

改良楔を用いた柱-貫接合部のモーメント抵抗機構に関する実験

その1. 十字型試験体の実験概要及び結果

正会員 ○羽生田善将\*1 同 小野 徹郎\*2  
同 井戸田秀樹\*3 同 藤川 大輝\*4

伝統木造軸組 改良楔 実大実験  
繰返し載荷 ばね機構 エネルギー吸収性能

1. 序

伝統木造軸組における主要な耐震要素である柱-貫接合部は、貫や楔の繊維直交方向のめり込みによるモーメント抵抗機構を有し、大変形領域まで極めて高い変形性能を持つことが特徴である。しかし、繰返し載荷時の履歴は基本的に進行スリップ型であり、楔の抜け出しを拘束することにより進行を抑制することはできるものの<sup>1)2)</sup>、スリップ形の履歴形状自体を改良することは難しい。

本研究は、楔に取り付けたばね機構で楔の位置を制御し、繰返し載荷時にバイリニア型の履歴成分を柱-貫接合部に付与したより高いエネルギー吸収性能を持つ改良型のモーメント抵抗機構を提案するものである。本報では、楔の位置の制御に影響を与えると思われる楔の樹種と形状に着目し、それらが柱-貫接合部の繰返し性能に与える影響を実験に基づいて検討する。本稿その1では、1本の柱と通し貫をモデル化した十字型試験体を用いた検討内容について報告する。

2. 改良楔の概要

提案する改良楔を図1に示す。楔の木口と貫の上端に鋼製の治具を取り付け、2つの治具の間にばねを挟むことで、仕口が開いたときに楔が入り込む機構とした。使用するばねは、自由長さ:140.0mm、密着長さ:52.5mm、ばね定数:11.67N/mmである。

3. 実験概要

3.1 試験体概要

試験体一覧を表1に示す。柱・貫寸法は実際に社寺建築で用いられる寸法を参考に設計した。柱の樹種はケヤキ、貫の樹種はベイヒバである。仕口タイプは、通し貫に渡りあごのあるものとし、楔は普通楔とした。本実験では楔の樹種と形状がばねによる制御に与える影響を観察することが目的であるため、実験パラメータは、ばね機構の有無、楔樹種、楔上端角度 $\theta_k$ とした。楔樹種はベイヒバとケヤキの2種類、 $\theta_k$ は5°、10°、15°の3種類を用意した。

3.2 実験装置

図2に実験装置を示す。十字型試験体を用いた本実験装置は、載荷時に貫に軸方向力が作用せずに仕口部がモ  
Experimental Study on Moment Resisting Mechanism joint of Nuki-to-Column use of Enhanced Wedge. Part.1 Experimental Outline Results of Cross-shaped Type

ーメントだけを負担するよう、柱頭と柱脚はメカニカルなピン接合とし、貫両端をピンローラー支点として試験体を支持している。荷重はH型鋼の載荷梁にオイルジャッキを用いて作用させた。

3.3 載荷方法

載荷方法は、層間変形角1/300、1/200、1/150、1/100、1/75、1/50、1/30、1/15、1/10radで正負交番各3回の加力を行った。また、1/10radに達しても荷重が80%を下回らなかった場合、1/5radまで単調載荷を行った。

4. 実験結果・考察

4.1 荷重変形関係

各試験体の荷重変形関係を図3に示す。変形は柱を剛体と仮定し、柱頭の水平変位量を柱支点間長さで除した変形角とした。また、載荷梁の重量によるP-Δ効果を補正している。まず、ばね機構のない(a)JB-05-0とばね機

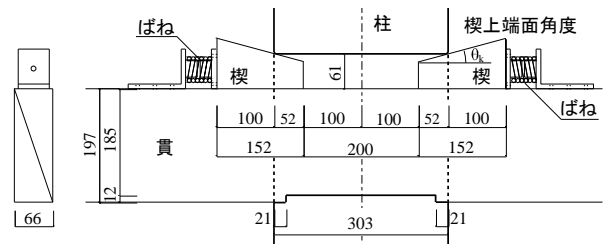


図1 改良楔詳細

表1 試験体一覧

試験体名	柱寸法 (mm)	貫寸法 (mm)	貫樹種	楔樹種	$\theta_k$ (deg)	ばね機構
JB-05-0	φ303.0	66.7×197.0	ベイヒバ	ベイヒバ	5	有
JB-05-1					10	
JB-10-1					15	
JB-15-1				ケヤキ	5	
JK-05-1					5	

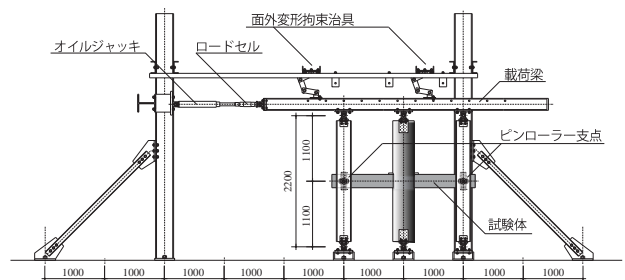


図2 実験装置

HANYUDA Yoshimasa, ONO Tetsuro,  
IDOTA Hideki and FUJIKAWA Daiki

構を有する(b) JK-05-1~(e) JB-15-1 を比較すると、ばね機構が無い(a)は木造接合部特有の進行スリップ型の荷重変形関係であり、原点位置での復元力は繰返し载荷時も全く観察されなかったのに対し、ばね機構がある(b)~(e)はバイリニア型の履歴成分が発生した。特に、 $\theta_k=5^\circ$  の(b) JB-05-1、(c) JK-05-1 では、大きな改善効果が見られた。また、(c) JK-05-1 以外の試験体は 1/5rad まで耐力低下が見られなかった。楔の樹種の影響については、楔樹種をケヤキとした(c) JK-05-1 で高い耐力が得られたが、変形角 0.08rad 近傍で貫の折損による耐力低下が観察された。さらに、0.12rad 近傍で貫がより折損し著しく耐力低下した。(b) JB-05-1 (d) JB-10-1 (e) JB-15-1 で  $\theta_k$  の影響を考察すると、 $\theta_k$  が大きくなるほど楔位置制御によ

るバイリニア成分は小さくなる傾向が見られた。これは、図4に示すように  $\theta_k$  が小さいと楔が仕口内に入りやすく、繰返し载荷ごとに楔が移動するので楔上端面が均等にめり込むのに対し、 $\theta_k$  の大きな楔は最初のめり込みで生じた段差が柱に接触するため仕口内に入りにくく、ほとんど楔位置が制御できないことによる。(f)は  $\theta_k$  ごとに描いた骨格曲線を比較したものである。わずかではあるが、 $\theta_k$  が大きいほど耐力は上昇した。これは、 $\theta_k$  が大きくなるとめり込み時の繊維方向の応力成分が増えるためと考えられる。

#### 4.2 エネルギー吸収量

改良型楔による仕口の性能を吸収エネルギー量で考察するため、累積エネルギー吸収量を载荷プログラムとの対応で示したのが図5である。縦軸のエネルギー吸収量は、ばねがない従来型試験体 (JB-05-0) のエネルギー吸収量との比率で示した。ばね機構がある改良型の楔試験体はすべて縦軸が 1.0 を超え、従来型よりも高いエネルギー吸収性能を示したが、耐力の高い JK-05-1 試験体は変形が 1/100 程度からエネルギー吸収量に差が現れ始め、その後も高いエネルギー吸収性能を示した。一方、 $\theta_k$  の影響は変形角 1/30 程度から観察され、 $\theta_k$  が小さいほど高いエネルギー吸収性能を示した。

#### 5. 結

本稿では、十字型試験体の結果報告及び考察を行った。その2では門型試験体の結果について報告する。

【参考文献】 その2にまとめて示す。

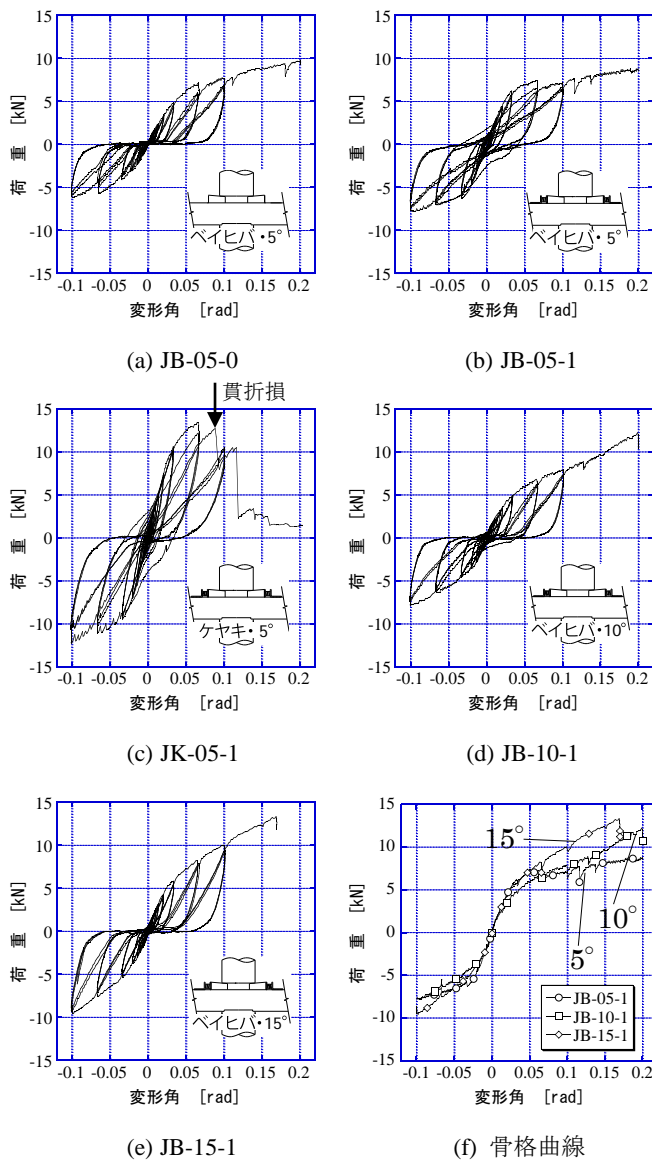


図3 荷重-変形関係



図4 载荷後の楔の変形

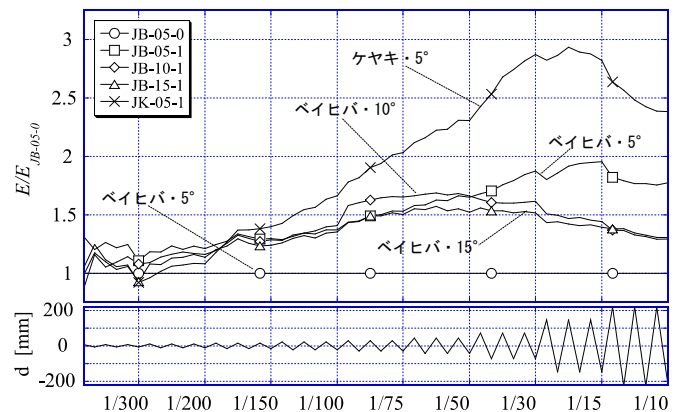


図5 エネルギー吸収量及び载荷プログラム

\*1 亀山建設株式会社 専務取締役  
 \*2 椋山女学園大学 教授・工博 (名古屋工業大学名誉教授)  
 \*3 名古屋工業大学大学院 教授・工博  
 \*4 名古屋工業大学大学院 博士前期課程

\*1 Kameyama Construction  
 \*2 Prof., Sugiyama Jogakuen Univ, Dr.Eng.  
 \*3 Prof., Nagoya Institute of Technology, Dr.Eng.  
 \*4 Graduate Student, Nagoya Institute of Technology