

落とし込み板壁の性能向上技術の開発

福留重人*, 中原 亨*, 南 晃**

Development of Performance Improvement Technology of Wooden Siding Walls

Shigeto FUKUDOME, Toru NAKAHARA and Akira MINAMI

木造建築物の耐力壁に用いられる落とし込み板壁の構造性能を向上させることを目的として、柱における溝の奥部を楕円形状にして板の突起部に密着させる接合と、板の上下側面を表裏で交互に傾斜させる形状を考案し、部材の構成方法及び寸法形状の検討を行った。また、板-柱接合部及び壁の強度試験を実施して構造性能の検証を行った。その結果、板-柱密着接合及び板側面傾斜の加工条件が施工性及び構造性能に及ぼす影響を把握するとともに、開発した板壁工法が水平荷重に対する耐力の確保や初期剛性の向上に有効であることを確認した。

Keyword : 木造建築物, 耐力壁, 落とし込み板壁, 水平荷重試験, スギ材

1. 緒 言

落とし込み板壁工法とは、板状の木材を複数枚、溝の設けられた柱間に落とし込みながら壁面を構成する工法で、断熱性能、調湿性能、変形追従性能等を有していることから、住宅、社寺建築、穀物倉庫などの耐力壁として用いられている^{1)~6)}。この板壁は構造材が仕上材を兼ねており、建設の工期短縮に有効であることから災害時の応急仮設住宅に採用された事例^{7)~9)}や、解体や移築が可能であることから復興住宅として再利用された事例¹⁰⁾が報告されている。また、製材を建築物の構造用面材として使用することは、建築におけるCO₂排出量抑制、炭素貯蔵量増加、シックハウス症候群対策等に効果があり^{11)~13)}、蓄積量が増加しているスギ材の有効活用手法として期待されている。

一方、この工法は板と柱との隙間による影響で初期剛性が低くなる事例もあるため^{14) 15)}、壁倍率が低く設定されている¹⁶⁾。そのため、壁倍率を高める対策として金具による板と柱の緊結や、棧による板の補強等が行われているが^{17)~21)}、解体や移築時における木材と金物の分別手間や、金具の孔や溝の欠き取り部に応力が集中した場合に生じる部材の脆性破壊等の課題が考えられる。

これまで筆者らは、スギ製材のみで構成する構造用面材の性能を確保するために、板側面の実（さね）を圧縮して溝に差し込み後に復元させて緊結することで強度性能を向上させる手法^{22) 23)}等を試みてきた。本研究では、落とし込み板壁工法における板と柱の接合部の形状に関する検討を行い、水平荷重に対する耐力及び剛性の向上を試みた。また、開発した工法による接合試験体及び壁試験体の強度試験を実施して構造性能の検証を行った。

2. 試験方法

2.1 試験体作成に用いた材料

試験体の作成には鹿児島県内で入手したスギ丸太88本から製材した149本の角材（断面寸法：45mm×100mm程度）を用いた^{24) 25)}。角材の天然乾燥（120日程度）及び人工乾燥（乾球温度80℃、湿球温度72℃等）を行い、室内に1年以上放置した後に試験体の加工を行った。試験体作成に用いた材料の性質を表1、表2、表3及び図1に示す。

表1 試験体作成に用いたスギ丸太の寸法及び性質

| 項目 | 丸太直径 (cm) | | 動的縦弾性係数 (kN/mm ²) |
|------|-----------|------|-------------------------------|
| | 元口 | 末口 | |
| 平均値 | 34.6 | 27.9 | 7.52 |
| 標準偏差 | 11.9 | 9.6 | 1.56 |
| 最大値 | 54.0 | 42.5 | 13.15 |
| 最小値 | 16.0 | 11.7 | 4.78 |

表2 試験体作成に用いたスギ角材の性質(1)

| 項目 | 含水率 (%) | 密度 (g/cm ³) | 動的縦弾性係数 (kN/mm ²) |
|------|---------|-------------------------|-------------------------------|
| 平均値 | 12.5 | 0.401 | 7.21 |
| 標準偏差 | 0.7 | 0.042 | 1.73 |
| 最大値 | 13.8 | 0.550 | 11.32 |
| 最小値 | 11.5 | 0.327 | 4.16 |

表3 試験体作成に用いたスギ角材の性質(2)

| 項目 | 曲げヤング係数 (kN/mm ²) | 曲げ強さ (N/mm ²) | 平均年輪幅 (mm) |
|------|-------------------------------|---------------------------|------------|
| 平均値 | 6.69 | 47.9 | 4.8 |
| 標準偏差 | 1.64 | 10.4 | 2.1 |
| 最大値 | 11.31 | 74.2 | 12.5 |
| 最小値 | 3.64 | 25.5 | 2.0 |

* 地域資源部

** 研究主幹

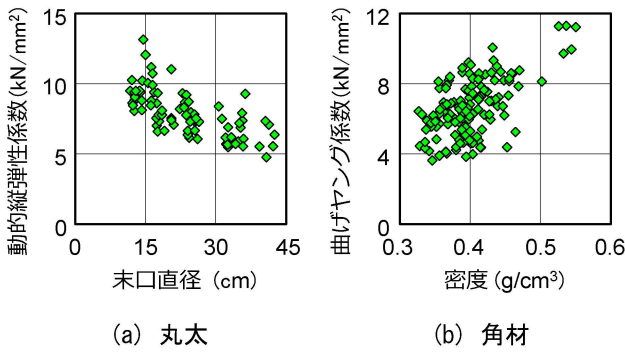


図1 試験体作成に用いたスギ材の性質

2.2 部材の断面寸法

住宅を想定して、建築物における板の厚さを45mm、板の幅を150mm、柱の辺長を105mmとそれぞれ設定し、試験体作成に用いた部材の断面寸法は1/3に縮小した寸法で、板の厚さを15mm、板の幅を50mm、柱の辺長を35mmとした。

2.3 板と柱の接合方法

板と柱の接合は、柱に加工した2列の丸溝に、板端部を加工した2列の突起部を落とし込む形式で、板と柱を密着させて接合することにより初期ガタの低減を図った。密着接合試験体に用いた部材の寸法形状を図2に示す。板は、両端部の中央に幅5mmの溝を加工して2列の突起部を有する形状とした。柱は、図3に示す寸法形状の刃物(面取カッター)を用いて2列の丸溝を加工し、奥部が楕円形状の曲線部分で板側が直線部分の形状とした。板を落とし込む際に、板突起部を柱丸溝曲線部分にめり込ますことで、水平荷重に対する初期剛性の向上を図った。

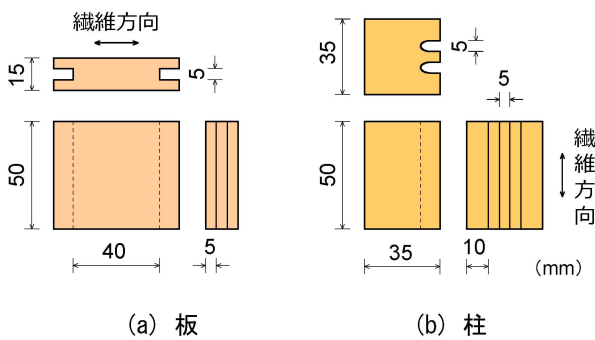


図2 密着接合試験体に用いた部材の寸法形状

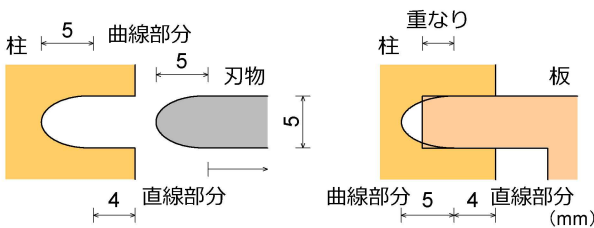


図3 密着接合の加工方法

2.4 密着接合試験体の落込試験方法

密着接合の施工性を確認するために、図3に示すような柱丸溝の曲線部分と板突起部の重なる割合(以下、嵌合率)を0%、20%、40%、60%の4条件として、落込試験を実施した。板の寸法形状を図4及び図5に示す。試験体数は各条件20体とし、密度及び曲げヤング係数で割り振りを行った。落込試験は、図6に示す方法で柱を拘束して、板を柱の丸溝間に25mm落とし込んだ状態から板の幅方向に鉛直荷重を加えた。板全体が柱に落とし込まれた状態(変位25mm)まで一方向に加力し、荷重及び変位を測定した。

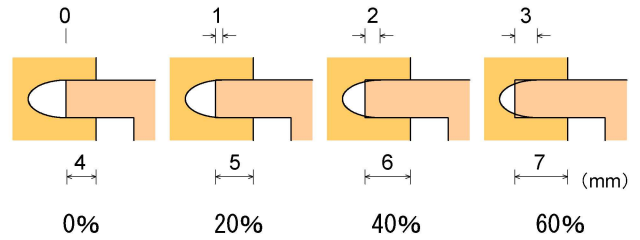


図4 密着接合試験体における嵌合率の定義

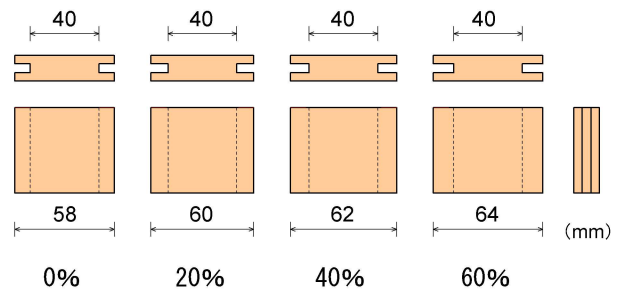


図5 各嵌合率における板の寸法形状

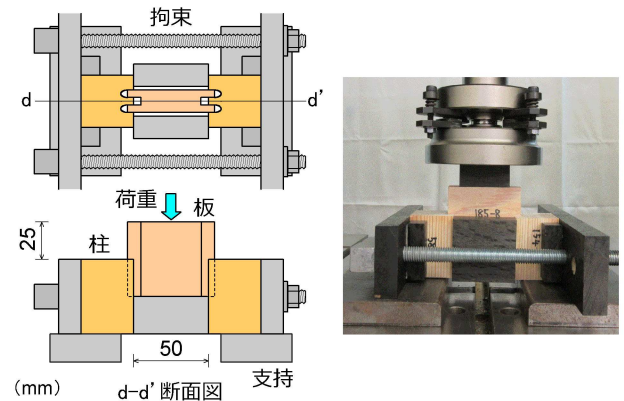


図6 密着接合試験体の落込試験方法

2.5 密着接合試験体の圧縮試験方法

落込試験終了後の、板を柱の丸溝間に落とし込んだ状態で、治具を用いて試験体が水平方向に移動しないように拘束し、図7に示す方法により板の長さ方向(繊維方向)に鉛直荷重を加えた。板端部が柱丸溝の最奥部に到達する位置(変位8mm程度)まで一方向に加力し、荷重及び変位を測定して密着接合による性能向上効果を確認した。

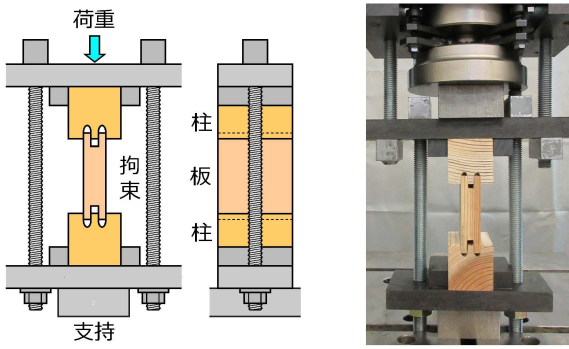


図7 密着接合試験体の圧縮試験方法

2.6 側面傾斜試験体のせん断試験方法

板の側面を傾斜させた形状に加工することで、板壁のせん断荷重に対する性能向上を図った。試験体は板を幅方向に3枚配置した構成で、中央の板と接する面に傾斜加工を施した形状とした。側面傾斜の効果確認を目的として、図8に示すような0rad, 0.01rad, 0.02rad, 0.03radの4条件を設定し、せん断試験を実施した。試験体数は各条件20体とし、密度及び曲げヤング係数で割り振りを行った。せん断試験は、図9に示す方法で試験体を拘束した状態で、両側に配した板の下側端部を治具で支持し、中央に配した板の上側端部から長さ方向（繊維方向）に鉛直荷重を加えた。耐力壁の面内せん断試験における終局変形角時を想定した板のすべり量（変位7mm程度）まで一方向に加力し、荷重及び変位を測定した。

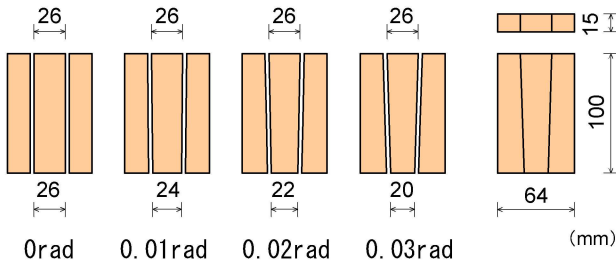


図8 側面傾斜試験体における傾斜角の定義

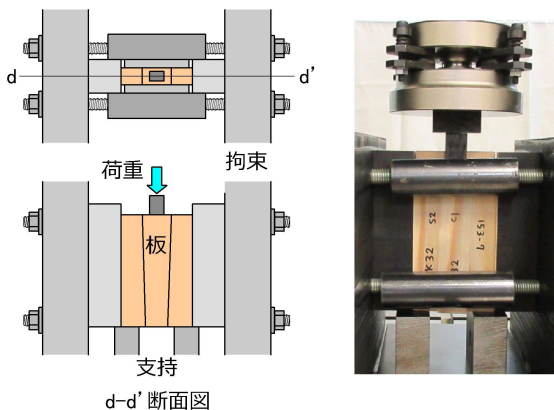
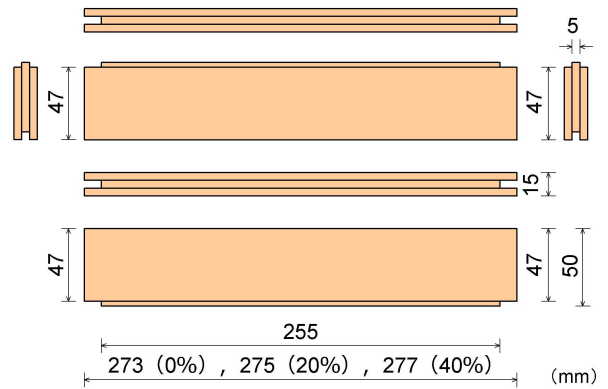


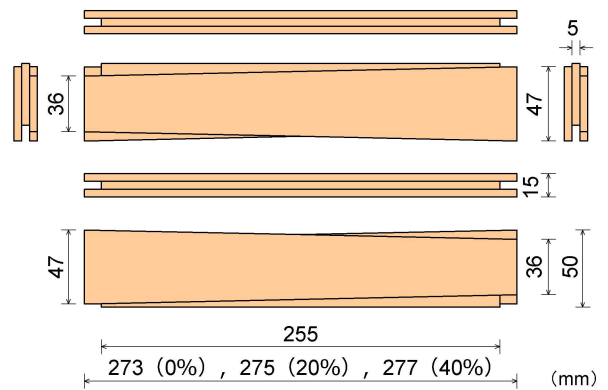
図9 側面傾斜試験体のせん断試験方法

2.7 壁試験体における板及び柱の構成方法

密着接合の嵌合率及び板側面の傾斜角が落とし込み板壁の強度性能に及ぼす影響を把握するために、壁試験体の水平荷重試験を行った。試験体に用いた板の寸法形状を図10に、壁試験体の寸法形状及び構成方法を図11に示す。板と柱の密着接合における嵌合率は各試験体に用いた板の長さによって設定して0%, 20%, 40%の3条件とし、板側面の傾斜角を0rad, 0.02radの2条件として、面取りカッターを用いて所定の寸法形状に加工した。



(a) 傾斜角 0rad



(b) 傾斜角 0.02rad

図10 壁試験体に用いた板の寸法形状

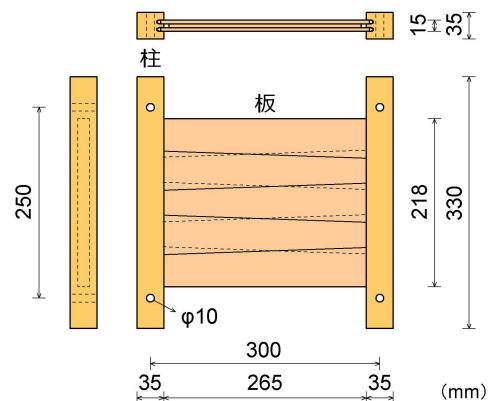


図11 壁試験体の寸法形状及び構成方法

2. 8 壁試験体の水平荷重試験方法

壁試験体の水平荷重試験は図12に示す方法により治具で試験体を支持し、油圧アクチュエータ及び治具を用いて柱頭部に水平方向の力を加え、柱上部及び柱下部の水平変位ならびに柱脚部の鉛直変位を測定した²⁶⁾。試験状況を図13に、変位の測定方法を図14に示す。柱上部の水平変位(変位計H1)が2mm, 4mm, 8mm, 12mmの正負変形時において各3回の繰り返し加力を行った後、荷重が最大荷重の80%以下に低下するか、または変位が20mmに達するまで一方向に加力した。加力スケジュールを図15に示す。試験体数は各条件6体とし、密度及び曲げヤング係数で割り振りをを行った。嵌合率40%の傾斜角0.02radについては材質との関係を把握するために10体を追加した。

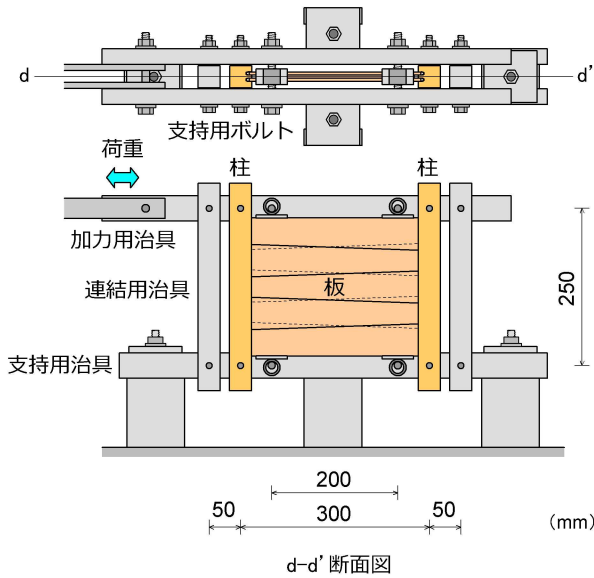


図12 壁試験体の水平荷重試験方法

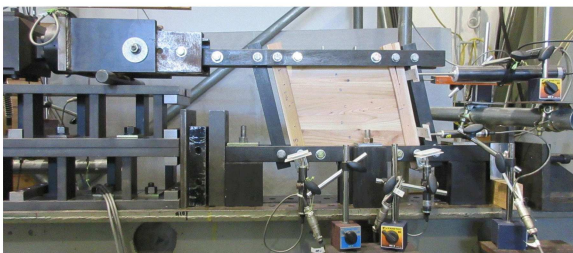


図13 壁試験体の水平荷重試験状況

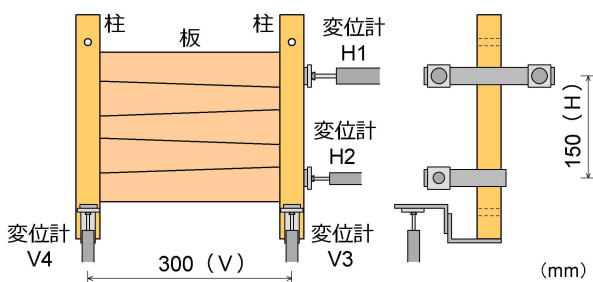


図14 変位の測定方法

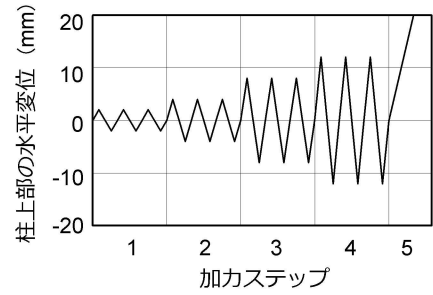


図15 水平荷重試験における加力スケジュール

3. 試験結果

3. 1 密着接合試験体の落込試験結果

落込試験における荷重と変位の関係を嵌合率ごとに図16に示す。嵌合率が0%及び20%の場合、荷重の増加が緩やかであるが、嵌合率60%では急激に荷重が増加する傾向が見られた。

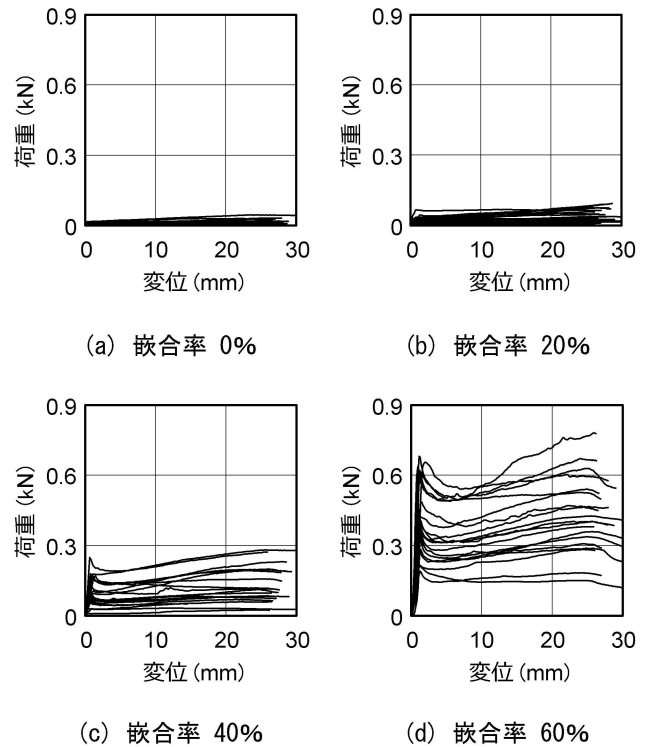


図16 落込試験における荷重と変位の関係

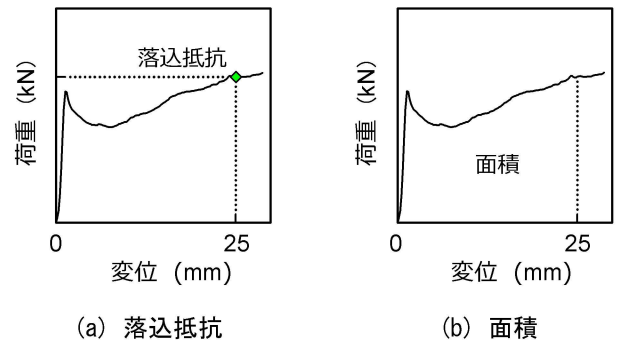


図17 落込試験における性能の定義

板の落とし込み時における作業性を検討するために、落込試験で得られた荷重変位曲線から、図17に示す方法で落込抵抗及び面積を定義した。図18に落込試験における嵌合率と性能の関係を示す。表4に密着接合試験体の落込試験結果を示す。落込抵抗及び面積は嵌合率60%で増加が顕著になっており、作業性の面から嵌合率は40%以下が適切と思われる。次に、嵌合率40%における板及び柱の材質（密度、曲げヤング係数、平均年輪幅）と落込抵抗及び面積の関係

を図19から図24に示す。各性能とも材質指標値との相関は認められなかった。この理由としては、接合部の局所的な部分の材質の影響が支配的であることが考えられる。

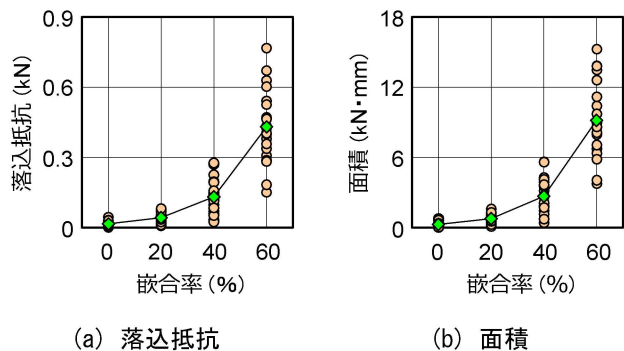


図18 落込試験における嵌合率と性能の関係 [—◇— 平均値]

表4 密着接合試験体の落込試験結果

| 嵌合率 (%) | 項目 | 落込抵抗 (kN) | 面積 (kN·mm) |
|---------|------|-----------|------------|
| 0 | 平均値 | 0.017 | 0.27 |
| | 標準偏差 | 0.012 | 0.21 |
| | 最大値 | 0.045 | 0.80 |
| | 最小値 | 0.002 | 0.02 |
| 20 | 平均値 | 0.043 | 0.76 |
| | 標準偏差 | 0.025 | 0.42 |
| | 最大値 | 0.082 | 1.60 |
| | 最小値 | 0.009 | 0.11 |
| 40 | 平均値 | 0.132 | 2.68 |
| | 標準偏差 | 0.075 | 1.53 |
| | 最大値 | 0.277 | 5.62 |
| | 最小値 | 0.026 | 0.44 |
| 60 | 平均値 | 0.432 | 9.17 |
| | 標準偏差 | 0.159 | 3.33 |
| | 最大値 | 0.768 | 15.26 |
| | 最小値 | 0.152 | 3.77 |

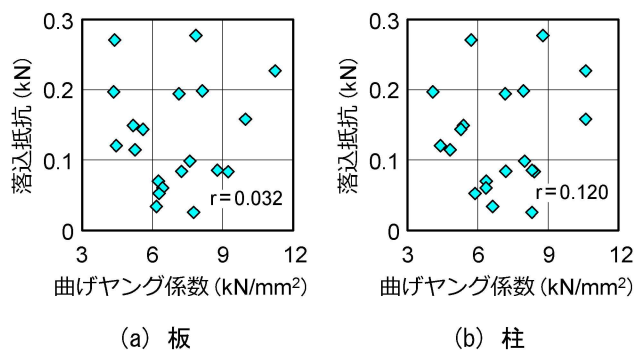


図20 落込試験における曲げヤング係数と落込抵抗の関係 [嵌合率 40%]

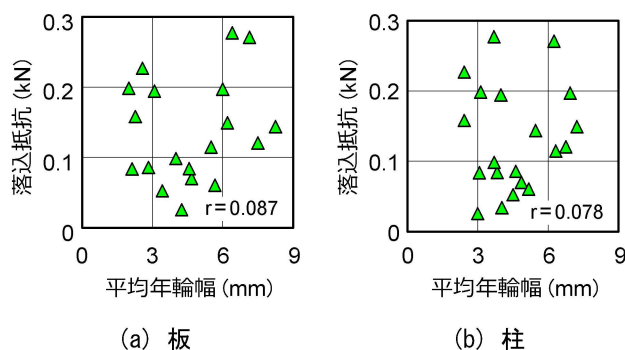


図21 落込試験における平均年輪幅と落込抵抗の関係 [嵌合率 40%]

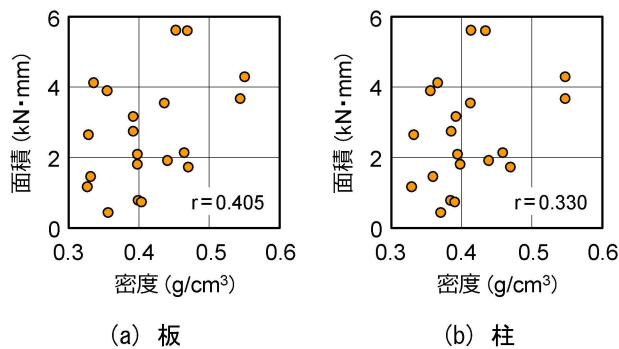


図22 落込試験における密度と面積の関係 [嵌合率 40%]

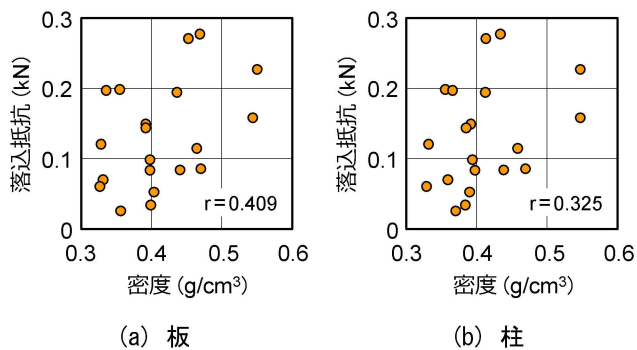


図19 落込試験における密度と落込抵抗の関係 [嵌合率 40%]

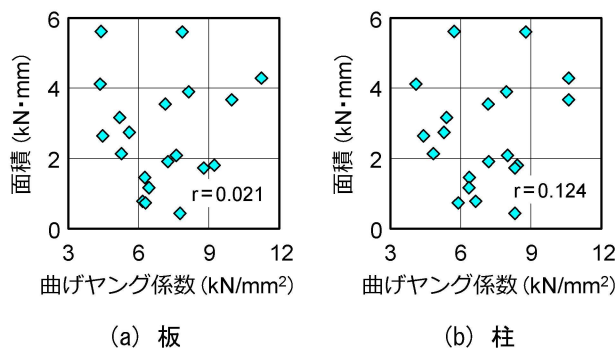


図23 落込試験における曲げヤング係数と面積の関係 [嵌合率 40%]

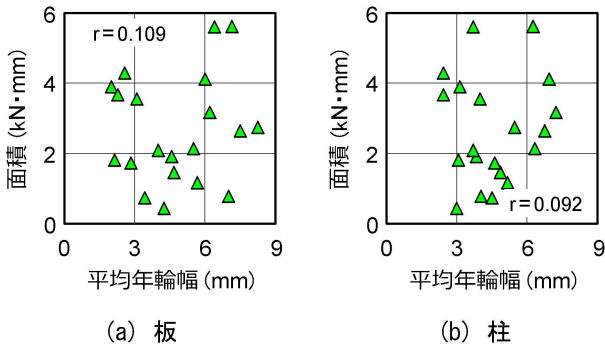


図24 落込試験における平均年輪幅と面積の関係 [嵌合率 40%]

3. 2 密着接合試験体の圧縮試験結果

圧縮試験における荷重と変位の関係を嵌合率ごとに図25に示す。嵌合率が0%及び20%の場合、荷重の増加は緩やかであるが、嵌合率が40%及び60%では初期段階から荷重が増加する傾向が見られた。

板と柱の接合部の強度性能を検討するために、圧縮試験で得られた荷重変位曲線から、図26に示す方法で圧縮耐力及び初期剛性を定義した。圧縮試験における嵌合率と性能の関係を図27に、密着接合試験体の圧縮試験結果を表5に示す。圧縮耐力は嵌合率の増加に伴い向上する傾向が見られた。また、初期剛性は嵌合率が0%及び20%の場合、低い数値を示したが、40%からは嵌合率の増加に伴い向上する傾向が見られた。これらのことから、圧縮力に対する接合性能を確保するためには嵌合率を40%以上に設定することが適切と思われる。

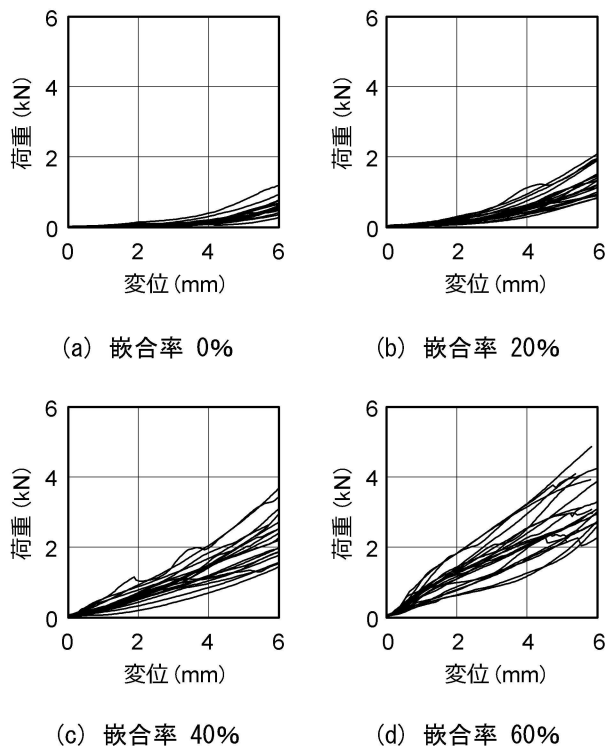


図25 圧縮試験における荷重と変位の関係

板及び柱の材質（密度、曲げヤング係数、平均年輪幅）と圧縮耐力及び初期剛性の関係を図28から図33に示す。密度は圧縮耐力及び初期剛性との相関が認められた。また、落込抵抗と圧縮試験で得られた性能の関係を図34に示す。落込抵抗は圧縮耐力及び初期剛性との相関が認められた。これらのことから、密度及び落込抵抗は圧縮性能を推定する指標として有効と思われる。

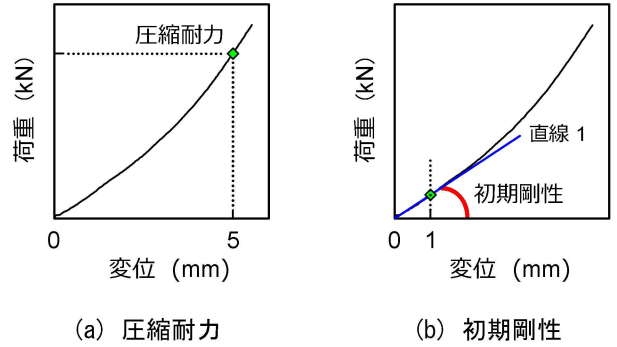


図26 圧縮試験における性能の定義

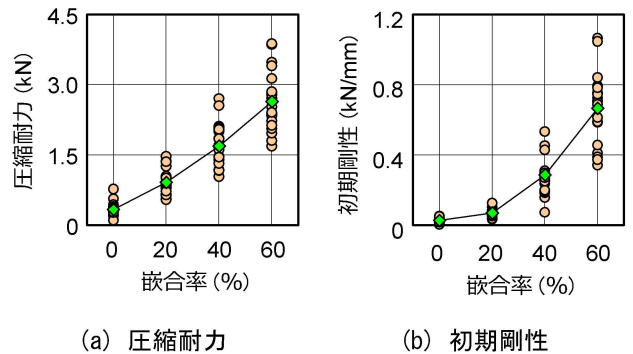


図27 圧縮試験における嵌合率と性能の関係 [—◇— 平均値]

表5 密着接合試験体の圧縮試験結果

| 嵌合率 (%) | 項目 | 圧縮耐力 (kN) | 初期剛性 (kN/mm) |
|---------|------|-----------|--------------|
| 0 | 平均値 | 0.337 | 0.028 |
| | 標準偏差 | 0.143 | 0.014 |
| | 最大値 | 0.774 | 0.053 |
| | 最小値 | 0.105 | 0.006 |
| 20 | 平均値 | 0.914 | 0.070 |
| | 標準偏差 | 0.273 | 0.021 |
| | 最大値 | 1.472 | 0.128 |
| | 最小値 | 0.547 | 0.036 |
| 40 | 平均値 | 1.690 | 0.286 |
| | 標準偏差 | 0.461 | 0.119 |
| | 最大値 | 2.706 | 0.535 |
| | 最小値 | 1.037 | 0.075 |
| 60 | 平均値 | 2.641 | 0.667 |
| | 標準偏差 | 0.640 | 0.202 |
| | 最大値 | 3.878 | 1.066 |
| | 最小値 | 1.691 | 0.344 |

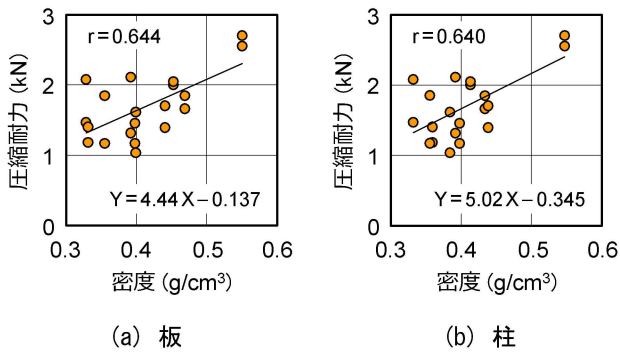


図28 圧縮試験における密度と圧縮抵抗の関係 [嵌合率 40%]

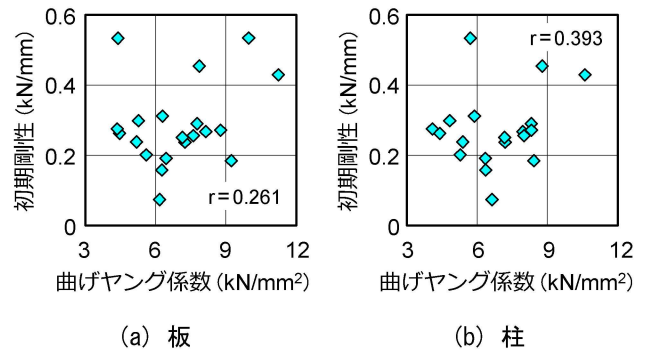


図32 圧縮試験における曲げヤング係数と初期剛性の関係 [嵌合率 40%]

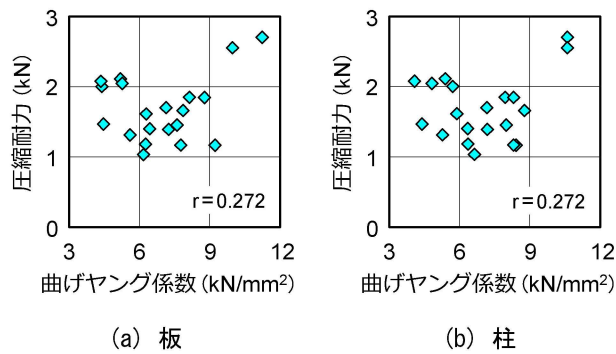


図29 圧縮試験における曲げヤング係数と圧縮耐力の関係 [嵌合率 40%]

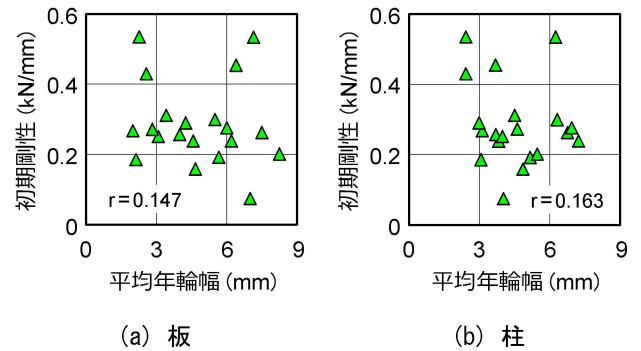


図33 圧縮試験における平均年輪幅と初期剛性の関係 [嵌合率 40%]

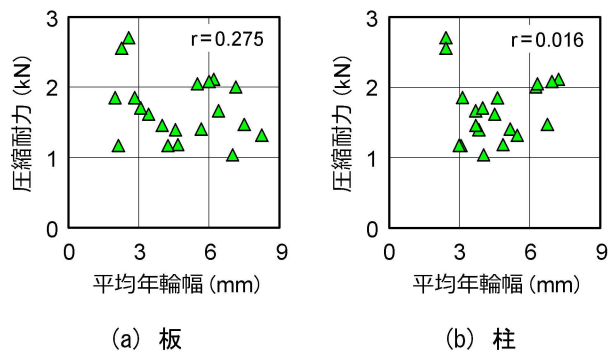


図30 圧縮試験における平均年輪幅と圧縮耐力の関係 [嵌合率 40%]

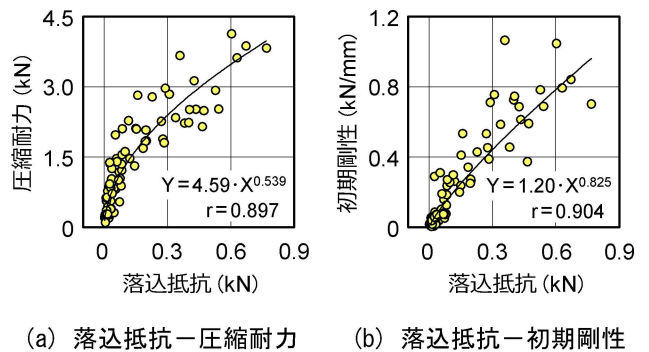


図34 落下抵抗と圧縮性能の関係

3. 3 側面傾斜試験体のせん断試験結果

せん断試験における荷重と変位の関係を傾斜角ごとに図35に示す。傾斜角が0radの場合、変位が増加しても荷重は上昇せずに一定の数値で推移する傾向が見られたが、傾斜角が0.01rad、0.02rad及び0.03radでは初期段階から荷重が増加する傾向が見られた。板の傾斜角の強度性能に及ぼす影響を検討するために、せん断試験で得られた荷重変位曲線から、図36に示す方法でせん断耐力及び二次剛性を定義した。せん断試験における傾斜角と性能の関係を図37に、側面傾斜試験体のせん断試験結果を表6に示す。せん断耐力及び二次剛性は傾斜角の増加に伴い向上する傾向が見られた。このことから板側面の傾斜加工は、せん断力に対する性能を確保するために有効と思われる。

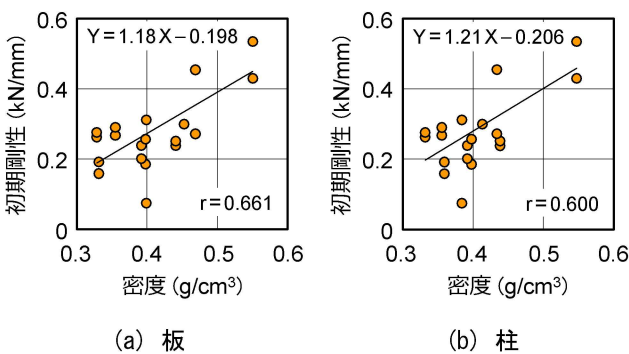


図31 圧縮試験における密度と初期剛性の関係 [嵌合率 40%]

板及び柱の材質（密度、曲げヤング係数）とせん断耐力及び二次剛性の関係を図38及び図39に示す。密度及び曲げヤング係数はせん断耐力及び二次剛性との相関が認められ、せん断性能を推定する指標として有効と思われる。

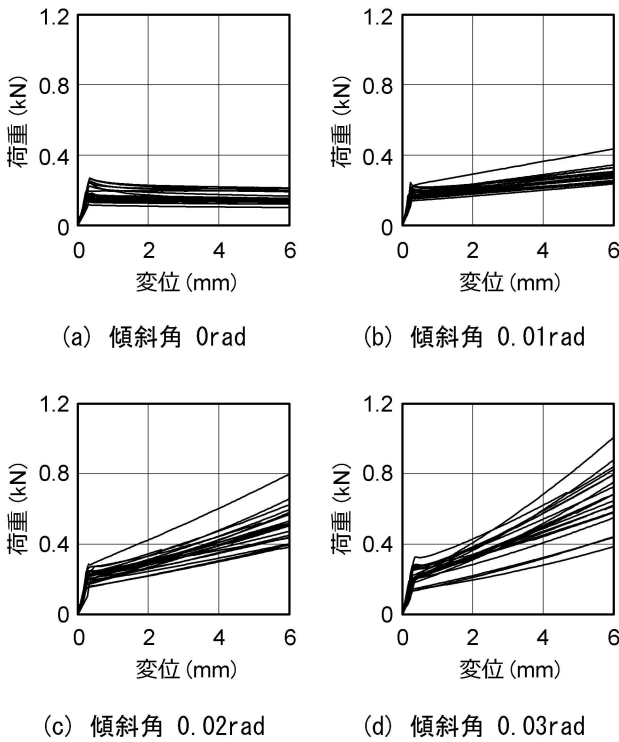


図35 せん断試験における荷重と変位の関係

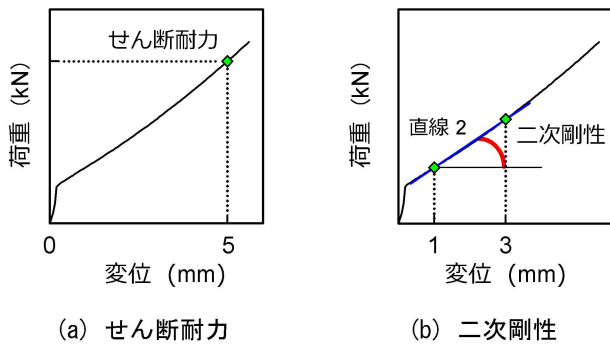


図36 せん断試験における性能の定義

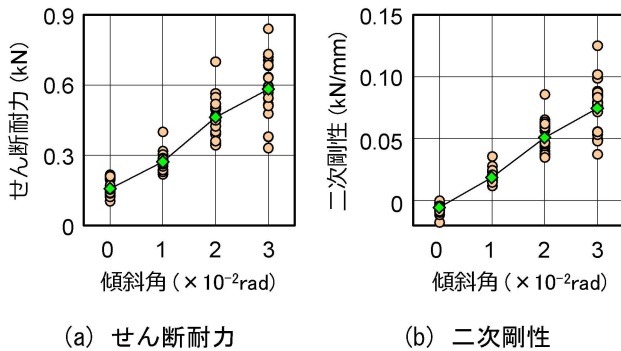


図37 せん断試験における傾斜角と性能の関係
[—◆— 平均値]

表6 側面傾斜試験体のせん断試験結果

| 傾斜角 (rad) | 項目 | せん断耐力 (kN) | 二次剛性 (kN/mm) |
|-----------|------|------------|--------------|
| 0 | 平均値 | 0.158 | -0.005 |
| | 標準偏差 | 0.032 | 0.004 |
| | 最大値 | 0.217 | 0.000 |
| | 最小値 | 0.104 | -0.017 |
| 0.01 | 平均値 | 0.273 | 0.019 |
| | 標準偏差 | 0.040 | 0.006 |
| | 最大値 | 0.400 | 0.036 |
| | 最小値 | 0.219 | 0.012 |
| 0.02 | 平均値 | 0.463 | 0.051 |
| | 標準偏差 | 0.084 | 0.013 |
| | 最大値 | 0.700 | 0.086 |
| | 最小値 | 0.343 | 0.035 |
| 0.03 | 平均値 | 0.583 | 0.075 |
| | 標準偏差 | 0.129 | 0.022 |
| | 最大値 | 0.841 | 0.125 |
| | 最小値 | 0.331 | 0.037 |

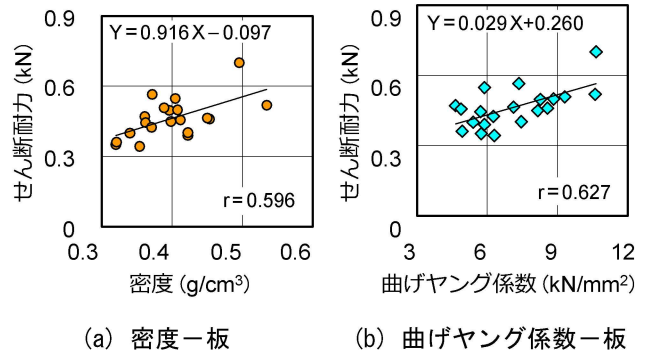


図38 せん断試験における材質とせん断耐力の関係
[傾斜角 0.02rad]

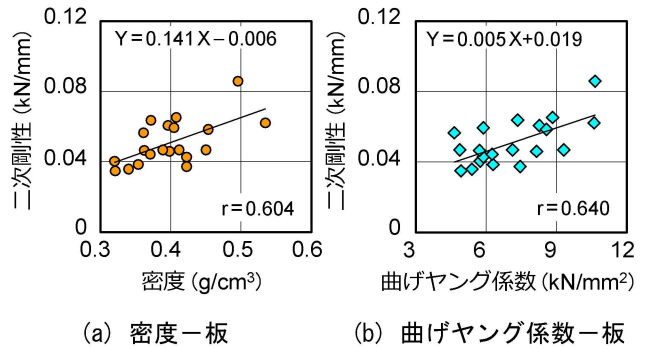


図39 せん断試験における材質と二次剛性の関係
[傾斜角 0.02rad]

3. 4 壁試験体の水平荷重試験結果

水平荷重試験における荷重と変形角の関係を、板側面の傾斜角が0radの試験体について図40に、0.02radの試験体について図41に示す。ここで、変形角は試験で得られた各変位から、(1)式、(2)式及び(3)式を用いて算出した真のせん断変形角²⁶⁾である。

$$\gamma = (\delta_1 - \delta_2) / H \quad (1)$$

$$\theta = (\delta_3 - \delta_4) / V \quad (2)$$

$$\gamma_0 = \gamma - \theta \quad (3)$$

ここに、

γ : 見かけのせん断変形角 (rad)

θ : 柱脚部の回転角 (rad)

γ_0 : 真のせん断変形角 (rad)

δ_1 : 柱上部の水平変位 (mm) (変位計H1)

δ_2 : 柱下部の水平変位 (mm) (変位計H2)

H : 変位計H1とH2の間の標点距離 (mm)

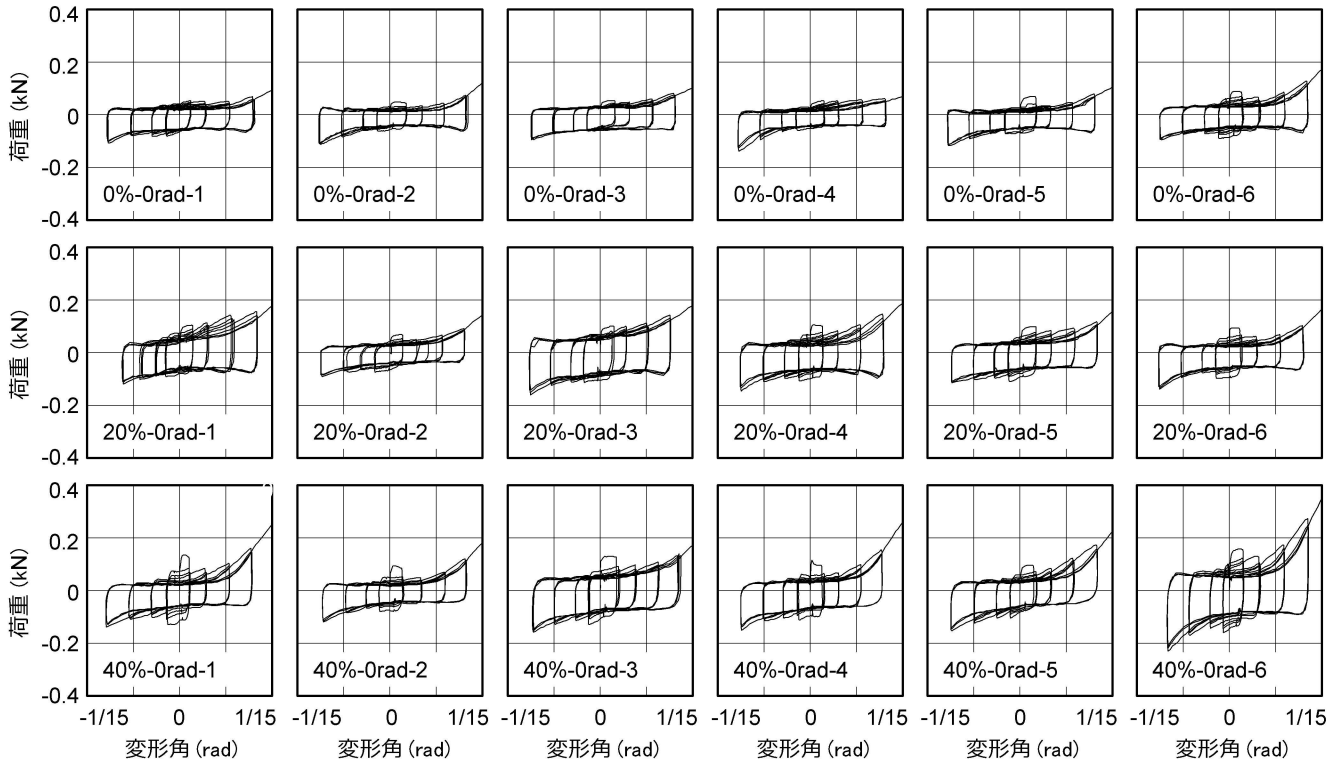


図40 水平荷重試験における荷重と変形角の関係 [傾斜角 0rad]

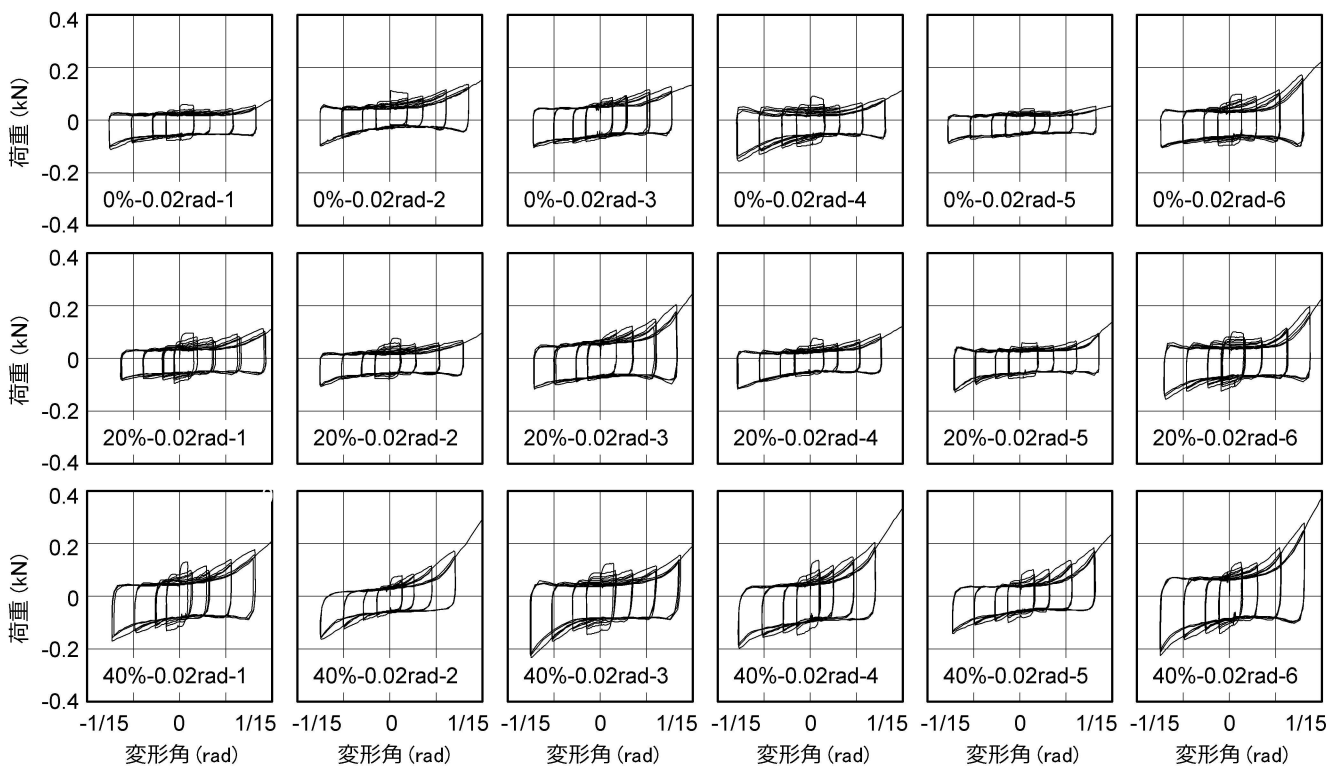


図41 水平荷重試験における荷重と変形角の関係 [傾斜角 0.02rad]

δ_3 : 柱脚部の鉛直変位 (mm) (変位計V3)

δ_4 : 柱脚部の鉛直変位 (mm) (変位計V4)

V : 変位計V3とV4の間の標点距離 (mm)

すべての試験体において、終局変形角の1/15radまで部材の破壊が発生せずに荷重が漸増する靱性的な履歴ループを示した。

板壁の水平荷重に対する強度性能を検討するために、試験で得られた荷重変形角曲線から、図42に示す方法で水平耐力、初期剛性及び面積を定義し、(4)式により等価粘性減衰定数 h を算出した²⁷⁾。

$$h = \Delta W / (4\pi \cdot W) \quad (4)$$

ここに、

ΔW : 履歴ループで囲まれる面積 (N・mm)

W : 等価ポテンシャルエネルギー (N・mm)

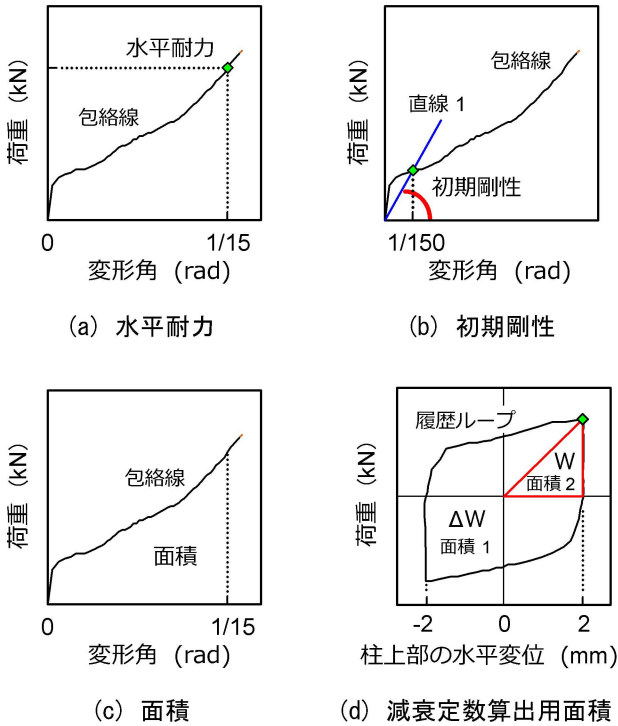


図42 水平荷重試験における性能の定義

水平荷重試験における嵌合率と性能の関係を図43及び図44に、壁試験体の水平荷重試験結果を表7に示す。水平耐力、初期剛性及び面積は嵌合率の増加に伴い向上し、嵌合率40%及び傾斜角0.02radにおいて高い傾向が見られた。このことから、板と柱の密着接合及び板側面の傾斜加工が壁の水平荷重に対する性能向上に有効であることが示唆された。また、等価粘性減衰定数は嵌合率及び傾斜角にかかわらず同等の数値を示しており、減衰性が接合条件の影響を受けにくいことを確認した。

板及び柱の材質（密度、曲げヤング係数）と性能の関係を図45から図48に示す。水平耐力及び面積は密度及び曲げヤング係数との相関が認められた。これらのことから、密

度及び曲げヤング係数は耐力性能を推定する指標として有効と思われる。また、初期剛性及び等価粘性減衰定数は各指標値との相関が認められず、剛性及び減衰性は材質の影響を受けにくいことが示唆された。

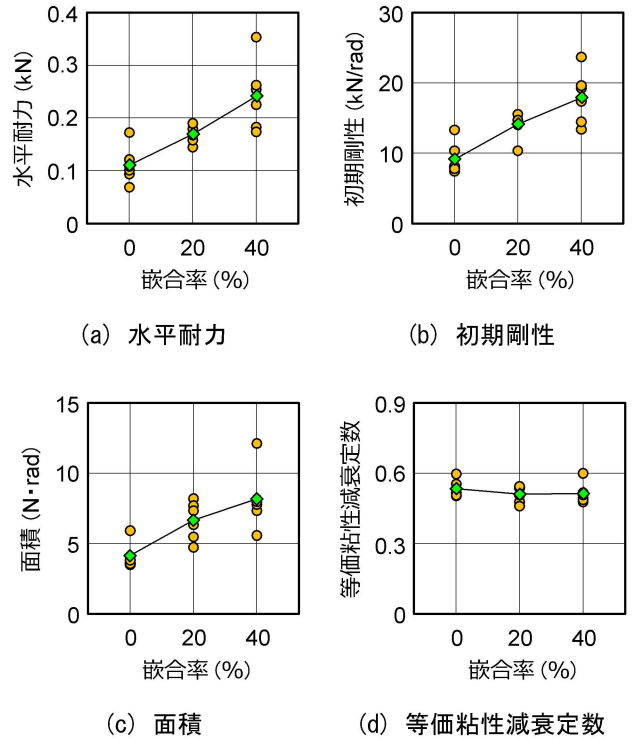


図43 水平荷重試験における嵌合率と性能の関係 [傾斜角 0rad, ◆ 平均値]

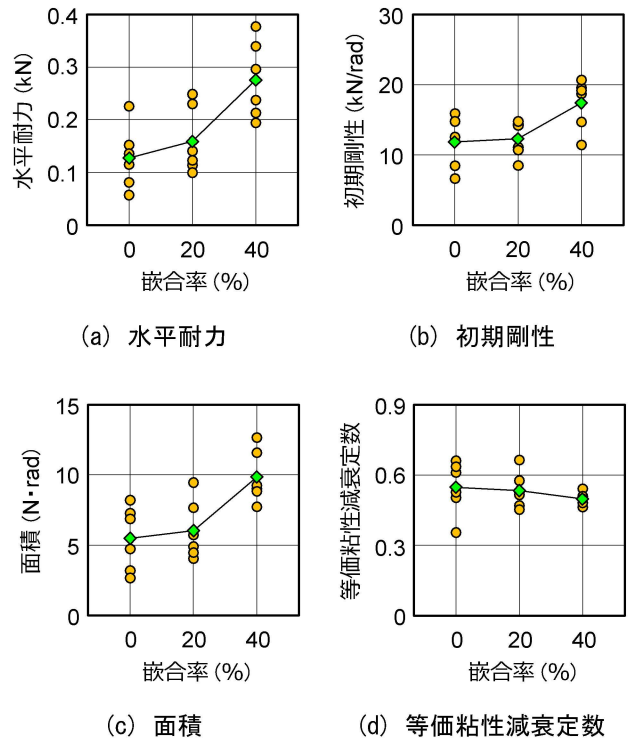


図44 水平荷重試験における嵌合率と性能の関係 [傾斜角 0.02rad, ◆ 平均値]

表7 壁試験体の水平荷重試験結果

| 傾斜角 (rad) | 嵌合率 (%) | 項目 | 水平耐力 (kN) | 初期剛性 (kN/rad) | 面積 (N・rad) | 等価粘性減衰定数 |
|-----------|---------|------|-----------|---------------|------------|----------|
| 0 | 0 | 平均値 | 0.111 | 9.15 | 4.08 | 0.535 |
| | | 標準偏差 | 0.035 | 2.29 | 0.92 | 0.036 |
| | | 最大値 | 0.172 | 13.31 | 5.91 | 0.596 |
| | | 最小値 | 0.069 | 7.41 | 3.48 | 0.502 |
| | 20 | 平均値 | 0.170 | 14.15 | 6.62 | 0.510 |
| | | 標準偏差 | 0.017 | 1.95 | 1.35 | 0.035 |
| | | 最大値 | 0.190 | 15.53 | 8.19 | 0.543 |
| | | 最小値 | 0.145 | 10.34 | 4.72 | 0.459 |
| | 40 | 平均値 | 0.242 | 17.95 | 8.15 | 0.514 |
| | | 標準偏差 | 0.065 | 3.76 | 2.15 | 0.044 |
| | | 最大値 | 0.353 | 23.66 | 12.11 | 0.599 |
| | | 最小値 | 0.174 | 13.37 | 5.57 | 0.477 |
| 0.02 | 0 | 平均値 | 0.128 | 11.84 | 5.49 | 0.548 |
| | | 標準偏差 | 0.059 | 3.59 | 2.29 | 0.113 |
| | | 最大値 | 0.226 | 15.93 | 8.20 | 0.660 |
| | | 最小値 | 0.057 | 6.67 | 2.67 | 0.355 |
| | 20 | 平均値 | 0.159 | 12.30 | 6.05 | 0.534 |
| | | 標準偏差 | 0.064 | 2.55 | 2.11 | 0.077 |
| | | 最大値 | 0.248 | 14.79 | 9.47 | 0.664 |
| | | 最小値 | 0.100 | 8.52 | 4.05 | 0.452 |
| | 40 | 平均値 | 0.276 | 17.40 | 9.85 | 0.498 |
| | | 標準偏差 | 0.073 | 3.55 | 1.87 | 0.027 |
| | | 最大値 | 0.377 | 20.71 | 12.66 | 0.541 |
| | | 最小値 | 0.194 | 11.46 | 7.73 | 0.463 |

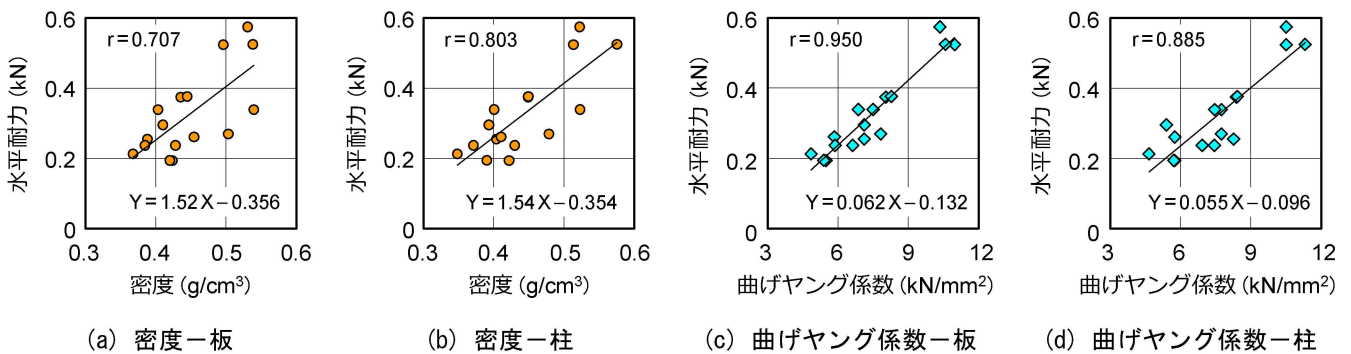


図45 水平荷重試験における材質と水平耐力の関係 [嵌合率 40%, 傾斜角 0.02rad]

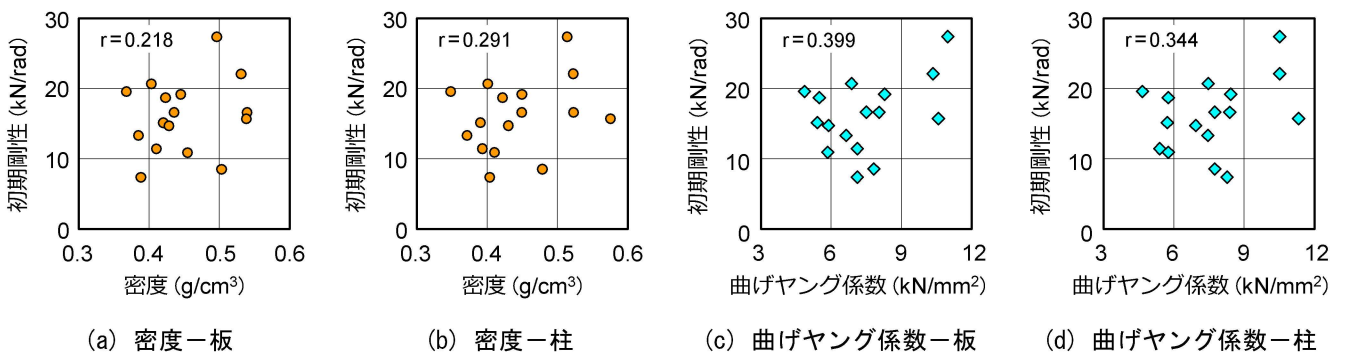


図46 水平荷重試験における材質と初期剛性の関係 [嵌合率 40%, 傾斜角 0.02rad]

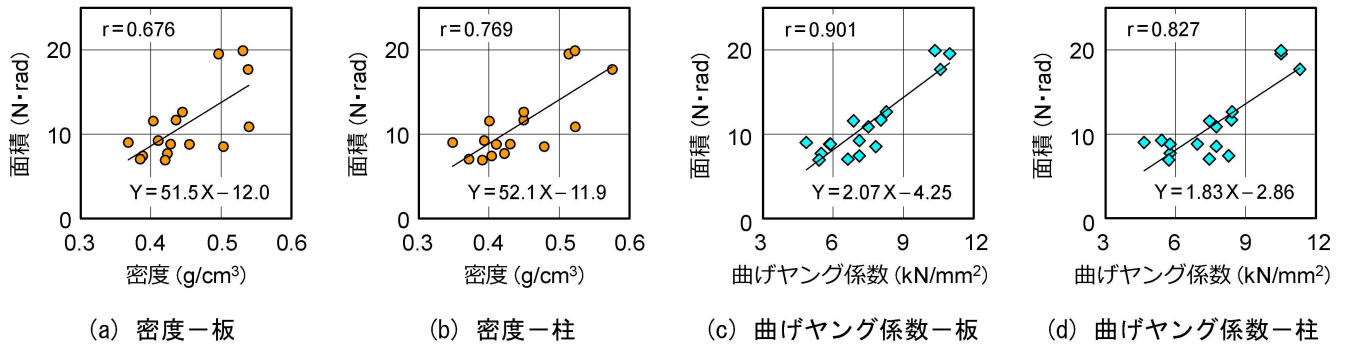


図47 水平荷重試験における材質と面積の関係
〔嵌合率 40%, 傾斜角 0.02rad〕

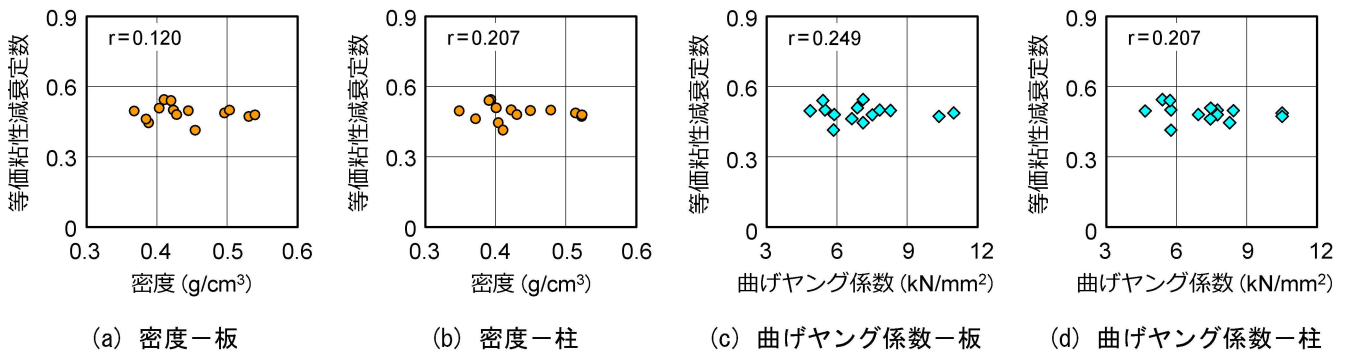


図48 水平荷重試験における材質と等価粘性減衰定数の関係
〔嵌合率 40%, 傾斜角 0.02rad〕

4. 結 言

木造建築物の耐力壁に用いられる落とし込み板壁の性能向上を図るために、板と柱の密着接合及び板側面の傾斜加工を採用した工法を考案し、構成方法の検討を行った。また、板-柱接合部及び壁の強度試験を実施して構造性能の検証を行った。その結果、開発した工法が板壁の性能向上に有効であることを確認するとともに以下のことが明らかになった。

- (1) 板と柱の密着接合試験体の落込試験においては、嵌合率が0%及び20%の場合、荷重の増加は緩やかであるが、嵌合率60%では急激に荷重が増加する傾向が見られた。落込抵抗及び面積は材質指標値との相関が認められなかった。
- (2) 板と柱の密着接合試験体の圧縮試験においては、嵌合率が0%及び20%の場合、荷重の増加は緩やかであるが、嵌合率が40%及び60%では初期段階から荷重が増加する傾向が見られた。圧縮耐力及び初期剛性は材質指標値との相関が認められた。
- (3) 板の側面傾斜試験体のせん断試験においては、傾斜角が0radの場合、変位が増加しても荷重は上昇せずに一定の数値で推移する傾向が見られたが、傾斜角が0.01rad, 0.02rad及び0.03radでは初期段階から荷重が増加する傾

向が見られた。せん断耐力及び二次剛性は傾斜角の増加に伴い向上する傾向が見られ、材質指標値との相関が認められた。

- (4) 壁試験体の水平荷重試験においては、すべての試験体において、終局変形角の1/15radまで部材の破壊が発生せず、荷重が漸増する靱性的な挙動を示した。水平耐力、初期剛性及び面積は嵌合率の増加に伴い向上し、嵌合率40%及び傾斜角0.02radにおいて高い傾向が見られた。水平耐力及び面積は密度及び曲げヤング係数との相関が認められた。

参 考 文 献

- 1) 木造建築研究フォーラム編：“図説・木造建築事典[基礎編]”，学芸出版社(1995)p. 134
- 2) 安藤邦廣ら：住宅総合研究財団研究論文集，32，343-354(2005)
- 3) 安藤邦廣，筑波大学安藤研究室：“小屋と倉 干す・仕舞う・守る 木組みのかたち”，建築資料研究社(2010)
- 4) 渡邊隆：建築技術，733，164-165(2011)
- 5) 石川理都子ら：大林組技術研究所報，77，1-6(2013)
- 6) 新建築社：新建築 住宅特集，361，80-93(2016)
- 7) 安藤邦廣：日本木材加工技術協会“木材の実用知識”

- 講習会資料, 21-29(2012)
- 8) 建築資料研究社：コンフォルト, **123**, 44-51(2011)
- 9) 木を活かす建築推進協議会：熊本地震木造応急仮設住宅建設の取り組み(2017)
- 10) 建築資料研究社：コンフォルト, **159**, 22-43(2017)
- 11) 有馬孝禮：“エコマテリアルとしての木材 都市にもう一つの森林を”, 全日本建築士会(1994)p. 8-38
- 12) 有馬孝禮編著：“木材は環境と健康を守る（木材を生かすシリーズ）”, 産調出版(1998)
- 13) 木質構造研究会編：“新・木質構造建築読本 ティンバーエンジニアリングの実践と展開”, 木未来, 井上書院(2012)p. 264-268
- 14) 稲山正弘, 青山章一, 村上雅英：日本建築学会構造系論文集, **76**(1), 97-104(2011)
- 15) 戸田正彦ら：林産試験場報, **18**(4), 9-15(2004)
- 16) 土塗壁等告示に係る技術解説書作成編集委員会編：“土塗壁・面格子壁・落とし込み板壁の壁倍率に係る技術解説書”, 日本住宅木材技術センター(2004)p. 34-36
- 17) 昭和56年建設省告示第1100号（改正平成30年国土交通省告示第490号）
- 18) 杉本健一ら：日本建築学会大会学術講演梗概集 構造III, 249-250(2006)
- 19) 中田欣作：奈良県森技セ研報, **41**, 27-36(2012)
- 20) 瀧野敦夫, 鈴木祥之：歴史都市防災論文集, **8**, 25-32(2014)
- 21) 未定拓時ら：木材工業, **72**(3), 99-104(2017)
- 22) 福留重人, 日高富男, 中原亨：鹿児島県工業技術センター研究報告, **28**, 23-25(2014)
- 23) 福留重人, 日高富男, 中原亨：公立林業試験研究機関研究成果選集, **14**, 67-68(2017)
- 24) 新村和也ら：鹿児島県工業技術センター研究成果発表会予稿集, 8-9(2015)
- 25) 熊毛流域森林・林業活性化センター：種子島産スギ材の強度性能(2009)
- 26) 日本木材学会編：“木質科学実験マニュアル”, 文永堂出版(2000)p. 248-249
- 27) 日本建築学会：“木質構造基礎理論”(2010)p. 271-273