

## 梁受け金物の強度性能 (第 1 報)

—せん断および引張耐力—

藤原 拓哉      戸田 正彦      野田 康信      飯島 敏夫<sup>\*1</sup>

### Strength Performance of Template Metal Connector (I)

- Shear and tensile strength -

Takuya FUJIWARA    Masahiko TODA    Yasunobu NODA    Toshio IJIMA

The strength tests were conducted on template metal connectors of three sizes newly developed by HOWTEC (The Foundation of Housing & Wood Technology Center). Shear strength in both normal and reverse directions, and tensile strength were determined. Shear strength in the reverse direction and tensile strength were proportional to the number of effective drift pins. However, shear strength in the normal direction was not proportional. It was found that the seat of the connector also bore shear force in the shear test in the normal direction, so the failure mode changed depending on the size of the metal connector.

*Key words:*    template metal connector, shear strength, tensile strength  
梁受け金物, せん断耐力, 引張耐力

(財) 日本住宅・木材技術センターが開発した3サイズの梁受け金物(ハウテック金物)の強度試験を行い, そのせん断, 逆せん断, および引張耐力を明らかにした。逆せん断耐力と引張耐力は有効に機能するドリフトピンの本数に比例したが, せん断耐力は比例しなかった。その原因として, せん断試験では金物に設けられたアゴもせん断力を負担するために, 破壊のモードが金物のサイズによって変化することが考えられた。

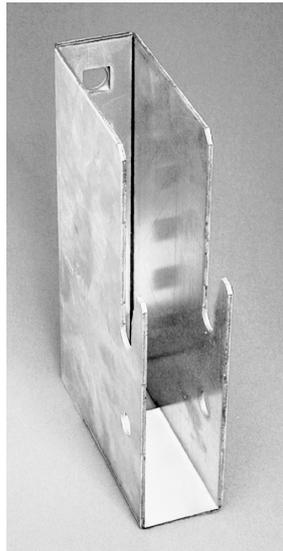
#### 1. はじめに

阪神・淡路大震災における家屋の損傷, 倒壊等の被害の発生を受け, 現在では基本的に木造住宅に補強金物の使用が義務づけられるに至った。(財) 日本住宅・木材技術センター(以下, 住木センター)は補強金物をZマーク表示金物として規格化し, その認証を行っている。これらは文字どおり接合部を補

強するものであるが, これに加えて, 近年では住宅の生産における合理化を目的とした, 金物そのもので接合部を作る構造金物と呼ばれる金物も登場している。具体的には, クレテック金物, HSメタルなどの梁受け金物が挙げられ, 一般的な仕口よりも加工が単純で, 断面欠損が少なく強度的に有利という特徴がある。しかし, これらの金物の供給体制はオー

プンであるとは言い難く、資金力に乏しい中小の工務店が容易に活用できる状況にない。

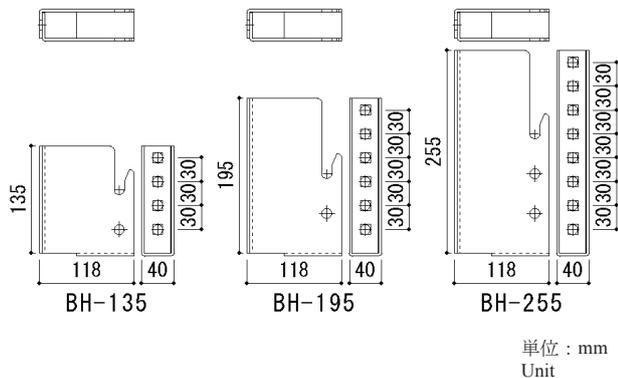
そこで、住木センターでは梁受け金物のZマーク表示金物としての規格化を目指し、新たな梁受け金物(ハウテック金物)を開発した(第1図)。規格化にあたり、金物の許容耐力を確定する必要がある。ここでは許容耐力の確定のために行った強度試験結果について報告する。



第1図 梁受け金物  
Fig. 1. The template metal connector.

## 2. 供試金物

使用した金物はハウテック金物のBH-135(梁せい135mm以上用), BH-195(同210mm), BH-255(同270mm)の3種類(第2図), およびその初期型であるBH-110, BH-160, BH-210の3種類である。初期型と現行型の違いはボルトの間隔であり, 初期型のボルトの間隔25mmに対し, 使用上の都合から現行型では30mmに拡大されている。取り付けに用いた接合具は, ドリフトピン(φ12), 角根六角ボルト(M12), 角座金(W4.5×40)である。使用した木材はスギ構造用製材3級(平均密度0.33g/cm<sup>3</sup>, 含水率14.4%), およびスプルー構造用集成材(同一等級



第2図 梁受け金物の寸法  
Fig. 2. Dimensions of the template metal connectors.

構成E105-F345, 対称異等級構成E105-F300, 平均密度0.44g/cm<sup>3</sup>, 含水率10.7%)である。

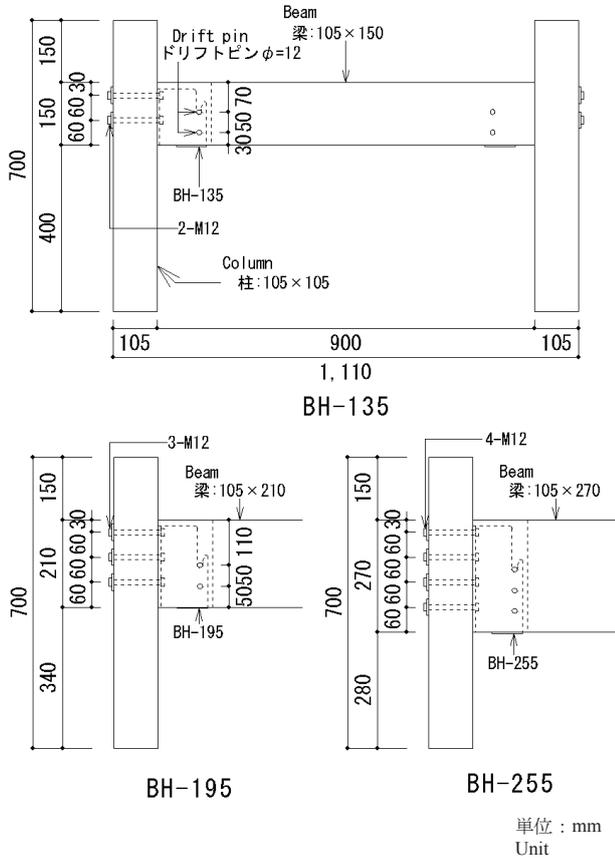
## 3. 試験方法

梁受け金物は通常時には, 固定荷重や積載荷重等の鉛直方向の荷重に由来するせん断力を負担する。これに加えて地震時には, 柱-梁の接合部の近くに筋かいが取り付けの場合, 逆方向のせん断力が作用することになり, 水平方向の荷重による引張力も作用することがある<sup>1)</sup>。よって, せん断試験に加え, 逆せん断試験, および引張試験を行った。各試験は「木造建築物用接合金物認定事業における接合金物試験法規格」<sup>2)</sup>に基づいて行った。すなわち, 試験体数を1条件あたり7体とし, 予備試験として1体を単調加力により破壊して降伏変位 $\delta_y$ を求め, 残り6体を本試験に供した。本試験では予備試験により得られた $\delta_y$ の1/2, 1, 2, 4, 6, 8, 12, 16倍を順に加力スケジュールとする一方向の繰返し加力により行い, 最大荷重に達した後, 荷重が最大荷重の80%に低下するか, 相対変位が30mmに達するまで加力した。得られた荷重-変位曲線を包絡処理し, これに完全弾塑性モデルを適用することによって降伏耐力を求めた。続いて, 降伏耐力, および2/3×最大荷重それぞれについて信頼水準75%における95%下側許容限界を求め, これらのうち, 小さい方を接合部の耐力とした。せん断試験, 逆せん断試験では, 接合部1か所あたりの値とした。

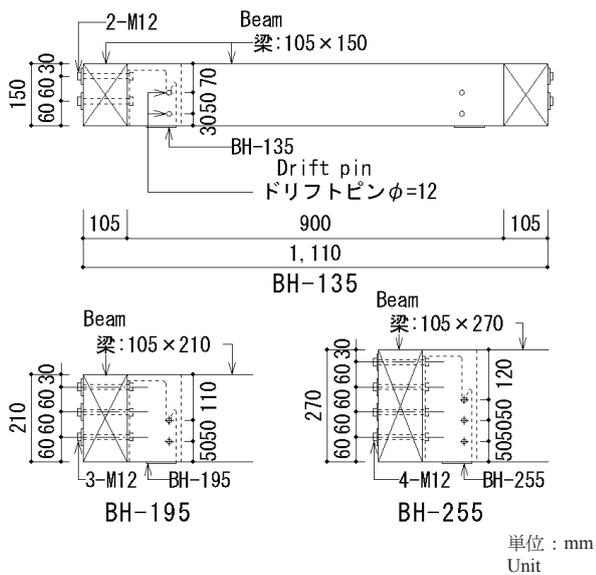
### 3.1 せん断試験

BH-135, BH-195, BH-255の3種類の金物を用い, 柱-梁, 梁-梁, 柱-登り梁の3種類の接合部の取り付けについて試験した。柱-登り梁の接合部は実際の施工では金物のアゴ(底面)にのるスリットで分割された中央部のみを切り欠くことになっているが, すべてを切り欠いて試験を行った。各試験体の詳細図を第3~5図に示す。試験には(株)東京衡機製造所製の実大木材強度試験機WU-1000(容量1,000kN)を用い, 柱-梁, 梁-梁については長さ400mmの鋼板を介して, 柱-登り梁については登り梁の中央にボルトで固定した三角形の鞍状の治具を介して中央部に加力した。その際, 柱の支持部, および支持梁にズレや回転が生じないように, 外側に

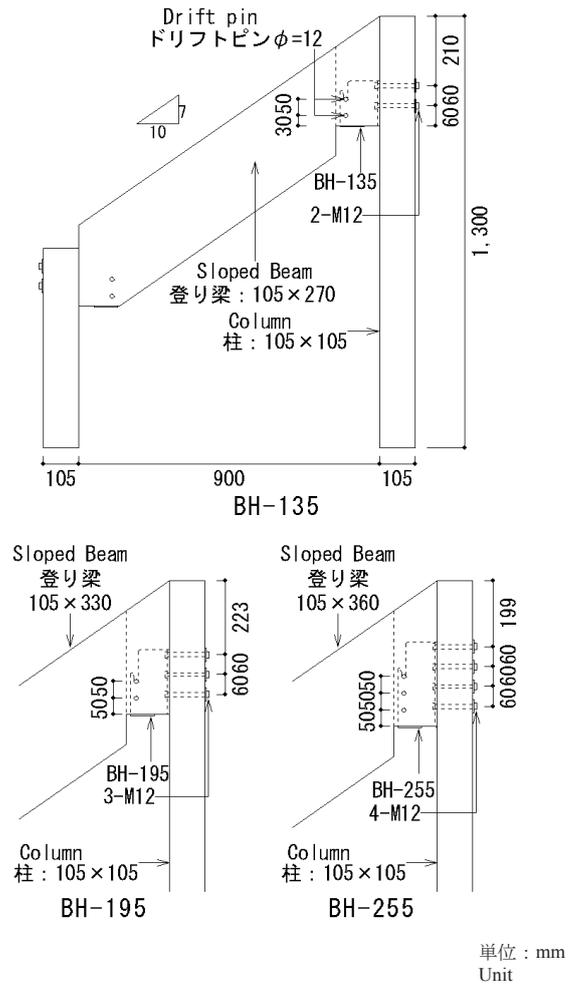
治具を設置して拘束した。変位は部材間の相対変位を4か所で測定し、その平均値を用いた。試験の実施状況を第6図に示す。



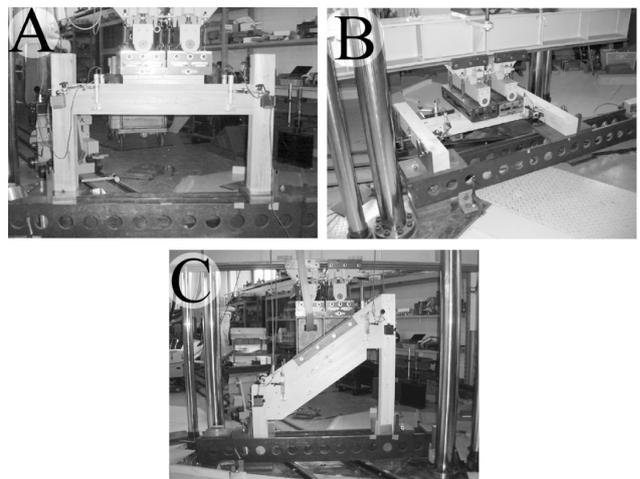
第3図 せん断試験体（柱-梁）  
Fig. 3. Specimens for shear tests in normal direction (column - beam).



第4図 せん断試験体（梁-梁）  
Fig. 4. Specimens for shear tests in normal direction (beam - beam).



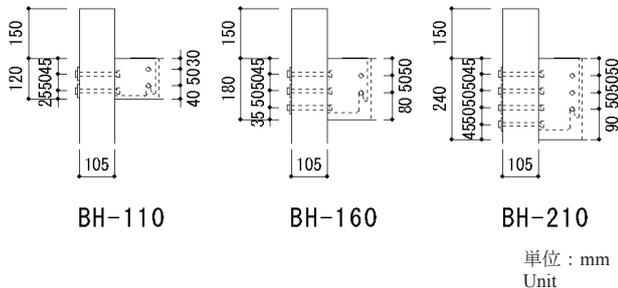
第5図 せん断試験体（柱-登り梁）  
Fig. 5. Specimens for shear tests in normal direction (column - sloped beam).



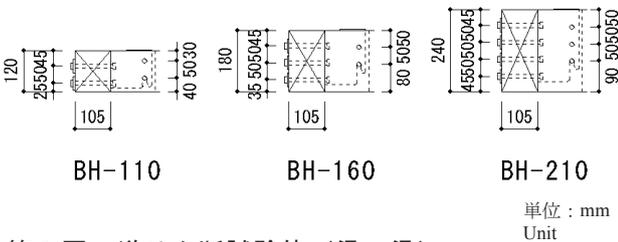
第6図 せん断試験の実施状況  
注) A: 柱-梁, B: 梁-梁, C: 柱-登り梁。  
Fig. 6. Shear tests.  
Note) A: Column - beam, B: Beam - beam, C: Column - sloped beam.

### 3.2 逆せん断試験

現行型のドリフトピンの位置、アゴの面積は初期型と同じであり、対応する梁せいは現行型の方が初期型よりも大きいことから、初期型で得られた耐力は現行型に対して安全側の評価となると判断された。よって、現行型での試験は省略し、初期型であるBH-110, BH-160, BH-210の3種類の金物を用い、柱-梁, 梁-梁の2種類の接合部の取り合いについて試験した。各試験体の接合部の詳細図を第7, 8図に示す。せん断試験との違いは金物の天地を反対にして取り付けられた点であり、その他はせん断試験と同様である。



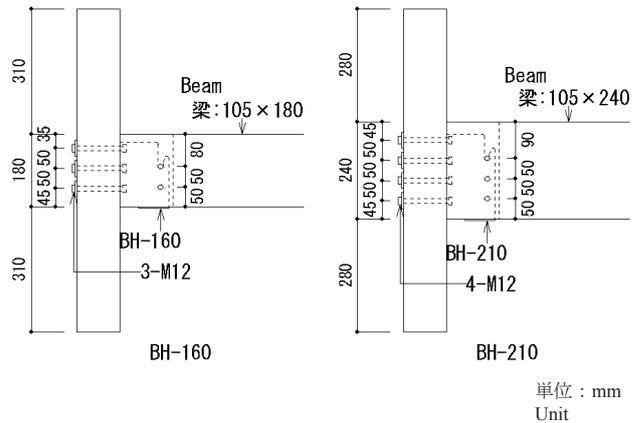
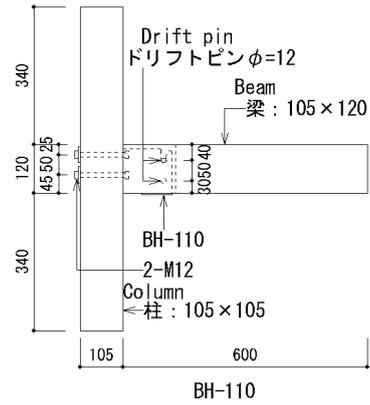
第7図 逆せん断試験体 (柱-梁)  
Fig. 7. Specimens for shear tests in reverse direction (column - beam).



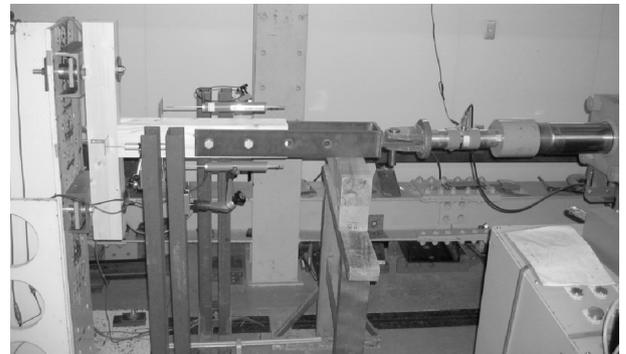
第8図 逆せん断試験体 (梁-梁)  
Fig. 8. Specimens for shear tests in reverse direction (beam - beam).

### 3.3 引張試験

逆せん断試験と同様の理由により、引張試験も初期型であるBH-110, BH-160, BH-210の3種類の金物によるもので、柱-梁の接合部の取り合いについてのみ試験を行った。各試験体の詳細図を第9図に示す。試験体は、第10図に示すように柱を梁芯から外側に240mm離れた2か所でボルト (M16) を用いて、みぞ形鋼 (100×50mm) に取り付け、支持フレームに固定した。加力には復動シリンダ (株) 岩崎製繰返し試験機, 容量100kN) を用い、変位は柱と梁の相対変位を対称な2か所で測定し、その平均値を用いた。



第9図 引張試験体 (柱-梁)  
Fig. 9. Specimens for tensile tests (column - beam).



第10図 引張試験の実施状況  
Fig. 10. Tensile test.

## 4. 結果と考察

接合部の耐力は以下の1条件を除き、降伏耐力で決定した。唯一の例外は、せん断試験における柱-梁の取り合い, BH-195, スギ製材の条件であった。

### 4.1 せん断試験

#### 4.1.1 柱-梁の取り合い

柱-梁の取り合いにおけるせん断試験結果を第1表に示す。破壊形態についてみると、各条件とも柱

第1表 せん断試験結果（柱－梁）

Table 1. Results of shear tests in normal direction (column - beam).

金物 Connector	主材 Main material	せん断耐力 Shear strength (kN)		各破壊形態の出現数 Number of failure mode		
		Av.	TL	CB	CC	BB
BH-135	L	15.5	13.9	6	0	0
BH-195		24.2	17.2	4	2	0
BH-255		35.2	27.8	5	1	0
BH-135	G	25.2	20.6	4	0	2
BH-195		30.2	27.9	0	6	0
BH-255		42.0	32.5	0	6	0

凡例) TL: 下側許容限界, CB: 梁の割裂, CC: 柱の割裂, BB: 梁の曲げ破壊, L: スギ製材, G: スプルース集成材。

注) せん断強度は降伏荷重から計算した。

Legend) TL: Tolerance limit. CB: Cleavage at beam, CC: Cleavage at column, BB: Bending failure at beam, L: Sugi lumber, G: Spruce glulam.  
Note) Shear strength values were calculated from load at yield point.



第11図 せん断試験の破壊形態（柱－梁）

注) A: 梁の割裂, B: 柱の割裂。

Fig. 11. Failure modes in shear test (column - beam).

Note) A: Cleavage at beam, B: Cleavage at column.

側で座金の著しいめり込みが観察されたが、終局的な破壊はスギ製材では梁のドリフトピン部分からの割裂であった（第11図A）。スプルース集成材ではBH-135が梁のドリフトピンからの割裂が主な破壊形態であったが、BH-195とBH-255では柱の割裂が主となった（第11図B）。ハウテック金物では、せいひんの増加に伴って、使用するボルトやドリフトピンの本数も増加するため、強度も向上し、BH-255の降伏耐力の平均値はスギ製材でBH-135の2.3倍、スプルース集成材では1.7倍となった。

#### 4.1.2 梁－梁の取り合い

梁－梁の取り合いにおけるせん断試験結果を第2表に示す。破壊形態については受け梁側で座金の著しいめり込みが観察されたが、受け梁の曲げにより破壊したスギ製材、BH-255の1体を除き、梁のドリフトピンからの割裂により破壊した（第12図）。金物の違いが降伏耐力に及ぼす影響をみると、金物が大きくなるにつれて耐力も大きくなる傾向がみられたが、スギ製材ではBH-195とBH-255、スプルース

第2表 せん断試験結果（梁－梁）

Table 2. Results of shear tests in normal direction (beam - beam).

金物 Connector	主材 Main material	せん断耐力 Shear strength (kN)		各破壊形態の出現数 Number of failure mode	
		Av.	TL	CB	BSB
BH-135	L	14.2	11.7	6	0
BH-195		20.2	16.4	6	0
BH-255		21.3	19.3	5	1
BH-135	G	34.7	30.1	6	0
BH-195		35.9	30.5	6	0
BH-255		42.9	40.6	6	0

凡例) TL, CB, L, G: 第1表参照, BSB: 受け梁の曲げ破壊。

注) 第1表参照。

Legend) TL, CB, L, G: See Table 1, BSB: Bending failure at side beam.

Note) See Table 1.



第12図 せん断試験の破壊形態（梁－梁，梁の割裂）

Fig. 12. Failure mode in shear test (beam - beam, cleavage at beam).

集成材ではBH-135とBH-195の平均値はほぼ同等であった。

#### 4.1.3 柱－登り梁の取り合い

柱－登り梁の取り合いにおけるせん断試験結果を第3表に示す。一般的に長柱の割裂による破壊が多かったが（第13図A）、BH-255で短柱の割裂が多くなる傾向がみられた。さらに、ほとんどすべての試験体において、長柱側の切り欠き部分から短柱側に向かって割裂が発生していたが（第13図B）、この割裂に伴う荷重の低下、相対変位の増大は認められなかった。なお、3.1で述べたように、今回の試験体では実際とは異なる切り欠き加工を行っているため、アゴにのる中央部分のみ切り欠く場合には、この部分の割裂は抑制されることが予想される。よって、今回の結果は安全側の値であると考えられる。金物の違いによる影響をみると、スギ製材、スプルース集成材ともにBH-255の平均値はBH-135の1.3倍であった。

#### 4.2 逆せん断試験

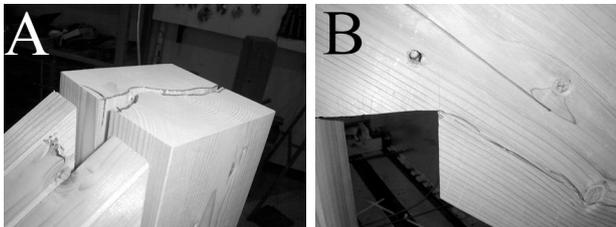
柱－梁の取り合いにおける逆せん断試験結果を第

第3表 せん断試験結果（柱－登り梁）

Table 3. Results of shear tests in normal direction (column - sloped beam).

金物 Connector	主材 Main material	せん断耐力 Shear strength (kN)		各破壊形態の出現数 Number of failure mode		
		Av.	TL	CLC	CSC	CSB
BH-135	L	20.9	14.6	5	1	0
BH-195		24.1*	16.9*	5	1	0
BH-255		26.9	19.7	4	2	0
BH-135	G	27.6	20.3	5	0	1
BH-195		30.6	19.8	5	1	0
BH-255		36.9	24.7	2	3	1

凡例) TL, L, G: 第1表参照, CLC: 長柱の割裂, CSC: 短柱の割裂, CSB: 登り梁の割裂。  
 注) \*: 2/3×最大荷重から計算, その他は降伏荷重から計算した。  
 Legend) TL, L, G: See Table 1, CLC: Cleavage at longer column, CSC: Cleavage at shorter column, CSB: Cleavage at sloped beam.  
 Note) \*: Values were calculated from 2/3×maximum load, the others were calculated from load at yield point.



第13図 せん断試験の破壊形態（柱－登り梁）

注) A: 長柱の割裂, B: 登り梁の切り欠きからの割裂。

Fig. 13. Failure modes in shear test (column - sloped beam).

Note) A: Cleavage at longer column, B: Cleavage from notch in sloped beam.

4表に、梁－梁の取り合いにおける逆せん断試験結果を第5表に示す。破壊形態はすべて梁の割裂で、BH-110とBH-160では耐力の平均値がほぼ等しく、BH-210の耐力はこれらのおおむね2倍の値となった。ハウテック金物では梁を最上段のドリフトピンで金物に引っ掛けるようにして架けるため、逆せん断力が作用した場合には、最上段（逆せん断試験体においては最下段）のドリフトピンは有効に機能しないため、逆せん断耐力は順方向のせん断耐力よりも著しく低下する。逆せん断試験におけるBH-110とBH-160の有効なドリフトピンの本数は1本で、BH-210では2本となり、耐力はこれにほぼ比例していたことになる。同一の金物の比較とはならないが、逆せん断耐力と初期型金物に対応する現行型金物のせん断耐力を比較すると、逆せん断耐力の方が小さく、特にBH-110とBH-160のスプルス集成材では、逆せん断耐力の平均値は現行型金物のせん断耐力の約1/3となった。

第4表 逆せん断試験結果（柱－梁）

Table 4. Results of shear tests in reverse direction (column - beam).

金物 Connector	主材 Main material	逆せん断耐力 Shear strength (kN)	
		Av.	TL
BH-110	L	9.3	5.5
BH-160		9.6	5.0
BH-210		18.9	13.4
BH-110	G	9.8	8.8
BH-160		11.1	6.9
BH-210		24.2	15.6

凡例) TL, L, G: 第1表参照。  
 注) 第1表参照。破壊形態はすべて梁の割裂であった。  
 Legend) TL, L, G: See Table 1.  
 Note) See Table 1. The failure modes were all cleavage at beam.

第5表 逆せん断試験結果（梁－梁）

Table 5. Results of shear tests in reverse direction (beam - beam).

金物 Connector	主材 Main material	逆せん断耐力 Shear strength (kN)	
		Av.	TL
BH-110	L	7.6	5.5
BH-160		10.4	6.9
BH-210		15.9	11.0
BH-110	G	10.5	8.8
BH-160		11.5	9.2
BH-210		25.4	19.4

凡例) TL, L, G: 第1表参照。  
 注) 第1, 4表参照。  
 Legend) TL, L, G: See Table 1.  
 Note) See Table 1, 4.

#### 4.3 引張試験

柱－梁の取り合いにおける引張試験結果を第6表に示す。スギ製材では、主に柱の曲げで破壊し（第14図A）、スプルス集成材では梁のドリフトピンから破壊するが多かった（第14図B）。金物別の耐力（平均値）の比はおおよそ1:1:1.5で、ドリフトピンの本数の比にほぼ比例していた。一方、下側許容限界では、BH-210における耐力のバラツキが大きく、BH-160よりも小さな値となった。

#### 4.4 試験結果のまとめ

逆せん断耐力、および引張耐力の平均値は有効に機能するドリフトピンの本数に比例した。しかし、せん断耐力を金物別にみると、ドリフトピンの本数の比である1:1:1.5になっているとは言い難く、ドリフトピンの本数との比例関係は認められない（第15図）。その理由として、逆せん断試験、引張試験では金物のアゴは荷重を負担しないが、せん断試験ではアゴも荷重を負担するために破壊のモードが金物の

第 6 表 引張試験結果 (柱-梁)

Table 6. Results of tensile tests (beam - column).

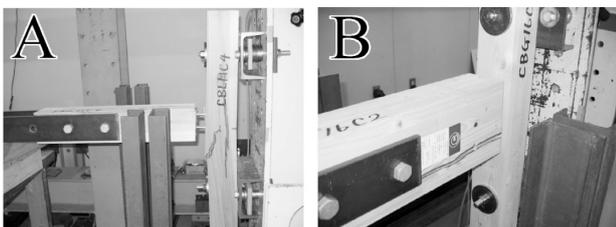
金物 Connector	主材 Main material	引張耐力 Tensile strength (kN)		各破壊形態の出現数 Number of failure mode	
		Av.	TL	BC	CB
BH-110	L	17.4	12.1	6	0
BH-160		20.8	16.5	3	3
BH-210		26.4	13.5	6	0
BH-110	G	27.3	18.8	0	6
BH-160		30.6	26.2	0	6
BH-210		43.6	25.4	2	4

凡例) TL, CB, L, G: 第 1 表参照, BC: 柱の曲げ破壊。

注) 第 1 表参照。

Legend) TL, CB, L, G: See Table 1, BC: Bending failure at column.

Note) See Table 1.

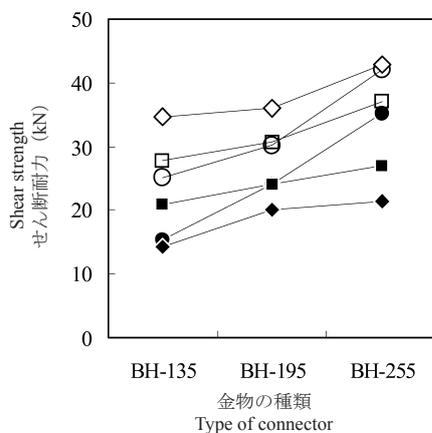


第 14 図 引張試験の破壊形態

注) A: 柱の曲げ破壊, B: 梁の割裂。

Fig. 14. Failure modes in tensile test.

Note) A: Bending failure at column, B: Cleavage at beam.



第 15 図 金物の種類とせん断耐力の関係

凡例) ●: 柱-梁, スギ, ○: 柱-梁, スプルース,

◆: 梁-梁, スギ, ◇: 梁-梁, スプルース,

■: 柱-登り梁, スギ, □: 柱-登り梁, スプルース。

Fig. 15. Relationships between type of connector and shear strength in normal direction.

Legend) ●: Column-beam, Sugi, ○: Column-beam, Spruce,

◆: Beam-beam, Sugi, ◇: Beam-beam, Spruce,

■: Column-sloped beam, Sugi, □: Column-sloped beam, Spruce.

サイズにより変化し、単純な加算則が成り立たなくなったことが考えられる。

## 5. おわりに

本試験結果をもとに、許容耐力の誘導、柱-梁の取り合いと梁-梁の取り合いの統合等の許容耐力の整理、マニュアルの整備が行われ、平成 18 年 1 月 17 日付けでハウテック金物は Z マーク金物として規格化された。その後、複数の企業がその製造の承認を取得している。

ハウテック金物はせん断だけでなく、逆せん断や引張性能も明示されていることから、広く普及することに加え、梁受け金物の品質、性能の指標としての役割を果たすことも期待される。

次報ではハウテック金物の耐力の発現機構について報告する。

## 文 献

- 1) 鴛海四郎: 木材工業 **53**, 433-435 (1998).
- 2) (財) 日本住宅・木材技術センター: “Z マーク表示金物 梁受け金物の使い方”, (財) 日本住宅・木材技術センター編, 2006, p.2.

—性能部 構造性能科—

—\*1: (財) 日本住宅・木材技術センター—

(原稿受理: 07.8.20)