

木造建築物の大空間・大開口化ニーズに対応する耐震性向上及び柱・梁のダメージを減少する高強度・高振動吸収締結ユニットの開発

評価技術課 吉田勉^{*1}、加工技術課 富田正吾^{*2}、清水孝晃、川堰宜隆
(株)グランドワークス、上田建築設計事務所、国立大学法人富山大学、国立大学法人京都大学、
国立大学法人信州大学、公益財団法人富山県新世紀産業機構（管理法人）

1. 諸 言

阪神大震災を始め、中越地震、東日本大震災など最近の大地震からフレームの強度向上、フレーム結合部（継手部）の強度向上や地震力を吸収する技術の開発が強く求められている。また、住宅リフォーム需要が年々拡大する状況のなかで、低コストでの耐震改修を実現する技術の確立が、川下住宅メーカーから求められている。本研究では、ラーメン構造の木造建築物の結合部の高強度化及び振動吸収性を高めることで、大地震時の地震力を結合部で吸収して木造建築物の構造部材の損傷を防ぎ、再利用可能にする技術開発を行った。

2. 研究内容

開発結合部は、「締結ユニット」と呼び、木材と結合部を高強度につなぐ「特殊螺旋ボルト」及び「連結金物」、振動吸収機能を有する「変形金物」で構成されている。開発内容は以下のとおりで、最終年度の本年度は③、④を主に実施し、その概要について記載し、他は割愛する。

- ①特殊螺旋ボルトの開発
- ②変形金物の最適設計、性能評価及び加工技術
- ③締結ユニットを搭載したフレーム体の性能評価
- ④締結ユニット搭載型建築の構造計算による最適構造体の試算及び実建築物での振動実験による大型振動試験とデータ解析

3. 研究結果及び考察

（１）締結ユニットを搭載したフレーム体の性能評価

本年度に開発した締結ユニットは、柱梁ユニットではピンから 148、113、50mm 位置に 9mm x 9mm の金物を、柱脚ユニットでは 156、103、45mm 位置に 9x8mm の金物を配することとした。これにより、柱梁ユニットで降伏モーメント 25kNm、最大モーメント 40kNm、回転剛性 3600kNm/rad、柱脚ユニットで降伏 23.5kNm、最大

37.1kNm、回転剛性 4731kNm/rad の性能を持つ締結ユニットが完成した。

締結ユニットで接合された門型フレームについて、水平加力を行い破壊まで負荷した後、変形金物を交換して、再負荷試験を行った。その結果、変形性能は 1/14rad 程度で、当初目標の 1/20rad の目標を達成できた。最大荷重、降伏荷重、初期剛性とも金物交換前後での差が無いことから、締結ユニットは、特殊螺旋ボルトに損傷を与えず、交換により初期のフレーム性能を再現できることが示された。

（２）締結ユニット搭載型建築の構造計算による最適構造体の試算及び実建築物での振動実験による大型振動試験とデータ解析

構造体試算結果から、締結ユニットは、３階建てモデル住宅に十分適用が可能であること、また引きボルト形式の接合部より剛性・耐力共大きく上回り性能が高いことが検証された。

締結ユニットで接合された２層２スパンの集成材振動試験体に対し、BSL 波と JMA 神戸地震波を用いて２回の振動実験を行った。１回目の加震実験（地震波 14 波、正弦波 10 波）終了時で、初期の固有周期 0.215 秒が 0.259 秒に伸びており、剛性は 70% 低下した。加振実験の２回目を実施する前に、変形金物を全て交換したところ、固有周期は 0.211sec と同定され、最初の加振実験で同定された初期値 0.215sec に近い値に戻り、当所目標の「極めて稀な地震を経験して建物に変形しても変形金物の交換で元の健全状態に復帰できる事」が実証できた。２回目の加震実験で、固有周期に近い正弦波入力によって試験体は大きく共振し、ねじれを伴う大振幅の振動によって中柱の柱脚接合部を中心に変形金物が低サイクル疲労破壊を起こした。

特殊螺旋ボルトに作用した軸力は 100kN を超えておらず、特殊螺旋ボルト引抜耐力の 60～70% で十分に安全なレベルであった。外側金物の塑性変形により、特殊螺旋ボルトに入力される軸力は適正レベルに制御されており、締結ユニットは目標通りに作動していたものと考えられる。

＜詳細内容は、H26 年度戦略的基盤技術高度化支援事業成果報告書に記載。＞

* 1 現 企画情報課、* 2 現 企画管理部