

非住宅・中大規模木造用の高倍率、高階高耐力壁及び接合金物の開発検討  
その11・扁平柱用接合金物（3層以下用）の実験的研究

正会員	○飯田 秀年*1	中村 亮太*1
正会員	花井 勉*2	飯島 敏夫*3
正会員	早崎 洋一*4	大橋 好光*5

中大規模木造建築 接合金物  
めり込み補強 軸組構法

1. はじめに

その4、8で報告したように非住宅・中大規模木造における最下階柱脚（以下「柱脚」という）・中間階用の接合金物は、柱断面 120×120mm、240×240mm を対象として開発・実験により性能を確認してきた。柱断面 120×120mm 用（3層以下用）の柱脚接合金物の短期許容引張耐力は最大 110kN で、プランによっては接合金物の性能が不足する懸念がある。また、梁へのめり込み対策も必要である。

そこで本報では、改良型の接合金物に柱断面 120×240mm の扁平柱と梁断面 120×600mm の梁を組合せた柱脚の引張実験と中間階接合部の圧縮実験について報告する。

2. 試験体

2.1 接合金物

試験に用いる接合金物は、その4で報告した TB-D9 を改良した TB-D9 改良金物とした。金物自体の性能向上を目的に箱型部分の鋼板厚さを 12mm から 19mm に変更した。また中間階接合金物で使用するφ44mm 深さ7mmの座掘りを設けた(図.1)。

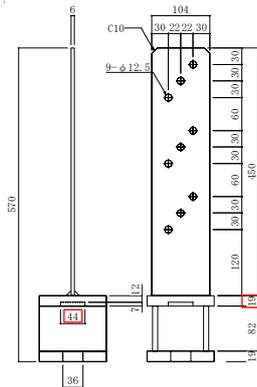


図.1 TB-D9 改良金物

2.1 柱脚引張試験

柱脚接合金物の試験体を図.2（左）に示す。試験体の柱は 120×240mm の集成材（同一等級構成構造用集成材、E95-F315、樹種ヒノキ）とし、TB-D9 改良金物を2個並列で配置した。金物1個あたり、柱とは9本のドリフトピン（φ12mm、L=115mm）で接合し、架台とはM24のアンカーボルト（SCM435）で接合する。

2.2 中間階接合部圧縮試験

中間階接合金物の試験体は上下階の耐力壁が連層する場合を想定し図.2（右）に示す形式とした（柱部分は省略した）。梁は実設計で想定される最大せい 120×600mm の集成材（対称異等級構成構造用集成材、E105-F300、樹種ヒノキ）とし、φ26mmの先孔加工にM24の引きボルトを

通し、上階からの圧縮力は（上側）箱形金物→高ナット→引きボルト→（下側）高ナット→箱形金物と伝達される機構とした（引きボルトが一定以上の圧縮座屈となるまで横架材は圧縮力を負担しない）。

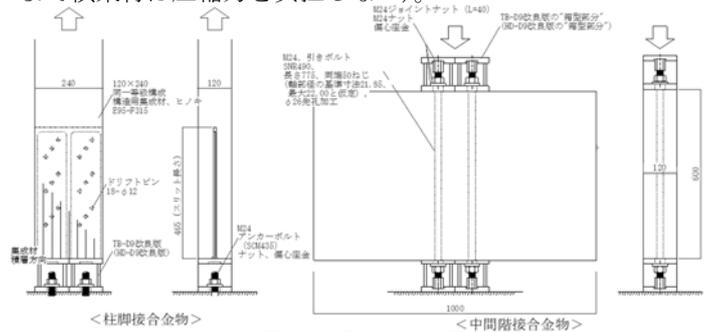


図.2 試験体概要図

3. 試験方法

木造軸組工法住宅の許容応力度設計（2017年版）の第4章「試験方法と評価方法」の4.4「継手・仕口の試験」に準じ、単調荷重試験より降伏変位  $\delta y$  を求め、 $\delta y$  の1/2、1、2、4、6、8、12、16 倍の順に一方向繰返し加力とした。 $\delta y$  が求まらない場合は最大荷重  $P_{max}$  を求め、 $P_{max}$  の1/10、2/10、3/10、4/10、5/10、6/10、7/10、1 倍の順に一方向繰返し加力とした。

4. 試験結果

4.1 柱脚接合金物

柱脚接合金物引張試験の荷重変形関係、構造特性及び破壊性状を図.3、表.1、写真.1,2 に示す。荷重が 300kN 程度で降伏し、最大荷重は 400~500kN 程度となった。短期基準耐力は 253.9kN となった。破壊性状はドリフトピン位置での木部割裂またはドリフトピン位置での金物破断となった。

4.2 中間階接合金物

中間階接合金物の圧縮試験の荷重変形関係、構造特性及び破壊性状を図.4、表.2、写真.3,4 に示す。荷重 300kN 程度から降伏し、最大荷重 500kN を超えたあたりで試験を終了した。短期基準耐力は 297.1kN となった。破壊性状は引きボルトの圧縮座屈との進行に伴う箱形金物の梁へのめり込みとなった。

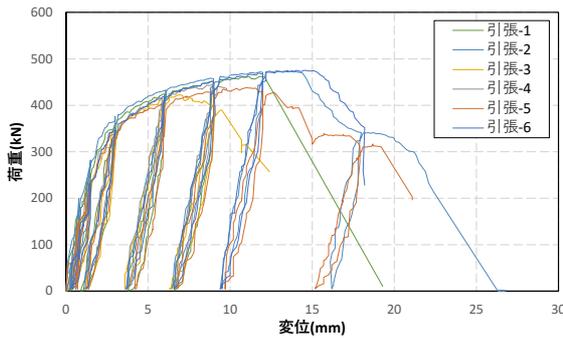


図.3 荷重変形曲線（柱脚接合金物）

表.1 構造特性（柱脚接合金物）

試験評価（6体）			
短期基準耐力* (kN)	←min{ ①, ② }		平均初期剛性 K (kN/mm)
	①降伏耐力 Py の 5%下限値 (kN)	②2/3Pmax の 5%下限値 (kN)	
253.9	253.9	269.7	133.8

※低減係数は乗じていない



写真.1 ドリフトピン位置での割裂  
(試験体 1, 3, 4, 5)



写真.2 ドリフトピン位置での金物破断（試験体 2, 6）

## 5. 考察

### 5.1 柱脚接合金物

その4で報告した120×120柱の結果と比較すると、改良型金物を2個配置した120×240mm柱は2倍以上の耐力、剛性を有することが分かった。金物を改良したことが要因と考えられる。

表.3 過去の実験との比較

仕様	短期基準耐力 (kN)	Py (kN)	2/3Pmax (kN)	初期剛性 (kN/mm)
120×120mm 柱 TB-D9 金物 1 個	113.1	<u>113.1</u>	126.9	53.9
120×240mm 柱 TB-D9 改良金物 2 個	253.9 (2.24)	<u>253.9</u> (2.24)	269.7 (2.13)	133.8 (2.48)

### 5.2 中間階接合金物

座屈耐力を実験で得られた短期基準耐力として、オイラーの座屈式の逆算により引きボルトの固定度を推定する。座屈耐力  $F_{cr}=297.1/2=148.6\text{kN}$ （引きボルト1本あたり）、断面二次モーメント  $I=11499\text{mm}^4$ 、断面積  $A=380.1\text{mm}^2$ 、ヤング係数  $E=2.05\times 10^5\text{N/mm}^2$ 、座屈長さ

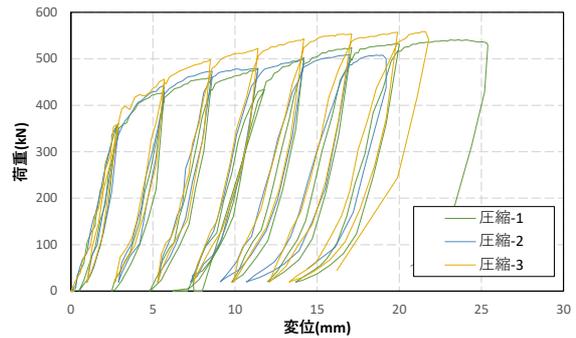


図.4 荷重変形曲線（中間階接合金物）

表.2 構造特性（中間階接合金物）

試験評価（6体）			
短期基準耐力* (kN)	←min{ ①, ② }		平均初期剛性 K (kN/mm)
	①降伏耐力 Py の 5%下限値 (kN)	②2/3Pmax の 5%下限値 (kN)	
297.1	297.1	305.6	110.6

※低減係数は乗じていない



写真.3 試験後全景



写真.4 箱形金物の梁へのめり込み

$L=600\text{mm}$  とすると、 $F_{cr}=n\times \pi^2EI/L^2$  より今回の仕様では固定度  $n=2.29$  であり引きボルト端部の固定度は「固定-ピン」状態から両端固定状態の間にあることが確認された。

## 6. まとめ

- ・柱脚接合金物の短期基準耐力は253.9kNとなり、120×120mm柱に比べ2倍以上の十分な性能を有することがわかった。
- ・中間階接合金物の短期基準耐力は297.1kNとなり、梁の短期許容めり込み耐力（ $2/3\times 7.8\text{N/mm}^2\times 120\text{mm}\times 240\text{mm}\times 10^{-3}=149.8\text{kN}$ ）の2倍程度の性能であった。また、引きボルトの固定度が「固定-ピン」状態よりも高いこと、納まり的にも問題ないことがわかった。引きボルトが座屈した後、箱形金物が梁にめり込んでしまうが、座屈前はめり込み補強対策としては十分な性能を有することがわかった。

なお、本事業は「令和4年度 木材製品の消費拡大対策及び国内森林資源活用・建築用木材供給力強化対策事業のうちCLT建築実証支援事業」のうち「CLT等木質建築部材 技術開発・普及事業」として一般社団法人 木を活かす建築推進協議会が実施したものである。参考文献

1) 大橋好光 他；非住宅・中大規模木造用の高倍率、高階高耐力壁及び接合金物の開発検討(その1~9)、日本建築学会大会学術講演梗概集 C-1、2020.9、pp327-334

\*1 えびす建築研究所  
\*2 えびす建築研究所、博士（工学）  
\*3 日本住宅・木材技術センター  
\*4 建材試験センター  
\*5 東京都市大学名誉教授・工博

\*1 Ebisu Building Laboratory Co.  
\*2 President, Ebisu Building Laboratory Co., Dr.Eng.  
\*3 Japan Housing & Wood Technology Center  
\*4 Japan Testing Center for Construction Materials  
\*5 Prof. Emeritus, Tokyo City Univ., Dr.Eng.