

県産スギ材による簡易ハウスの開発

山本幸雄*・豊田修身*・玉造公男**・城井秀幸***・河津渉***・坂本修一***・豆田俊治***・
井上正文****・田中圭****・朴志泳****・山本浩貴****・井上伸史*****・坂井信公*****

*日田産業工芸試験所・**地域資源担当・***農林水産研究センター林業試験場
****大分大学・*****トライ・ウッド

Development of Panel House

Yukio YAMAMOTO*・Osami TOYODA*・Kimio TAMATUKURI**・Hideyuki KII***・Wataru KAWADU***・
Syuuichi SAKAMOTO***・Toshiharu MAMETA***・Masafumi INOUE****・Kei TANAKA****・
PARK Ji-Young****・Takahiro YAMAMOTO****・Shinshi INOUE*****・Nobuhiro SAKAI*****

*Hita Industrial Art Research Division (OIRI)・**Regional Resources Group (OIRI)
***Agriculture, Forestry and Fisheries Research Center Forestry Research Institute
****Oita University・*****Trywood

要旨

スギ積層パネルを水平方向に積上げていくことで壁を構成し、高強度・短期施工性・高解体性のある2種類の簡易組立て工法の開発を行った。また考案した工法を用いたモデルハウスを設計・施工し、実際の施工性についての検証を行った。その結果、相欠き加工を用いた工法では、相欠き部の加工精度により、施工性に差がでること、蟻継ぎと呼ばれる継手接合をパネルに応用した工法Bは、工法Aに比べ比較的容易に施工できること、施工期間をより短縮するには、基礎の簡略化が必要であることが分かった。

1. はじめに

近年、木材需要の低迷と木材価格の下落等により、林業生産意欲の減退が顕著である。特に、県産スギ材は、これまで主に一般建築用材として県内外に需要を確保してきたが、新設住宅着工の減少に加えて、代替材や外材の進出など厳しい環境下にある。そのため、県産スギ材を利用した簡易ハウスの開発が望まれている。市販の簡易ハウスは鉄骨プレハブ系が大半で木質系住宅は極めて少ない。この主たる原因は木質系の低コスト・短工期の簡易住宅が提案・開発されていないためである。

スギ積層パネル (Fig. 1) は、3枚のスギ幅はぎ板を繊維方向が直交するように接着して作られるパネルで、通常の幅はぎ材と比べ、強度や寸法安定性が向上している。また小径木を歩留まりよく利用できるため、間伐材を活用することができる。現在ではその生産システムも構築されており、スギの新たな活用方法として注目されている。今日までのスギ積層パネルの住宅に対する利用方法としては、在来軸組工法や落とし込み工法の耐力壁や、現し工法の床材としての利用などが挙げられているが、需要拡大の為に、新たな利用方法の考案が必要である。

そこで、スギ積層パネルの強度や寸法安定性などのメリットを生かした新たな施工性・解体性を高めた工法を提案することで、個人用の作業部屋や仮設事務所・店舗、災害用応急仮設住宅など多方面への応用が可能となり、更なる利用方法の拡大が期待できる。

本研究では、スギ積層パネルを水平方向に積上げていくことで壁を構成し、高強度・短期施工性・高解体性のある簡易組立て工法の開発を行った。また考案した工法



Fig.1 積層パネル

を用いたモデルハウスを設計・施工し、実際の施工性についての検証を行った。

2. 工法の考案及びモデルハウスの設計

2.1 工法のコンセプト

柱などの鉛直方向に直立する部材は用いず、積層パネルのみで構造体を形成し室内側の壁面に凹凸のないシンプルな住環境を提供し、施工時に特殊な道具や特別な技術がなくても素人でも簡単に施工できるように、パネルを積み上げていくだけで施工できるようにすることをコンセプトとした。

パネルの基本寸法は、長尺部材でも一人で持ち運びが可能な大きさと重量にするため、高さ 300mm、厚さ45mmとした。パネルの長さは建物の規模に合わせて設定することとし、最長でも2790mm（梁間方向部材）とした。この積層パネル一枚の重量はおよそ15kgであった。

2.2 工法Aの概要

工法Aは、丸太組み工法や校倉造をパネルに応用したもので、張り出し部が 100mmの相欠き加工を施し、それらを組み合わせて壁体を構成する工法である。(Fig. 2) パネル間には、層間すべりを防止するため直径 12mmのブナ製ダボを 300mm間隔で挿入した。最下段のパネルは、基礎からのM12のアンカーボルトと固定することとした。さらにパネルの上下方向の引き抜けに抵抗する通しボルトの代わりとして、屋外側から引き抜け防止板をトラスビスで固定することとした。

2.3 工法Bの概要

工法Bは、蟻継ぎと呼ばれる継手接合をパネルに応用したもので、2種類の異なる切欠きを組み合わせてパネルを接合し、壁体を構成する工法である。(Fig. 3) 上下のパネルは基礎からのM12のアンカーボルトに通しボルト（M12、長さ900mm）を接続し、高ナットを用い必要な階高まで延長することとした。より強固な接合とするために、家具などに用いられている丸ナット（直径16mm、幅 30mm）を用いてパネル同士を接合することとした。丸ナットは、予め部材内に埋め込んでおき、M8ボルトを用いて丸ナットを引き寄せ、パネルを接合するものである。さらにボルトの座金とパネルの木口面の保護をかねて、ステンレス製アングル（50×50×3mm）を取り付け、ボルトを締め付け固定することとした。

2.4 モデルハウスの設計

工法A、工法Bを組み合わせ、小規模平屋住宅を想定したモデルハウスの設計を行った。その平面図をFig. 4に、

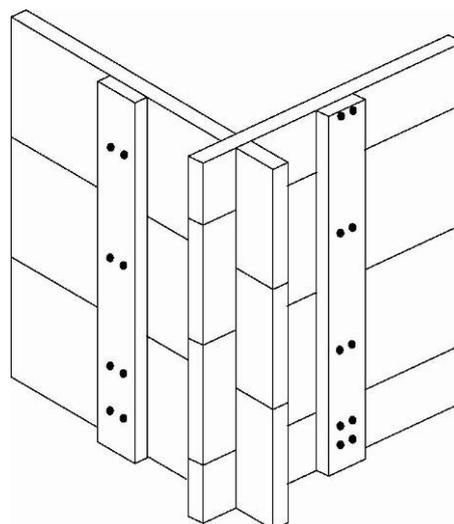


Fig. 2 工法Aの概要

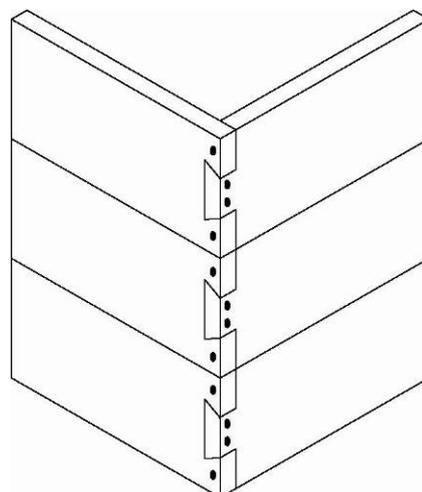


Fig. 3 工法Bの概要

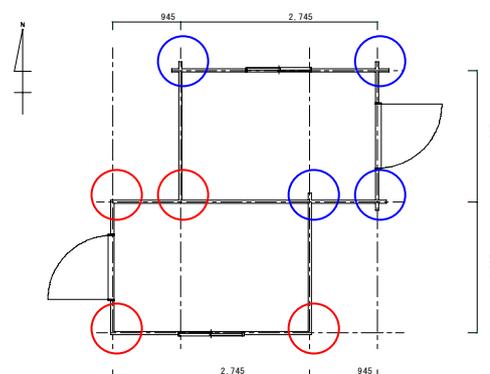


Fig. 4 モデルハウスの平面図

○ 工法A ○ 工法B

立面図をFig. 5, Fig. 6に示す。平面計画においては、2つの工法の施工性を同時に検証するため、北側半分を工法Aで、南側半分を工法Bで計画した。また今後様々な平面計画に対応できるように、両工法とも入り隅・出隅のある平面計画とした。なおモデルハウスの延べ床面積は、建築基準法第6条に明記されている建築基準関係規定に適合する確認の申請書の提出が必要ない延床面積10m²以下とした。

3. 試験方法

試験に用いた積層パネルは、直径22~24cm、長さ4mのスギの丸太を製材し、乾燥後幅はぎ接着し鉋がけした3枚の幅はぎ材を、繊維の方向が直行するように積層した。

3.1 簡易ハウスの市場調査

大分市内のホームセンターにて、木製小型ログハウスの売れ行きなど聞き取り調査を行った。

3.2 相欠き部の引張り試験

工法Aの張り出し長さの影響を検討するため、相欠き部の引張り試験を行った。(Fig. 7) 張り出し長さを板厚さの0.5倍、1倍、1.5倍、2倍、100mmとし引張り試験を行った。

3.3 丸ナットの引き抜き試験

工法Bの丸ナットの太さ、丸ナットから材端までの距離の影響を検討するため、丸ナットの引き抜き試験を行った。(Fig. 8) 丸ナットの太さは、直径10mmと16mmとし、材端から丸ナットまでの距離は、丸ナットの直径の0.5倍、1.0倍、2倍、3倍、4倍とした。

3.4 モデルハウスの施工

モデルハウス用部材の加工は日田産業工芸試験所で行った。加工には、スライドソー、ボール盤、ダボ穴ボーリングマシン、ルーターなどを用いた。

モデルハウスは、日田市上津江町に施工した。はじめにトランジットなどを用いて測量を行い、設置場所を決め、根堀、水糸はりを行い、割栗石を撒き捨てコンをうち養生した後、コンクリートブロックを2段積み上げ基礎とした。その後、床を施工し、施工した床に積層パネルを積み上げ壁・屋根を施工した。

4. 結果及び考察

4.1 簡易ハウスの市場調査

聞き取り調査は、大分市内の2つのホームセンターで行った。

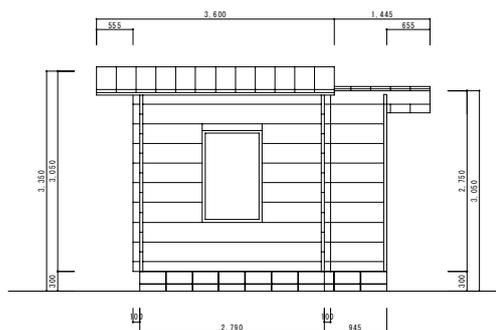


Fig. 5 東側立面図

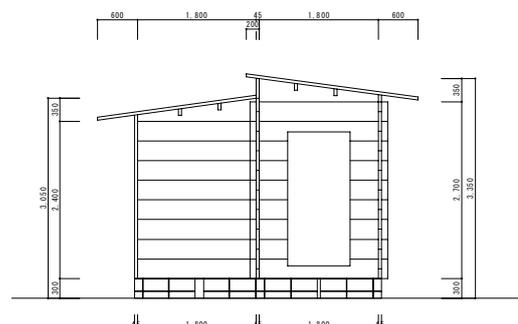


Fig. 6 南側立面図



Fig. 7 相欠き部の引張り試験の様子

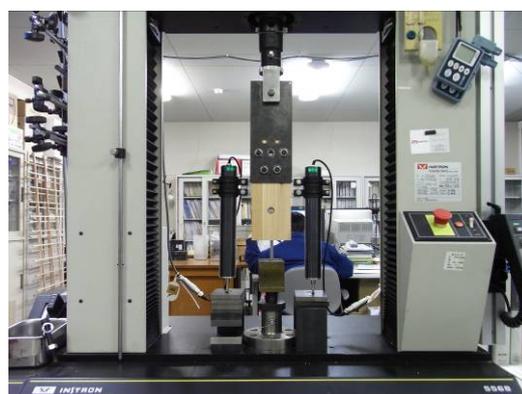


Fig. 8 丸ナット引き抜き試験の様子

ホームセンターAでは、アメリカ製の18mmの板を校倉に組むタイプの販売を行っている。現物を展示しないと売れない。広告に載せるなど販促をした月には5棟ほど売れる。よく売れるのは1.5坪タイプで売り出し期間中の価格が20万円台のものが多い。

ホームセンターBでは、36mmの板を校倉に組むタイプの販売を行っている。年に数台程度売れる。福岡県のメーカーから仕入れている。よく売れるのは1.5坪タイプで20万円台のものが多い。

4.2 相欠き部の引張り試験

Fig. 9に相欠き部の引張り試験の変位と荷重の関係を示す。破壊形態について、張り出し長さが材厚さの0.5倍、1.0倍、1.5倍、2.0倍については、鉛直部材の相欠き部がせん断破壊した。張り出し長さ100mmについては、水平部材が曲げの力で破壊した。また張り出し長さが材厚さの0.5倍、1.0倍、1.5倍については、脆性的に破壊していることがわかった。このことから、張り出し長さは材厚さの2.0倍以上が適当と考えられる。

4.3 丸ナットの引き抜き試験

Fig. 10に丸ナット引き抜き試験の結果を示す。いずれの端距離条件においても直径16mmの丸ナットのほうが直径10mmの丸ナットよりも高い荷重を示した。これは、丸ナットの直径が大きいほうが荷重を受ける面積が大きくなること、丸ナットから材端までの距離が大きくなることが原因と考えられる。破壊形態について、直径16mm、10mmの丸ナットとも、材端までの距離が直径の0.5倍、1.0倍の場合は脆性的に破壊していることがわかった。このことから、丸ナットから材端までの距離は2.0倍以上が適当と考えられる。

4.4 モデルハウスの施工

モデルハウス用の材の部材は36種類、129点あり、加工にはおよそ30日を要した。工法A、工法Bという2つの工法を用いたため部材が36種類と多かった。また工法Aに用いた相欠きを作るための適当な刃物が無く加工に手間がかかった。工法Bについては蟻継ぎを加工するためにジグを作る必要があった。いずれの工法の加工とも、プレカットによる加工が可能と思われるので加工に要する時間は大幅に短縮可能と思われる。

基礎工事について、コンクリートの養生期間を含めおよそ4日を要した。整地されていない現場に基礎を施工したためであるが、重機による地面の掘削、トランジットを使った測量などきわめて高度な専門性が必要であった。整地された施工現場ではH鋼などを用いた簡易基礎

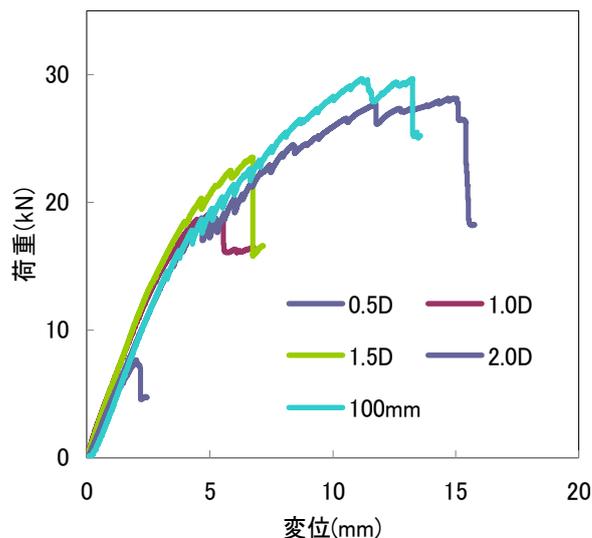


Fig. 9 相欠き部の引張り試験の変位と荷重の関係

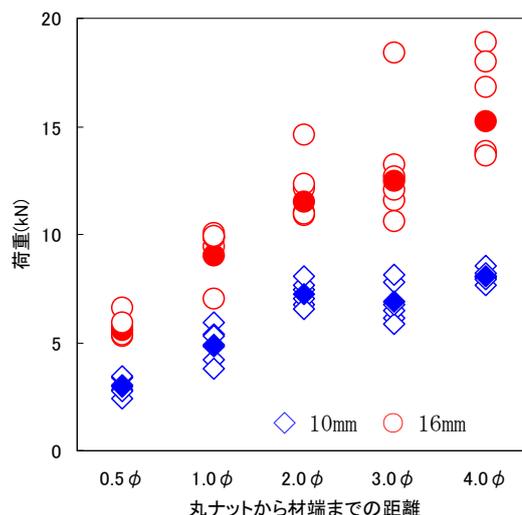


Fig. 10 丸ナット引き抜き試験の結果



Fig. 11 基礎

を使用することも有効ではないかと考えられる。

建方工事には、およそ2日要した。工法A・工法B共に高い施工性を示すことができた。しかし部材の加工精度によっては、組み上げが難しい箇所もあった。工法Aにおいては、湿度の影響などによる材の伸縮や反りなどの影響で相欠きがきつく、掛け矢を使わないと施工できない場所もあった。

また、工法Bにおいては、丸ナット穴に十分な余裕が無く、丸ナットの方向がずれて設置されているものがあり、ボルトが挿入できない、ステンレスアングルと積層パネルの穴がずれていてボルトが挿入できない、という問題も生じた。これらの問題点は、今後部材の形状及び加工方法と共に改善する必要がある。

4. まとめ

スギ積層パネルの強度や寸法安定性などのメリットを生かした高強度・短期施工性・高解体性のある簡易組立て工法の考案を行った。また考案した工法の接合部の強度試験、考案した工法を用いたモデルハウスを設計・施工を行い、以下のことが分かった。

(1) 工法A接合部の相欠き部の引張り強度について、張り出し長さが材厚さの2.0倍以下では鉛直部材の相欠き部がせん断破壊し、張り出し長さが材厚さの1.5倍以下では、脆性的に破壊する。このことから、張り出し長さは材厚さの2.0倍以上が適当と考えられる。

(2) 工法B接合部の丸ナット引き抜き強度について、直径16mmと10mmの丸ナットについて、丸ナットから端距離までの条件が同じとき直径16mmの丸ナットのほうが高い荷重を示した。材端までの距離が直径の1.0倍以下では脆性的に破壊するため、丸ナットから材端までの距離は2.0倍以上が適当と考えられる。

(3) 工法Aは、相欠き部の加工精度により、施工性に差がでた。モデルハウス施工の際には掛矢を用いたが、高所作業や足場の不安定な現場では、危険をともなう恐れもある。パネル接合部の強度と施工性のバランスを取りながら、相欠き部の加工について検証を行う必要がある。

(4) 工法Bは工法Aに比べ比較的容易に施工できるが、部材の加工精度ならびにステンレス製アングルの加工精度により、施工しにくい箇所があった。丸ナット穴を大きくし、丸ナットと部材の間に遊びを持たせるなどの改良が必要である。またステンレス製ア



Fig. 12 施工の様子



Fig. 13 完成したモデルハウス

ングルの代わりに、丸座金など個別で施工できる金物に変更することが有効であると考える。

(5) 施工期間をより短縮するには、基礎の簡略化が必要である。モデルハウスの施工では、基礎工事に4日、建方工事に2日の施工時間を要した。また基礎工事にはコンクリートの養生期間なども含まれるので、全作業時間の中で基礎工事の占める割合が高いことが分かった。整地された敷地で施工する場合は、H鋼などを用いた簡易基礎を使用することも、更なる簡易化のためには有効ではないかと考える。