

# 木質在来工法における 非露出形接合金物の研究開発

## その1 形状決定に関する経緯

関東職業能力開発大学校 岩田 純 明  
松岡 亘  
宇都宮 直 樹

Research and Development of Hidden Joint Tool for Conventional Wooden Structure  
Part 1 Change of Decided Form

Yoshiaki IWATA, Takashi MATSUOKA, Naoki UTSUNOMIYA

**要約** 建設業界を取り巻く環境は、阪神大震災や、バブル崩壊以降、仕様規定から性能規定へと基準法の大改定、建設市場のリニューアル領域の拡大等々、大きな変化の様相を呈している。このような状況下、木造技能者・技術者不足とその技術力低下を補うことや、住宅金融公庫標準仕様書の浸透、などから構造体接合用の金物の開発が盛んに行われている。しかし、それらの多くはボルトやプレート等の金属部分が外部に露出してしまう形状のものであり意匠上見栄えは良くない。また、木本来が持つ特性を生かしていない物もある。そこで、従来までの仕口よりも施工が簡単で、接合金物が直接見えず、強度や耐久性がより安定している接合金物の開発に取り組んだ。現在に至るまでの間、製作工程数をいかに軽減するか、接合金物の施工法をいかに簡単にするか、など模索していきながら、あわせて強度的な特性も製作段階ごとに実験を行い、製造工程及び強度特性の両面から効果的な形状についてほぼ決定する事ができた。そこで本稿において接合金物の形状決定に関する経緯について報告する。

### 研究目的

近年、木造技能者・技術者不足とその技術力低下を補うことや、住宅金融公庫標準仕様書の浸透、工業化住宅の建築の増加、工期短縮の促進・工事単価の抑制、さらに住宅性能保証などから構造体接合用の金物の開発が盛んに行われている。特に意匠的に構造躯体を見せる施工が少なくなってきてからは、その傾向に拍車がかかってきた。しかし、それらの多くはボルトやプレート等が外部に露出してしまう形状のものであり意匠上見栄えが悪く、応力が偏心して伝達される可能性が考えられる等、接合部の力学的な特性が不明確

なものもある。

そこで、通し柱と横架材の接合法に注目し、今までの仕口よりも施工が簡単で、接合金物が直接見えず、強度や耐久性がより安定している非露出形接合金物（以下「丸くさび接合金物」という）の開発に取り組んできた。

本稿においては、丸くさび接合金物の形状決定に関する経緯について、報告する。

## 丸くさび接合金物形状決定の経緯

### 1 製造工程及び種類

本接合金物は、丸くさび及びスティックからなり（図1参照）、取付方法を図2及び図4に示す。さらにこれらの改良経緯、種類及び試験後の破壊状況については、表1及び表2に示す。

金物の改良点は、以下の通りである。

製造工程数の軽減、丸くさびと木材及びスティック各々の接触部形状により、力を受けた時、丸くさびが

回転変形（図3参照）を起こすため、形状を改良した（No.7）

スティックは、丸くさびとの接触部の形状が施工効率を左右することも考慮して方向性を考えなくても良い面接触形状となるように改良した（No.8）。また、断面を削る事で、強度が低減する事から、ねじ込み式ヘッドを取り付ける事で、断面欠損を避けた（No.7）

金物の接合方法は、No.1～6までは、スティック、丸くさびの順に挿入したが、No.7～8では、挿入順序を逆にすることで、丸くさびスリット部の端部開口をふさぐことが可能となり、木材と丸くさびの接触面積を増加し得た。

丸くさびの径は、柱材として使用する際に基準法に定められている1/3以内の断面欠損となるようにした。

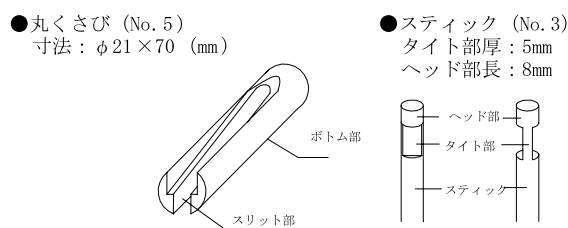


図1 丸くさび接合金物の各部名称

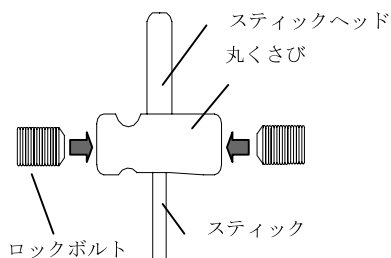


図2 丸くさび取付図

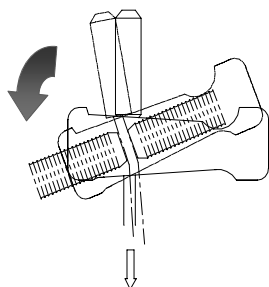


図3 回転変形

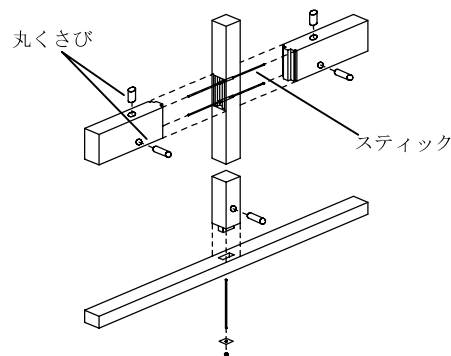








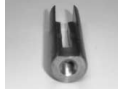












図4 柱と横架材への接合方法



表1 丸くさび改良経緯、種類及び破壊状況

丸くさび	上部	下部	端部	
No. 1				加工：棒鋼を丸くさびの寸法に放電加工し、ボトム部を切削加工、さらに両側を面取り加工した。 寸法：φ30×70 (mm) 工程数：4 種類：SPCC 特徴：試作品として製作した。
No. 2				

丸くさび 種類	上部	下部	端部	
	アイソメ	アイソメ		
No 3				<p>加工：棒鋼を長手方向に半分に切削加工し、中央を加熱してプレス加工で2つ折り後、スリット部を切削加工した。</p> <p>寸法：φ21×70 (mm)</p> <p>工程数：4</p> <p>種類：SS400</p> <p>特徴：スティックと丸くさびの接触面積を増加させ、引張力によるスリット部の開きを抑え、スティックが抜けにくくした。</p>
				
No 4				<p>加工：棒鋼を切削加工した。</p> <p>寸法：φ21×70 (mm)</p> <p>工程数：8</p> <p>種類：SS400</p> <p>特徴：工程数が増加した</p> <p>破壊状況：No .6 参照</p>
				
No 5				<p>加工：No .4 と同様</p> <p>寸法：φ21×70 (mm)</p> <p>工程数：8</p> <p>種類：SS400</p> <p>特徴：スリット部の傾斜長をスティックの接合位置までに短くした。</p> <p>破壊状況：No .6 参照</p>
				
No 6				<p>加工：ボトム部を切削した。 以下 No .4 と同様</p> <p>寸法：φ21×79 (mm)</p> <p>工程数：9</p> <p>種類：SS400</p> <p>特徴：ボトム部がなた状であるため荷重が加わると丸くさびが木材にめり込んでしまうので、ボトム部を削ることで引張荷重によるめり込み量を抑制した。</p> <p>破壊状況：丸くさび端部の接触面積比が異なっているため、丸くさびに回転変形が生じた。また、丸くさびのスリット部がスティックにより押し広げられ丸くさびが孕らんだ。</p>
				

丸くさび 種類	上部	下部	端部	
	アイソメ	アイソメ		
No.7				<p>加工：スティックヘッド挿入箇所及びスリット部を切削加工した。ロックボルト用のねじ孔加工をした。</p> <p>寸法：φ30×90 (mm)</p> <p>工程数：8</p> <p>種類：SS400</p> <p>特徴：両端部を閉じ、スティックをボトム部より通すようにすることで木材との接触面積の差を少なくし、回轉變形を抑制した。</p> <p>破壊状況：No.8参照</p>
				
No.8				<p>加工：鋳造成型し、ロックボルト用の孔をねじ切り加工した。</p> <p>寸法：φ30×90 (mm)</p> <p>工程数：4</p> <p>種類：S30C</p> <p>特徴：生産性を考慮しNo.7と同一形状のものを鋳造成型した。</p> <p>破壊状況：大きな丸くさびの回轉變形が抑制され、スティックで破断した。</p> <p>スティック No.8参照</p>
				

表2 スティック製造工程、種類及び破壊状況

スティック種類	正面	側面	
No.1			加工：棒鋼から切削加工した。 タイト部厚×ヘッド部長さ：8mm×5mm 工程数：2 種類：SS400 特徴：試作品として製作。
No.2			加工：No.1のタイト部をプレス加工した。 タイト部厚×ヘッド部長さ：7mm×8mm 工程数：3 種類：SS400 特徴：試験体として初めて製作。 破壊状況：No.3参照
No.3			加工：タイト部を切削加工した。 タイト部厚×ヘッド部長さ：5mm×8mm 工程数：2 種類：SD295A 特徴：切削加工により接触面の精度を向上した。 破壊状況：スティックのタイト部が丸くさびのスリット部と線接触となりスティックに曲げ力がかかりタイト部で破断した。
No.4			加工：No.3のタイト部に傾斜をつけた。 タイト部厚×ヘッド部長さ：5mm×30mm 工程数：2 種類：SS400 特徴：タイト部に傾斜をつけることにより、スリット部との接触面積を面接触とした。 破壊状況：丸くさびのスリット部が膨らむことでスティックが丸くさびから脱落した。
No.5			加工：ヘッド部を大きくし、タイト部を切削加工した。 タイト部厚×ヘッド部長さ：7.5mm×28mm 工程数：3 種類：SS400 特徴：ヘッド部を大きくする事により、丸くさびとのかかりを大きくし、脱落しにくくした。 破壊状況：No.6参照

No. 6	アイソメ	アイソメ	<p>加工：ヘッド部は棒鋼に傾斜をつけて切削加工及びねじ切り加工をした。スティックはタイト部を削り、ねじ切り加工をした。</p> <p>径×ヘッド部長さ：9mm×30mm</p> <p>工程数：8</p> <p>種類：SS400</p> <p>特徴：ヘッド部をねじ込み式にして施工性を高めた。</p> <p>破壊状況：タイト部が細いためにその部分で破断した。</p>
			
No. 7	アイソメ	アイソメ	<p>加工：ヘッド部の加工はNo. 6と同様。タイト部を無くし、丸くさびと面接触となるように傾斜をつけた。</p> <p>径×ヘッド部長さ：9mm×35mm</p> <p>工程数：6</p> <p>種類：SS400</p> <p>特徴：タイト部を無くした事によりスティックの断面が大きくなり、強度が向上した。</p> <p>破壊状況：No. 8 参照</p>
			
No. 8	正面	側面	<p>加工：ヘッド部は棒鋼の両端をアール状に加工した。</p> <p>径×ヘッド部長さ：12mm×60mm</p> <p>工程数：6</p> <p>種類：ねじ用炭素鋼線 強度区分6 8</p> <p>特徴：丸くさびとどの向きでも同じ接触となるようにした。</p> <p>破壊状況：スティックの引張破断した。</p>
			

## 2 丸くさび接合金物単体引張試験

強度特性を見るために丸くさび接合金物の単体引張試験を行った。試験方法を図5に示す。試験体は試験機のチャックでスティックを偏心のないように固定した。次にすべり止め用木材、丸くさびの順にセットした。接合はスティックが丸くさびの中心になるように取り付け、荷重速度6.0kN/min、単調加力で引張試験を行った。

試験機...島津万能試験機 (RH 30)

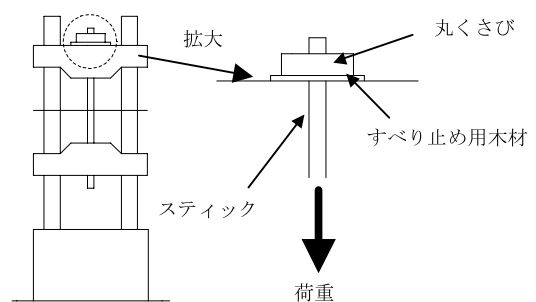


図5 単体引張試験

表3 単体引張試験結果

丸くさび 種類	Stick 種類	最大荷重 (kN)	比較係数
2	2	21.56	0.43
3	3	35.28	0.70
4	3	35.28	0.70
5	4	33.32	0.66
5	5	37.24	0.74
5	6	35.28	0.70
6	4	37.83	0.75
6	5	38.12	0.76
6	6	37.44	0.75
6	7	51.94	1.04
7	7	52.53	1.05
8 - S	8	33.29	0.66
8 - D	8	50.14	1.00

No. 8におけるS及びDとは、ロックボルトを片側に使用したものをSとし、両側に使用したものをDとした。

### 3 丸くさび接合金物単体引張試験結果

丸くさび接合金物単体引張試験結果を表3に示す。

スティックについては、No. 7を使用したことで強度が向上しているが、これはスティックのタイト部を無くしたことで断面積が大きくなったことがあげられる。

丸くさびについては、No. 1～6では回転変形(図-3参照)がみられたがNo. 7においては、スリット部の端部開口をふさぎロックボルトを使用することで、回転変形を抑制することが可能となり、以前のタイプより最大荷重が大きくなった。しかし、本タイプの接合金物は隠蔽式であり、そのためNo. 7の様な方向性を持ったスティック形状の場合、現場施工にはそぐわない事も示された。

### まとめ

これまでの開発経緯および引張試験結果を踏まえ、形状としてNo. 7をベースとすることとし、木材挿入時の施工性の向上、コストおよび生産性の向上を考慮し丸くさび、スティック形状を共にNo. 8とした。

今後は、丸くさび接合金物を木材に挿入した時の代表的な樹種による挙動と応力性状を明確にし、この金物に最適な挿入位置を検討する予定である。

### [参考文献]

- (1) 岩田純明、松岡亘、宇都宮直樹：「木質在来構法における非露出形接合金物の開発」ポリテクビジョン2000予稿集