

# 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、加工技術課 富田正吾、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、財団法人富山県新世紀産業機構（管理法人）

## 1. 諸言

本研究は、平成 24 年度経済産業省戦略的基盤技術高度化支援事業（平成 24 年度～平成 26 年度の 3 年計画で実施予定）による委託研究である。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。本研究開発では、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、再利用を可能にする技術の開発を目的とする。

## 2. 実施内容

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」で構成されており、開発内容は、以下のとおりである。

- ①特殊螺旋ボルトの開発
- ②変形金物の設計試作及び性能評価
- ③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
- ④締結ユニットを搭載したフレーム体の性能評価

## 3. 研究成果

### 3. 1 特殊螺旋ボルトの開発

ネジ込み易く引き抜き抵抗の高い螺旋ボルトの開発を目的とした。具体的には、螺旋ボルトのネジ山角度を従来品より小さい 20 度に統一し、欧州赤松集成木材に対する引抜き耐力 160 kN（ボルトの働き長さ 20cm）以上、ネジ込みトルク 70 Nm 以下を目標として特殊螺旋ボルトを作成し、評価試験を実施した。試験

結果から、引き抜き耐力及びネジ込みトルクは目標値を満足する結果が得られた。また、従来の製造工程の丸棒材から螺旋ボルトを作成する方法と異なり、加工工数削減による低コスト化を図るため、パイプ材から螺旋ボルトの作成を行うための 3 軸転造加工装置を設計・試作した。試作した加工装置を用い、パイプ材から作成したボルト表面の残留応力を測定した。今後は、残留応力測定結果などとの整合性評価が行える転造解析モデルを作成してシミュレーション実験を行い、適正加工条件を探求し、外径 30mm 以上（引き抜き抵抗の大きい）の特殊螺旋ボルトの開発を行う。

### 3. 2 変形金物の設計及び性能評価

SN400 で試作した変形金物を用いて締結ユニットを作成し、締結ユニットの負荷試験を行ったところ、当初目標としていた回転剛性 4000 kNm/rad 以上、変形性能 1/20rad 以上を満すことが確認された。今後は、低コスト化のため SS400 で作成する。また、累積歪による影響を明らかとするため、材料の疲労特性調査などを実施する予定である。

### 3. 3 締結ユニット搭載型建築の構造計算による構造体の試算及び締結ユニットを搭載したフレーム体の性能評価

構造計算手法により、締結ユニットを搭載したフレームの適用について、住宅・事務所の階数、スパンや積雪による影響を検討した。積雪 1.5m で大地震に被災した木材住宅用 2 階建て建築物の試算結果によると、締結ユニットの回転剛性は 10000 kNm/rad 以上が必要で、当初目標の回転剛性では不十分であることが明らかとなった。また、現状の締結ユニットの剛性・変形性能を 3 倍とした場合、積雪 1.5m で大地震による被災の影響をシミュレーション実験で検証したところ、締結ユニットの変形性能 1/20rad 以下と大地震による影響が回避できる知見が得られた。以上の結果を踏まえ、今後は、当初目標の 3 倍の高耐力を有する締結ユニット（当初変形金物の 3 倍の使用枚数等）を開発する予定である。＜詳細は、H24 戦略的基盤技術高度化支援事業成果報告書を参照。＞