

仕口形状の異なる差鴨居を有する伝統木造架構の応力状態を考慮した復元力特性の推定

陳 昕岩

我国に多数残存する伝統木造建物の榫合型接合部には断面欠損があり、地震時には、その付近で致命的な損傷が生じる可能性が高い。伝統木造建物を保存・活用するためには、接合部の地震時挙動を精度良く評価することが非常に重要である。

伝統木造建物の耐震性評価手法の一つである限界耐力計算においては、耐震要素ごとのせん断力を加算することで建物全体の復元力として推定する場合がある。しかし、仕口形状や材種などの詳細を反映できず、建物の耐震性を過大もしくは過少評価している可能性がある。

また、差鴨居のような大断面横架材のみが水平力に抵抗する架構は、架構が傾斜すると接合部が開き、差鴨居に軸力が生じる。この現象により、架構の応力状態が変化し、接合部付近での損傷が促進されることが懸念されている。

以上を踏まえ、本論文は、柱－差鴨居接合部の仕口形状や仕口まわりの応力状態に起因して生じる復元力特性の違いを定量化し、差鴨居に生じる軸力変動を考慮した設計法を提案することを目的とし、要素および架構を用いた実大実験や解析モデルの構築、復元力推定式の提案などを行ったものである。

本論文で得られた成果は以下のとおりである。

- (1) 仕口形状と応力状態が異なる柱－差鴨居接合部の破壊性状や復元力特性の差異を把握するため、柱－差鴨居接合部要素試験体の曲げ実験を実施し、曲げモーメント M －接合部回転角 θ 関係と差鴨居に生じる軸力 N －接合部回転角 θ 関係を把握した。ここでは、外形、材種、仕口形状の異なる計8体の試験体を扱った。外形は、一般的な差鴨居架構の加力時に反極点となる位置をピンとみなして切り出したモデル、および、外形を反転させたモデルの2種類とした。仕口形状は、「半ホゾ込栓留め」、ホゾのせいを2倍にした「全ホゾ込栓留め」、車知栓で留めた「引き独鉗車知栓」、楔で締める「下げ鎌楔」の4種類とし、柱の断面欠損の影響を確認するため、半ホゾ込栓留めの二方差しも加えた。ここでは、仕口形状や外形の違いによって、 M － θ 関係や N － θ 関係に倍半分の違いが生じることを示した。また、曲げモーメントのうち、差鴨居に生じる軸力由来の成分を抽出し、「寄与率」と定義して定量化し、仕口形状や接合部の回転方向の違いによっては80%近いものもあることを示した。
- (2) 既往の評価式に基づき、前述の仕口形状4種類について、めり込み、摩擦などの力の釣り合いを考え、差鴨居の軸力変動を考慮した M － θ 関係の推定式を提案した。また、各々の仕口を、梁要素、軸バネ、および、リジッドリンクを用いて、めり込みや摩擦を表現してモデル化し、要素実験のシミュレーションをした。提案推定式とシミュレーションの両者を前述の要素実験結果と比較すると、いずれも M － θ 関係は概ね良好に対応していた。 N － θ 関係は実験結果を上回るものもあったが概ね推定できていることがわかった。
- (3) 要素実験で扱ったものと同形状の仕口を有する差鴨居架構の4試験体、および、比較として鴨居架構の1試験体の静的水平加力実験を実施し、架構せん断力の差異を把握するとともに、前述の軸バネを用いてモデル化し、シミュレーションとして変位増分解析を実施した。実大架構実験より、差

鴨居のせいが大きいと架構せん断力が高いことを示した。また、シミュレーションでは高精度で架構せん断力を推定できることを確認し、差鴨居の軸力変動を確認すると、倍半分も差異が生じることを示した。

- (4) 要素実験結果，提案推定式，および，軸バネを用いた解析モデルによる $M-\theta$ 関係を架構せん断力に換算する方法を示した。ここでは，差鴨居両端の接合部回転角および架構の層間変形角が必ずしも一致しないことを示した上で， $M-\theta$ 関係と $N-\theta$ 関係から差鴨居の軸力を介して架構せん断力ー層間変形角関係に換算する方法とした。また，架構せん断力のうち，差鴨居に生じる軸力の寄与分を抽出し，「寄与率」として定量的に示した。架構によっては25%以上を占めることを示した。
- (5) 差鴨居のせいを変数とした割り増し係数を設定し，差鴨居の軸力非考慮の $M-\theta$ 関係に乗じることで，差鴨居の軸力を考慮した架構のせん断力を推定する手法を設計に取り入れる提案をし，その操作例を具体的に示した。差鴨居のせいをパラメタとした感度解析を実施し，差鴨居の軸力の寄与率を導出した後，特定層間変形角ごとに関数近似したものを割り増し係数と設定した。この割り増し係数を差鴨居の軸力非考慮の $M-\theta$ 関係に乗じたところ，精度良く架構せん断力を推定できていることを確認した。

以上，本論文は，伝統構法で造られた差鴨居架構における差鴨居の軸力変動，および，架構せん断力への寄与分を定量的に明らかにし，現行の設計法への修正提案を具体的に示したものである。

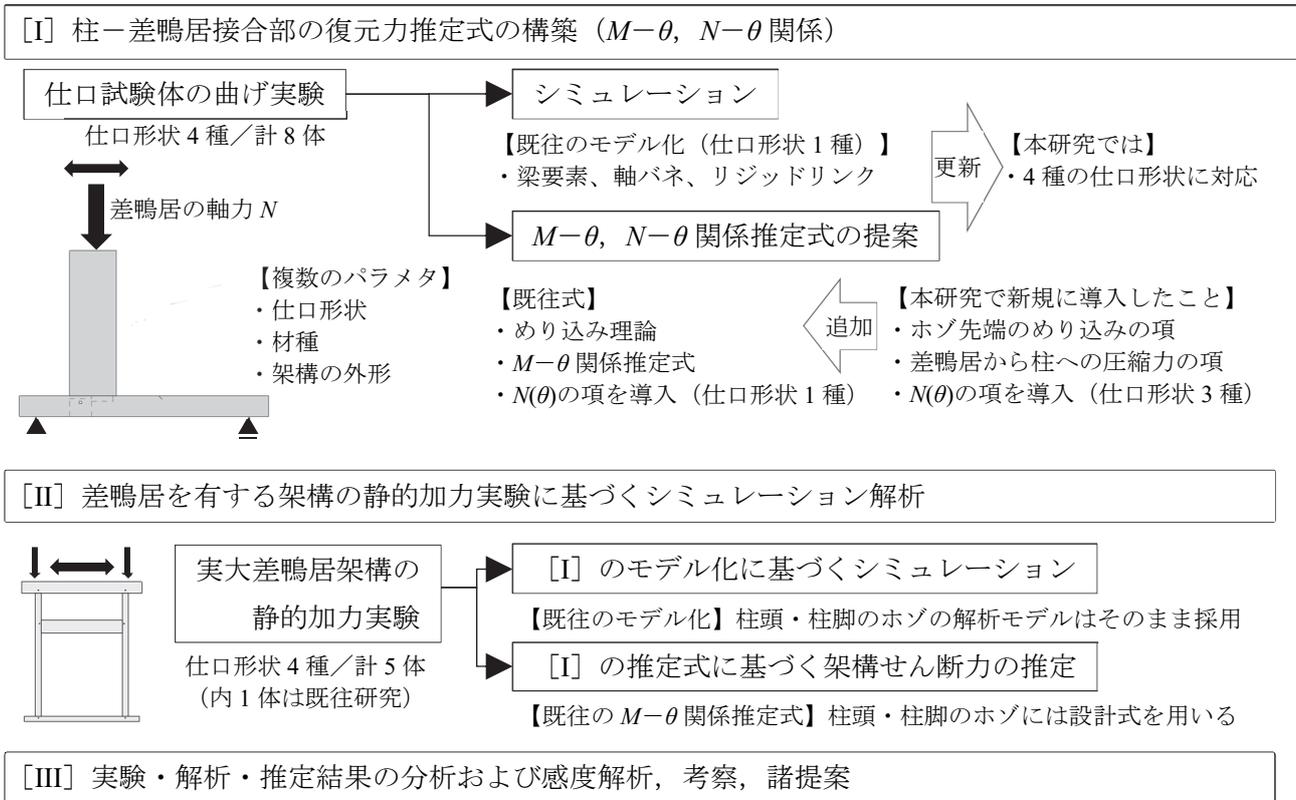


図 1 研究のフロー