

論文の内容の要旨

生物材料科学専攻
平成19年度博士課程 入学 (進学)
氏名 宋昌錫
指導教員名 稲山 正弘

論文題目 木質構造における透光性を有する耐力要素の開発研究

第1章 緒言

木造建築において採光可能な部位は開口部であり、それ以外は一般に、筋かいや、合板、石膏ボードで構成される耐力要素によって塞がれている。こうした耐力要素に透明性を持たせることで、建築構造として応力を負担させながら室内への採光を取らせることで、木造建築設計の自由度が広がる可能性を試みた。

第2章 既往の研究

第3章 火打ち水平構面の面内せん断試験

火打ちを用いた水平構面は吹抜けなどの透光性を持つことが可能な構造要素である。本章では梁組の隅角部にZマーク鋼製火打ち金物を用いた水平構面について、品確法の床倍率表に対応して、火打ち1本当たりの負担面積3種×四周の梁の断面寸法3種の組み合わせによる試験体の面内せん断試験を実施して、全体および各部の荷重変形性状および破壊モードに関するデータを取得し、品確法の床倍率の値の妥当性に

ついて検証するとともに、火打ちに加わる軸力について、計算値との比較を行い、全体の変形に占める接合部の変形角の割合などについて考察した。

結果としてはすべての試験体の床倍率が 1/120rad で決まり、その時点で火打ち金物が占める割合が 5%~28% となりフレームの曲げ変形が支配的であることが分かった。そして試験体の火打ち金物にかかる軸力の実験値は概ね計算値と一致した。

第4章 ポリカーボネイトシートを面材とした枠組壁工法耐力壁の研究

ポリカーボネイト（以下 PC）シートを合板や他の木質面材の代わりに利用することにより、水平力に対してせん断抵抗する構造部材でありながら、採光に優れた耐力壁を構成することができ、本耐力壁によって新しい建築空間の構築が期待される。建築用の透明面材である PC を用いた木造枠組壁工法と木造軸組工法での面材張り耐力壁の面内せん断試験を行い既存の合板張り耐力壁との性能を比較および壁倍率の算定を行うことで耐力壁としての可能性を検討した。

PC シートは合板の代わりに耐力壁の面材として活用できることが確認された。しかし、PC シートは用いた耐力壁の靱性は合板耐力壁より低い。そのため、実用化のためには PC シートの面外のはらみに伴う接合具の脆性的な引き抜き破壊を抑制する拘束力の強い接合具の選択や、間柱などによる面外のはらみの抑制が重要である

(図 1)。

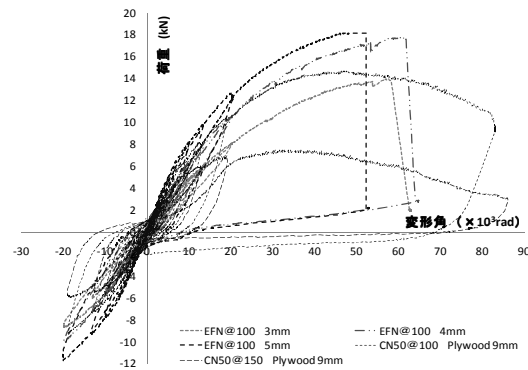


図 1 4章.接合具別 PC耐力壁の荷重変形曲線の比較と合板耐力壁の壁倍率

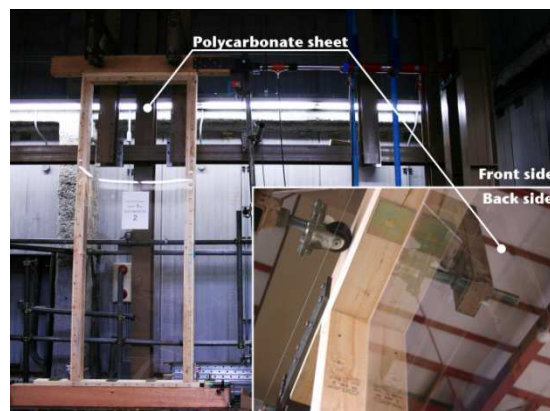


図 2 4章 PC シート耐力壁試験体

第5章 ガラスを用いた耐力要素の研究

5.1 ガラス補剛板挿入面格子

面格子耐力壁は、小径材を相欠きで縦横に組むことにより構成され、多数の仕口がめりこみ抵抗することで高い耐力と変形性能が得られるが、初期剛性が低いという欠点がある。これを補剛するために、格子の間の空間にガラス補剛板を挿入することでガラスの小口が周囲の木材にめり込み剛性や耐力が高くなると知られている。この研究ではまだ解明されて無い部分であるガラス補剛板の数と位置関係が面格子に与える剛性や耐力変化に関するメカニズムの解明に関する研究を行った。

実験を通じて面格子にガラス補剛板を挿入することで補剛板無しの面格子に比べて剛性や耐力が向上する効果は確認できた。挿入されたガラスが面格子のせん断変形で回転することに伴い、外側の短ホゾ接合部の材がつき上がって力が逃げてしまうため、必ずしも枚数に比例した剛性や耐力が向上しなかった(図3)。

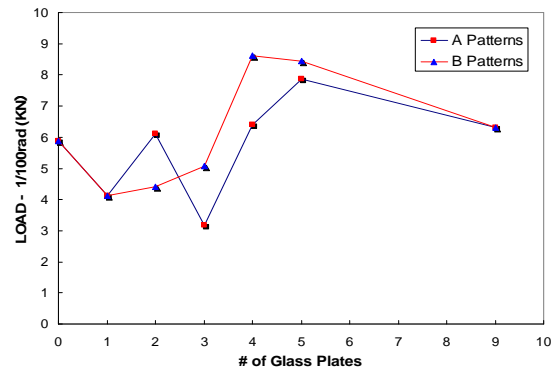


図3 5.1章.挿入されたガラスの枚数や配置による剛性の変化

5.2 ガラス挿入耐力壁

5.1章の実験および解析結果をもとに、計算式では推定できなかった部分や構造上の問題点を改善した仕様の耐力壁で実験を行った。5.1章の実験の問題点をもとに改良した2つの接合部を設計して、試験体の柱材と横材の接合方法として使用した。実験は5.1章の研究で行ったガラスの木材へのめり込み性能をより明確に把握するために補剛板の大きさ、厚さ、柱・貫材の断面をパラメータとしたときの、耐力壁の面内せん断抵抗メカニズムを把握し、耐力壁の剛性、耐力の計算による解析を行った。

単位長さ当たりの耐力変化の比較では挿入されたガラスのサイズに関係なく同等は耐力の上昇率が確認さ

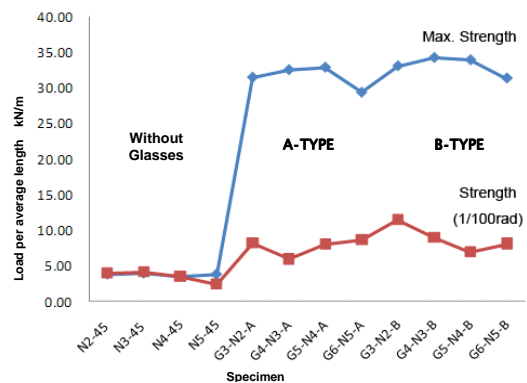


図4 5.2章.単位長さ当たりの耐力の変化

れた（図 4）。本章の試験体に用いられたガラスの寸法が 5.1 章の実験時より大きくなった分、試験体の変形する際のガラスの回転モーメントも大きくなり、さらに新しい接合方法により木のフレームを変形させたことでガラス補剛板が木材にうまくめり込まない現象が見られた。5.1 章と本章の試験とも挿入された補剛板の力を逃がさず、木材にめり込みを生じさせるような接合部の設計、ならびに計算式で推定可能な接合部のバネ係数を求める必要があることを確認した。

5.3 ガラスを挿入したルーバー耐力壁

5.1、5.2 章で用いた正方形の形状を持つガラスの配置による耐力壁の構成ではなく、ルーバーが主な構造要素で長方形ガラスを用いた形状の壁およびガラスが耐力要素となりガラス小口と柱のミゾを凸凹に加工してガラスを取り付けることで形や長さに対する耐力壁の構造的性能や意匠的構造要素としての可能性を面内せん断試験を行いその評価を行った。

ガラスの小口と柱のミゾを凸凹加工した試験体では高い変形能力と壁倍率約 2.3 倍の耐力壁であることに對し凸凹加工が欠点となり壁のせん断変形と共にガラスが破壊される主な原因となりポリカーボネイトなどの破壊されにくい材料が適合している必要があることが分かった。ルーバーを主な構造要素とした試験体ではガラスによる補剛効果は低かった。

5.4 伝統工法民家における長方形ガラス補強パネル

5.3 章の長方形ガラスを用いたルーバー状耐力壁の研究に引き続き長方形のガラスを構造要素とする一連の研究である。5.3 章の実験では長方形ガラスを縦方向に構造体に挿入し面内せん断試験を行ったことに對して、この章ではガラスを横方向に用いた時の構造体の挙動や補強効果について確認を行った。

構造補強パネルのせん断試験により構造補強部材としての十分な耐力や変形性能と計算による検証が可能であった（図 5）。しかし、外気に面する部材となるため気密性をとるための施工法の検討などの住環境に関する部分については今後検討する必要がある。

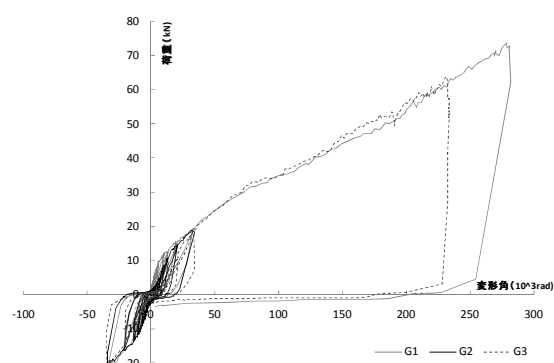


図 5 5.4 章.ガラス補強パネルの変形性能