

木造建築の接合部の調査

システム科学技術学部 建築環境システム学科

1年 蓮池 智哉

1年 阿部 拓磨

1年 池田 修平

1年 藤田 悠大

指導教員 システム科学技術学部 建築環境システム学科

教授 板垣 直行

助手 李 雪

1. 背景

普段住んでいる自分たちの家は多くが木造住宅である。日本の伝統的な建築物もほとんどが木造建築である。そこで私たちは、なぜ日本の建築には木造が多いのかという疑問を抱いた。木が手に入りやすいからというのも大きな理由として挙げられるが、一つの理由は地震に耐えうる強度を保持できるからであると考えた。そして地震にも耐えられる柱・梁の接合部にとっても興味を持ち調べることにした。さらに現代の住宅と伝統的な建築物の接合部を比較しようと考えた。

2. 目的

今回の実験を通して、自分たちの知らない構造についての知識を深めようと考えた。そして自分たちで接合部を製作し、加力実験を自分たちで行うことでより接合部への理解が深まり、のこぎりやのみの使い方なども学ぶことができると考えた。観測結果や得られた実験データから、接合部のどのような箇所が強度につながるかを考察する。

3. 接合部の調査

実験に用いた接合部について調べた。

① 継手

【腰掛け鎌継ぎ】

男木の先端が蛇の鎌首の形をしていることから「鎌継ぎ」と名付けられた。引張に強い継手であり、土台や胴差など、広く用いられている。

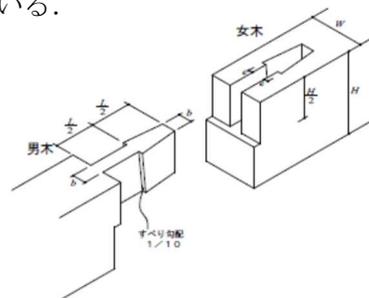


図1 鎌継ぎ

【追っ掛け大栓継ぎ】

男木と女木とが同形の継手である。日常的に良く使われる継手で、梁、桁、母屋などで多用される。

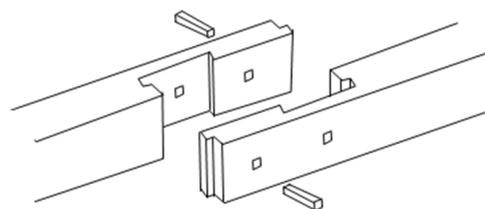


図2 追っ掛け大栓継ぎ

② 仕口

【長ホゾ込み栓留め】

伝統木質構法における、柱と土台・梁の接合部においてよく用いられる接合方法。男木と女木をホゾによってT字型に組み合わせ、交わった部分の側面から込み栓を打って接合する。

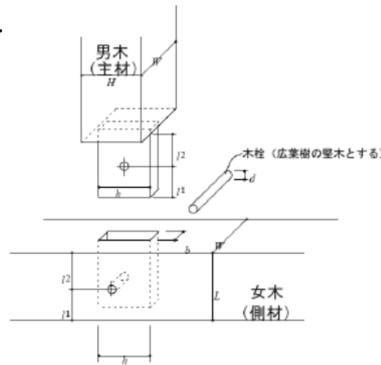


図3 長ホゾ込み栓留め

【平ホゾ鼻栓締め】

図4のように、柱を突き通した梁の平ホゾを鼻栓と楔を用いて柱に固定する。

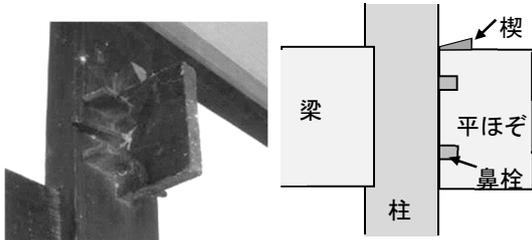


図4 平ホゾ鼻栓締め

【中国ミャオ族構法】

中国南西部・貴州省のミャオ族の伝統構法を実験に用いた。この地域での木造建築は「穿闘式」とよばれる。

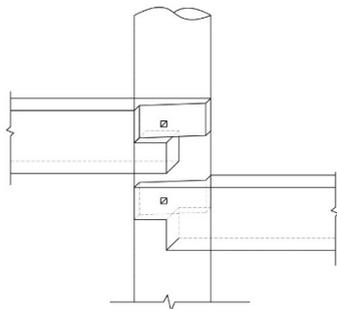


図5 ミャオ族伝統構法仕口

4. 製作体験

各接合部について大工さんに指導を受けて製作体験を行った。墨付けの方法や工具の正しい使い方を学び、木を精度よく加工し、適度に嵌め合わせる難しさを実感した。

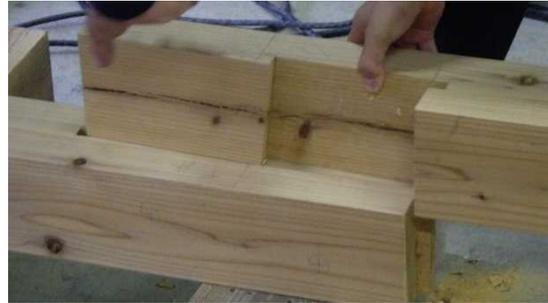


図6 追っ掛け大栓継ぎの製作

5. 実験

① 継手引張試験

大工さんと私たちがそれぞれ製作した腰掛け鎌継ぎと追っ掛け大栓継ぎ、及び現代構法として市販の継手用短冊金物（株式会社タナカ製）を用いた接合を加力試験装置で引っ張ってそれぞれの耐力を測定した。試験の様子を図7に、各継手の最大耐力を表1に、変位と荷重の関係を図8に示す。

【腰掛け鎌継ぎ】

つなぎ目が浅かったため、鎌の部分の視点に横から見て、くの字に折れ曲がるような変化を見せた。そして節の周りにひびが入り、最後は細い部分の根元が千切られた。

【追っ掛け大栓継ぎ】

まず中央の段差の部分からひびが入り、そのまま互い違いになっている部分が長方形に切り取られるように破壊された。

【短冊金物】

継ぎ目に隙間ができ始めると同時に金物が捲れ始めた。最後はビスが刺さったままビスの穴から外れた。

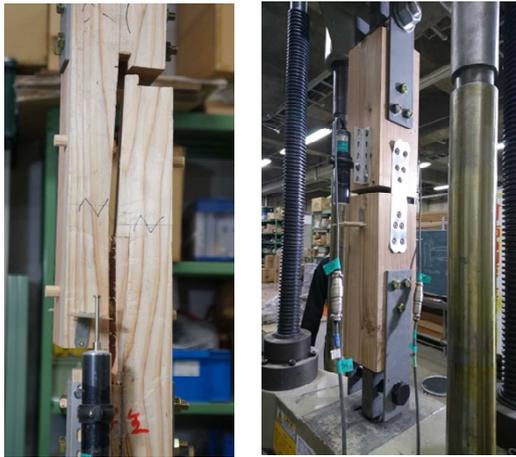


図7 試験の様子

(左：追っ掛け大栓継ぎ，右：短冊金物)

表1 各継手接合の最大耐力

継手	最大耐力 (kN)	
	大工	学生
鎌継ぎ	11.8	4.78
追っ掛け大栓	35.9	44.3
短冊金物	28.4	

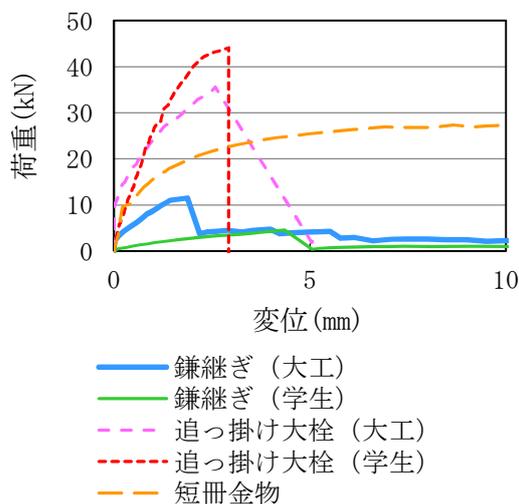


図8 継手引張試験の荷重と変形の比較

② 仕口引張試験

大工さんと私たちがそれぞれ製作した長ホゾ込み栓留めと市販の仕口用補強金物（株式会社カナイ製）を用いて固定した接

合を引張試験し、耐力を測定した。試験の様子を図9に、各仕口の最大耐力を表2に、変位と荷重の関係を図10に示す。



図9 試験の様子（仕口用補強金物）

【長ホゾ込み栓留め】

先にホゾがホゾ穴から抜け出て、込み栓で耐える状況となった。その後、込み栓がせん断によって破壊された。

【補強金物】

土台が金物に引っ張られて、ビスの部分から木材の繊維に沿ってひびが入った。大きな音を出しながら破壊が進んだ。

表2 各仕口の最大耐力

仕口	最大耐力 (kN)	
	大工	学生
長ホゾ	6.15	2.89
金物	8.46	

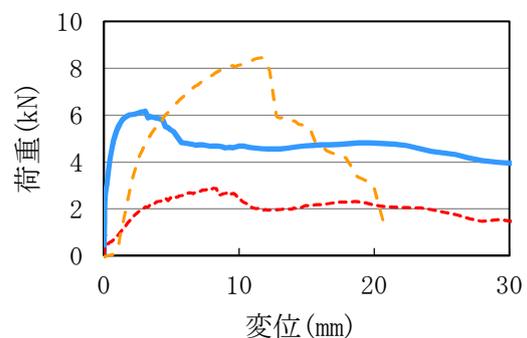


図10 仕口引張試験の荷重と変形の比較

③ 仕口せん断試験

平ホゾ鼻栓締め, 中国ミャオ族構法, 梁受け金物でそれぞれ柱と梁をHの字型に接合して, 梁の部分を加力試験装置で押してそれぞれの耐力を測定した. 試験の様子を図11に, 各仕口の最大耐力を表3に, 変位と荷重の関係を図12に示す.



図11 柱・梁接合部せん断試験の様子
(上: ミャオ族構法, 下: 梁受け金物)

【中国ミャオ族構法】

荷重をかける際に節があったため挟む鉄板が斜めになってしまった. 荷重が37.5kNに達したときに下部にひびが入り, 最大荷重に達したときに中心までひびが入り縦にも割れた.

【梁受け金物】

市販の梁受け金物(株式会社タナカ製)を用いた. 梁の载荷により木材がたわみ, 接合部のドリフトピン付近から横に大きくひびが入った.

【平ホゾ鼻栓締め】

荷重が45kNに達したときに接合部の梁

の下部がつぶれ始めた. それにより隙間が生じてくさびは意味をなしていなかった. 最大荷重に達したときに, 梁材の端からひびが入った.

表3 各仕口の最大荷重

仕口構法	最大荷重(kN)
ミャオ族	45.8
梁受け金物	51.3
平ホゾ	61.9

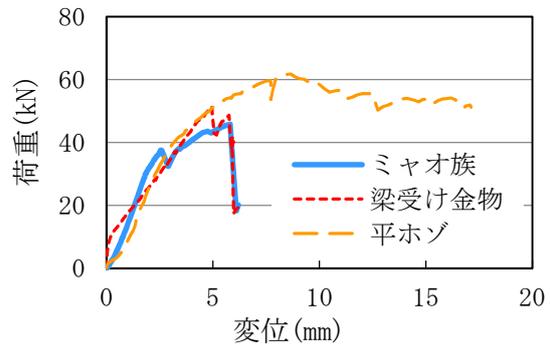


図6 仕口せん断試験比較

6. まとめ

私たちは木造建築の接合部を調べて, 伝統的な建築物が現在も残っていることから, 伝統構法が現代においても通用する高い構造性能を有すると考えた. 現在では金物を使用した接合が多いものの, 金物を使用しない伝統構法でも十分な構造性能をもつことが分かった.

ご協力いただいた方々に感謝申し上げるとともに, この研究をきっかけにこれからも木造建築について学んでいきたい.

【参考文献】

- 1) 藤澤好一監修, 田處博昭著, 「木造建築の木取りと墨付け」, 井上書院
- 2) 日本建築学会編, 「木質構造部材・接合部の変形と破壊」, 日本建築学会