

## 論文 (Original article)

# クリ無欠点小試験体の強度的性質 — 曲げ、縦圧縮、せん断、めり込み —

井道 裕史<sup>1)\*</sup>、三浦 祥子<sup>2)</sup>、長尾 博文<sup>1)</sup>、加藤 英雄<sup>1)</sup>

### 要旨

現行の無等級材の基準強度は、無欠点小試験体による試験結果から誘導されている。しかしながら、木造住宅の土台等で広く用いられているクリについては、実大材による強度データがほとんどない。そのため、既報ではクリ実大材を用いて各強度試験を実施し、現行の無等級材の基準強度との妥当性を検討した。本報では、既報で用いた実大材から無欠点小試験体を採取し、曲げ、縦圧縮、せん断、めり込みの各強度試験を行い、無欠点小試験体の観点で無等級材の基準強度との整合性を確認するとともに、実大材の強度試験結果と比較した。その結果、曲げおよび縦圧縮強度の各平均値は、無等級材の基準強度の算出根拠となった無欠点小試験体の基準強度値を下回り、せん断強度の平均値は無欠点小試験体の基準強度値とほぼ同等であった。また、曲げ、縦圧縮について実大材と無欠点小試験体の結果から強度比を算出した結果、現行用いられている強度比の値よりも大きいことがわかった。

キーワード：クリ、無欠点小試験体、曲げ強度、縦圧縮強度、せん断強度、めり込み強度

### 1. はじめに

現在、木造住宅の構造材料として、土台等に広葉樹材であるクリが用いられている。現行の無等級材の基準強度（建設省 2000）は、無欠点小試験体による試験結果から誘導されている（日本建築学会 2010）が、クリを含む広葉樹材は実大材による強度データがほとんどないため、実大材としての無等級材の基準強度に対する妥当性が明らかでなかった。そこで、既報（井道ら 2013）では、クリ実大材を用いて曲げ、縦圧縮、縦引張り、せん断、めり込みの各強度試験を実施し、現行の無等級材の基準強度との妥当性を検討した。その結果、縦引張りを除いた、曲げ、縦圧縮、せん断、めり込みの各強度特性値は、無等級材の基準強度に対して上回るか同等であることがわかった。また、曲げ、縦引張り試験の結果から、広葉樹材であるクリにおい

ても針葉樹材と同様に目視等級区分法が適用できることがわかった。

本報では、実大材の曲げ試験体の非破壊部分から曲げ、縦圧縮、せん断、めり込みの各無欠点小試験体を採取して強度試験を行い、無欠点小試験体としてのクリの強度的性質を明らかにし、既往のクリ無欠点小試験体の強度データと比較した。また、無欠点小試験体の観点から無等級材の基準強度の整合性を確認するとともに、実大材の強度試験結果との比較を行った。

### 2. 実験

#### 2.1 試験体の採取

既報の実大曲げ試験体の非破壊部分から、曲げ、縦圧縮、せん断、めり込みの各無欠点小試験体を採取した。無欠点小試験体の採取位置と寸法を Fig. 1 に示す。

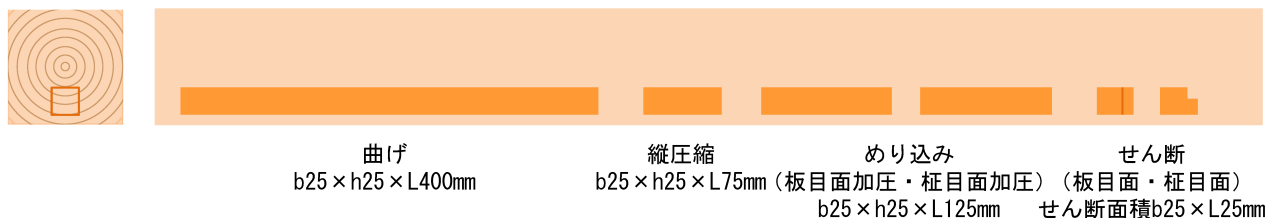


Fig. 1. 実大曲げ試験体からの無欠点小試験体の採取位置と寸法  
(記号 b: 幅, h: 厚さ, L: 長さ)

原稿受付：平成 26 年 5 月 12 日 原稿受理：平成 26 年 6 月 19 日

1) 森林総合研究所構造利用研究領域

2) 北海道水産林務部

\* 森林総合研究所構造利用研究領域 〒 305-8687 茨城県つくば市松の里 1

試験体は2方柱とし、試験体の寸法はJIS Z 2101（日本規格協会 2009）で規定された各強度試験方法に従った。すなわち、各試験体とも1辺の長さが25mm×25mmの正方形断面とし、繊維方向の長さは、曲げが400mm、縦圧縮が75mm、めり込みが125mm、せん断が35mmとした。せん断試験体は、せん断面が柱目面と板目面の2種類を採取した。めり込み試験体は、加圧面が柱目面と板目面の2種類を採取した。また、実大曲げ試験体は85体あったが、破壊状況によりすべての種類の無欠点小試験体を採取できなかったものもある。その場合は、①曲げ試験体、②縦圧縮試験体、③めり込み試験体、④せん断試験体の順で優先して採取したが、採取する試験体の長さの都合上、曲げ試験体が最も少なくなった。試験体採取後、すべての試験体を温度20℃、関係湿度65%の恒温恒湿室内で重量が平衡状態になるまで調湿した。

## 2.2 試験方法

強度試験に先立ち、すべての試験体の密度、平均年輪幅を測定した。各強度試験はJIS Z 2101に従った。以下に各強度試験方法を示す。

曲げ試験は、縦振動法によるヤング係数を測定した後、スパン350mmで中央集中荷重で行った。加力には最大容量が1tfのオルセン式材料試験機（森試験機製作所製）を用いた。スパン中央部に変位計（東京測器研究所製、CDP-50）を設置し、データロガー（東京測

器研究所製、TDS-601）を介して、荷重と加力時の試験体のたわみを測定した。

縦圧縮試験は、最大容量が5tfのオルセン式万能試験機（森試験機製作所製）を用いた。相対する柱目面の中央部分にゲージ長20mmのひずみゲージ（東京測器研究所製、PFL-20-11、一部、ゲージ長が10mmのひずみゲージを使用、東京測器研究所製、PFL-10-11）を材長方向に貼付し、データロガー（東京測器研究所製、TDS-601）を介して荷重と加力時のひずみを測定した。

せん断試験は、JIS Z 2101のせん断試験用治具を用いた。加力には、最大容量が5tfのオルセン式万能試験機を荷重レンジを1tfとして用いた。せん断面積は25mm（L方向）×25mm（R方向またはT方向）とした。

めり込み試験は、JIS Z 2101の加圧板を用いた。加力には、最大容量が5tfのオルセン式万能試験機を用いた。加圧面の面積は25mm（L方向）×25mm（R方向またはT方向）とした。加圧板の両端に変位計（東京測器研究所製、CDP-50）を設置し、データロガー（東京測器研究所製、TDS-601）を介して荷重と加力時の変位を測定した。

各強度試験後、すべての試験体について全乾法による含水率を測定した。

## 3. 結果と考察

### 3.1 各強度試験結果と文献値との比較

曲げ、縦圧縮、せん断、めり込み試験の結果をそれぞれTable 1～4に示す。

Table 1. 曲げ試験の結果

|          | $\rho$<br>(kg/m <sup>3</sup> ) | ARW<br>(mm) | MC<br>(%) | $E_{fr}$<br>(kN/mm <sup>2</sup> ) | $E_b$<br>(kN/mm <sup>2</sup> ) | $\sigma_{bp}$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | $\sigma_b$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) |
|----------|--------------------------------|-------------|-----------|-----------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|
| 試験体数     | 77                             | 77          | 77        | 77                                | 77                             | 77                                    | 77                                 |
| 平均値      | 527                            | 4.0         | 13.8      | 10.7                              | 9.68                           | 42.5                                  | 75.2                               |
| 最小値      | 422                            | 1.5         | 12.3      | 7.26                              | 6.89                           | 27.8                                  | 49.9                               |
| 最大値      | 643                            | 8.5         | 15.5      | 14.4                              | 12.7                           | 57.2                                  | 104                                |
| 標準偏差     | 46.2                           | 1.4         | 0.859     | 1.57                              | 1.31                           | 7.05                                  | 9.30                               |
| 変動係数 (%) | 8.78                           | 36          | 6.21      | 14.6                              | 13.5                           | 16.6                                  | 12.4                               |

記号  $\rho$ : 試験時の密度、ARW: 平均年輪幅、MC: 含水率、 $E_{fr}$ : 縦振動法によるヤング係数、 $E_b$ : 見かけの曲げヤング係数、 $\sigma_{bp}$ : 曲げ比例限度応力、 $\sigma_b$ : 曲げ強度

Table 2. 縦圧縮試験の結果

|          | $\rho$<br>(kg/m <sup>3</sup> ) | ARW<br>(mm) | MC<br>(%) | $E_c$<br>(kN/mm <sup>2</sup> ) | $\sigma_{cp}$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | $\sigma_c$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) |
|----------|--------------------------------|-------------|-----------|--------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|
| 試験体数     | 84                             | 84          | 84        | 84                             | 84                                    | 84                                 |
| 平均値      | 524                            | 3.9         | 14.8      | 10.9                           | 24.6                                  | 37.4                               |
| 最小値      | 442                            | 1.6         | 13.0      | 6.10                           | 15.2                                  | 25.8                               |
| 最大値      | 643                            | 9.3         | 16.2      | 14.5                           | 42.8                                  | 49.1                               |
| 標準偏差     | 45.1                           | 1.4         | 0.520     | 1.84                           | 5.95                                  | 4.22                               |
| 変動係数 (%) | 8.61                           | 36          | 3.50      | 17.0                           | 24.2                                  | 11.3                               |

記号  $\rho$ : 試験時の密度、ARW: 平均年輪幅、MC: 含水率、 $E_c$ : 縦圧縮ヤング係数、 $\sigma_{cp}$ : 縦圧縮比例限度応力、 $\sigma_c$ : 縦圧縮強度

Table 3. せん断試験の結果

|        |          | $\rho$<br>(kg/m <sup>3</sup> ) | ARW<br>(mm) | MC<br>(%) | $\sigma_s$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) |
|--------|----------|--------------------------------|-------------|-----------|------------------------------------|
| 全試験体   | 試験体数     | 156                            | 156         | 156       | 156                                |
|        | 平均値      | 520                            | 4.0         | 13.8      | 10.2                               |
|        | 最小値      | 432                            | 1.4         | 12.5      | 6.47                               |
|        | 最大値      | 645                            | 9.0         | 14.9      | 13.2                               |
|        | 標準偏差     | 45.4                           | 1.4         | 0.601     | 1.26                               |
|        | 変動係数 (%) | 8.73                           | 35          | 4.36      | 12.3                               |
| 柁目面せん断 | 試験体数     | 80                             | 80          | 80        | 80                                 |
|        | 平均値      | 521                            | 4.1         | 13.8      | 10.3                               |
|        | 最小値      | 432                            | 1.4         | 12.5      | 7.47                               |
|        | 最大値      | 638                            | 9.0         | 14.9      | 12.9                               |
|        | 標準偏差     | 46.9                           | 1.4         | 0.606     | 1.05                               |
|        | 変動係数 (%) | 9.01                           | 35          | 4.39      | 10.2                               |
| 板目面せん断 | 試験体数     | 76                             | 76          | 76        | 76                                 |
|        | 平均値      | 520                            | 4.0         | 13.8      | 10.2                               |
|        | 最小値      | 434                            | 1.4         | 12.5      | 6.47                               |
|        | 最大値      | 645                            | 9.0         | 14.9      | 13.2                               |
|        | 標準偏差     | 44.2                           | 1.4         | 0.599     | 1.45                               |
|        | 変動係数 (%) | 8.50                           | 36          | 4.35      | 14.2                               |

記号  $\rho$ : 試験時の密度、ARW: 平均年輪幅、MC: 含水率、 $\sigma_s$ : せん断強度

Table 4. めり込み試験の結果

|       |          | $\rho$<br>(kg/m <sup>3</sup> ) | ARW<br>(mm) | MC<br>(%) | $\sigma_{cv-p}$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | $\sigma_{cv-5\%}$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) |
|-------|----------|--------------------------------|-------------|-----------|---|---|
| 全試験体  | 試験体数     | 168                            | 168         | 168       | 168                                     | 168                                       |
|       | 平均値      | 525                            | 4.1         | 14.8      | 6.04                                    | 10.7                                      |
|       | 最小値      | 426                            | 1.3         | 13.5      | 3.69                                    | 7.29                                      |
|       | 最大値      | 685                            | 9.0         | 24.5      | 10.9                                    | 17.3                                      |
|       | 標準偏差     | 50.1                           | 1.4         | 1.53      | 1.32                                    | 1.91                                      |
|       | 変動係数 (%) | 9.55                           | 34          | 21.2      | 21.9                                    | 17.9                                      |
| 柁目面加圧 | 試験体数     | 84                             | 84          | 84        | 84                                      | 84  |
|       | 平均値      | 526                            | 4.1         | 15.0      | 5.41                                    | 10.0                                      |
|       | 最小値      | 430                            | 1.3         | 13.5      | 3.69                                    | 7.35                                      |
|       | 最大値      | 685                            | 8.5         | 24.5      | 8.03                                    | 14.9                                      |
|       | 標準偏差     | 52.5                           | 1.3         | 1.90      | 0.95                                    | 1.66                                      |
|       | 変動係数 (%) | 9.98                           | 32          | 12.7      | 17.5                                    | 16.7                                      |
| 板目面加圧 | 試験体数     | 84                             | 84          | 84        | 84                                      | 84  |
|       | 平均値      | 524                            | 4.0         | 14.6      | 6.66                                    | 11.4                                      |
|       | 最小値      | 426                            | 1.6         | 13.6      | 3.90                                    | 7.29                                      |
|       | 最大値      | 657                            | 9.0         | 21.5      | 10.9                                    | 17.3                                      |
|       | 標準偏差     | 47.9                           | 1.4         | 1.02      | 1.35                                    | 1.89                                      |
|       | 変動係数 (%) | 9.15                           | 35          | 7.01      | 20.2                                    | 16.6                                      |

記号  $\rho$ : 試験時の密度、ARW: 平均年輪幅、MC: 含水率、 $\sigma_{cv-p}$ : めり込み比例限度応力、 $\sigma_{cv-5\%}$ : 辺長が5%変形時のめり込み応力

Table 5. 既往の文献に示されたクリの物性値と対応する本試験体の物性値 (平均値、カッコ内は変動係数 (%))

| 出典                                 | $\rho$<br>(kg/m <sup>3</sup> ) | ARW<br>(mm)            | $E_b$<br>(kN/mm <sup>2</sup> ) | $\sigma_b$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | $\sigma_c$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | $\sigma_s$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) |                |                |
|------------------------------------|--------------------------------|------------------------|--------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|----------------|----------------|
|                                    |                                |                        |                                |                                    |                                    | 柁目面                                | 板目面            | 柁目面            |
| 本試験体                               | 520 ~ 527<br>(8.50 ~ 9.98)     | 3.9 ~ 4.1<br>(32 ~ 36) | 9.68<br>(13.5)                 | 75.2<br>(12.4)                     | 37.4<br>(11.3)                     | 10.3<br>(10.2)                     | 10.2<br>(14.2) | 5.41<br>(17.5) |
| 木材工業<br>ハンドブック                     | 600                            | 3.4                    | 9.0                            | 80                                 | 40                                 | -                                  | -              | -              |
| 中井・山井<br>(各 10 体)                  | 566<br>(4.32)                  | 0.349<br>(16.1)        | 8.76<br>(10.5)                 | 75.2<br>(10.9)                     | 40.8<br>(5.77)                     | 11.5<br>(7.25)                     | 11.9<br>(23.0) | 5.06<br>(6.43) |
| 伊東・橋爪<br>(41 体、古材含む)               | 581<br>(8.3)                   | 3.42<br>(52.2)         | 9.30<br>(12.2)                 | 77.7<br>(16.5)                     | -                                  | -                                  | -              | -              |
| 無欠点小試験体による<br>強度データから得られた<br>基準強度値 | -                              | -                      | -                              | 83.3                               | 42.1                               | 10.8                               | -              | -              |

記号  $\rho$ : 試験時の密度、ARW: 平均年輪幅、 $E_b$ : 見かけの曲げヤング係数、 $\sigma_b$ : 曲げ強度、 $\sigma_c$ : 縦圧縮強度、 $\sigma_s$ : せん断強度、 $\sigma_{cv-p}$ : めり込み比例限度応力

注 本試験体の  $\rho$  と ARW の平均値は各強度試験の平均値の範囲を示す。  
旧単位のものは SI 単位に換算した。中井・山井の文献値の  $\sigma_s$  の密度は 561kg/m<sup>3</sup> である。

本試験結果との比較のため、既往の文献（森林総合研究所 2004a,2004b, 中井・山井 1982, 伊東・橋爪 2006）に示されたクリの各物性値と対応する本試験体の物性値を Table 5 に示す。文献値と比較すると、本試験体の密度は小さく、平均年輪幅は極端に狭い中井・山井の文献を除くとやや大きかった。各強度値は、若干の上下はあるものの文献値と大きく異なっていた。このことから、本試験で用いたクリは、密度は低いものの強度値は文献値と極端に異なる材料ではないことがわかった。

### 3.2 無等級材の基準強度との比較

クリの無等級材の基準強度の算出根拠として、無欠点小試験体による強度データから得られた基準強度値が定められており（日本建築学会 2010）、曲げ、縦圧縮、せん断でそれぞれ 850kgf/cm<sup>2</sup>、430kgf/cm<sup>2</sup>、110kgf/cm<sup>2</sup> である。この値は、無等級材の基準強度を誘導する際にばらつき係数が乗じられることから平均値に相当すると考えられる。これを SI 単位に変換したものを Table 5 の下段に示す。この値と本試験結果の平均値とを比較すると、本試験体の曲げ強度、縦圧縮強度は無欠点小試験体による基準強度値を下回り、せん断強度は無欠点小試験体による基準強度値とほぼ同等であった。曲げおよび縦圧縮強度の平均値が無欠点小試験体による基準強度値を下回った理由として、本試験体で用いたクリの密度がかなり小さかったことが考えられるものの、文献値と無欠点小試験体による基準強度値とを比較しても、せん断強度を除いてすべて無欠点小試験体による基準強度値を下回っていた。無欠点小試験体による基準強度値は樹種群ごとに示されており、当該樹種群にはクリのほか、ナラ、ブナ、ケヤキが含

まれ、無欠点小試験体による基準強度値は「既往のデータをもとに、個々の樹種の強度的性質の変動等を考慮に入れて調整されたものである（中井 1988）」とされている。既報（井道ら 2012）によると、クリと同じ樹種群であるケヤキの無欠点小試験体の曲げ、縦圧縮、柁目面せん断、板目面せん断強度の平均値はそれぞれ 110N/mm<sup>2</sup>、54.1N/mm<sup>2</sup>、14.8N/mm<sup>2</sup>、15.0N/mm<sup>2</sup> であり、無欠点小試験体による基準強度値を大きく上回っていた。無欠点小試験体による基準強度値の設定時の状況は明らかではないが、当該樹種群の無欠点小試験体による基準強度値は、より大きなケヤキの強度特性値なども考慮され、クリ単独の強度特性値よりもやや大きく設定された可能性が考えられる。

一方、めり込みについては、無欠点小試験体による基準強度値は示されていない。現行の製材のめり込みの基準強度（国土交通省 2001）は、無欠点小試験体の比例限度応力の平均値を 1.5 倍した値であると考えられる（長尾 2013）。そこで、柁目面、板目面加圧を合わせたすべての試験体の比例限度応力の平均値を 1.5 倍したものを製材のめり込みの基準強度 10.8N/mm<sup>2</sup> と比較した。その結果、本試験体の平均値の 1.5 倍の値は 9.06N/mm<sup>2</sup> となり、他の強度同様、製材のめり込みの基準強度 10.8N/mm<sup>2</sup> を下回った。この要因としては、他の強度同様、本試験体の密度が小さかったことと、樹種群としての製材のめり込みの基準強度の算出方法が関連すると考えられる。

### 3.3 強度比

無等級材の基準強度は、無欠点小試験体の基準強度値にばらつき係数 4/5 を乗じて平均値を 5% 下限値に換算し、さらに、節、繊維傾斜など材料の欠点に応じ

た強度低減係数(強度比)を乗じることにより算出される(日本建築学会 2010)。無等級材(「木質構造設計規準・同解説」での普通構造材)の曲げ、縦圧縮の各強度比は樹種を問わず 0.45、0.62 である。本試験結果を用いて同様の方法で計算すると、本試験体の平均値は無欠点小試験体による基準強度値を下回っているため、算出された値は無等級材の基準強度を下回ることになる。一方、既報の実大材を用いた曲げ、縦圧縮強度の 5% 下限値は無等級材の基準強度を満足していた(井道ら 2013)。すなわち、本試験の実大材と無欠点小試験体との強度比は、無等級材(普通構造材)の強度比である曲げ、縦圧縮の 0.45、0.62 よりも大きく、言い換えると、実大材と無欠点小試験体の強度の差が小さかったといえる。

無等級材(普通構造材)の品質基準は、1981 年版「製材の日本農林規格」(農林水産省 1981)の原則 1 等相当とされている(日本建築学会 2006, 2010)。この「製材の日本農林規格」1 等の節径比、集中節径比の基準は、現行の「製材の日本農林規格」(農林水産省 2013)乙種構造材 2 級の同基準と同じであるため、無等級材(普通構造材)の品質基準は、現行の基準に照らせば乙種構造材 2 級以上であると考えられる。そこで、荷重点間において目視等級区分を行った実大材曲げ試験体について、乙種構造材 2 級以上の試験体とそれから採取した無欠点小試験体 68 体について強度比(実大材/無欠点小試験体)の平均値を求めた。その結果、強度比の平均値は 0.68 となった。また、目視等級区分に関わらず、同一試験体から採取した実大材と無欠点小試験体の強度比を、曲げ 77 体、縦圧縮 84 体から算出したところ、各強度比の平均値は、曲げ、縦圧縮でそれぞれ 0.66、0.87 となり、曲げに関しては乙種構造材 2 級以上の強度比 0.68 と大きな差はなかった。すなわち、本試験体の曲げ、縦圧縮の強度比 0.68、0.87 は、無等級材(普通構造材)の同強度比 0.45、0.62 と比べていずれも大きい値であり、このことが実大材で無等級材の基準強度を満足した一因と考えられる。また、ケヤキについて、目視等級区分を行わず同様に強度比を算出したところ、曲げ、縦圧縮でそれぞれ 0.52、0.70 となり(井道ら 2012)、クリほどではないもののやはり無等級材(普通構造材)の強度比よりも大きい値となった(Fig. 2)。ただし、ケヤキの実大材の断面寸法は曲げ試験体で 240mm × 240mm、縦圧縮試験体で 230mm × 230mm と大きかったため、仮にクリの実大材と同じ 105mm 角程度の断面であれば、寸法効果により強度比はさらに増加したと考えられる。1973 年版「木構造設計規準・同解説」(日本建築学会 1973)によれば、針葉樹材から求めた普通構造材の欠点による低減係数が曲げ、縦圧縮でそれぞれ 0.43、0.63 となっていることから、現行の強度比は既往の針葉樹材の強度試験結果をもとに設定されたと考えられるが、クリ、ケヤキの結果か

ら見る限り、広葉樹材の強度比は、現行の値よりも大きい値であった。クリ、ケヤキで現行の値よりも強度比が大きかった理由としては、針葉樹材との節等の欠点の出方の違いや組織構造の違いなどが考えられるものの現在明らかではなく、この傾向が他の広葉樹材でも当てはまるのかも含めて今後更なる検討が必要である。

#### 4. まとめ

クリの無欠点小試験体を用いて曲げ、縦圧縮、せん断、めり込みの各強度試験を行った。試験結果を無等級材の基準強度の算出根拠である無欠点小試験体の曲げ、縦圧縮、せん断の各基準強度値と比較した結果、曲げ強度、縦圧縮強度の各平均値は無欠点小試験体による基準強度値を下回り、せん断強度の平均値は無欠点小試験体による基準強度値とほぼ同等であった。めり込み強度についても無等級材の基準強度を下回った。一方、実大材を用いた強度試験の結果では、曲げ、縦圧縮の無等級材の基準強度を満足していた。そのため、曲げ、縦圧縮について実大材と無欠点小試験体の結果から強度比を算出したところ、クリの強度比は現行で用いられている値よりも大きいことがわかった。実大材を用いた強度試験では結果的に曲げ、縦圧縮の無等級材の基準強度を満足していたことと現在広葉樹材の強度データが少ないことから、現行の無等級材の基準強度を早急に変更する必要はないと考えられる。しかしながら、本試験において、無等級材の基準強度を誘導する根拠となるクリの無欠点小試験体の強度が無欠点小試験体による基準強度値よりも小さかったこと、クリ、ケヤキの結果から広葉樹材の強度比が現行の値よりも大きかったことがわかったため、今後はクリを含めた広葉樹材についての定量的な強度データを収集し、以上の点について検証する必要がある。

#### 謝辞

本研究は、国土交通省「平成 25 年度 木造長期優良住宅の総合的検証事業 材料分科会」の一部として行った。

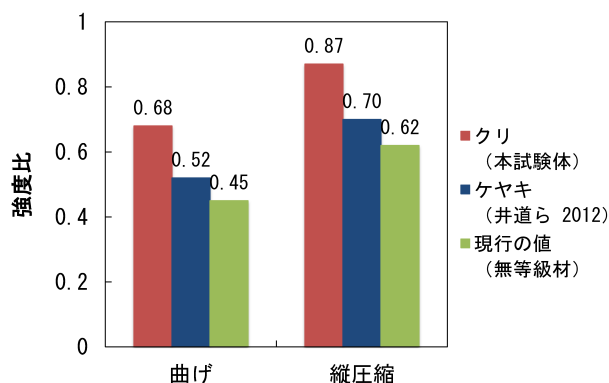


Fig. 2. クリ、ケヤキ、無等級材の強度比の比較

## 引用文献

- 井道裕史・長尾博文・加藤英雄 (2012) ケヤキ実大材の曲げおよび縦圧縮強度. 木材学会誌, 58(3), 144-152.
- 井道裕史・三浦祥子・長尾博文・加藤英雄 (2013) クリ製材品の強度性能 ―曲げ、縦圧縮、縦引張り、せん断、めり込み―. 森林総合研究所研究報告, 12(3), 143-152.
- 伊東嘉文・橋爪丈夫 (2006) 解体民家から得られた古材の強度特性, 長野県林業総合センター研究報告, 20, 105-108.
- 建設省 (2000) “木材の基準強度  $F_c$ 、 $F_t$ 、 $F_b$  及び  $F_s$  を定める件”, 平成 12 年 5 月 31 日建設省告示第 1452 号.
- 国土交通省 (2001) “特殊な許容応力度及び特殊な材料強度を定める件”, 平成 13 年 6 月 12 日国土交通省告示第 1024 号.
- 長尾博文 (2013) 構造用木材としての製材 (12) 製材の基準強度. 住宅と木材, 426, 4-5.
- 中井 孝・山井良三郎 (1982) 日本産主要樹種の性質 日本産主要 35 樹種の強度的性質, 林業試験場報告, 319, 13-46.
- 中井 孝 (1988) 製材の許容応力度. 木質構造研究会編 “木質構造研究読本 ティンバーエンジニアリングのすべて”. 井上書院, 118-120.
- 日本建築学会 (1973) 繊維方向の許容応力度. 日本建築学会編 “木構造設計規準・同解説”. 丸善, 119-121.
- 日本建築学会 (2006) 構造用材料の品質. 日本建築学会編 “木質構造設計規準・同解説 ―許容応力度・許容耐力設計法―”. 丸善, 149-152.
- 日本建築学会 (2010) 無欠点小試験体 (Small Clear Defect-Free Wood Test Specimen) による許容応力度の誘導. 日本建築学会編 “木質構造基礎理論”. 丸善, 40-43.
- 日本規格協会 (2009) “JIS Z 2101 木材の試験方法”, 日本規格協会, 66pp.
- 農林水産省 (1981) “製材の日本農林規格”, 昭和 56 年 3 月 19 日農林水産省告示第 406 号
- 農林水産省 (2013) “製材の日本農林規格”, 平成 25 年 6 月 12 日農林水産省告示第 1920 号
- 森林総合研究所 (2004a) 日本産主要樹種の平均年輪幅, 容積密度数. 森林総合研究所編 “改訂 4 版 木材工業ハンドブック”. 丸善, 63.
- 森林総合研究所 (2004b) 主要樹種の性質表. 森林総合研究所編 “改訂 4 版 木材工業ハンドブック”. 丸善, 192-195.

**Strength properties of small clear specimens of kuri  
(Japanese chestnut, *Castanea crenata*)  
—Bending strength, compressive strength parallel to grain, shear strength  
parallel to grain, and compressive strength perpendicular to grain—**

Hirofumi IDO<sup>1)</sup>, Sachiko MIURA<sup>2)</sup>, Hirofumi NAGAO<sup>1)</sup> and Hideo KATO<sup>1)</sup>

**Abstract**

The specified design strength of ungraded lumber, which is not stipulated by the Japanese Agricultural Standard, determined by the Ministry of Construction was derived from the test results of small clear specimens. Existing data on the strength of kuri (Japanese chestnut, *Castanea crenata*) lumber, which is commonly used for sills of wooden houses, are rather limited. In a previous study, the specified design strength of ungraded lumber was verified by strength tests using kuri lumber. In the present study, we determined the strength properties, including the bending, compression parallel to grain, shear parallel to grain, and compression perpendicular to grain, of small clear specimens collected from kuri lumber used in a previous study by performing strength tests. The strength test results validated the specified design strength of ungraded lumber from the viewpoint of small clear specimens. In addition, the strength properties were compared with those of lumber. The test results showed that the average of bending and compressive strength parallel to grain is less than the value of the characteristic strength, which served as the basis for the specified design strength of ungraded lumber. Furthermore, the average value of shear strength parallel to grain is equivalent to the characteristic strength value. The strength ratio of lumber to the small clear specimen is greater than that of the specified design strength value of ungraded lumber used in both bending and compression parallel to grain.

**Key words :** kuri, Japanese chestnut, small clear specimen, bending strength, compressive strength parallel to grain, shear strength parallel to grain, compressive strength perpendicular to grain

---

Received 12 May 2014, Accepted 19 June 2014

1) Department of Wood Engineering, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI)

2) Department of Fisheries and Forestry, Hokkaido Government

\* Department of Wood Engineering, FFPRI, Matsunosato 1, Tsukuba, Ibaraki 305-8687, Japan; e-mail: ido@ffpri.affrc.go.jp