

## 歪硬化に基づく伝統木造仕口のめり込みメカニズム Embedment mechanism of traditional timber joints based on strain hardening

○棚橋秀光・岡村雅克・鈴木祥之

○Hideaki Tanahashi・Masakatsu Okamura・Yoshiyuki Suzuki

The elasto-plastic embedment mechanism of traditional timber joints is analyzed based on the strain profile of Elasto-plastic Pastenak model. The top of the embedded wood beam reaches the yield strain and begins to yield, and settles at the hardened strains larger than 50% strains. By integrating the strains, the plastic displacements are obtained, and the elasto-plastic restoring characteristics are formulated.

### 1. はじめに

めり込み（繊維直交方向の部分圧縮）と摩擦を主な抵抗要素とする伝統木造構造物の柱貫仕口（接合部）の耐震性は、めり込みの弾塑性復元力特性に支配される。木材の横圧縮では、全面圧縮・部分圧縮とも60%を超える大歪で剛性が急増する歪硬化現象が起こる。その歪硬化に基づいてめり込みメカニズムを解明し、弾塑性パステルナーク・モデル(EPM)によるめり込み弾塑性復元力特性の定式化を試みる。

### 2. 弾塑性めり込みのメカニズム

PMでは部分圧縮を受ける部材内部の鉛直方向歪分布は、(1)式の $W_1\phi_1'$ で表される。 $\eta$ は深さ方向の変位分布を決めるパラメータで、 $\eta=0$ では変位分布は直線で、全面圧縮の場合に相当する。塑性に入ると歪分布 $W_1\phi_1'$ が降伏して $H_y$ より上部で最大歪 $\epsilon_{max}$ （60～70%程度）に達して、硬化歪分布 $\epsilon_h(z)$ になるメカニズムを考える。その歪分布を鉛直方向に積分することにより、弾塑性の表面変位 $W_1'$ が得られ、均等めり込みの弾塑性復元力特性を定式化できる。図1にその概念図を示す。このメカニズムの基となる力学モデルは弾性PM

変位分布:  $W_1\phi_1(z) = W_1 \frac{\sinh \eta(1-z/H)}{\sinh \eta}$  (1)

歪分布:  $\frac{dW_1\phi_1(z)}{dz} = W_1\phi_1' = \frac{W_1}{H} \frac{\eta \cosh \eta(1-z/H)}{\sinh \eta}$  (2)

降伏深さ比:  $h_y = \frac{H_y}{H} = 1 - \frac{1}{\eta} \cosh^{-1} \left( \frac{\epsilon_y}{\epsilon_1 \eta} \sinh \eta \right)$  (3)

弾塑性歪:  $\epsilon_p = \frac{W_1'}{H} = \frac{1}{H} \int_0^{H_y} W_1\phi_1' dz + \frac{1}{H} \int_{H_y}^H [\epsilon_h(z) - W_1\phi_1'] dz = \epsilon_1 + \Delta \epsilon_1$

塑性歪増分:  $\Delta \epsilon_1 = \frac{1}{H} \int_{H_y}^H [\epsilon_h(z) - W_1\phi_1'] dz = \epsilon_1 m h_y$  (4)

平均歪増大率:  $m = \frac{1}{\epsilon_1 H_y} \int_0^{H_y} [\epsilon_h(z) - W_1\phi_1'] dz$  (5)

を弾塑性に拡張したもので、弾塑性パステルナーク・モデル(EPM)と称する。

### 3. 弾塑性復元力特性の定式化とまとめ

大歪全面圧縮の応力度-歪関係については、則元の大圧縮変形の定式化<sup>1)</sup>を用いて、歪プロファイル上の硬化歪分布 $\epsilon_h(z)$ を求め、(4)式の積分により弾塑性歪 $\epsilon_p = \epsilon_1 + \Delta \epsilon_1 = \epsilon_1(1 + m h_y)$ を得る。 $m$ は平均歪増大率で、増加歪を基準となる弾性歪 $\epsilon_1$ の $m h_y$ 倍と表現したものである。この定式化によるシミュレーションは、めり込み実験結果とかなりの精度で整合することを確認した。その結果と今後の展望を示す。

#### 【参考文献】

- 1) 則元 京: 木材の圧縮大変形, 木材学会誌, Vol.39, No.8, pp.867-874, 1993.

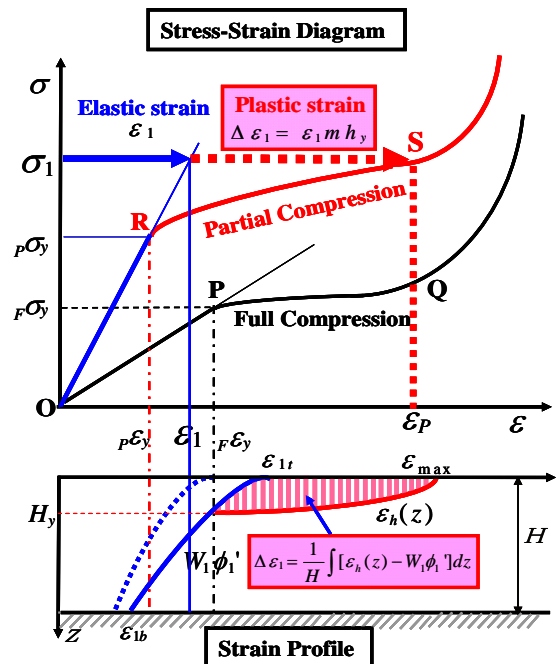


図1 降伏メカニズムの概念図

