

スギ板材を活用した構造用面材の開発

福留重人*, 日高富男*, 中原 亨*

Development of Structural Surface Material Using Sugi Plate

Shigeto FUKUDOME, Tomio HIDAKA and Toru NAKAHARA

スギ板材の側面に加工した実を圧縮して、隣接する側面の傾斜溝に差し込み、実圧縮部の復元により緊結する接合方法を考案し、各種強度試験を実施して最適な加工条件を明らかにした。また、この接合方法により木造建築物に用いる構造用パネルを開発し、水平構面の構造用面材としての性能を検証した。その結果、開発したパネルの剛性、耐力ならびに減衰性を把握し、構造用面材としての有効性を確認することができた。

Keyword: スギパネル、水平構面、圧縮実加工、面内せん断試験

1. 緒 言

県内に植林されたスギは高樹齢化に伴い大径材の蓄積量が増加しており、大径材の製材歩留まりを向上させるために板材の新たな用途開発が求められている。一方、木造建築物の耐震性を向上させるために水平構面の剛性を確保することが重要になっている。このような背景から、県内の木造建築関連業界では、スギ板材を構造用面材として用いることで火打ち材を省略する試みが行われている¹⁾。そこで、木造建築物の水平構面に用いる構造用面材にスギ板材を活用することを目的として、新たにスギ板材の側面に加工した実を圧縮して、隣接する側面の傾斜溝に差し込み、実圧縮部の復元により緊結する接合方法を考案して板材の緊結力をより高めた水平構面用のパネルを開発した。今後、このパネルを普及させるためには、建築物に用いた場合の構造信頼性を高めることが重要となるため、水平構面試験体を作製し、構造性能の検証を行った。

2. 試験方法

2. 1 板材の接合方法

板材の接合は図1に示すように板材の片側に加工した実(さね)を圧縮して、隣接した板材の片側に加工した溝に、圧縮加工した実を差し込み、実の圧縮した部分が復元することで緊結力を高める接合形式とした(以下「圧縮実接合」という)。実の圧縮加工にはボールベアリングによる10段階の連続式治具を用いた。加工条件と接合強度の関係を把握するために、実の圧縮率を31%、36%、40%の3条件、溝の傾斜角度を3度、6度、9度の3条件で接合強度試験体を作製し、曲げ試験、引張試験ならびにせん断試験を行った。ここで圧縮率は圧縮前の実厚さに対する圧縮量の比率とした。各条件は、圧縮実の加工性及び復元性を予備試験

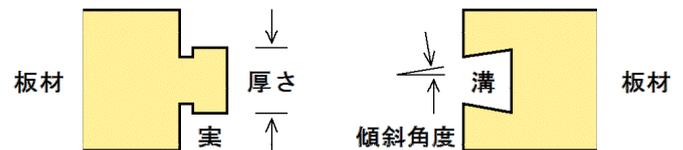


図1 実及び溝の加工条件

によって確認した上で設定した。

2. 2 パネルの面内せん断性能評価

圧縮実接合によるスギパネルを梁に釘(N65)で取り付けた試験体(以下「接合あり」という)の面内せん断試験を実施し、構造用面材としての性能を検証した。比較用として、圧縮実接合を行わないスギ板のみを取り付けた試験体(以下「接合なし」という)についても同様の試験を実施した。試験は図2に示すように、梁下端部を固定治具にボルトで取り付け、油圧ジャッキ及び加力治具により梁上端部に水平方向の繰り返し荷重を加えた。また、梁上下端部の水平変位及び梁下端部の鉛直変位を測定して真の変形角を算出した。加力スケジュールは、見かけの変形角で0→±1/450rad→±1/300rad→±1/200rad→±1/100rad→±1/50rad→±1/30rad→±1/15rad→±1/10radとし、繰り返し数は同一変形角で3回とした。

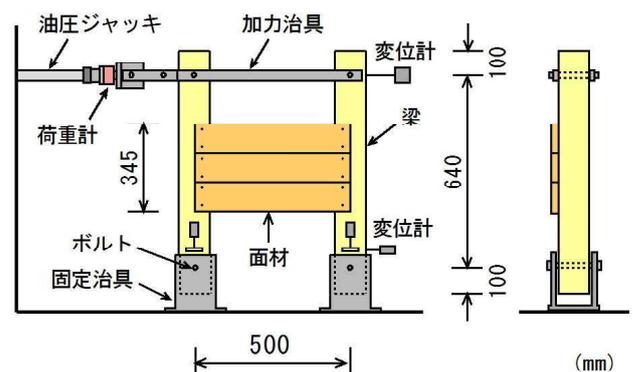


図2 面内せん断試験方法

*地域資源部

2.3 パネルの鉛直荷重試験方法

圧縮実接合によるスギパネルの曲げ強度性能を把握するために、幅345mm、長さ500mmのスギパネルの局部荷重曲げ試験²⁾を実施した。比較用として、圧縮実接合を行わないスギ板のみの試験体についても同様の試験を実施した。また、床パネルとして使用した場合の鉛直荷重に対する剛性を把握するために、幅450mm、長さ900mmのスギパネルを梁に釘(N65)で取り付けられた試験体の局部集中荷重試験³⁾を実施した。

3. 試験結果

3.1 板材接合部の強度性能

板材接合部の強度試験における実圧縮率及び溝傾斜角度と最大荷重の関係を図3から図5に示す。曲げ最大荷重は、実圧縮率及び溝傾斜角度による差が少なかった。引張最大荷重は、実圧縮率40%で溝傾斜角度3度の場合が高い値を示した。せん断最大荷重は、実圧縮率40%が高い値を示した。これらの結果から、圧縮実接合の加工条件は、実圧縮率を40%、溝傾斜角度を3度とした。

3.2 パネルの面内せん断性能

面内せん断試験における荷重と変形角の関係は、図6に

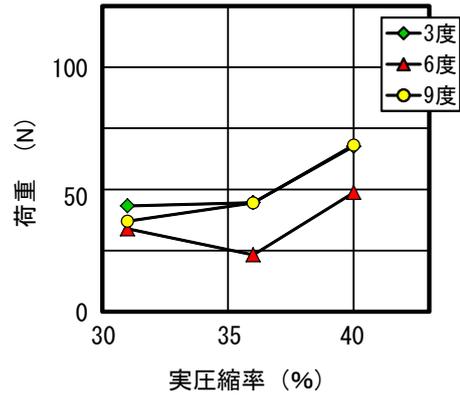


図5 接合条件とせん断最大荷重の関係

示すように終局時まで荷重が漸増する安定した変形挙動を示した。表1に試験結果及び完全弾塑性モデルによる評価結果を示す。圧縮実接合により耐力は約15%、初期剛性は約80%それぞれ向上した。次に、表2に一定荷重時の変形角を示す。圧縮実接合により初期段階の変形角が1/4以下に低減しており、剛性の向上が見られた。これらの結果から圧縮実接合は初期剛性の向上に有効であることが示唆された。

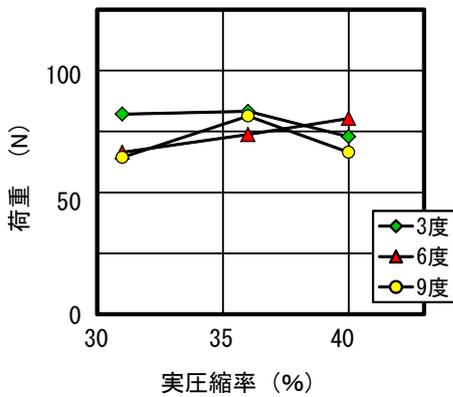


図3 接合条件と曲げ最大荷重の関係

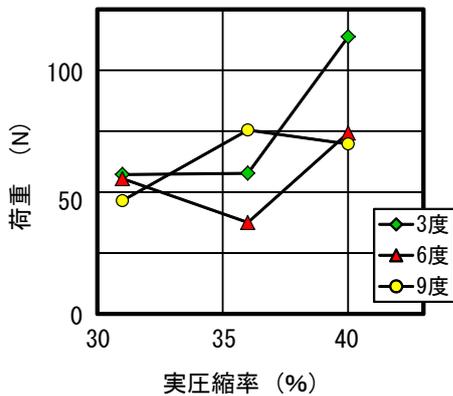
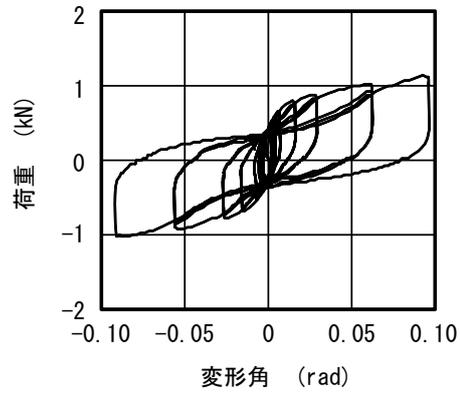
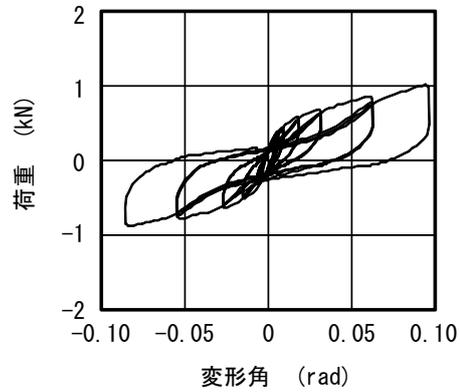


図4 接合条件と引張最大荷重の関係



(1) 接合あり



(2) 接合なし

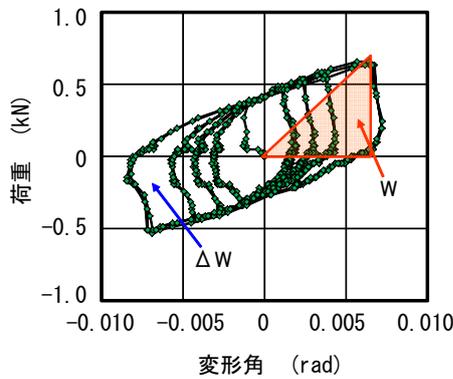
図6 荷重と変形角の関係

表1 面内せん断試験結果

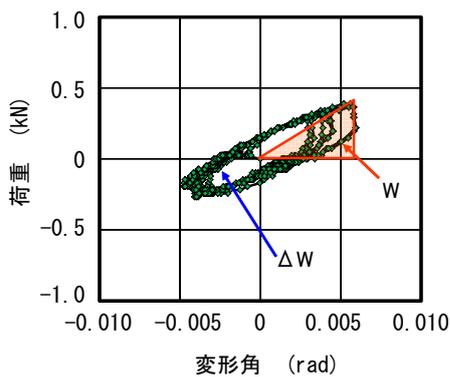
試験体	降伏荷重 (kN)	最大荷重 (kN)	初期剛性 (kN/rad)
接合あり	0.664	1.135	74.9
接合なし	0.561	0.989	41.1

表2 一定荷重時の変形角 (単位: rad)

試験体	600N	700N	800N
接合あり	0.0039	0.0079	0.0144
接合なし	0.0210	0.0385	0.0573



(1) 接合あり



(2) 接合なし

図7 履歴ループ及び減衰定数の算出方法

図7に荷重-変形角関係の履歴ループを、表3に(1)式により算出した減衰定数³⁾をそれぞれ示す。圧縮実接合により各値は増加しており、減衰性の向上が見られた。この要因としては、圧縮実接合により生じた摩擦力により変形が抑制されたこと等が考えられる。

$$h = \Delta W / 4\pi W \dots (1)$$

h: 減衰定数

W: ひずみエネルギー (N・rad)

ΔW: 履歴ループ1サイクルの囲む面積 (N・rad)

表3 減衰定数算出結果

試験体	ひずみエネルギー (N・rad)	履歴ループ1サイクルの囲む面積 (N・rad)	減衰定数
接合あり	2.12	7.50	0.282
接合なし	1.01	1.81	0.143

3.3 パネルの鉛直荷重変形性能

局部荷重曲げ試験における荷重1kN時のたわみは、接合ありが0.65mm、接合なしが0.90mmであった。また、接合ありのスギパネルの局部集中荷重試験における積載荷重980N時のたわみは2.36mmで、評価基準²⁾で示されている3mmを下回っており、開発したスギパネルが床パネルとしての性能を有することを確認した。

4. 結 言

県産スギ板材を圧縮実接合によりパネル化した構造用面材の性能試験を実施し、水平構面としての構造性能について検証を行った。その結果、圧縮実接合によりパネル化することで剛性、耐力ならびに減衰性が向上することが明らかになり、構造用面材としての有効性が示唆された。

参 考 文 献

- 1) 福留重人: 鹿児島県工業技術センター研究成果発表会 予稿集, 32-33 (2012)
- 2) 日本工業規格 A 1414 (2010)
- 3) (一財)ベターリビング: "優良住宅部品評価基準 (内装床ユニット)" (2013)
- 4) (一社)日本建築学会: "木質構造基礎理論" (2010) p. 271