

社寺建築物に用いられる木造軸組架構の耐震性能評価法の構築

香川大学 ○宮本慎宏*

社寺建築物	柱一頭貫接合部	柱傾斜復元力
木造軸組架構	静的載荷実験	静的増分解析

研究の目的

社寺建築物における木造軸組架構は、柱一貫接合部、柱一頭貫接合部、柱傾斜復元力が主な耐震要素である。このうち柱一頭貫接合部と柱傾斜復元力は社寺建築物特有の耐震要素であり、鉛直軸力によって耐震性能が変化する特徴を持つ。本研究では、社寺建築物における木造軸組架構について、2/3 スケールの試験体を用い、鉛直軸力と耐震要素数をパラメータとした静的載荷実験を実施し、社寺建築物における鉛直軸力の影響を考慮した木造軸組架構の耐震性能評価を目的としている。

研究の内容

試験体は、柱3本、頭貫、内法貫、足固貫から構成され、柱1本当たり20kNを載荷したU-2S-20(図1(a))、U-2S-20から内法貫を除き、柱1本当たり20kNを載荷したA-2S-20(図1(b))、A-2S-20から足固貫を除き、柱1本あたりそれぞれ5kN、10kN、20kNを載荷したK-2S-5、10、20(図1(c))、各試験体を柱2本としたU-1S-20、A-1S-20、K-1S-5、10、20(図1(d)、(e)、(f))、K-1S-5、10、20の頭貫を切断して柱傾斜復元力のみを耐震要素としたC-1S-5、10、20(図1(g))の計13体とした。柱頭には大斗を想定した幅、奥行き180mm、成170mmの角材をφ18mmの木製ダボで接合した。柱一頭貫接合部は柱と頭貫に欠き込みを設けた輪薙ぎ込み、柱一内法貫、足固貫接合部は渡顎楔止めとした(図2(a)、(b))。各部材の樹種はヒノキ、ダボはカシを使用した。

図3に載荷装置を示す。φ18mmの鋼製ダボを取り付けた鉄板を載荷フレームに固定し、柱脚部断面中央に設けたダボ穴と接合した。大斗の上部に深さ70mm、奥行き90mmの欠き込みを中心に設け、幅600mm、成120mm、奥行き90mmの肘木をはめ込んだ(図2(c))。大斗と肘木はφ18mmの木製ダボで接合し、さらに肘木が大斗の回転に追従するように、L字金物で側面2か所を接合した。肘木にはφ18mmの穴を2か所設け、試験体上部の桁とM16の普通ボルト2本で接合し、桁にアクチュエーターを介して水平荷重を与えた。柱の見かけのせん断変形角が1/200、1/150、1/100、1/75、1/50、1/30、1/20、1/15、1/10rad(C-1S-5、10、20のみ1/15radまで)において正負3回ずつの交番加力とした。試験体に作用する荷重はアクチュエーターの先端に取り付けたロードセルで計測した。鉛直軸力は試験体の正面と背面に桁の上部から錘を吊るして載荷し、錘の枚数で鉛直軸力を変化させた。以下、アクチュエーターと反対側の柱から柱1、2、3とする。

研究の成果、新知見

図4に実験結果を示す。K-2S-10の正方向は正しく載荷ができなかったため実験データを示していない。K-1S-5、K-2S-5は1/50rad程度まで荷重が増加し続け、その後はほぼ一定の荷重となった。K-1S-10、20、K-2S-10、20、C-1S-5、10、20は、最大荷重を迎えた後徐々に荷重が低下した。K-1S-5、10、20、K-2S-5、10、20、C-1S-20は、+1/10rad時に柱頭の端部に局所的に鉛直軸力が作用し、柱頭の割裂破壊が生じた(図5(a))。A-1S-20、U-1S-20、A-2S-20、U-2S-20は1/20rad~1/15rad程度まで荷重が増加し続け、+1/20rad以降に生じた内法貫、足固貫の曲げ破壊直後、または曲げ破壊が生じて変形が進んだ後に荷重が低下した(図5(b))。

静的載荷実験の試験体における耐震要素に対して、柱傾斜復元力は既往の設計式に基づく評価を行い、柱一頭貫接合部は既往のめり込み理論に基づく評価式を提案し、試験体を再現した解析モデルに評価結果を反映させ、実験結果との比較から各評価法の妥当性を検証した。柱一頭貫接合部と柱一貫接合部のモーメント抵抗は回転バネを頭貫の材端に配置し、柱傾斜復元力は水平バネを柱頭と柱脚の節点間に配置することで表した。柱脚はピン支持とし、柱2側の頭貫の材端を加力点とした。鉛直軸力は、大斗頂部の節点に付加軸力を与えて再現した。実験結果と解析結果の比較例を図6に示す。貫の曲げ破壊による荷重低下が生じるまでの範囲において、解析値は実験値の正方向と負方向の間となった。このことから全ての試験体において解析結果は実験値と概ね一致したことが確認できる。しかし、K-1S-20の初期剛性は、解析結果が実験値を上回っている。これは試験体の施工精度が要因として考えられる。また、K-1S-20は負勾配に入ると解析結果が実験値と異なる傾向を示している。これは材料定数のばらつきが要因と考えられる。

今後の予定

本研究では、社寺建築物を想定した柱一頭貫接合部や柱一貫接合部を有する木造軸組架構を対象としたが、今後は木造軸組架構に板壁や土塗壁などの壁要素を追加した場合についても同様の検討を行う予定である。

謝辞

本研究は一般財団法人大成学術財団の助成金による補助を受けて実施されました。実験の実施に際しては香川大学、近畿職業能力開発大学校の学生にご協力いただきました。ここに謹んで深甚なる謝意を表します。

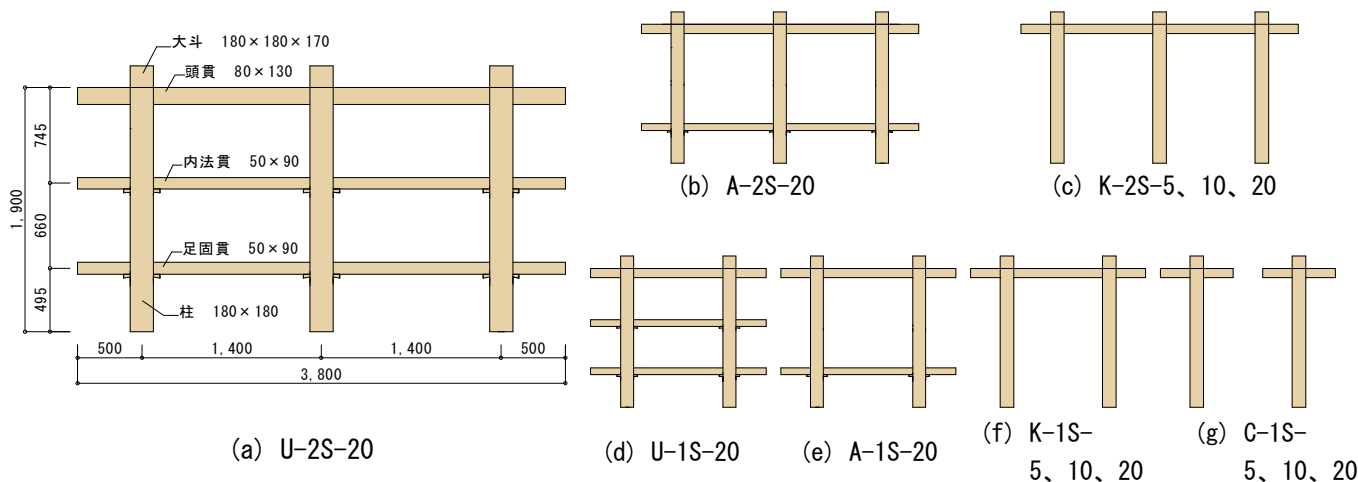


図1 試験体図面

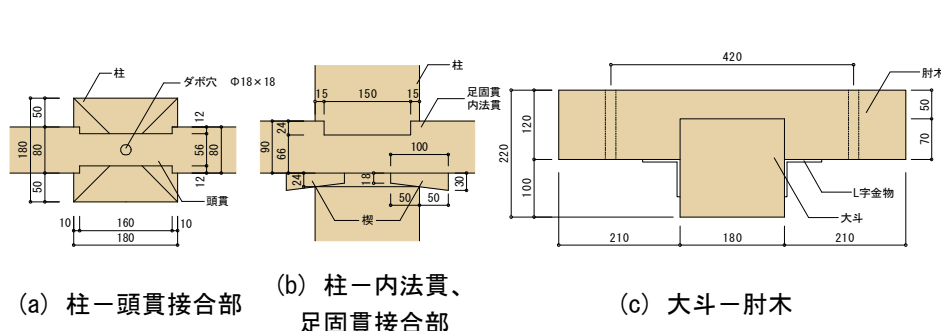


図2 接合部詳細図

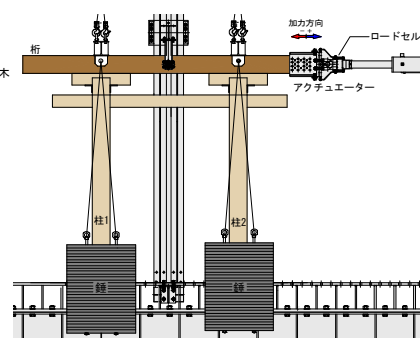


図3 载荷装置

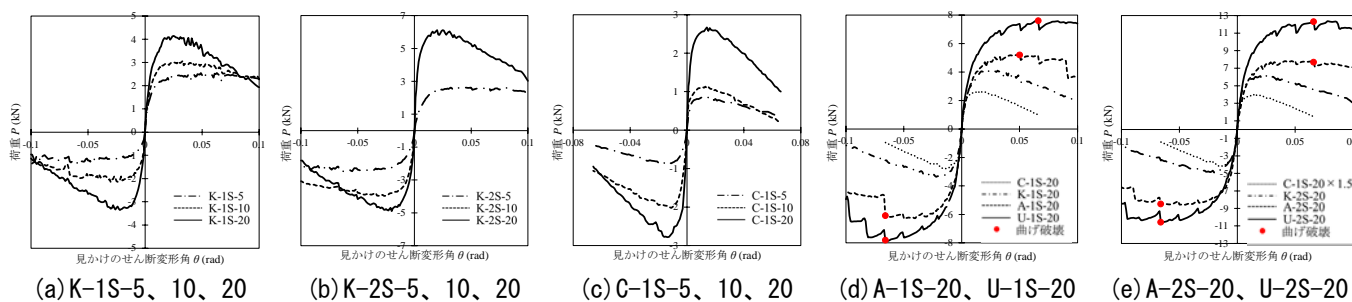
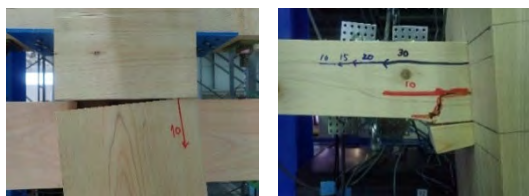
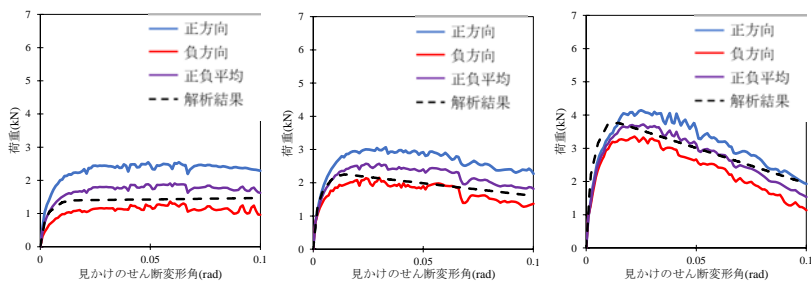


図4 実験結果



(a) K-1S-20 柱1-頭貫 (-1/10 rad時) (b) U-1S-20 柱2-足固貫 (-1/10 rad時)

図5 破壊性状



(a) K-1S-5 (b) K-1S-10 (c) K-1S-20

図6 実験結果と解析結果の比較例