

直交異方性木材のめり込み弾塑性挙動 Elasto-plastic Embedment Behaviour of Orthotropic Wood

○ 棚橋秀光・岡村雅克・鈴木祥之

○ Hideaki Tanahashi, Masakatsu Okamura, Yoshiyuki Suzuki

In order to formulate seismic performances of traditional timber structures with column-*Nuki* joints, we newly developed an elasto-plastic Pasternak model for the partial compression behaviour of wood due to equally distributed loads. Strains at the yielded area beneath the loading plate increase and settle at the strain level of 60%. The maximum strains are confirmed by compression tests of large strains in three major directions of the annual ring angle. Thus, the stress-strain relation is formulated based on the observed strain profile and the formulation is discussed, comparing with embedment test results of wood specimens.

1. はじめに

柱貫仕口をもつ伝統木造の耐震性能の定式化のために、パステルナーク・モデル¹⁾ (PM) を弾塑性 PM (EPM) に拡張して直交異方性木材に適用し、木材の弾塑性めり込み挙動の解明を試みる。

2. 部分圧縮および大歪全面圧縮試験結果

①部分圧縮試験では、載荷板直下に 50%以上に歪んで硬化・安定した領域が形成され、その厚さが増大しつつ強度がほぼ線形で増大する。

②異方性の主要な年輪角度の 3 方向の大歪全面圧縮試験にて、50~60%付近から急速に歪硬化が起こり、それ以上に歪は増加せず、応力度のみ増大する。

3. 弾塑性パステルナーク・モデルによる定式化

以上の実験結果に基づいて、部分圧縮時の木材内部の歪分布は PM の形状関数 $\phi(z)$ の一次微分 (2)式で表され、降伏歪を超える塑性領域では最大歪 ε_{\max} (50~60%程度)に達して落ち着くと想定する。その塑性歪の増分を弾性歪 ε の m 倍とすると、塑性段階の剛性関数 (5)式を得る。直交異方性弾性木材において、LR・LT 面内部材では、弾性の無次元特性値 $\gamma H=3$ 、形状関数のパラメータ $\eta=3$ が得られており¹⁾、塑性に入っても弾性領域ではそれらの値は変わらず、塑性歪増分を $m=C(1-\varepsilon_y/\varepsilon)$ の関数表現で表すと、パラメータの調整により、 $C=15\sim 30$ でかなりの精度で弾塑性復元力特性の追跡が可能となった。Fig.1 にその一例を示す。

4. 今後の展望

パラメータの設定法を引き続き検討するとともに、回転めり込みの定式化を目指す。

形状関数 : $\phi(z) = \frac{\sinh \eta(1-z/H)}{\sinh \eta}$ (1)

歪分布 : $W_1 \phi'(z) = \varepsilon \frac{\eta \cosh \eta(1-z/H)}{\sinh \eta}$ (2)

塑性領域深さ : $z_y = H \left\{ 1 - \frac{1}{\eta} \cosh^{-1} \left(\frac{\varepsilon_y}{\varepsilon} \sinh \eta \right) \right\} \cong \frac{H}{\eta} \ln \left(\frac{\varepsilon \eta}{\varepsilon_y} \right)$ (3)

応力度-歪関係 $\sigma = \varepsilon E \zeta(\varepsilon)$

剛性関数 : $\zeta(\varepsilon) = \begin{cases} 1 + \frac{1 - e^{-\gamma \Delta L}}{\gamma L} & : \varepsilon < \varepsilon_y \\ 1 + \frac{1 - e^{-\gamma \Delta L}}{\gamma L} + \frac{m}{\eta} \ln \left(\frac{\varepsilon \eta}{\varepsilon_y} \right) & : \varepsilon \geq \varepsilon_y \end{cases}$ (4)

(5)

ここで、 $m = C(1 - \varepsilon_y / \varepsilon)$ (6)

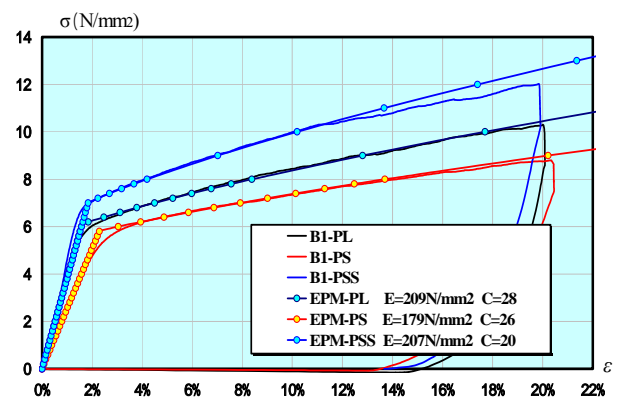


Fig.1 EPMと実験値との比較(ヒノキB1シリーズ)

[年輪の接線方向載荷, 幅 $B=45$ mm, 載荷長 $L=30$ mm, 縁端距離 $\Delta L=120$ mm, PL: 両面載荷有効高さ $H=75$ mm, PS: 両面載荷有効高さ $H=37.5$ mm, PSS: 片面載荷有効高さ $H=75$ mm]

【参考文献】

- 1) 棚橋秀光・清水秀丸・鈴木祥之: パステルナーク・モデルに基づく直交異方性木材の部分圧縮による弾性表面変位, 日本建築学会構造系論文集, No.609, 129-136, 2006.11.