

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4. 楔のめり込み実験に基づく仕口性能評価法

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

伝統木造軸組 改良楔 要素実験
繰返し载荷 ばね機構 性能評価法

1. 序

その3に続き、楔形状や樹種による性能の影響を把握するため楔のめり込み実験を行うとともに、楔のめり込み実験による柱-貫仕口の性能評価方法を提案する。

2. 実験概要

様々な仕口形状及び十字試験体実験の性能評価を行うため、パラメータは柱ほぞ形状、载荷履歴、楔樹種とした。図1に実験装置を示す。载荷時に十字・門型実験と同様の境界条件となるように治具の端部に回転中心を設け楔上面に柱がめり込むように万能試験機を用いて作用させた。

3. 楔の挙動

3-1 载荷履歴の影響

柱のめり込みによって楔上端面には塑性化による凹凸の残留変形が生じる。この凹凸がばね機能に与える影響を観察するため、初期めり込み量 d_i がばねによる楔貫入量 d_k に与える影響を検討した。図2は横軸に d_i から換算した仕口回転角、縦軸に d_k をとり、めり込み量と楔貫入量の関係を示したものである。図2(a)で $d_i=0.13\text{rad}$ を例に説明すると、A点まで柱を楔にめり込ませた後、除荷によって変形を戻すとB点の 0.05rad 近傍で d_k が増加しばねによる楔の移動が開始していることがわかる。 $d_i=0.03\text{rad}$ 、 0.13rad では除荷後変形が0に戻る前に楔の貫入が始まり、 -0.06rad 付近ではばね機構限界の 80mm まで貫入した。一方、 $d_i=0.2\text{rad}$ では楔下面の先端が著しく貫にめり込み、除荷後はそのめり込んだ点を支点として、楔後方が浮き上がり続けたので、楔は $d_i=0.03\text{rad}$ 、 0.13rad のように楔が貫入していくことができなかった。このことはより硬いケヤキ楔(b)でさらに顕著であり $d_i=0.06\text{rad}$ 、 0.20rad において楔はほとんど貫入しなかった。

3-2 柱ほぞ形状の影響

図3は繰返し载荷について図2と同様の関係を示したものである。繰返し载荷では楔上端面の凹凸が上端面全体で均されるため θ が大きくなっても楔は支障なく貫入した。ただし、貫入の挙動は柱ほぞ形状を水平にした(a)のほうが順調であった。

4.3 等変位振幅の影響

図4は等変位繰返し载荷時の d_k とめり込み量から換算した仕口回転角の関係を示したものである。等変位振幅

でもばね機構による楔の貫入は継続するが、変位振幅の小さい繰返しの方が楔は順調に貫入している。

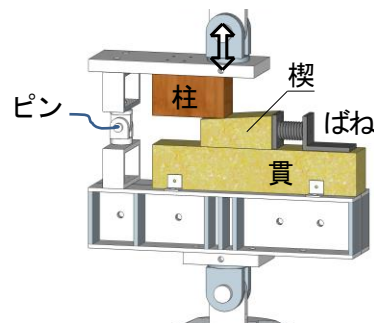


図1 実験装置

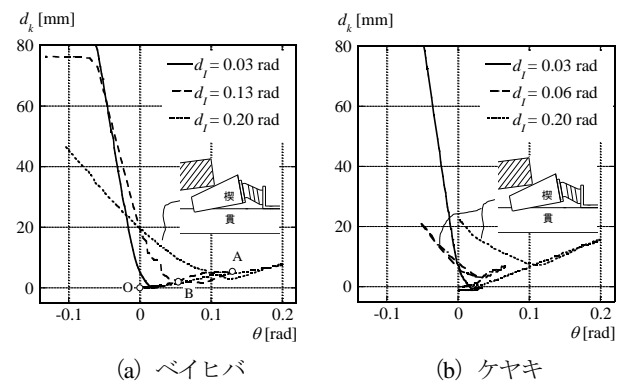


図2 異なる d_i による楔貫入量

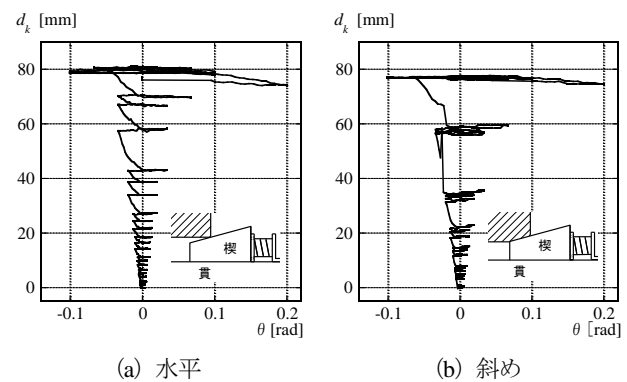


図3 異なる柱ほぞ形状の楔貫入量

Experimental Study on Moment Resisting Mechanism joint of Nuki-to-Column using Enhanced Wedge. Part.4 Evaluation of Communication Performance Based on Element Tests.

HANYUDA Yoshimasa, ONO Tetsuro,
IDOTA Hideki and FUJIKAWA Daiki

4. めり込み実験による柱-貫仕口耐力の推定

図5に柱-貫仕口における楔への柱のめり込み力と作用モーメント M との関係を示す。作用モーメントの中心を O とすると、 P は楔への鉛直方向めり込み力 P_V と摩擦力によって生じる水平方向成分 P_H に分けることができる。そこで、 P_V が楔めり込み試験における荷重に対応すると考え、 M と P_V の関係を導くと次式となる。

$$M = 2PL_0$$

$$= 2P_V L_0 \frac{1}{\cos\theta_0} \quad (1)$$

一方、仕口の回転変形には P_V によるめり込み変形だけでなく P_H による楔の抜け出しも含まれる。図6は十字型試験における仕口回転角と d_k との関係を示したものである。楔の貫入は順調に進むものの、楔圧縮時に P_H によって楔が抜け出していることがわかる。

楔の抜け出し量 δ_d と仕口変形量との関係を示したのが図7である。これより、仕口変形量は δ_d と θ_k を用いて $\delta_d \cdot \tan\theta_k$ と表されることから仕口の回転角 θ_n は $\delta_d \cdot \tan\theta_k / b_c$ となる。

図8は十字型試験における仕口回転角 θ における θ_n の割合を示したものである。 θ_k 、変形量によってやや差はあるものの、概ね θ_n の割合 r は全体変形の1割程度の見なすことができる。

以上のことより、楔めり込み試験における P_V を用いて式(1)から求めたモーメントと、楔めり込み試験から換算した仕口回転角を1.1倍したものの関係を十字試験体の結果とともに示したのが図9である。この時実験値との対応から e は図中に示す数値とした。ばね機構の有無においても提案した考え方による荷重変形関係は十字型実験結果と良い対応をしていることがわかる。

5. 結

簡易に実施可能な楔のめり込み実験結果から、楔形状等による楔の挙動を把握した、さらに式(1)を用いれば楔のみの簡易なめり込み実験から柱-貫仕口の挙動を推定することができることを示した。

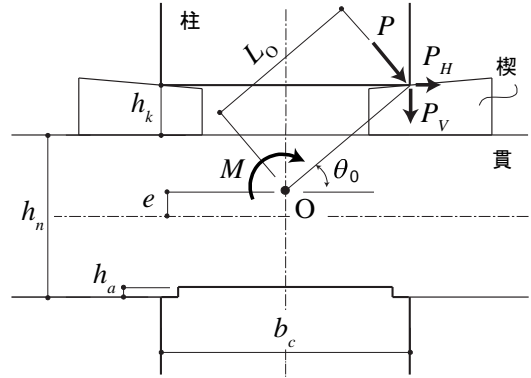


図5 楔のめり込み力と作用モーメントの関係

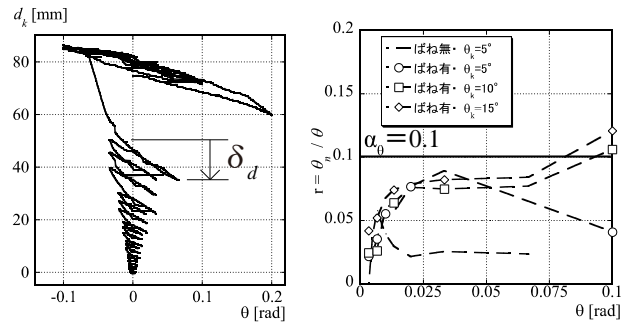


図6 楔貫入量 (十字型)

図8 θ - r 関係

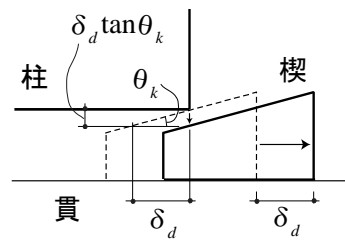


図7 楔の抜け出し量 δ_d と仕口回転量の関係

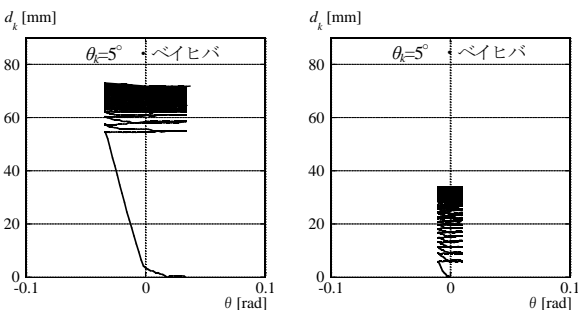
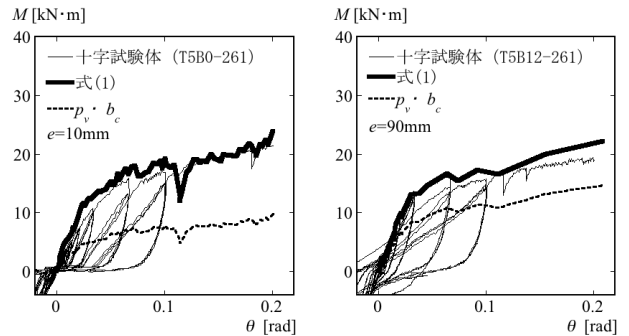


図4 等変位繰返し時の楔貫入量



(a)ばね無・5°・ベイヒバ

(b)ばね有・5°・ベイヒバ

図9 提案評価法によりめり込み実験から求めた荷重変形関係十字型実験との対応

*1 亀山建設 (株) 工修
 *2 名古屋工業大学 名誉教授・工博
 *3 名古屋工業大学大学院社会学専攻 教授・工博
 *4 亀山建設 (株) 専務取締役

*1 Kameyama Construction, M.Eng
 *2 Prof., Nagoya Institute of Technology, Dr.Eng.
 *3 Prof., Nagoya Institute of Technology, Dr.Eng.
 *4 Executive director, Kameyama Construction