

中低層建物での木材利用推進に資する高強度高靱性木質構造接合法の開発

京都大学 荒木慶一

2012/10/12

第12回JCE研究開発助成成果報告会

1

背景

- 近年、CO₂削減への要請、自然材料としての木材への愛着、国策としてのグリーンイノベーションの推進などを背景に、木質ラーメン構造の開発が活発化
- 木質ラーメン構造では、接合部の剛性や変形性能が建物全体の変形に大きく影響する場合が多く、接合部の高性能化は重要な課題
- 木質ラーメン構造において高剛性と高靱性の両立は困難であり、未だ安定した構造性能、特に地震時のエネルギー吸収性能を持たせることが困難

2012/10/12

第12回JCE研究開発助成成果報告会

2

目的

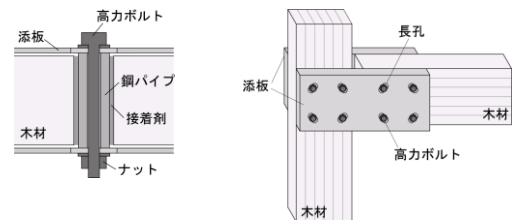
- 鋼構造におけるSBC構法を接着接合と組み合わせ木質ラーメン構造に適用することで、高剛性と高靱性を両立した完全剛塑性に近い復元力特性を持ち、繰返し载荷の下でも安定したエネルギー吸収が可能な木質ラーメン接合法を提案
- 接合部実験を通して実現可能性を実証

2012/10/12

第12回JCE研究開発助成成果報告会

3

提案接合法の具体例



2012/10/12

第12回JCE研究開発助成成果報告会

4

提案接合法の特徴

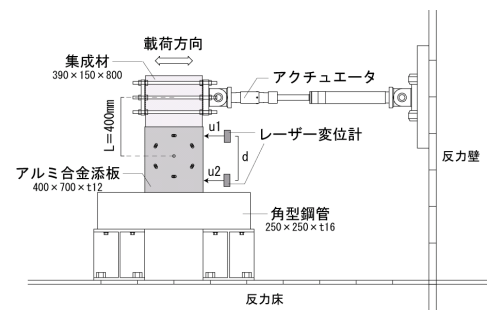
- ボルト張力を鋼パイプで支持するため、木材のクリープや乾燥収縮による張力低下を回避可
- 長孔加工を施した添板と鋼パイプ間の摩擦接合に鋼パイプと木材間の接着接合を併用することで、高剛性を実現
- 長孔の許容範囲内では、安定したエネルギー吸収性能
- 金属間のすべりが木材母材の破壊に先行して発生するように設計することで、木材のめり込みや割裂を回避し、高靱性と安定した復元力特性を持たせることが可能
- 特殊な材料やデバイスを用いないの→高い汎用性
- 現場では高力ボルトによる締付のみを行えば良く、短期間での施工が可能

2012/10/12

第12回JCE研究開発助成成果報告会

5

実験概要(1-1)

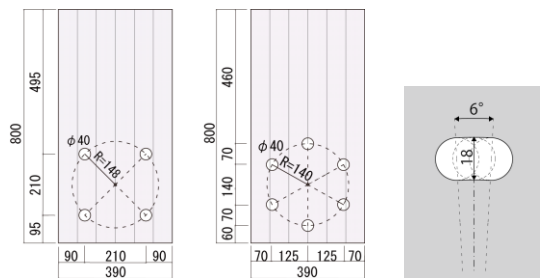


2012/10/12

第12回JCE研究開発助成成果報告会

6

実験概要(1-2)

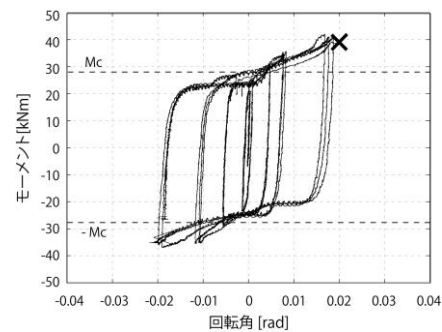


2012/10/12

第12回JCE研究開発助成成果報告会

7

実験結果(1-1)

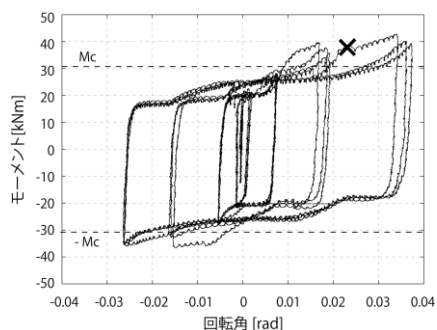


2012/10/12

第12回JCE研究開発助成成果報告会

8

実験結果(1-2)



2012/10/12

第12回JCE研究開発助成成果報告会

9

実験結果(1-3)

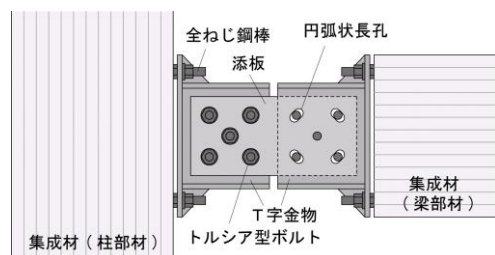
- 提案接合法により高い初期剛性と完全剛塑性に近い復元力特性、安定したエネルギー吸収性能が実現できることを確認
- 途中で木材母材に破壊が発生したが、破壊発生後も接合部耐力に大きな低下は見られず安定した履歴ループが継続した→高い靱性
- 課題
 - 想定に反して木材母材に破壊が発生→すべり発生後の緩やかなモーメント上昇が原因→回転中心がずれたことで生じた、高力ボルト側面とアルミ合金添板の長孔間での支圧や摩擦
 - 鋼パイプ接着工程の施工性の悪さ
 - 金属部分が全面的に露出しているという耐火性能の低さ

2012/10/12

第12回JCE研究開発助成成果報告会

10

改良型接合法の概要(1)

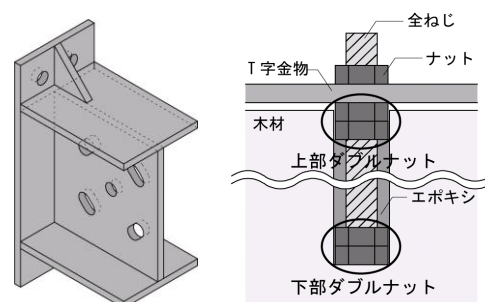


2012/10/12

第12回JCE研究開発助成成果報告会

11

改良型接合法の概要(2)



2012/10/12

第12回JCE研究開発助成成果報告会

12

改良接合法の特徴

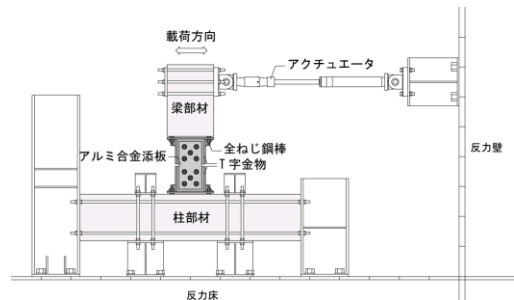
- ボルト張力はアルミ合金添板およびT字金物が支持するため木材の材料特性の影響を受けず、鋼構造の摩擦接合と同様に設計することが可能
- T字金物を木材孔に挿入接着した全ねじ鋼棒が支持することで木材のめり込みを回避→高剛性、安定した復元力特性
- 回転中心位置にボルトを配置することで回転中心のずれによる2次勾配の発生を抑制
- 接着工程の施工性を改善
- 木材カバーを装着可能→耐火性能の向上

2012/10/12

第12回JCE研究開発助成成果報告会

13

実験概要(2-1)

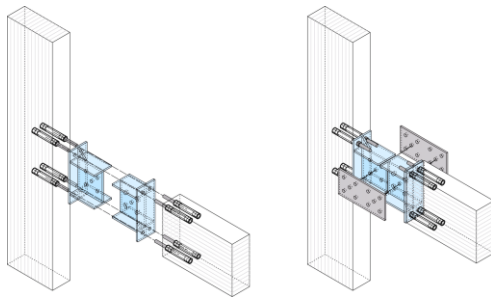


2012/10/12

第12回JCE研究開発助成成果報告会

14

実験概要(2-2)

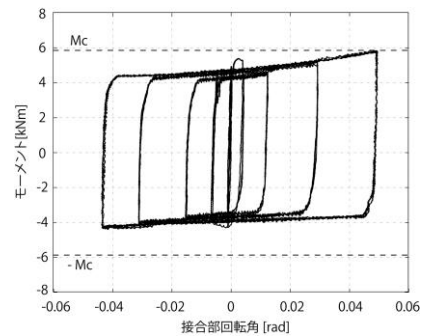


2012/10/12

第12回JCE研究開発助成成果報告会

15

実験結果(2-1)

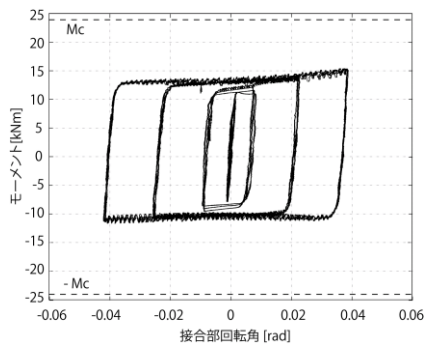


2012/10/12

第12回JCE研究開発助成成果報告会

16

実験結果(2-2)



2012/10/12

第12回JCE研究開発助成成果報告会

17

実験結果(2-3)

- T字金物接合法により高い初期剛性と完全剛塑性に極めて近い復元力特性、安定したエネルギー吸収性能が得られることを確認
- 回転中心位置にボルトを配置することですべり発生時の2次勾配を抑制できることを明らかにした
- 両試験で木材母材に破壊がないことを確認
- 前実験での課題であった接着工程における施工性を向上できることを確認
- トルシア型ボルトを使用した場合に予想を大幅に下回る荷重ですべりが発生→アルミ合金添板とトルシア型ボルトを併用した場合に設計ボルト張力が確保できていないことが原因

2012/10/12

第12回JCE研究開発助成成果報告会

18

結論(1)

- 木材-金物間の接合には接着接合、金物-金物間の接合にはSBC構法による摩擦接合を併用した2種の新たな木質ラーメン接合法を提案し、実験を通して実現可能性を検討
- 木材に厚肉鋼パイプを挿入接着する手法と、円弧状長孔加工を施した添板を用いた高力ボルト摩擦接合を併用した鋼パイプ挿入接合法を提案
 - 準静的繰返し載荷実験を通じて、鋼パイプ挿入接合法により、高い初期剛性と安定したエネルギー吸収性能を実現できることを確認
 - 木材母材に破壊が発生した後も耐力は低下することなく安定した履歴ループを描くことを明らかにした
 - すべり発生時に2次勾配の発生が観察されたが、この原因としては回転中心のずれに伴う長孔側面での摩擦が挙げられる→回転中心位置にピンを設置することで改善可能

2012/10/12

第12回JICE研究開発助成成果報告会

19

結論(2)

- 木材孔に接着接合した上下ダブルナット付き全ねじ鋼棒を介して柱・梁両部材にT字形金物を接合し、円弧状長孔加工を施したT字金物ウェブをアルミ合金添板で挟んで摩擦接合するT字金物接合法を提案
 - 本接合法では回転中心にボルトを配置し、トルシア型ボルトを使用することでボルト張力管理の容易化
 - 準静的繰返し載荷を通じて、回転中心位置にボルトを配置することですべり発生時の2次勾配を抑制できることを確認
 - T字金物接合法によって、高剛性と高靱性を両立した完全剛塑性に極めて近い復元力特性と安定したエネルギー吸収性能を実現できることを確認
 - 一方、トルシア型ボルトを使用した場合に、すべり発生時のモーメントが予想モーメント耐力を大幅に下回る結果

2012/10/12

第12回JICE研究開発助成成果報告会

20

今後の課題

- アルミ合金添板を用いた場合のトルシア型ボルトの張力管理方法を確立
- トルシア型ボルトを使用して目標モーメント耐力を達成
- 極めて大きな変形に対して木材母材に破壊が生じないことを確認
- 実験で得られた知見および力学的考察から接合部設計式を導出

2012/10/12

第12回JICE研究開発助成成果報告会

21