

平成 23 年 3 月 2 日

平成 21-22 年度  
江間忠研究助成事業報告書・概要

1. 研究プロジェクト名

施工と解体が容易で高い強度効率と安定したエネルギー吸収性能を持つ木質接合法の開発

2. 研究領域

国産材の利用技術に関する研究

3. 研究代表者氏名

荒木慶一

京都大学大学院工学研究科建築学専攻・准教授

〒615-8540 京都市西京区京都大学桂

Tel/Fax: 075-383-2924, Email: araki@archi.kyoto-u.ac.jp

4. 研究概要

4.1 背景と目的

昨年 5 月の通常国会において、「公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律」が成立した。この法律には、その冒頭において「国は、木材の利用の促進に関する施策を総合的に策定し、実施するとともに、自ら率先してその整備する公共建築物における木材の利用に努めなければならない。」と明記されている。そのため、この法律の成立を契機として中低層木造建物の普及が大きく進展することが予測される。また材料としての木質材料への愛着や環境志向の高まりを背景として、建築計画の自由度が高い木質ラーメン構造への需要が高まっている。

木質ラーメン構造の耐震性能を規定する要因は、主として部材の性能と接合部の性能に大別できる。部材についてはエンジニアード・ウッドなどの加工木材の利用により安定した構造性能を得ることが可能になりつつあるが、接合部については未だ安定した構造性能を持たせることが難しい。従来接合法は接着剤を用いる接着接合とボルト等を用いる機械的接合に大別できる。前者は強度と剛性は高いが靱性が低く、後者はその逆である。どちらの接合法でも、安定して地震エネルギーを吸収することや、大地震後に剛性や強度が劣化することを避けるのは難しい。また、施工性に加えてリサイクルなどに向けた解体性も接合部の性能として重要な因子であるが、これらの総合的観点から高い性能を有する接合部は未だ開発されるに至っていない。

そこで本研究では、上記の課題を抜本的に解決することを目指して、鉄骨構造の高力ボルト摩擦接合と木質構造の接着接合を効果的に組み合わせることで、特殊な技術や材料を用いることなく低コストで信頼性の高い接合法を提案し、実験を通じて提案接合法の実現可能性を検討する。

## 4.2 提案接合法の概要

提案接合法では図1に示すように木質部材内部に鋼パイプを挿入して接着固定し，図2に示すように長孔（スロット）を設けた添板を用いて高力ボルト摩擦接合を行うことで，剛性・強度・靱性の全ての面で優れる接合法を提案する。

提案接合法の主な特徴は以下の通りである。(1)通常時や稀に起こる中小地震時には，ほぼ剛とみなせるほど剛性の高い接合部を実現できる。(2)ごく稀に起こる大地震時には，添板とパイプの滑りを積極的に活用することで，安定した紡錘形の履歴ループによるエネルギー吸収を実現できる。また，地震時における柱や梁など本体構造の損傷や，地震後の接合部の強度と剛性の劣化を回避できる。(3)鋼パイプの埋め込みを工場ですみ済ませておくことで，現場では高力ボルトによる締結のみで接合が可能となる。そのため施工期間が短縮でき，解体も容易に行える。(4)挿入接着した鋼パイプを介して摩擦接合しているため，構造上，木材の乾燥収縮に伴う性能劣化やガタが生じる可能性がない。(5)鉄骨構造と同様の信頼性と施工性を確保でき，建物全体の設計も容易になる。(6)既存技術の組合せのみで接合部が構成されるため，特殊な材料やデバイスを用いる必要がなく，低コストで信頼性の高い接合部を実現できる。

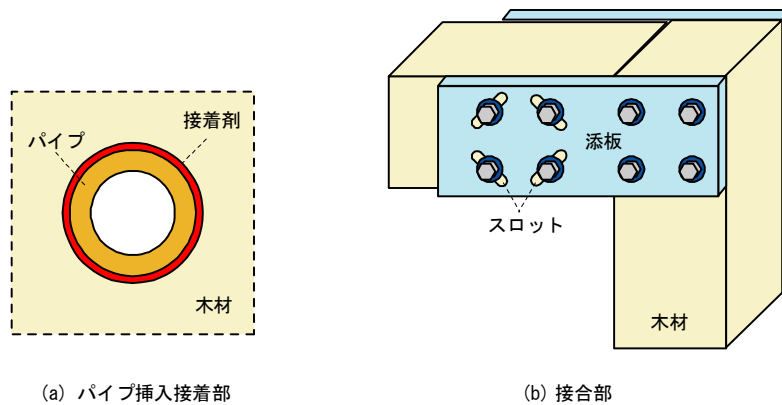


図1

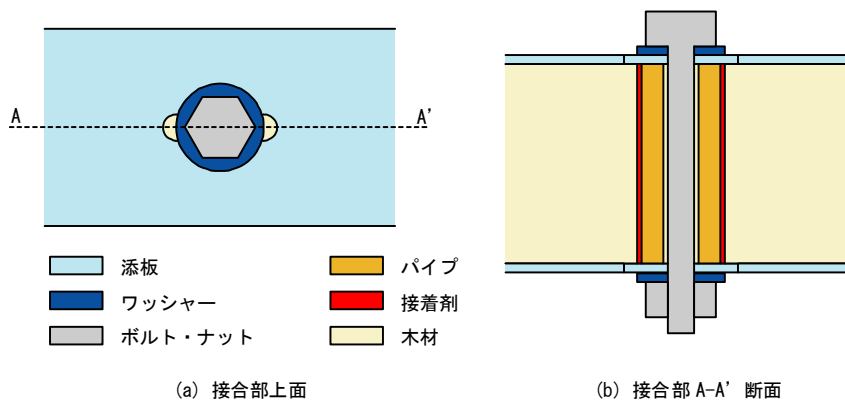


図2

### 4.3 実験の概要

本研究課題では、提案接合法に関して6体の要素実験、2体の接合部実験、その他多数の材料実験を実施した。ここでは紙面の都合上、接合部実験の概要についてのみ報告を行う。

接合部実験の概要を図3、4に示す。ボルトの数は図3では4本、図4では6本である。どちらの試験体でも添板の下部を鉄骨部材に固定し、200kNアクチュエーターを用いて集成材頂部に漸増振幅繰返し载荷を与えた。この時の接合部におけるモーメント一回転角関係の例を図5、6に示す。本実験により、接合部の正味の変形角が約1/50を超える領域に至るまで、剛塑性に近い履歴ループが安定して得られることを確認できた。実験終了後の集成材の写真を図7、8に示す。ボルトが4本の試験体ではパイプ周辺部からの端抜け破壊が観察されるが、ボルトが6本の試験体では微細なひび割れが観察できるのみである。これらの破壊が生じたにもかかわらず、図5、図6では急激な耐力の低下などは見られなかった。そのため、破壊モードは靱性的であったと考えられる。

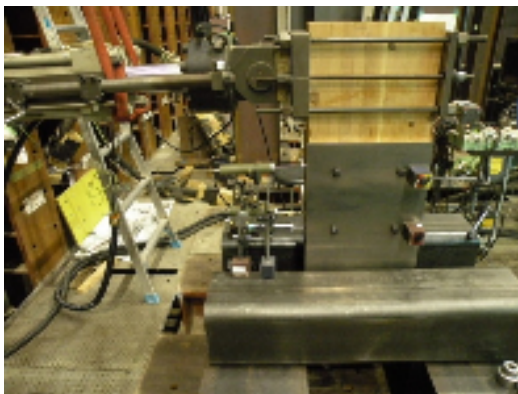


図3

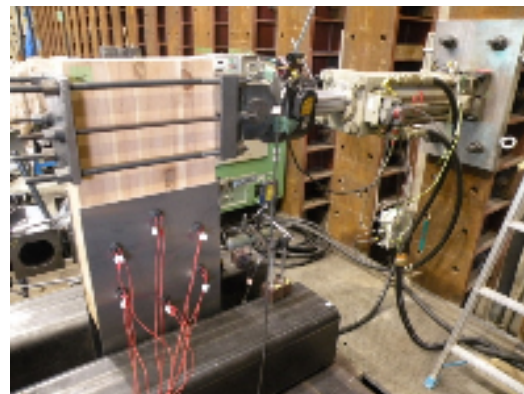


図4

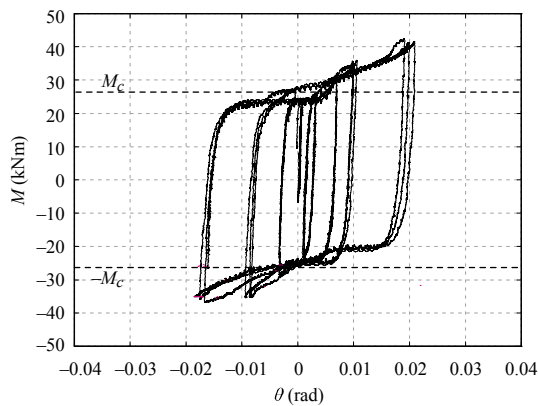


図5

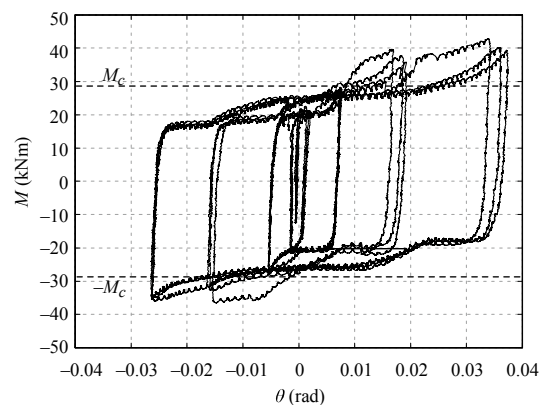
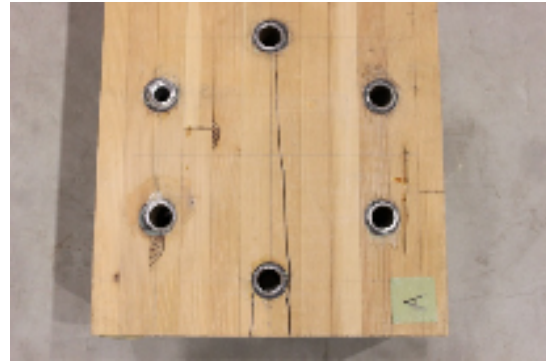


図6



(a)



(a)



(b)

図 7



(b)

図 8

#### 4.4 今後の展望

今後、提案接合部の実用化を通じて、鉄骨構造なみの高い耐震性と信頼性を、木質ラーメン構法において低コストで実現することを目指す。これにより、住宅のみならず中低層の非住宅建物の建設市場における木質構造の採用率を高め、国産材や地域材の有効活用による我国の林業や地域経済の活性化と、低炭素・循環型・自然共生社会の実現に貢献することを最終的な目的とする。

今後の具体的な研究課題としては、実用化を見据え、(1)工場での接合部加工の加工性、(2)建設現場での建物の施工性、(3)性能と経済性のバランスの3つの観点から、総合的に優れた接合法を実現するための試験体の試作と実験を通じた検討が挙げられる。

#### 5. 研究成果

- [1] Y. Araki, T. Endo, M. Iwata: Feasibility of improved slotted bolted connection for timber moment frames, *Journal of Wood Science*, accepted for publication.