

- 3 木質部材の靱性とその荷重速度依存性に関する研究 Study on The Ductility and The Effect of Loading Rate to It of Wood-Based Components

(研究期間 平成 13 ~ 15 年度)

材料研究グループ Dept. of Building Materials and Components	榎本敬大 Takahiro Tsuchimoto 宮村雅史 Masashi Miyamura	中島史郎 Shiro Nakajima	山口修由 Nobuyoshi Yamaguchi
--	---	------------------------	-----------------------------

By the revision of the Building Standard Law, enforcement order, and so on, the route to design the structure accurately not only based on the strength but also with ductility of it was set up. However, the necessary knowledge about the wood and wood-based material and components, aren't sufficient at present to apply the accurate design of timber structure. The purpose of this study is to obtain the fundamental knowledge concerning the ductility and the effect of loading rate to it of wood-based components. In this study, we conducted the tests and analyses as followings: 1) the formula calculating the split strength of wood was derived, 2) the ductility of timber braced wall was discussed experimentally and analytically, and so on. The former was described here.

【研究目的及び経過】 建築基準法の改正に伴い、施行令・告示等において木質構造をこれまで以上に精緻に評価して、設計することによって、構造設計の自由度が拡大した。例えば、保有水平耐力設計の導入により、強度・剛性に基づく設計のみならず、構造体の靱性を評価して構造設計するルートが設けられた。しかしながら現在のところ、木質構造の精緻な設計を行うために必要な木質材料・部材に関する知見は必ずしも十分ではない。

本研究では、木材、木質材料の靱性特性に関する性能評価とその荷重速度依存性に関して基盤的な知見を得るための実験として、木質部材の割裂強度の算定式の誘導、筋かい耐力壁の靱性特性の推定に関する実験的、解析的検討などを行った。ここでは について報告する。

【研究内容】

割裂強度算定の基本式

図 1 の様に、歪み分布 (x) は指数関数に則ると仮定し、 $(x) = e^{-ax}$ (x は端距離) とすると、積分することによって(1)式を得る。これは端距離 $e_1=x$ を長くしていくことにより、一定値 $1/a$ (安定領域荷重) に収束する。

$$A(x) = \frac{1}{a} (1 - e^{-ax}) \quad (1)$$

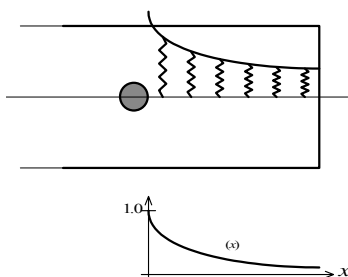


図 1 歪み分布と式の仮定

木材の基礎物性の反映

基礎物性(密度、含水率、縦弾性係数、年輪幅、年輪傾角)を詳細に測定した試験体に対し、端距離を 5 種類、加力速度を 4 通り変化させ、1 条件につき 15 体を縦引張試験に供した(図 2)。なお、ピン径は 16 mm (=d)、縁距離は 3.28 d、材厚は 2 d、ピン間距離は 7 d で一定とした。

試験結果を重回帰分析することにより各説明変数の重要度を判定したところ、縦引張割裂強度(最大耐力)に最も大きく影響を及ぼすのは端距離で、次に密度が影響を及ぼすことが分かった(表 2)。加力速度は因子としては有意であるもののその重要度はかなり低く、無視し得る程度であった。年輪傾角は破壊モード(せん断型、割裂型)には若干影響を及ぼすものの、強度に対しては殆ど影響を及ぼさないことが分かった。端距離 6 d 以上は最大耐力に顕著な差が無い(図 3)、8 d、12 d の実験結果から密度と最大耐力の関係式を求め、それを(1)式における安定領域荷重(=1/a)とすることとした。求めた安定領域荷重の式は以下の通りである。

$$P_{max}(kN) = 50.9 \times \text{密度} - 2.49 \quad (=1/a) \quad (2)$$

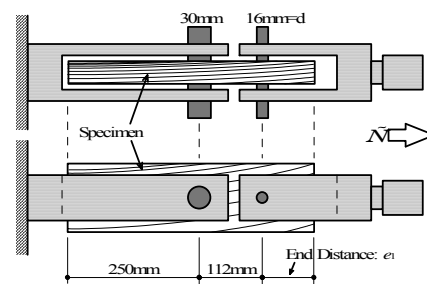


図 2 縦引張型割裂試験の概要

表 2 重回帰分析結果

	端距離	加力速度	密度	年輪傾角
偏回帰係数	1.58	0.170	43.3	-0.007
標準偏回帰係数	0.710	0.091	0.317	-0.026

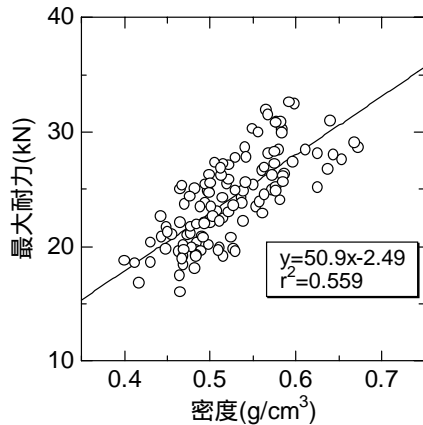


図 3 端距離 8 d、12 d における密度と最大耐力の関係

(1), (2)式から、(3)式を得るが、誤差率の検定から、誤差を最小にする b は 6.0 である。

$$P_{max}(kN) = (50.9 \cdot g - 2.49) \times [1 - \exp\{-b \cdot e_1 / (50.9 \cdot g - 2.49)\}] \quad (3)$$

ただし、g は材料密度、 e_1 は端距離、b は定数。
 これに基づく割裂耐力の実験値と計算値は図 4 に示すように、差が大きい。

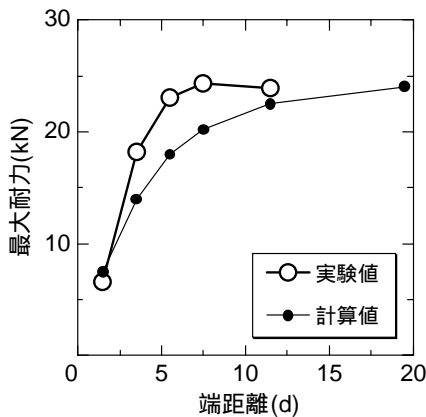


図 4 割裂耐力の実験値と(式(3)による)計算値の比較

端距離の累乗の導入

実験値と計算値の差を縮めるために、端距離： e_1 の累乗を導入することに着想し、式(4)を得た。

$$P_{max}(kN) = (50.9 \cdot g - 2.49) \times [1 - \exp\{-b \cdot (e_1)^n / (50.9 \cdot g - 2.49)\}] \quad (4)$$

ただし、g は材料密度、 e_1 は端距離、b、n は定数。

ここで、誤差を最小にする b、n はそれぞれ 3.6、1.8 である。
 また、これに基づく割裂耐力の実験値と計算値は図 5 に示すように、ほぼ一致した。

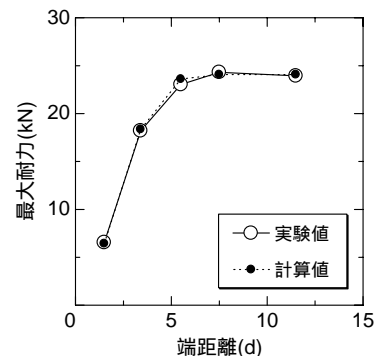


図 5 割裂耐力の実験値と(式(4)による)計算値の比較

複数の接合具を有する場合への適用

図 6 に示すようにピン 2 本の場合にひずみ分布を重ね合わせて、式(4)を適用し、ピン間隔が変化した場合の割裂耐力の実験値と計算値を比較した結果、ほぼ一致した。

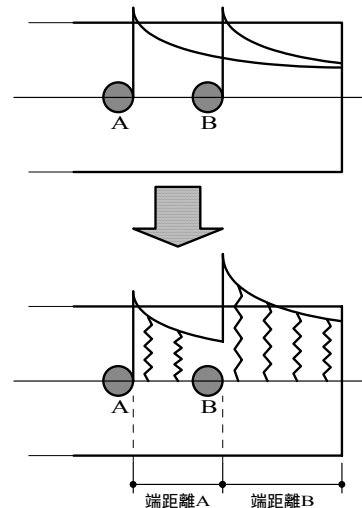


図 6 複数の接合具を有する場合のひずみ分布

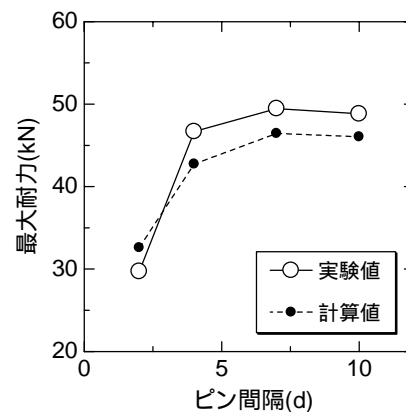


図 7 ピンが 2 本の場合の割裂耐力の計算値と実験値