

仕口形状を考慮した柱 - 貫接合部のモーメント抵抗機構

その3. 仕口形状を考慮した接合部モデルの提案

伝統木造 柱 - 貫接合部 モーメント抵抗
 楔 貫 めり込み理論

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

1. はじめに

その1、その2では、十字型フレームによる柱 - 貫接合部実験について示し、仕口形状ごとの力学特性を考察した。本稿では、木材の部分圧縮におけるめり込み理論¹⁾を用いた仕口形状を考慮した単位仕口のモデルについて示し、その妥当性を実験値との対応から考察する。

2. 仕口形状を考慮しためり込み抵抗モーメント算定

本研究で扱った仕口形状のうち重ね楔(J2)を例にめり込み抵抗モーメント算定について示す。図1に重ね楔(J2)におけるめり込み抵抗モーメント算定図を示す。また、図2に回転めり込み降伏モデルを示す。木材のめり込みについては稲山の研究によるめり込み理論¹⁾が用いられており、回転によりめり込んだ体積を算出し、弾性域においてはこの体積がめり込み反力と比例するとしている。本研究では、降伏回転角 θ_{py} 到達後に超過した部分の体積を、弾性と仮定したときの体積から引くことで降伏後の挙動を再現している。したがって、図2に示すように降伏範囲は徐々に降伏位置から外側の余長部分と内側の三角形部分へ広がるものとしている。弾性域によるめり込み変位関数は表面変位形状係数 a を用いて式(1)のようになる。表面変位形状係数 a は、稲山のめり込み理論では $a=1.5/Z_0$ の一定値としているが、支持条件や木材の異方性などにより異なることが既往の研究^{2),3)}より示されており、本研究では支持条件による違いを考慮して式(2)、式(3)としている。なお、めり込み降伏回転角 θ_{py} は、めり込み基準式と同じく式(4)、式(5)とし、本研究ではめり込み降伏応力度に、めり込み比例限度応力度 ${}_{PL}\sigma_{cp}$ を用いている。めり込み回転角 θ_p のめり込み降伏回転角 θ_{py} からの超過度は式(6)に示す回転降伏比 β を用いる。

次に、めり込み長さについては、一般的に用いられている回転めり込み剛性の算出において、柱半径 x_p の一定値とされるが、実際には回転により dx_p だけ長くなり、ほぞ穴間の拡大 δ_z により x_{δ_z} だけ短くなり、最終的に x_{θ_p} となる。既往の研究⁴⁾においてこれらを考慮したモデルの提案が行われている。なお、回転によるめり込み長さの増加 dx_p は回転中心の移動を考慮して式(7)、式(8)のように、ほぞ穴間の拡大 δ_z による減少分 x_{δ_z} は式(9)のようになる。また、本研究では、楔の抜け出しおよび初期寸法の誤差による影響があると考え、 x_{δ_z} にこれらの影響を考慮することとした。その方法は、楔の抜け出しにより楔と柱の間の隙間が拡大すると考え、楔角度 α を考慮して幾何学的に長さを求めた。なお、正確には楔の抜け出しとともに新たな位置にめり込みを生じるため実際の挙動とは異なる部分がある。

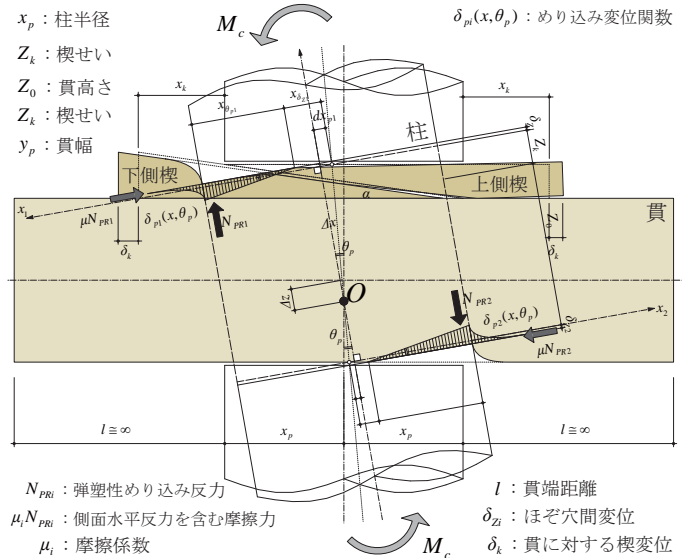


図1 重ね楔のめり込み抵抗モーメント算定モデル

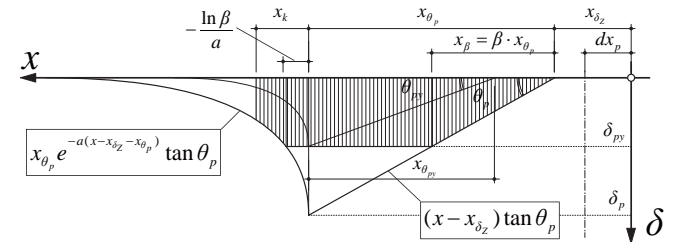


図2 回転めり込み降伏モデル

$$\delta_{pi}(x) = \begin{cases} (x - x_{\delta_z}) \tan \theta_p & : x_{\delta_z} \leq x \leq x_{\delta_z} + x_{\theta_{pi}} \\ x_{\theta_{pi}} e^{-a(x-x_{\delta_z}-x_{\theta_{pi}})} \tan \theta_p & : x \geq x_{\delta_z} + x_{\theta_{pi}} \end{cases} \quad (i=1,2) \quad (1)$$

$$a_1 = \frac{5.5}{Z_0 + Z_k} \quad (2) \quad a_2 = \frac{5.5}{Z_0} \quad (3)$$

$$\theta_{py1} = \frac{(Z_0 + Z_k) {}_{PL}\sigma_{cp}}{x_{\theta_{pi}} E_{\perp} \sqrt{C_{x1} C_{y1} C_{xm1} C_{ym1}}} \quad (4) \quad \theta_{py2} = \frac{Z_0 {}_{PL}\sigma_{cp}}{x_{\theta_{pi2}} E_{\perp} \sqrt{C_{x2} C_{y2} C_{xm2} C_{ym2}}} \quad (5)$$

$$\beta_i = \begin{cases} 1 & : \theta_{pyi} \geq \theta_p \\ \frac{\tan \theta_{pyi}}{\tan \theta_p} & : \theta_{pyi} \leq \theta_p \end{cases} \quad (i=1,2) \quad (6) \quad dx_{p2} = \left(\frac{Z_0}{2} + \Delta Z \right) \tan \left(\frac{\theta_p}{2} \right) \quad (8)$$

$$dx_{p1} = \left(\frac{Z_0}{2} + Z_k - \Delta Z \right) \tan \left(\frac{\theta_p}{2} \right) \quad (7) \quad x_{\delta_z} = \frac{\delta_z}{\tan \theta_p} \quad (i=1,2) \quad (9)$$

dx_{pi} : 回転に伴うめり込み増減長 a : 余長部表面変位形状係数
 x_{δ_z} : ほぞ穴間変位に伴うめり込み増減長 β_i : 回転降伏比
 $x_{\theta_{pi}}$: めり込み長さ θ_p : めり込み回転角
 $x_{\theta_{pi2}}$: めり込み降伏長さ θ_{py} : めり込み降伏回転角
 $x_{\theta_{pi}}$: めり込み降伏開始長さ α : 楔角度
 Δx : 材軸からの回転中心移動距離 x_k : 楔余長部長さ

