

(継続課題)

NO. 36	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	
事業者	<ul style="list-style-type: none"> ・株式会社 ティ・カトウ (代表取締役 加藤 俊行) ・興石 直幸 (早稲田大学 理工学術院 創造理工学部建築学科 教授) ・手塚 升 (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) 		
技術開発 経費の総額 (予定)	約 40.95 百万円	技術開発 の期間	平成 21 年度～ 23 年度
<input type="checkbox"/> 1 住宅等におけるエネルギーの効率的な利用に資する技術開発 <input type="checkbox"/> 2 住宅等に係る省資源、廃棄物削減に資する技術開発 <input checked="" type="checkbox"/> 3 住宅等の安全性の向上性に資する技術開発			
背景・目的	在来軸組工法は匠の技によって発展し、意匠上日本人の感性にあう木造となっている。この伝統的な在来軸組工法を存続させ、新型ボルトで補強することによって、構造的な合理性をもたせることを目的とする。		
■技術開発の概要			
<p>在来軸組工法は互いに刻んだ部材を組み込んで接合部を構成するが、断面欠損が木質構造設計規準に抵触する場合があります、工法そのものの見直しをせまられている。本工法では在来軸組工法を上述の規準に適合させ、耐力を向上しうるように新型ボルトを開発した。新型ボルトで補強した木造軸組工法¹⁾は、はりとはりの接合部において蟻がけの仕口に新型ボルトとドリフトピンを用いている。本工法では、従来どおりの建て方が可能なうえ、加工業者は新型ボルトの穴と溝を加工する機械を加工設備に追加するだけで対応することができる。また鋼板が不要なため、コストも金物工法に比べて低くなることが予測される。接合部は、先端に溝が設けられた新型ボルトと材端近くのボルト上に差し込まれた1本のドリフトピンおよび新型ボルトの先端の溝に差し込まれた2本のドリフトピンからなる(図1、2)。前者のドリフトピンがせん断力を後者のそれが引張力を主に新型ボルトに伝達している。</p>			
<p><新型ボルトを用いたはりとはりの仕口></p>			
<p>図1 T字型接合用新型ボルトとその納まり (梁が受け梁の片側にかかる)</p>		<p>図2 十字型接合用新型ボルトとその納まり (梁が受け梁の両側にかかる)</p>	
<p>・平成21年度の成果：本工法で構造的に問題となるのは、新型ボルトとドリフトピンの接合である。特に引張力を負担するドリフトピンと新型ボルトの接合強度には孔の穿孔精度が大きく影響する。通常の鋼板に穿孔された孔にドリフトピンが挿入される場合には、孔の外周が閉じているのに対し、本工法では新型ボルトの溝とドリフトピンが接しているだけで外側にはドリフトピンを拘束するものではなく、木材に割れが発生すると新型ボルトとドリフトピンの噛み合いがゆるみ、脆弱な破壊を起こすからである。CAD/CAMソフトにより加工された図1、図2の供試体の引張試験結果の$P_y-2/3P_{max}$関係(P_y：降伏耐力、P_{max}：最大荷重)を図3(T字型接合)、図4(十字型接合)に示す。両図ともP_yと$2/3P_{max}$は比例し、新型ボルトの本数の増大に伴い耐力は増大し、脆弱な破壊は見られなかった。図4において4-APD1のP_yが低くなっているデータがあるが、この供試体だけ新型ボルトが2本破断したことが原因で、噛み合いの問題ではないと考えられる。またせん断耐力は、新型ボルト本数の増大に伴い向上した。</p>			

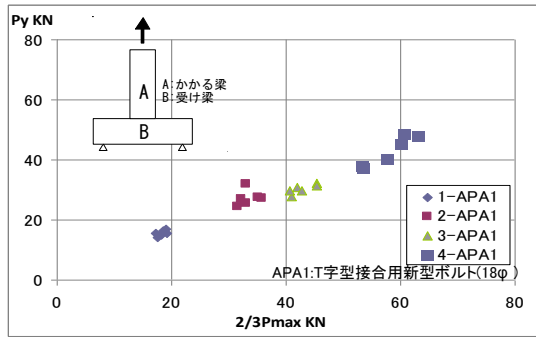


図3 引張試験（T字型接合 ありがけ有、スリットなし）
Py-2/3Pmax関係

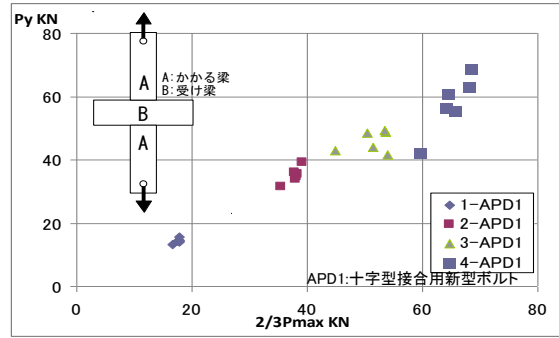


図4 引張試験（十字型接合 ありがけ有、スリット）
Py-2/3Pmax関係

・平成22年度の成果: 弾性基礎上のはり理論と実験との対応を厳密に検討するために、木材には単板積層材(LVL)を、新型ボルト、ドリフトピンはSR235,SS400の棒鋼から切り出し加工したものを用いた。LVLのばね定数^{2),3)}、新型ボルトとドリフトピンの応力-ひずみ関係から一般化された弾性基礎上のはり理論に基づき、接合部に生じるせん断力・引張力に対する抵抗機構のモデル化を行い検討した。1例としてせん断試験の概要、試験結果と解析値の比較(はしあき $e_1=15\text{mm}$ の場合)を図5、6に示す。解析値と試験結果はほぼ一致する。また柱とはりの接合部は、はり芯に設置されている新型ボルトとの干渉で、従来複雑な納まりとなっていたが、それを解消させるために柱芯から18mmずれた位置に新型ボルトを設置し引張試験を行った。単調加力試験では、ドリフトピン本数を増やすことで、偏心0の場合の耐力とほぼ同等な値が得られた。

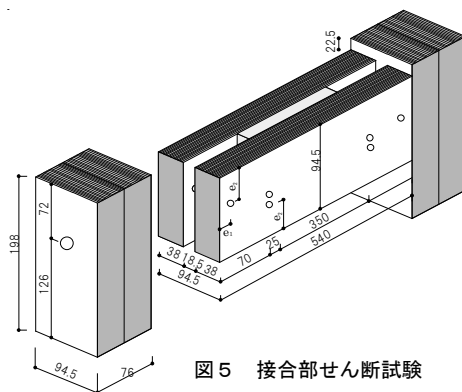


図5 接合部せん断試験

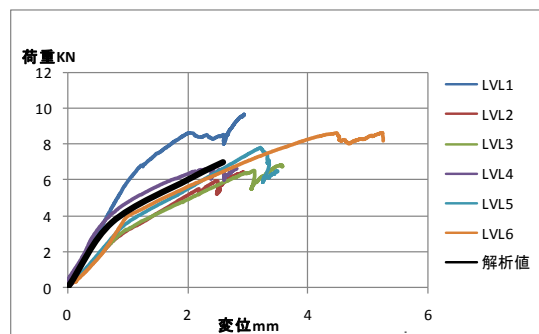


図6 試験結果と解析値の比較 (ドリフトピン径:9φ
はしあき $e_1=15\text{mm}$
へりあき $e_2=36\text{mm}$ の場合)

・平成23年度の技術開発: 既存の実大試験結果を平成22年度提案された抵抗機構のモデルにより解析するためのデータ(ばね定数、鋼材の応力-ひずみ関係)を得、検討することを目的とする。また登りばりに関して穿孔精度を維持しうる加工方法を確立し耐力を確認するとともに、手加工の多い屋根ばりのコストダウンをはかりたい。さらにはりを介在させ18mm偏心した新型ボルトを有する上下2本の柱を加力端とする引張試験を行うことにより偏心が危惧される従来のホールダウン金物に代わるものとして新型ボルトを提案したい。

参考文献

- 1) 田中淳子、手塚 升、奥石直幸、加藤俊行: 新型ボルトにより補強した木造軸組工法, 日本建築学会技術報告集, Vol. 17, No. 35, pp. 139-144, 2011年2月
- 2) 佐多賢人、田中淳子、垣沼輝太、手塚 升、奥石直幸、加藤俊行: 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 2011年8月 日本建築学会大会にて講演予定
- 3) 垣沼輝太、田中淳子、佐多賢人、手塚 升、奥石直幸、加藤俊行: 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 2011年8月 日本建築学会大会にて講演予定

総評

軸組構法の新しいタイプの接合部の開発で、単板積層材の材料特性の把握、新型ボルト接合部のせん断・引張抵抗機構のモデル化・検証について順調に進められている。これらの成果をもとに、実際の接合状態を想定した実験等の積み重ねにより、実現性の高い技術の開発を行うことが必要である。