

技術開発成果報告書

事業名 ・住宅等の安全性の向上に資する技術開発	課題名 新型ボルトにより補強した木造軸組工法の技術開発
<p>1. 技術開発のあらまし</p> <p>(1) 概要</p> <p>在来軸組工法の接合方法は、突きつけを原則とし、互いの材を欠き込みながら接合している。意匠上端正であり、現状のプレカット工法の引き寄せ金物の使用は、理想とは程遠い。在来軸組工法は、端正な反面、この断面欠損がはり自体の断面性状を低下させており、接合方法も鉛直荷重の伝達のみが考慮されている。また水平荷重に関する考慮がないため鉛直方向の接合は軽微なものである。そこで本工法では接合具を構造体内部に納めそれをドリフトピンにより接合する方法で接合耐力を向上させることを意図し、実験により耐力を確認している。</p> <p>下記に例としてはり勝ちの各部納まりについて述べる。</p> <ol style="list-style-type: none">1. はりとはりの仕口：奥行を 18mm, 高さ 85mm(はり成 105-150mm), 105mm(はり成 180mm 以上)のありがけおよび新型ボルトとドリフトピン(10φ)による接合方法である。材端から 15mm の位置にあるドリフトピンがせん断力を 61.68mm(APA1)もしくは 68mm(APD1)の位置にあるそれらが引張力を負担する。はりが片側から掛かる場合に用いられる新型ボルトが APA1 であり、両側から掛かる場合に新型ボルト APD1 が用いられる。はり成 105mm に関して新型ボルトは 1 本挿入されるがその短期基準引張耐力は 13.2KN(APA1), 12.5KN(APD1)であり、大ばりの脱落防止のために必要とされる 5.6KN(=2.6+3)を上回る。せん断耐力は、はり成 150mm 以下では大いれ蟻がけと大差ないが 180mm 以上になるとそれを上回る。また受け材の断面欠損は、はりが片側から掛かる場合は、大いれ蟻がけと本接合法(APA1)は大差なく、両側から掛かる場合、本接合法(APD1)は大いれ蟻がけの断面係数を 30%向上させる。2. はりとはりの継ぎ手：ありがけおよび新型ボルト(APC1)とドリフトピン(10φ)による接合方法で、はり成 105mm に関してその短期基準引張耐力は 9.6KN で、水平構面の構造計算が省略できる条件としての横架材の短期許容引張耐力 7.5KN を上回る。3. 1F 柱却と基礎との接合：新型ボルト・ドリフトピン(12φ)を含む HD ベースセットによる接合法が提案され、その短期基準耐力は 31.8-45.6KN が得られている。基礎との取り合いに問題を残し、施工の簡便化が求められている。4. 管柱とはりの接合：管柱とはりとの軽微な接合には、ほぞパイプとドリフトピン(はり：10φ, 柱：12φ)が用いられ短期基準引張耐力として 6-13KN がえられている。5. 管柱間の接合：3 で用いた新型ボルトと寸切りボルト・ドリフトピン(12φ)を用い検討した結果、平均降伏耐力は、35KN を上回るものの偏心接合のためばらつきが大きいことが判明した。偏心のない接合方法に改良すべく加工上の問題を検討している。 <p>以上垂直部材の接合に関しては問題を残すものの構造材内部に接合具をおさめ込栓に代わるドリフトピンによる補強方法は妥当なものである。</p> <p>(2) 実施期間 平成 21 年度～平成 23 年度</p> <p>(3) 技術開発に係った経費 (3 年間の合計) 技術開発に係った経費 39542 千円 補助金の額 19675 千円</p> <p>(4) 技術開発の構成員 株式会社 ティ・カトウ 代表取締役 加藤 俊行</p>	

早稲田大学理工学術院創造理工学部建築学科

教授：興石 直幸

手塚構造研究室 代表、早稲田大学理工学術院創造理工学部建築学科 非常勤講師

手塚 升

千葉職業能力開発短期大学校 元教授

山田 伸典

(5) 取得した特許及び発表した論文等

取得した特許

加藤 俊行：ほぞロッドおよびほぞジョイント

日本 特願 2007-240940, 出願年月日 2007.9.18

ヨーロッパ 特許番号 2228550

中国 特許番号 ZL 2009 1 0128731.3

アメリカ 特許出願 12/404,972, 出願年月日 2009.3.16

発表した論文

1. 田中、興石、山田、手塚、加藤：新型ボルトによる木造軸組工法における接合部せん断耐力の向上、第 53 回日本学術会議材料工学連合講演会、2009.10.
2. 田中、手塚、興石、加藤：新型ボルト接合により補強した木造軸組工法、日本建築学会技術報告集第 17 巻第 35 号、2011.2.20.
3. 佐多、田中、垣沼、手塚、興石、加藤：新型ボルト接合の耐力に関する研究 その 1 端あきが繊維に垂直なめり込み特性に及ぼす影響、日本建築学会学術講演会、2011.8.24.
4. 垣沼、田中、佐多、手塚、興石、加藤：新型ボルト接合の耐力に関する研究 その 2 端あきおよびドリフトピン間隔が繊維に平行なめり込み特性に及ぼす影響、日本建築学会学術講演会、2011.8.24.

2. 評価結果の概要

(1) 技術開発成果の先導性

技術開発成果の先導性は下記にまとめられる。

1. プレカット工法において、伝統的な軸組工法の意匠上の端正さを引き継げる工法を提示しえたこと。具体的には構造躯体の外側から取り付けられる引き寄せ金物やホールダウン金物を使用しない工法を提示しえたこと。
2. ありがけおよび新型ボルトとドリフトピンを用いた接合方法は、大いれ蟻がけと引き寄せ金物を併用した接合部と同等以上の耐力を示しえたこと。
3. 新型ボルトとドリフトピンを用いた接合方法により、現状のホールダウン金物に近い耐力が得られる可能性の高いことを示せたこと。
4. はりとはりの接合部において、大いれを省略することにより、受け材の断面欠損を減少しえたこと。
5. 加工・接合部耐力の明確化により構造計算に必要な資料を提示しうること。
6. プレカット業者は一部の加工機械を補足するだけで既存の軸組工法用加工機械を継続使用することにより本工法の加工に対応しうること。

(2) 技術開発の効率性

本工法の当初の技術開発においては、接合部の実験による耐力の確認と営業面では本工法の加工を受諾しうるプレカット会社の開拓に重点がおかれた。平成 24 年度、新社長のもと本開発体制を含む会社が設立され、この成果が受け継がれた。さらに意匠設計者、構造設計者が積極的に参画することにより、プレカット業者主体から設計の視点をも含めた会社の指針が設定された。したがって顧客の対象も意匠設計者、不動産業者にも向けられつつある。構造設計者の視点から、その第一歩として設計上有利と考えられるはり勝ちの在来軸組工法に絞り込み、複雑な従来の納まりを整備し、助成事業で得られた成果を含め設計資料を完備する方向に向かっている。

(3) 実用化・市場化の状況

意匠設計者、構造設計者の積極的な参加により、設計の視点をも含めた会社の指針が設定されつつある状況下においても、その母体となるプレカット工場の充実が不可欠である。

平成 23 年度末まで CAD/CAM ソフトが導入されたプレカット工場は、北海道を除く全国に分散した 23 件（東北：2 件、関東：4 件、北陸：1 件、東海：4 件、関西：2 件、山陽：4 件、四国：1 件、九州：5 件）にのぼり、本工法の木材加工に対応しうる体制が整えられている。

金物出荷量から判断する上棟数は、平成 22 年度の 166 棟/年に対し平成 23 年度は 340 棟/年と倍増している。さらに中国では 2011 年 8 月に上海で開催された上海国際木造エコ住宅博覧会にジャパンパビリオンの一員として出店、上海に本工法でモデル棟を上棟した。

(4) 技術開発の完成度、目標達成度

工法的には、はり勝ち・柱勝ち両者とも本工法は適用可能だが、水平構面外周部横架材接合部の検討が、前者でははりの継手部に限定されるのに対し、後者では柱・はり仕口においてもその検討が必要となるため、前者が有利となる。そのため集成材を用いた前者の不備を補うことを本年度の目標としている。特に平成 23 年度技術開発において検討された新型ボルトのデータに基づきその製造の鋳造から鍛造への移行が検討され、鍛造製に関しても公的試験機関に既存の実験結果が適用可となるか否かを諮問している。

(5) 技術開発に関する結果

・成功点

1. LVL（木材）と機械的性質の明確な鋼棒から作成された新型ボルト・ドリフトピンを用いた試験結果から解析方法の妥当性が得られたこと。
2. 新型ボルト・ホゾパイプ・ドリフトピン自体の品質管理につながるデータを把握しえたこと。
3. 管柱のホールダウン金物に関して、本工法独自の技術開発の第一歩を踏み出せたこと。

・残された課題

1. 公的試験結果からの推定式の算定
2. 上記推定式の平成 23 年度で求められた集成材特性値に基づく解析からの検討
3. ばらつきの大きい偏心型管柱の接合方法の改良
4. 本工法適用建物の適正な構造計画・構造計算の実施

3. 対応方針

(1) 今後の見通し

残された課題に関して述べることにする。

1. 個々の独立した接合部に関して得られた試験結果に関して、同様なモデル化が可能なグループに分け推定式を検討する。
2. 1. で求められた推定式を集成材特性値に基づいた解析により検討し推定式の精度の向上につなげる。
3. 現状の CAD/CAM ソフトの大幅な変更を求めない管柱の接合方法を検討する。
4. 日本住宅・木材技術センター認定プログラムに本工法による断面欠損に基づく断面性状・有効断面 2 次モーメント・接合部耐力を導入し、本工法による 4 号建物の品質の向上に取り組む予定である。