

# 木質構造接合部における 接合金物併用の有効性について

## — 込み栓と接合金物の併用使用の有効性 —

ポリテクカレッジ島根 住居環境科 海江田 勲  
(島根職業能力開発短期大学校)

### 1. はじめに

建築物における骨組みの接合部は、通常、材を長手方向に継ぐ箇所を継ぎ手、垂直方向に継ぐ箇所を仕口と呼ばれ数多くの種類が存在する。日本で馴染みの深い在来軸組構法木造住宅の接合部においては、鉄骨造や鉄筋コンクリート造のように溶接したりコンクリートを流し込んで固めたりといったことはできないので、現行の基準では接合金物を使用して留め付けることとなっている。また先の法改正によって耐力壁（地震や風圧力に抵抗する要素の代表的なもの）の仕様により、耐力壁端部の柱の柱頭と柱脚の接合方法が明確に規定されたが、これは法改正以前では接合方法などについての明確な規定がなかったものが、阪神・淡路大震災で特に木造住宅の筋かい端部が破壊している例が非常に多く見られたために、より厳しく規定されたといわれている。一方、通常接合部に使用される金物は1箇所につき1つとされており、複数個の接合金物を用いても単純な許容耐力の加算は認められていない。これは接合金物の種類によって荷重変形関係の特徴に違いがあるため、異なる種類の併用接合ではその組み合わせによって、単独時の耐力を発揮できなくなるものもあるためである。そこで、ここでは一般の軸組構法木造住宅で数多く使用されている角金物、山形金物、込み栓、そしてこれらを併用した接合部の荷重～変位曲線と破壊状況の写真から、金物と込み栓を同じ箇所で併用した場合の有効性について考察する。

### 2. 試験体

試験体は逆T字型仕口とし、材種には柱・土台ともにヒノキ材を用い断面寸法を105mm正角とした。試験体の種類は込み栓、角金物（CP-T）、山形金物（VP）、角金物と込み栓の併用、山形金物と込み栓の併用の5種類、各3体合計15体とした。また金物はZマーク表示のものをを用い施工する釘は公庫仕様によりCP-TではZN65でVPではZN90を使用した。込み栓は15mm角の桤材とし、すべての試験体を長ホゾ差し仕口とした。

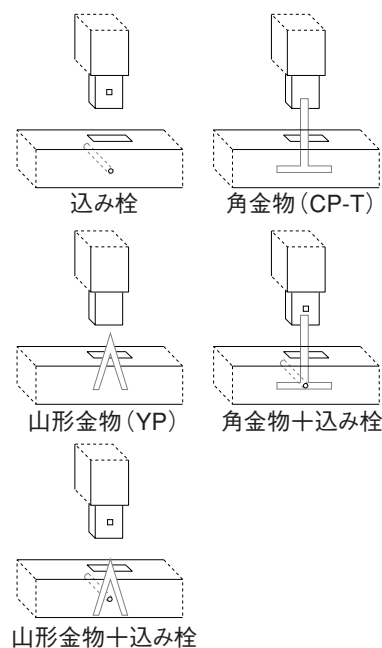


図1 試験体一覧

### 3. 授業実践

試験方法の概略図を図2に示す。試験体は万能試験機の載荷装置内に柱を鉛直に立て柱頂部より200mmの位置に径30mmの穴をあけ、ネジ付き鋼棒を介して単調引張力を与えた。土台は鋼板にアンカ

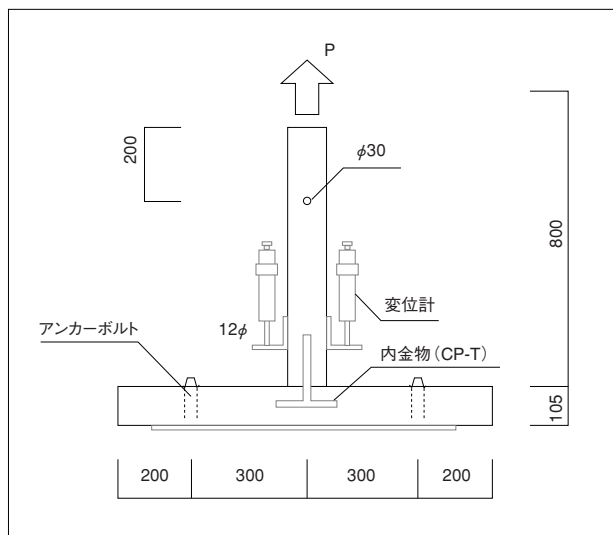


図2 試験方法

ーボルト (φ12) で固定した。試験体の変位は柱両側と土台に計3つ取り付け柱の引き抜け量を計測した。各試験体ともに万能試験機を用い荷重速度2 mm/minとした。

### 4. 実験結果とその検討

図3～図7には各試験の平均値における荷重～変位曲線を、表1には包絡線に基づく最大荷重 (Pmax), 最大荷重時の柱の浮き ( $\gamma$  max), 降伏荷重 (Py), 降伏荷重時の柱の浮き ( $\delta$  y), 終局荷重 (Pu), 終局荷重時の柱の浮き ( $\delta$  u) を一覧表として示してある。

同表および同図より次のことがいえよう。

#### 4.1 込み栓

グラフより初期剛性が強く荷重と変位がほぼ直線的に推移している。この直線的な関係は比例関係を示さなくなる点 (いわゆる降伏点) まで続き、その後は込み栓のせん断力により土台の割裂が始まり一時荷重が下がるが、徐々に込み栓の曲げ耐力で粘り

表1 実験結果一覧表

		Pmax (kgf)	$\gamma$ max (mm)	Py (kgf)	$\delta$ y (mm)	Pu (kgf)	$\delta$ u (mm)
込み栓	試験体1	1025	12.435	833	3.73	939	12.435
	試験体2	905	1.58	565	0.38	815	1.58
	試験体3	1426	21.085	1076	1.49	1266	22.095
	平均	1119	11.70	825	1.87	1007	12.04
CP-T	試験体1	1947	22.13	1136	4.15	1806	25.75
	試験体2	1427	15.76	781	3.04	1364	25.66
	試験体3	1947	26.26	752	4.06	1801	30.51
	平均	1774	21.38	890	3.75	1657	27.31
CP-T+ 込み栓	試験体1	2539	15.79	1321	3.35	2235	16.67
	試験体2	2648	18.68	1418	3.26	2347	18.68
	試験体3	2249	12.79	1184	1.51	2097	19.38
	平均	2479	15.75	1308	2.71	2226	18.24
VP	試験体1	1764	5.44	944	0.87	1469	20.08
	試験体2	2250	8.31	1129	1.42	1935	18.23
	試験体3	2556	11.07	1458	1.88	2255	11.07
	平均	2190	8.27	1177	1.39	1886	16.46
VP+ 込み栓	試験体1	1783	2.03	913	0.45	1651	5.02
	試験体2	1655	3.22	865	1.05	1539	9.69
	試験体3	2003	4.13	1146	0.3	1844	4.13
	平均	1814	3.13	975	0.60	1678	6.28

Pmax: 最大荷重  $\gamma$  max: 最大荷重時の変位 Py: 降伏荷重  $\delta$  y: 降伏点変位 Pu: 終局荷重  $\delta$  u: 終局荷重時変位

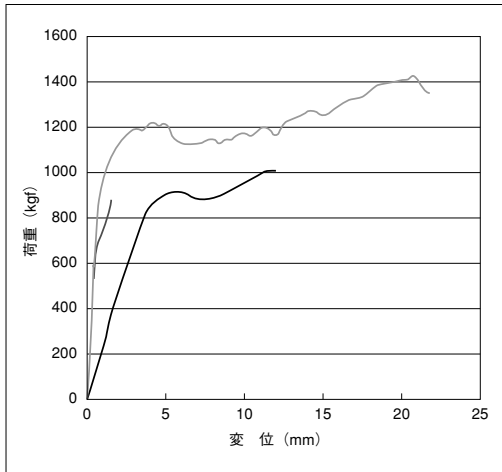


図3 込み栓の実験結果

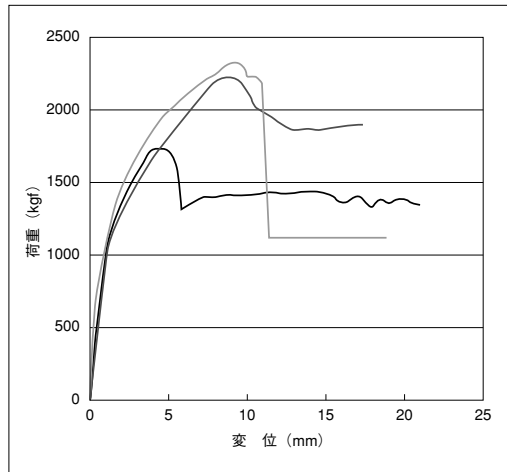


図6 山形金物の実験結果

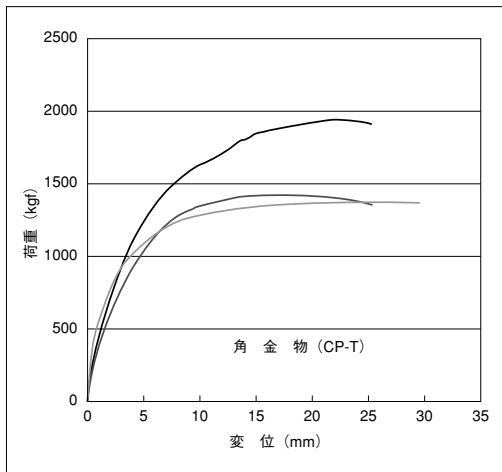


図4 角金物 (CP-T) の実験結果

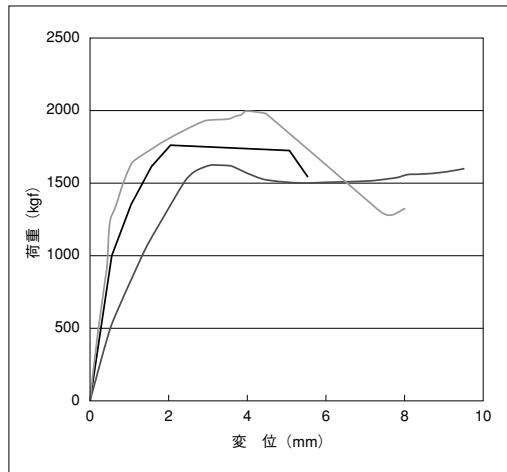


図7 込み栓と山形金物併用の実験結果

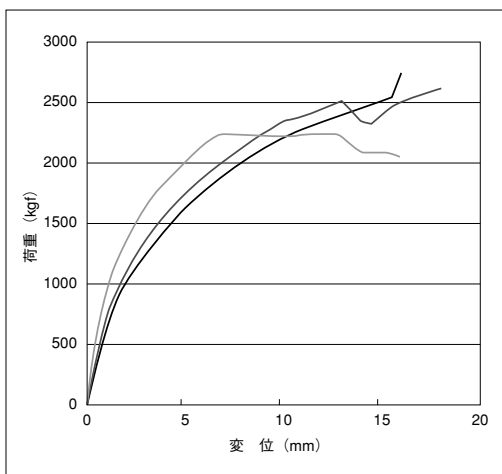


図5 込み栓と角金物併用の実験結果

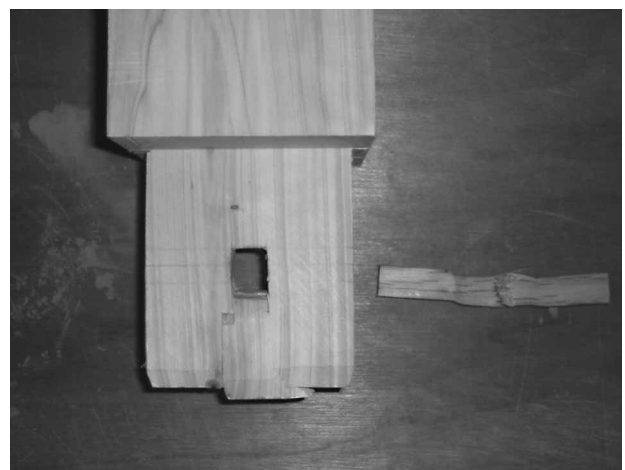


図8 ホゾ先端部破壊状況

最終的にはホゾの先端部分のせん断破壊により耐力が低下した (図8 参照)。

#### 4.2 角金物 (CP-T)

グラフより込み栓と比べ初期剛性は低いですが緩やかな2次曲線を描き韌性に富んだ接合部といえる。これは破壊状況からもわかるように、土台の割裂より

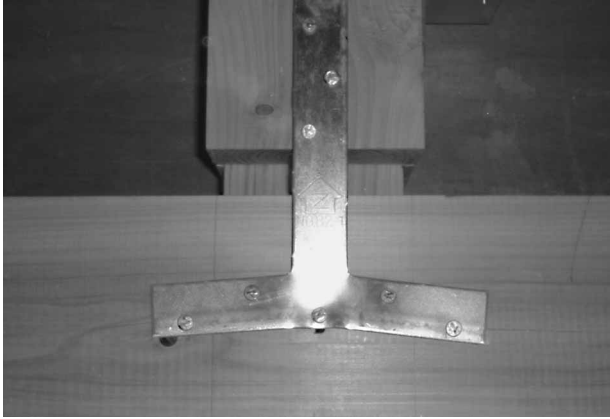


図9 角金物破壊状況

もCP-T金物自体が大きく変形をしながら強度を保っていたためと考えられる（図9参照）。また最終的には土台部分の釘が引き抜かれたことにより荷重が低下した。

#### 4.3 角金物（CP-T）と込み栓の併用

表1よりCP-T単独時に比べPmaxで約40%の荷重増加が見られ、込み栓が耐力に大きく寄与していることがわかる。また、終局耐力時の柱の引き抜け量 $\delta u$ においてはCP-T単独時（27.31mm）に比べ約10mm小さくなっている。これは込み栓を併用することにより込み栓の曲げ耐力が柱の引き抜きを抑えていると考えられる。

#### 4.4 山形金物（VP）

グラフより初期剛性は高いが降伏後の荷重低下がCP-Tと比べて大きい。これは釘ZN90（CP-LはZN65）を使用していることにより弾性域での強度は保っているが、最大耐力後に土台の割裂が発生し徐々に低下している。

#### 4.5 山形金物（VP）と込み栓の併用

表1よりVP単独時より最大荷重、降伏荷重ともに約20%低下している。また、柱の引き抜けは最大荷重時の変位 $\gamma_{max}$ 、終局耐力時の変位 $\delta u$ ともに小さくなっている。以上のことより、VP金物と込み栓の併用接合では初期剛性が強くなる一方で、靱性がなくなりエネルギーの吸収ができず、土台の込み栓穴ラインに応力が集中して割裂が早く起こって

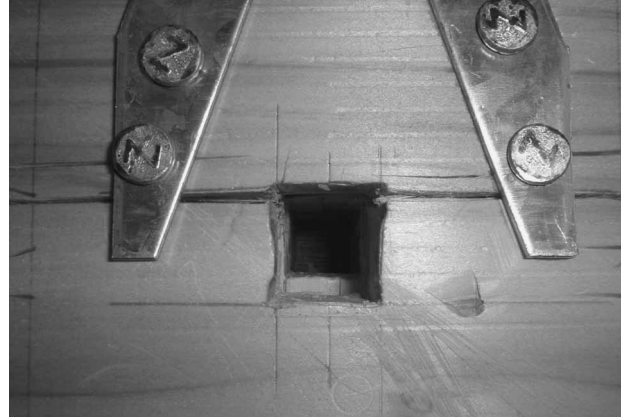


図10 込み栓穴上端ライン割裂状況

しまう（図10参照）。

### 5. 加算則の検討

接合部に金物と込み栓を併用した場合、耐力の足し合わせが可能かどうかを調べるために、金物と込み栓を併用したときの実験値と、それぞれの単独時において柱の浮きが同一時の荷重を純粹に足し合わせた値（加算則値）とを比較したものを表2・表3に、実験値と加算則のグラフを図11・図12に示す。

同表および同図より以下のことがいえる。

#### 5.1 角金物（CP-T）と込み栓の加算則

グラフより、変位の増加に伴い実験値と加算則値が近づき最大荷重時で比率が約0.9までになった（表2参照）。これは2つの初期剛性にちがいがあがあるため、初めは初期剛性の高い込み栓が耐力の多くを負担しているが、徐々に角金物も耐力を発揮し出して、最大耐力時にはほぼ加算則が成り立つ程度までお互いの強度を出し切っているといえる。

#### 5.2 山形金物（VP）と込み栓の加算則

グラフより弾性域においては、実験値と加算則値がほぼ近似しているが、荷重の増加に伴って比率が低下し、最大荷重時では約0.5と半分の値となっている（表3参照）。これは接合部に応力が集中し、早い段階で土台にある込み栓穴の部分から割裂が生じ、粘りのないものとなった（図13参照）。また実験後試験体の込み栓を調べたところ、角金物併用の

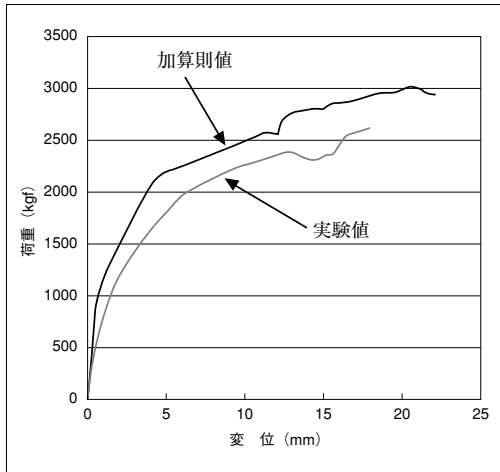


図11 実験値 (CP-T) と加算則値の比較

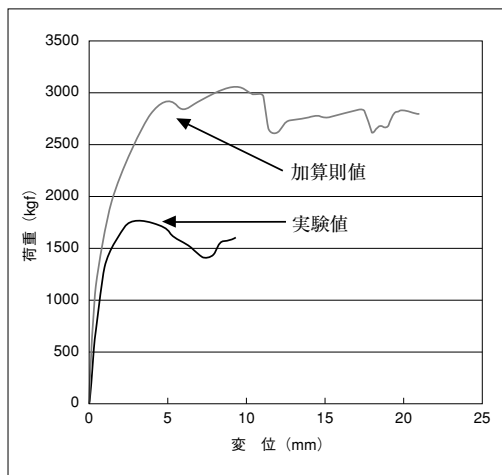


図12 実験値 (VP) と加算則値の比較

表2 加算則による比較 (CP-T)

	Pmax (kgf)	Py (kgf)
込み栓	1119	825
金物 (CP-T)	1774	890
加算則値	2893	1715
実験値	2479	1308
比率	0.86	0.76

表3 加算則による比較 (VP)

	Pmax (kgf)	Py (kgf)
込み栓	1119	825
金物 (VP)	2190	1177
加算則値	3309	2002
実験値	1814	975
比率	0.55	0.49

込み栓は曲げ破壊しているが、山形金物併用では曲げの形跡がないことから、耐力を発揮する前に土台

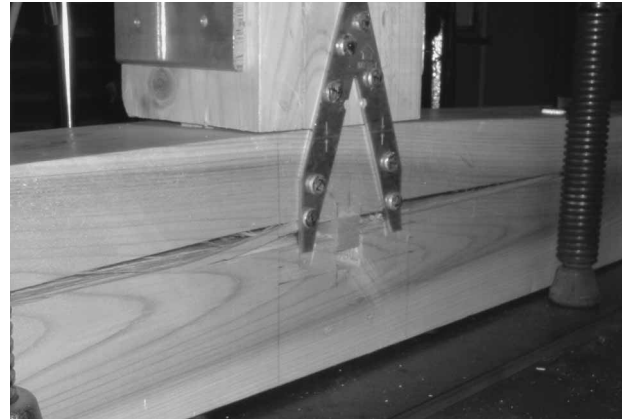


図13 込み栓穴上端ラインからの破壊

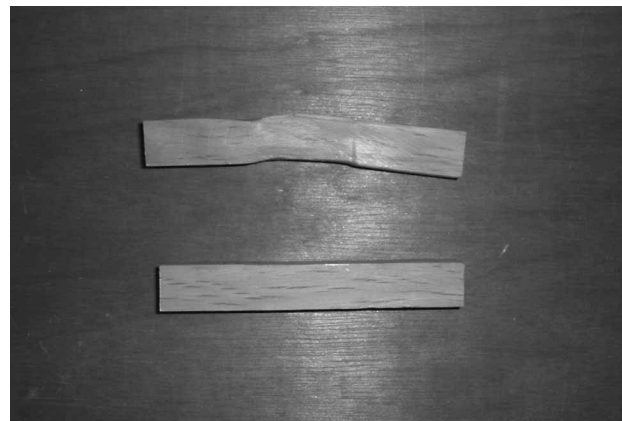


図14 金物併用実験後の込み栓

の割裂が生じたことがわかる (図14参照)。

## 6. まとめ

今回の実験により、在来軸組構法木造住宅における接合部において、角金物と込み栓を併用した場合の有効性が確認されたが、山形金物と込み栓においては併用接合を避けるほうがよいといえる。

「謝辞」

最後に、本実験において多大なご指導をいただきました、能開総合大鈴木秀三教授、ならびに能開総合大東京校藤野栄一講師、そして島根短大住居環境科の先生方に深く感謝申し上げます。

### <参考文献>

- 1) 鈴木秀三：『建築技術』, 1998.8.
- 2) 村上雅英：『建築技術』, 1997.9.
- 3) 河合直人：『建築知識』, 2001.10.