

伝統的木造建築物の柱貫接合部の構造性能評価に関する研究

Study on structural performance evaluation of column-to-nuki connection for traditional wooden buildings

香川大学工学部 准教授 宮本 慎宏

(研究計画ないし研究手法の概略)

1. はじめに

伝統的木造建物は垂壁や腰壁、接合部などによって地震力に抵抗している。耐震要素の1つである柱貫接合部には大きく分けて十字型とT字型の2種類があり、地域や建物用途によって様々な形式の仕口が設けられている。既往研究ではT字型貫を対象にした実験は少なく、T字型貫の耐震性能評価を行う際も通し貫の0.25倍と一律で評価されているのが現状である。本研究では伝統的木造建物に用いられるT字型の柱貫接合部の構造性能評価を行うことを目的としている。T字型の柱貫接合部の実大実験を行い、力学モデルを構築して推定式を提案し、実験値との比較から提案した推定式の妥当性を検証する。

2. 実大実験概要

柱貫接合部試験体は、図1と表1に示す仕口形状や部材寸法を変化させた計10種類である。各試験体の寸法は1005mm×1005mmであり、貫の長さは900mmである。柱幅と貫成は105mmで同寸法である。各種類3体ずつ作成し、計30体とした。包み込み貫と下げ鎌の接合部詳細図は図2に示す通りで

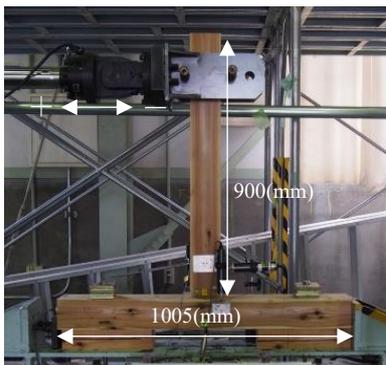
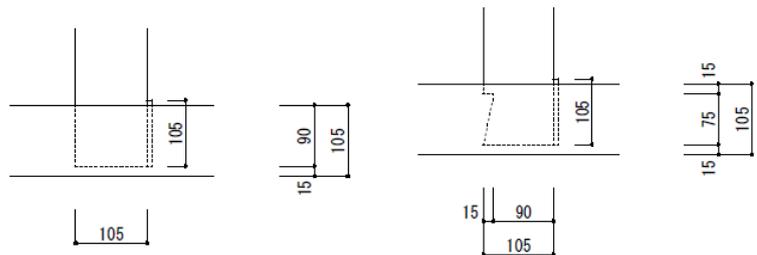


図1 载荷装置



(a) 包み込み貫  
(差込み深さ90 mm)

(b) 下げ鎌  
(差込み深さ90 mm)

図2 接合部詳細図

表1 試験体一覧

試験体名	貫幅 (mm)	差込み深さ (mm)	樹種	接合部
①	30	90	スギ	包
②	30	45	スギ	包
③	45	90	スギ	包
④	15	90	スギ	包
⑤	30	90	スギ	下
⑥	30	90	ヒノキ	包
⑦	30	90	貫・柱：スギ 楔：カシ	包
⑧	30	45	スギ	下
⑨	45	90	スギ	下
⑩	15	90	スギ	下

表2 材料実験結果

材料定数	スギ	ヒノキ
$E_{90}$ (N/mm <sup>2</sup> )	139	141
$F_{cv}$ (N/mm <sup>2</sup> )	4.18	9.45
$F_m$ (N/mm <sup>2</sup> )	3.35	7.56
$K_1/K_2$	0.112	0.114

ある。図1に示すように試験体から見て右側を一側，反対側を+側とし，楔は貫の一側に挿入されている。加力点をピンとし，軸力は考慮していない。試験体は柱をアンカーボルトで固定し，貫を加力することによって実際の柱貫接合部の挙動を再現している。見かけのせん断変形角 $\gamma_0$ が1/200, 1/150, 1/100, 1/75, 1/50, 1/30, 1/20, 1/15, 1/10, 1/7radで正負1回ずつの正負交番加力とした。また，別途実施した材料実験結果を表2に示す。

### 3. 実験結果と考察

各試験体で平均値を取った試験体10体の貫の回転角と曲げモーメントの包絡線を図3に示す，貫幅45mm，差込み深さ90mmで下げ鎌使用の試験体⑨が0.72kNmで耐力が最大，貫幅30mm，差込み深さ90mm，樹種がヒノキの包み込み貫仕様の試験体⑥が0.69kNmで2番目に高い耐力となった。差込み深さが45mmの試験体②と⑧が0.12kNmと最も低い耐力となり，試験体⑨の耐力の約1/6であった。楔や貫の割裂が見られた試験体①，⑤，⑦，⑨，⑩でも耐力の急激な低下は見られなかった。試験体⑧では図4に示す鎌部分のせん断破壊の影響で-1/20radから-1/10radにかけて耐力が急激に低下した。また，仕口形状による大きな耐力の差異は認められなかった。

### 4. 推定式の概要

既往の設計式を参考にT字型の柱貫接合部の推定式を提案する。図5に示すように，貫が回転することにより貫と柱の接触面にめり込み抵抗力と摩擦力が作用する。それぞれの抵抗力のつりあいから貫の回転中心を求め，回転中心周りのモーメントを求める。本研究では，実大実験の結果より包

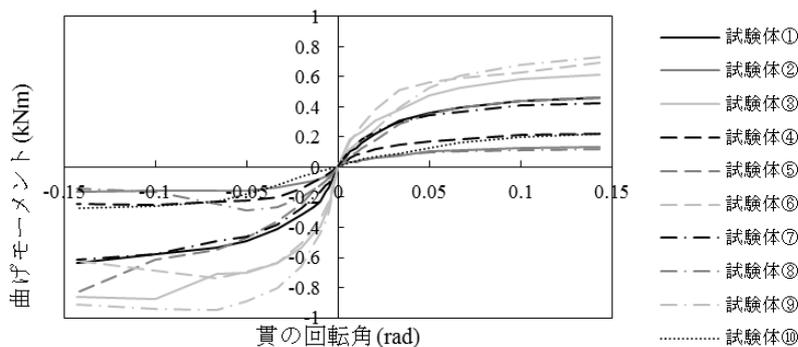


図3 貫の回転角と曲げモーメントの関係



図4 鎌部分のせん断破壊 (⑧-1)

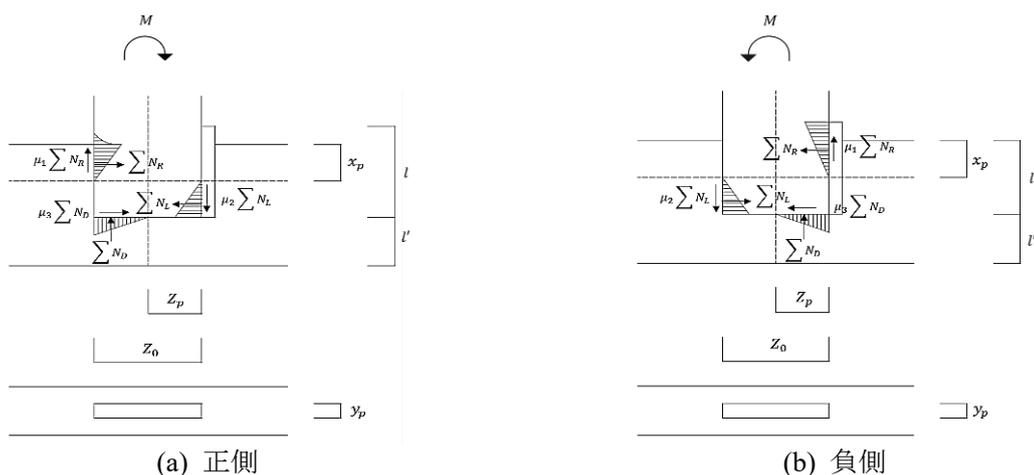


図5 推定式の力学モデル図

み込み貫，下げ鎌共通の推定式を用いている。負側は楔の影響を考慮し，楔と貫の間はめりこみ抵抗のみを考慮している。摩擦係数は既往の文献から0.4を採用している。推定値の第2剛性は，表2に示す材料実験の部分圧縮試験結果における第1剛性と第2剛性の比率の平均値から算出している。伝統的木造建物の安全限界である1/15radより1.5倍の安全率を考慮し，1/10rad時点の曲げモーメントを終局曲げモーメントとする。

### 5. 実験値と推定値の比較

推定値，実験値の包絡線，実験値をバイリニア置換した平均値，実験値の終局曲げモーメントの5%下限値を比較して図6に，推定値に対する実験値の比率の比較を図7に示す。図6(a)より，試験体①は正負ともに5%下限値と1/10rad時における推定値が概ね一致した。図5(b)より，試験体⑧では，下げ鎌の鎌部分のせん断破壊の影響で，正負ともに5%下限値より1/10rad時における推定値の方が小さかった。図7(a)より，初期剛性は貫の乾燥収縮の影響が大きいため，試験体②，⑧を除く試験体の比率が1以下の範囲に分布していた。図7(b)より，試験体②，⑧を除く試験体の主局曲げモーメントの比率は1~1.5の範囲に分布しており，安全側に評価できていると言える。試験体②，⑧の推定精度が低い要因として，試験体②は差込み深さが45mmと他の試験体と比べて浅く，楔の締めめ効果が大きいこと，試験体⑧は鎌部分のめり込み抵抗を考慮していないことが考えられる。

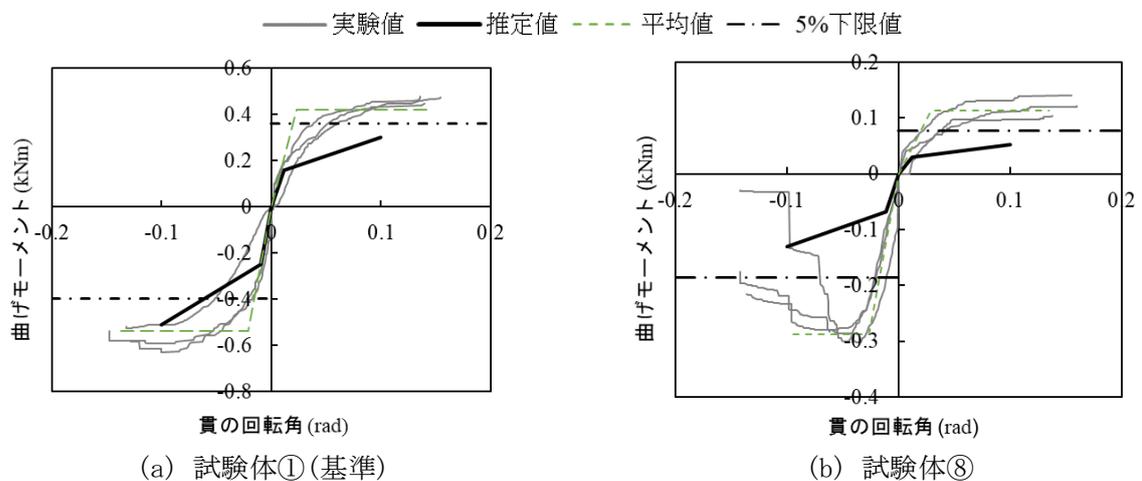


図6 実験値と推定値の比較

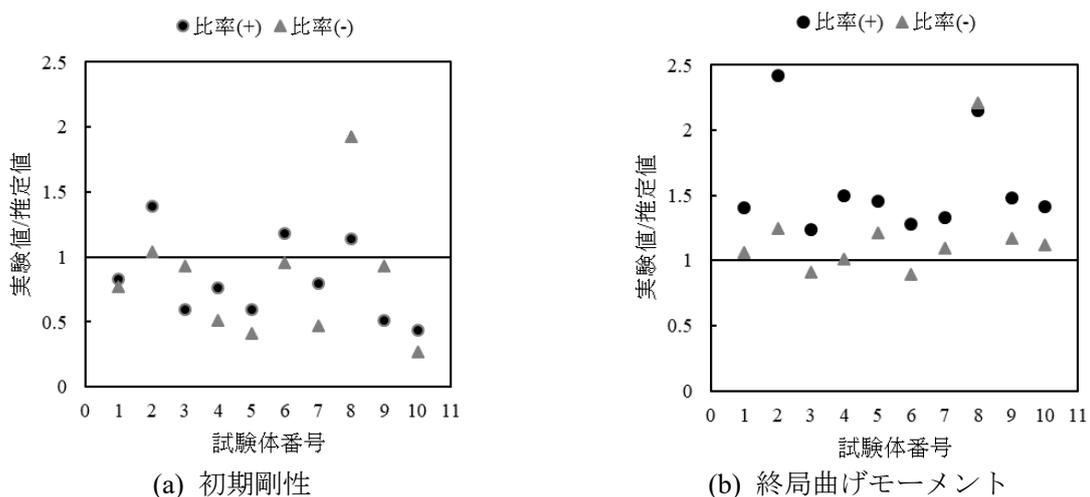


図7 実験値と推定値の比率

### **（実験調査によって得られた新しい知見）**

本研究では、下げ鎌や包み込み貫の柱貫接合部を対象に実大実験を行い、既存の設計式を参考に推定式を提案した。推定値と実験値を比較した結果、初期剛性は貫の乾燥収縮の影響で推定値に対する実験値の比率が小さかったが、差込み深さが45mmの試験体を除いて、正負ともに1/10radにおける曲げモーメントの推定値に対する実験値の比率は1~1.5の範囲に分布し、提案した推定式を用いて安全側に評価できることを示した。

### **（発表論文）**

[1] 小西孝明，奥廣晴香，宮本慎宏：伝統的木造建物におけるT字型柱貫接合部の構造性能評価に関する研究，日本建築学会四国支部研究報告集，第18号，2018.5.（掲載予定）