ、求められる性能、表面改質技術などの研究の継続することにより、福祉用具に求められる性能基準開発のための基礎データを構築する必要がある。

オ 要約

福祉用具開発におけるメーカーサイドの動向として主として移動系福祉機器を代表する手動車いすの開発傾向を分析し、福祉用具に木材を使用する事例が増えてきていること、また強度や加工性がすぐれているから木材を使用するといったことよりも消費者ニーズに応えるため木質感を武器として心理的に訴えた商品を開発するメーカーが増えてきていることを明らかにした。

ユーザーサイドとして、自閉症または知的障害をもつ人を対象として、彼らの不得手とする不快な環境を遮断するパーテーションに関する利用の現状とニーズを調査し、福祉用具の有効性と木製の利便性を明らかにした。

メーカー及びユーザーともに、脳性まひの人であっても、自閉症や知的障害をもつ成人・児童であっても、共通して木材に対する好感度が高いことが明らかになった。福祉用具の部材として木材に求められる性能基準は、強度等の性能とは別に、メンタル的なごみや豊かさを表現する木質感や美粧性が重要な要素になると考えられ、今後これらを重視した表面改質技術の開発が望まれる。

カ 引用文献

- 1) 松井宏昭(2005)“施設におけるパーテーション利用の現状”、第 35 回三菱財団事業報告、p611-612.
- 2) 松井宏昭(2005) “自閉症をもつ人が働く”、光とともに、秋田書店、254-257.
- 3) 松井宏昭、長谷川良一(2005) “木材表面の汚れと汚染の防止”、日本福祉工学会第 8 回学術講演会講演論文集、69-70.
- 4) 松井宏昭、増澤高志(2006) “知的障害者施設における自閉症者の作業上の問題点とパーテーションの利用”、第 56 回日本木材学会大会研究発表要旨集、PH008.
- 5) 増澤高志、松井宏昭(2006) “自閉症児の使用する福祉用具としての木製パーテーションの開発と課題”、第 56 回日本木材学会大会研究発表要旨集、PH007.
- 6) 松井宏昭、若松かやの、増澤高志(2006) “パーテーションの利用調査－岡山県ぐるぐるめろん島を利用する自閉症児－”、日本福祉工学会第 9 回学術講演会講演論文集、p71-72.
- 7) 増澤高志、松井宏昭(2006) “自閉症児のための木製パーテーションの開発と課題”、日本福祉工学会第 9 回学術講演会講演論文集、p69-70.
- 8) 松井宏昭(2007)“木製福祉用具”、森林と木材を活かす大事典、(株)産業調査会、p.356-357.
(木材改質研究領域長 松井 宏昭)

2. 木材の良さを生かした木製福祉用具の開発

ア 研究目的

“人の心になごみを与える木材の特性”を生かした木材の新たな利用展開として、障害者や高齢者、小さな子ども達の住・生活空間や、そこで使用されている全ての用具・機器を対象に、もっと木材を使用していくことを提案することは極めて重要と考える。

本研究では、高齢者、発達障害者、身体障害者を対象に、木材のよさを生かして、家庭や教育、福祉の現場で有用性のある福祉用具の開発を目的とした。

一つは、「木の良さをいかしたワークステーションの開発」である。コンピュータは、障害を持つ人にとっては、例えば、麻痺による言語障害や書字のし難さを補う道具として使用され、そのことにより就労につながるなど、なくてはならないものとなっている。障害の部分を補う道具と言う意味では、福祉用具としての役割も果たしているが、一方で、その使用環境によっては、頸肩腕症候群や頸椎症性脊髄症の罹患等、新たな健康障害や麻痺につながることもある。そのようなことがないよう、当該機器は作業負担を軽減する機能と合わせ、身近にあるものとして生活の中にあって違和感のないよう、また、“人の心になごみを与える木材の特性”を活かすことができるよう開発をすすめた。

いま一つは、「発達障害者及び関係者の要望をもとにした木製福祉用具（パーテーション）の開発」である。これまで障害としては十分に認知されていなかった発達障害であるが、この間、発達障害者支援法の施行や、特別支援教育が実施されるなど、新たな展開が進み始めている。

その中で、特に自閉症の障害をもつ人の関わる教育や就労、そして生活の場面では、自閉症の人にとってわかりやすく、快適な空間作りが進められ、そのための一つの道具として、パーテーションが注目されている。このパーテーションも、自閉症の人にとっての障害の部分を補うという意味では、福祉用具としての役割を果たすが、生活や学習、就労の場面でより身近にあるものとして、違和感の無いもの、更に“人の心になごみを与える木材の特性”を活かすことができるよう開発をすすめた。

イ 研究方法

(ア) 木の良さをいかしたワークステーションの開発

下記の通り、ニーズ調査、試作機1の設計・試作、その試用による聞き取り調査、試作機2の設計・試作、その試用による聞き取り調査、その強度試験を行った。

a. A施設及びB施設においてパソコン入力作業を行っている障害者23人から、現在のパソコンの使用環境についての聞き取りを行った。

b. a. により知り得た課題、ニーズと合わせ、これまで担当研究者が開発してきた、使用者に合わせるための調整機構をもち、前腕及び手掌部分を保持することにより、腕の重みの軽減と、肩関節から指先までの関節の制御から指先だけの制御で作業が可能にすることにより、障害者も使用しやすいワークステーションを土台に、木の良さをいかしたワークステーションの試作機1を設計・試作を行った。

c. 試作機1をA施設内にて、肢体障害者9人（内脳性麻痺者8人）健常者5人により、試作機1を試用して、パソコンの入力作業を実施。その後、その使用感と各自の通常の作業環境との比

較の聞き取りを行った。

d. c. により知り得た課題を基に試作機 2 を設計・試作した。

e. 試作機 2 を A 施設内にて、肢体障害者 5 人（内脳性麻痺者 5 人）、健常者 3 人により、試作機 2 を試用して、パソコンの入力作業を実施。その後、その使用感と試作機 1 との比較の聞き取りを行った。

f. 岐阜県生活技術研究所の協力を得て、同所の施設にて下記強度試験を実施した。

a) 静的垂直力強度試験（JIS S1031 10.2a 1）を実施した。

天板の中央に、試験用当て板（直径 10cm）を介して 1000N（102.0kgf）の力を垂直に 10 秒間 10 回加えた。（写真 2-2-1、2-2-2）試験後、使用上支障のある破損、変形の有無を調べた。

b) 静的水平力強度試験（JIS S1031 10.2b）を実施した。

各辺の中央位置に 450N（30.6kgf）の水平力を 10 秒間、10 回加えた。荷重時に試験体が転倒するのを防止するために天板におもり（100kg）を載せ、脚にはストッパを当て固定した。

力を加えない状態の端部位置から、力を加えたときの水平移動量を測定した。

試験は、長辺短辺方向の 2 辺において実施した。（写真 2-2-3、2-2-4）試験後、使用上支障のある破損、変形の有無を調べた。



写真 2-2-1 高さ調節を最高位置に上げた場合



写真 2-2-2 天板調節を最高位置に上げた場合



写真 2-2-3 長辺方向への荷重



写真 2-2-4 短辺方向への荷重



写真 2-2-5 ひじ部への垂直力試験

c) ひじ部の静的垂直力試験 (JIS S1032 10.2d) を実施した。

試験体のひじの先端位置に、上部から垂直方向に 700N (71.4kgf) の下向きの力を 10 回加えた。各回ごとに力は 10 秒間維持した。(写真 2-2-5) 試験後、使用上支障のある破損、変形の有無を調べた。

(イ) 発達障害者及び関係者の要望をもとにした木製福祉用具 (パーテーション) の開発

下記の通り、ニーズ調査、試作機的设计・試作、その試用による聞き取り調査を行った。

a. C大学内自閉症児の訓練室

a) C大学内自閉症児の訓練室の新設にあたり、自閉症児の訓練を行う環境づくりに欠かせないパーテーションに関わっての要望の聞き取りを行った。

b) そこで知り得たニーズ、課題を基に図 2-2-3 の提案を行い、確認の上、設計・試作を行った。

c) C大学内自閉症児の訓練室内での試作機の試用を実施した。

d) 試作機の試用後、その使用状況、評価について聞き取りを行った。

b. D児童デイサービス施設

a) D児童デイサービス施設においてパーテーションに関わっての要望の聞き取りを行った。

b) そこで知り得たニーズ、課題を基に設計・試作を行った。

c) D児童デイサービス施設内での試作機の試用を実施した。

d) 試作機の試用後、その使用状況、評価について聞き取りを行った。

c. E小学校

a) E小学校においてパーテーションに関わっての要望の聞き取りを行った。

b) そこで知り得たニーズ、課題を基に設計・試作を行った。

c) E小学校内での試作機の試用を実施した。

d) 試作機の試用後、その使用状況、評価について聞き取りを行った。

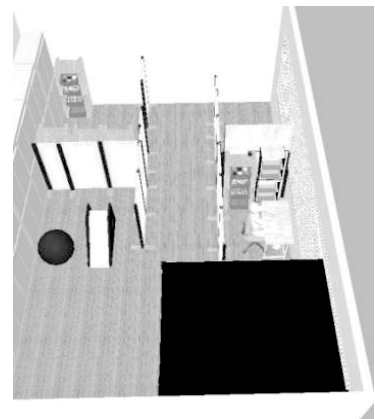


図 2-2-1 C大学内自閉症児の訓練室パーテーション提案

ウ 結果及び考察

(ア) 木の良さをいかしたワークステーションの開発

a. A施設及びB施設においてパソコン入力作業を行っている障害者から、現在のパソコンの使用環境についての聞き取りを行った。

現在の作業環境についての問題点や不安については：

- ・車いすのフットステップや、肘掛けが当たり、机の奥まで入ることができない
- ・机の高さなどが体に合っていない
- ・触ると冷たい、使っていると接触面に汗をかく、
- ・キーボード作業で肩こりや痛み、しびれなどがひどくなった
- ・頸椎症など健康障害への不安がある

また、現在の作業環境についての改善点、理想の作業環境については：

- ・自分の体に合った作業環境がほしい
 - ・金属等ではなく、木を使って視覚的にも、触れても温かい環境がほしい
- 等の意見があった。

聞き取りの結果：

- ・木質の重視
- ・作業面など自らの体に合わせるための調整機構の充実
- ・車いす使用時の使いやすさ（足下や寸法上の配慮）

が整理された。

b. a. により知り得た課題、ニーズと合わせ、これまで担当研究者が開発してきた、障害者も使用できるワークステーションを土台に、車いすや高齢者の人体寸法等も加味しながら、木の良さをいかしたワークステーションの試作機1を設計・試作を行った。（図2-2-1）

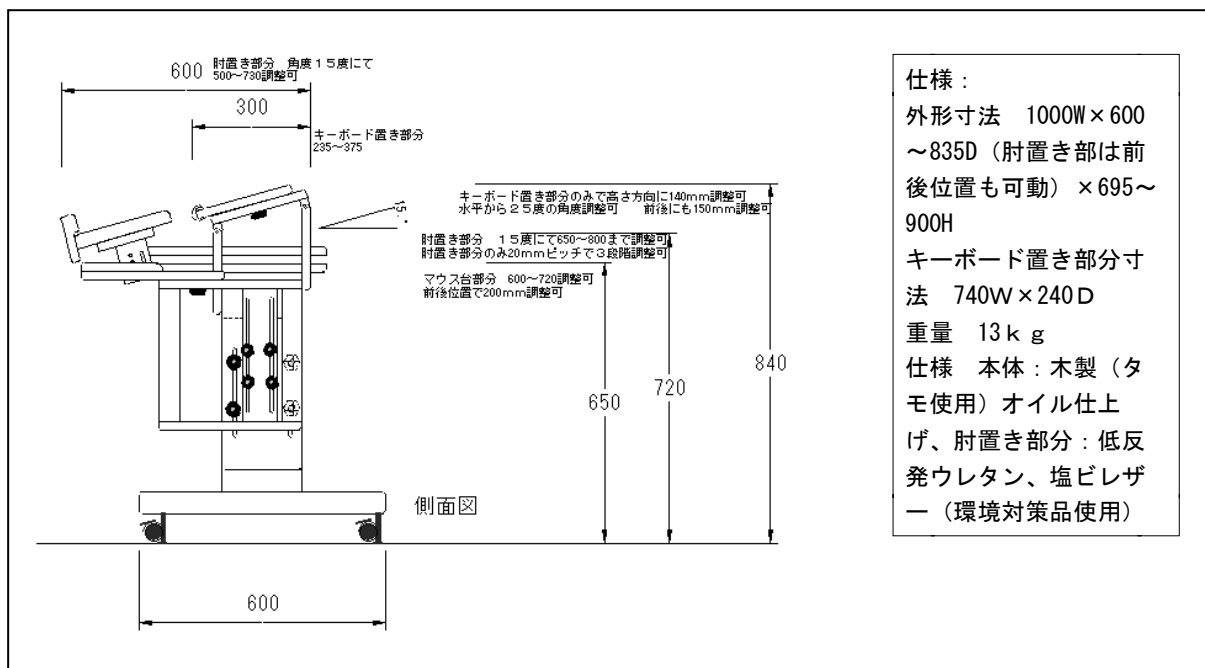


図2-2-2 試作機1側面図

c. 試作機 1 をA施設内にて、肢体障害者 9 人（内脳性麻痺者 8 人）健常者 5 人により、試作機 1 を試用して、パソコンの入力作業を実施。（写真 2-2-1, 2-2-2）



写真 2-2-1 試作機試用状況 1



写真 2-2-2 試作機試用状況 2

その後、その使用感と各自の通常の作業環境との比較を聞き取りを行った。

ワークステーションの素材として木材を使用したことについて、「暖かみがある」との意見が多く、「柔らかみがある」、「落ち着く」、「体になじみやすい」、等の意見が多数を占め、否定的な意見はなかった。ただし、前腕支持部、手掌支持部の部分については、人工皮革（塩ビ）及びウレタンを使用していることから、木質の素材に変更できないか改良希望があった。

各自の通常の作業環境との比較では、使いやすいとおおむね好感を得た。自分に合った作業環境を作るための高さや角度などの調整機構を含めた、前腕部の保持等による作業負担の軽減を中心とした、基本的なコンセプトは支持されたが、①高さなどの調整機構が煩雑である。②キーボードとマウスの作業面の高さが違い作業によっては、使いづらいとの意見もあった。

d. c. により知り得た課題を基に、高さ調整機構にガイドレール部を付加し、高さ調整の簡便さ確実さをめざして改良した。合わせて、マウス操作部をキーボード置き部分に付加し、マウス操作時の負担の軽減をめざして試作機 2 を設計・試作した。（図 2-2-2）

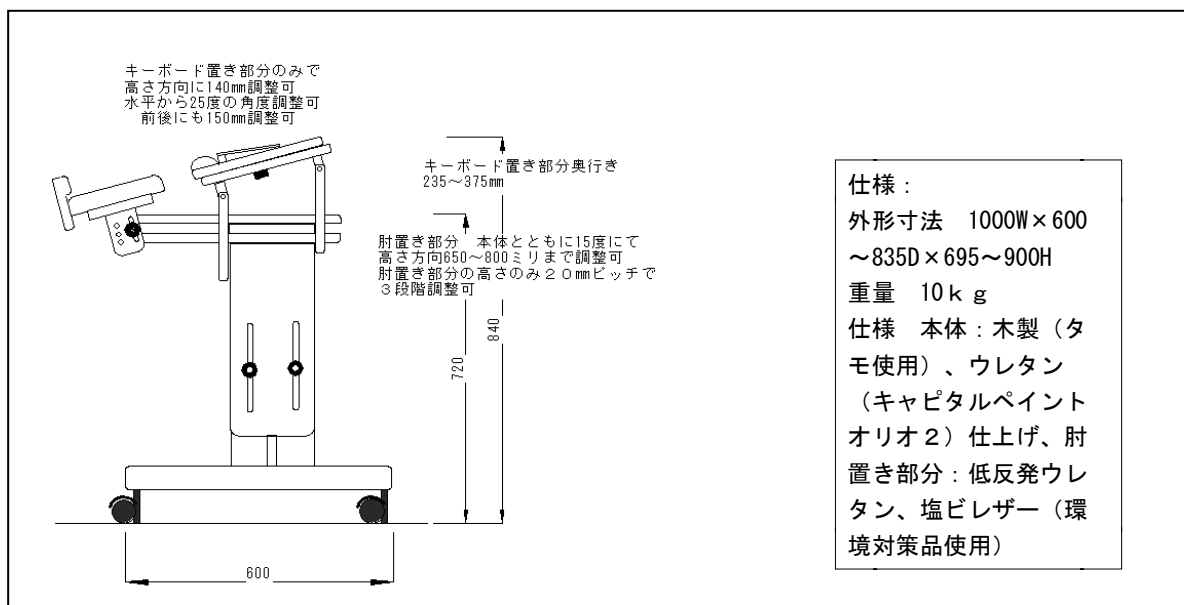


図 2-2-2 試作機 2 側面図

e. 試作機 2 を A 施設内にて、肢体障害者 5 人（内脳性麻痺者 5 人）、健常者 3 人により、試作機 2 を試用して、パソコンの入力作業を実施。その後、その使用感と試作機 1 との比較の聞き取りを行った。（写真 2-2-3、写真 2-2-4）



写真 2-2-3 試用の様子①



写真 2-2-4 試用の様子②

試用の結果：

- ・あたたかい、柔らかみがある、暖かみがある、落ち着く、見た目が良い、等木質であることに関わっての評価を改めて得た。
- ・調整機構が簡略指されたことで、調整しやすくなり、各自の通常の作業環境と比較して、首、肩への負担の軽減が確認され、使いやすいとの評価を得た。
- ・前試作機との比較では、マウスが使いやすくなったとの評価を得た。

f. 岐阜県生活技術研究所の協力を得て、同所の施設にて下記強度試験を実施した。

試験結果：

a) 静的垂直力強度試験（JIS S1031 10.2a 1）。

荷重時に、調節部付近から異音が発生した。

除荷後、使用上支障のある破損、変形、緩み、外れは見られなかった。

b) 静的水平力強度試験（JIS S1031 10.2b）。

水平力強度試験における水平移動量は表 2-2-1 の通りである。

表 2-2-1 水平力強度試験における水平移動量

	移動量(mm)	
	長辺方向	短辺方向
荷重時	13.4	6.2

荷重時に、異音が発生した。

除荷後、使用上支障のある破損、変形、緩み、外れは見られなかった。

参考) JIS S1031 変位量 20mm 以下

c) ひじ部の静的垂直力試験（JIS S1032 10.2d）。

荷重時に、きしみ音が発生した。

除荷後、使用上支障のある破損、変形、緩み、外れは見られなかった。

(イ) 発達障害者及び関係者の要望をもとにした木製福祉用具（パーテーション）の開発

a. C大学内自閉症児の訓練室

a) C大学内自閉症児の訓練室のパーテーションに関わっての要望の聞き取りの結果、設置位置は固定、高さ方向のみ可変（1200mm と 1800mm）のもの、床との間はできるだけ開けない、との要望があった。

b) そこで知り得たニーズ、課題を基に図 2-2-1 の提案を行い、確認の上、設計・試作を行った。



写真 2-2-5 C大学セッションルーム 1



写真 2-2-6 C大学セッションルーム 2

c) C大学内自閉症児の訓練室内での試作機の試用を実施した。（写真 2-2-5、2-2-6）

d) 試作機の試用後、その使用状況、評価について聞き取りを行った。

設置時の関係者の意見では、明るい、柔らかみがある、匂いがよい等、主に木に対しての評価が肯定的なものが多かった。しかし、セッション開始に伴い、利用者の状態やセッションルームの利用形態が、当初予定していた内容と大幅に変更となり、設置場所の可変性、設営、撤収のしやすさが必要となった。利用者にとって不要な刺激の遮断と言うことでは、効果があったものの、セッション主催者にとっては使いづらいところがあった。

U大学セッションルームにおいては、パーテーションは、多目的対応ができるように、軽量化、高収納性、幅方向及び高さ方向の可変性が求められることが知られた。

b. D児童デイサービス施設

a) D児童デイサービス施設においてパーテーションに関わっての要望の聞き取りを行った結果、利用者が曜日ごとに変わるため、必要に応じて部屋のレイアウトの変更もあることと、プログラムによって、利用者が必要であると感じたら、自分で選択してセットできるように卓上型を検討した。

b) 知り得たニーズ、課題を基に設計・試作を行った。

卓上タイプのパーテーション、三つ折りタイプ（図 2-2-3）、四つ折りタイプ、据え置きタイプの3種類を試作した。

c) D児童デイサービス施設内での試作機の試用を実施した。（写真 2-2-7、2-2-8）

d) 試作機の試用後、その使用状況、評価について聞き取りを実施し、三つ折りタイプ、四つ折りタイプの試作機について、収納性がよく、軽量であるため、利用者自身で設置、収納を行うことができる好評であった。また、パーテーションの設置は、利用者の活動の安定性にとって有効

であった。

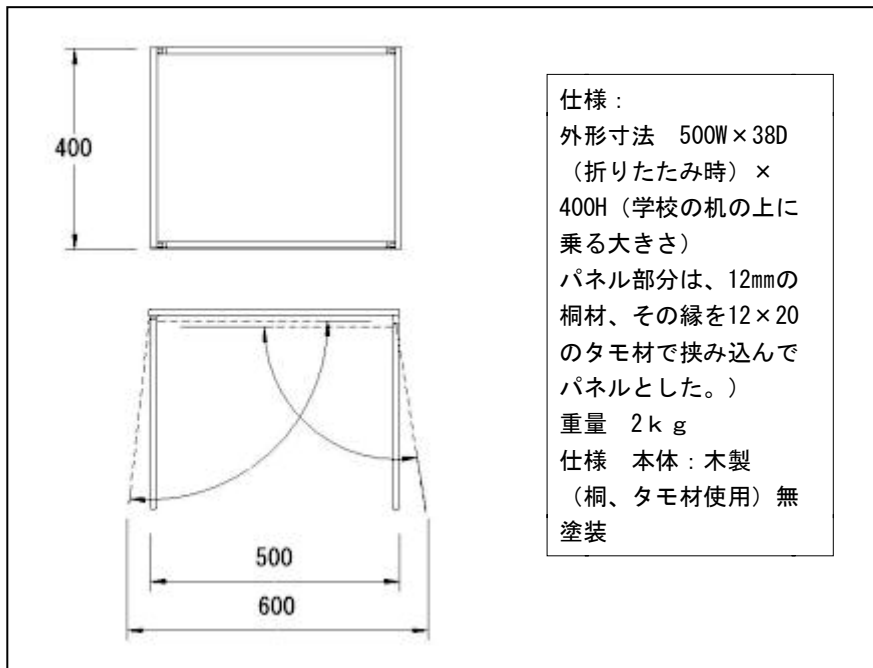


図 2-2-3 三つ折りタイプ卓上パーテーション



写真 2-2-6 D児童デイサービス施設 1
卓上タイプ 3 種



写真 2-2-7 D児童デイサービス施設 2
卓上タイプ 四つ折り

c. E 小学校

a) E 小学校においてパーテーションに関わっての要望の聞き取りを行った。

当初より医務室で使用していたパーテーションを使用していたが、パネル部分が布であるために遮断性が悪く、風で波打つこともあり、課題に集中できない等の影響もあった。更に脚部が不安定であり転倒することもあった。

このため使用時の安定性が求められた。また、一日の流れに合わせて、移動が可能で、組み合わせて使用できること、女性の教員でも移動がしやすいように軽量であること、かつ安価であること、更に、

父兄や関係者が容易に製作できることが求められた。

b) 知り得たニーズ、課題を基に設計・試作を行った。

基本的な構造は同一であるが、パネル部分の幅方向に 600 mm のものと 900 ミリのもの、高さ方向に 900 mm のものと 1200 mm のものを試作した。(図 2-2-4)

父兄や関係者が容易に製作できることも考慮して試作を行った。

c) E 小学校内での試作機の試用を実施した。(写真 2-2-9)

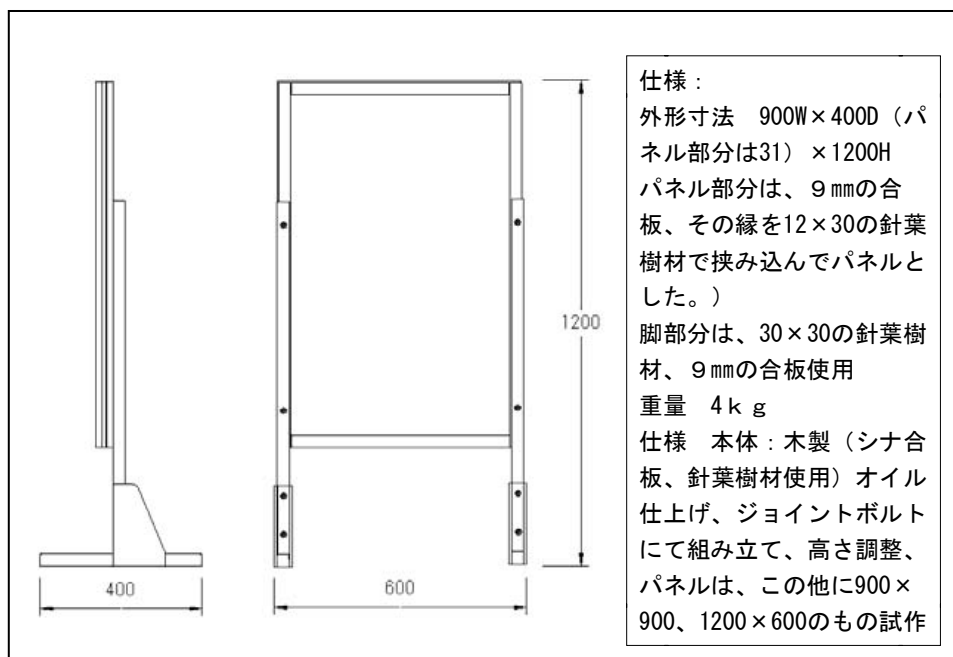


写真 2-2-9 E 小学校試作機設置時 (パネルの高さが異なる)

d) 試作機の試用後、その使用状況、評価について聞き取りを行った

授業の内容や児童の関わり方によって、パーテーションの配置やタイプの選択など行い、黒板や壁も合わせて利用しながら、有効に活用されている。また、当初、床とパーテーションとの間の隙間が問題になる可能性もあるとの想定で、パネル部分の高さを変えたものを試作したが、E 小学校においては、顕著な差違は見られなかった。

以上により、利用者の状況や使用場所により、パーテーションに求められる性能は変わるが、実際の利用者の使用時の状況から、利用者の活動の安定性にとって有効であることが確認されるなど、その機能に関しては有用であることが確認された。また、木質による違和感のなさや質感は、関係者の意見から概ね支持された。

エ 今後の問題点

本課題では、ワークステーション、パーテーションともに、福祉用具としての機能の確認ができたことと合わせ、木を使ったからこそ得られる質感等は、他の素材と比して、概ね支持された。

しかし、さらに経年での調査、他の用具の提案などが求められると考える。

また、障害者、高齢者だけが使用する福祉用具の枠に留まらず、より多くの人が違和感なく使うことができる用具としてのユニバーサルデザイン化の方向をさらに追求する必要があると考える。

そのことにより、今後ますます市場の拡大が進むであろう福祉用具に止まらず、より大きな市場においての木材の積極的な使用の提案につながると考える。

木製福祉用具の提案は緒に就いたばかりであり、今後も研究・開発が望まれる。

オ 要約

“人の心になごみを与える木材の特性”を生かした木材の新たな利用展開として、木製福祉用具の開発を行った。具体的には、「木の良さをいかしたワークステーションの開発」、「発達障害者及び関係者の要望をもとにした木製福祉用具（パーテーション）の開発」を実施した。

いずれも、障害者、関係者の要望を聞き取り、それを基に設計・試作、その試用を、各現場で行い、試用後の聞き取りを行った。その結果、ワークステーション、パーテーションともに、福祉用具としての機能の確認ができたことと合わせ、木を使ったからこそ得られる質感等は概ね支持された。

まだまだ広がるであろう福祉用具市場であるが、木の良さを活かした木製福祉用具の具体的な提案はまだ緒に就いたばかりであり、今後も研究・開発が望まれる。

カ 引用文献

- 9) 増澤高志(2001)“二次障害ハンドブック” p123-129
- 10) 増澤高志, 松井宏昭(2005)“脳性麻痺の人のキーボード作業の負担軽減を目的とした木製ワークステーション”, 日本木材学会大会講演要旨集、
- 11) 増澤高志(2005)“木製福祉用具について”, 木材工業
- 12) 松井宏昭, 増澤高志(2006)“知的障害者施設における自閉症者の作業上の問題点とパーテーションの利用”, 第56回日本木材学会大会研究発表要旨集、PH008.
- 13) 増澤高志, 松井宏昭(2006)“自閉症児の使用する福祉用具としての木製パーテーションの開発と課題”, 第56回日本木材学会大会研究発表要旨集、PH007.
- 14)
- 15) 増澤高志, 松井宏昭(2006)“自閉症児のための木製パーテーションの開発と課題”, 日本福祉工学会第9回学術講演会講演論文集、p69-70.

(生活工房補助具・福祉機器研究所 増澤 高志)

~~~~~

「交付金プロジェクト」は、平成13年度に森林総合研究所が独立行政法人となるにあたり、これまで推進してきた農林水産技術会議によるプロジェクト研究（特別研究など）の一部、および森林総合研究所の経費による特別研究調査費（特定研究）を統合し、研究所の運営費交付金により運営する新たな行政ニーズへの対応、中期計画の推進、所の研究基盤高揚のためのプロジェクト研究として設立・運営するものである。

この冊子は、交付金プロジェクト研究の終了課題について、研究の成果を研究開発や、行政等の関係者に総合的且つ体系的に報告することにより、今後の研究と行政の連携協力に基づいた効率的施策推進等に資することを目的に、「森林総合研究所交付金プロジェクト研究成果集」として刊行するものである。

~~~~~

ISSN 1349-0605

森林総合研究所交付金プロジェクト研究 成果集 18

「地域材利用促進のための非住宅用部材への新用途開発」

発行日 平成19年 12月 1日

編集・発行 独立行政法人 森林総合研究所

〒305-8687 茨城県つくば市松の里1番地

電話. 029-873-3211 (代表)

印刷所 アシストプロ株式会社