

岡山県産ヒノキ材の接合性能評価による適用部材選別基準の検討（Ⅱ）

小玉泰義

1. はじめに

県北製材業は地域産材の柱材生産を中心として成り立っており、生産額の多くの割合を占めているが、木質構造部材の消費傾向は明らかに性能が保証された木材を指向している。しかし県内で生産される構造用製材で力学的な性能が明示された製材（JASのE表示等）の占める割合は必ずしも多くない。その理由の一つに選別ではねられた材の用途、流通が確立していないことが挙げられる。

本課題は、県産ヒノキ材の特長を活かし、柱に向く材（1，2級の格付）、梁桁に向く材（高いヤング係数）、土台に向く材（高い密度）と適切に選別し、それらの接合性能を確認する。本課題は、丸太段階から無駄なく適した用途に振り分ける製材の流れを作ることを可能とすることで、性能が明示された製品としての美作ヒノキのブランド化と需要拡大につなげることを目標としている。

平成21年度は昨年度終盤から開始した原木丸太のヤング係数並びに密度の測定を継続し、1年間を通じてヤング係数と密度の推移を観察した。

2. 方 法

（1）原木市場で流通するヒノキ丸太のヤング係数

平成20年度の本課題の中で考究した手法を用い、2008年11月末から2009年9月末までおおむね2ヶ月おきにヒノキ原木丸太のヤング係数と密度を県森連勝山木材共販所において測定した。1回の測定で概20～30本程度の測定を目指した。

3. 結 果

（1）原木市場で流通するヒノキ丸太のヤング係数

1年間を通じて、ヒノキ原木丸太のヤング係数と密度は図1に示したように分布した。測定本数は143本となった。得られたヤング係数の平均値は11.57(kN/mm²)で、変動係数は11.57%であった。密度の平均値は0.810(g/cm³)で、変動係数は8.69%であった。

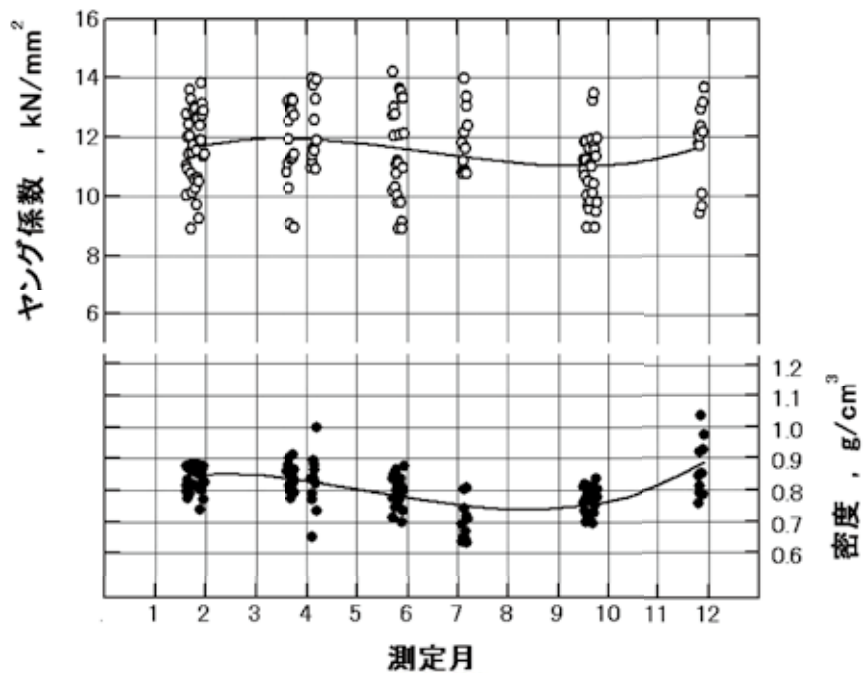


図1 岡山県産ヒノキ原木丸太のヤング係数と密度

参考資料として次ページから岡山県産針葉樹構造用製材の強度データ（曲げ）を掲載する。

岡山県産木材の強度データ（1）曲げ

1) スギ

表1 岡山県産スギの曲げ強度

| | | E50 | | | E70 | | | | |
|---------|---------|----------------------------------|----------------------------------|--|--|--|--|--|--|
| | | Densi-15 (kg/m ³) | B-EL (kN/mm ²) | B-STSm _{ax} (N/mm ²) | Densi-15 (kg/m ³) | B-EL (kN/mm ²) | B-STSm _{ax} (N/mm ²) | | |
| 機 | 試験体数 | 46 | 46 | 46 | 90 | 90 | 90 | | |
| | 平均値 | 422 | 5.29 | 37.6 | 22 | 6.80 | 40.9 | | |
| | 最小値 | 341 | 3.93 | 25.3 | 338 | 5.95 | 23.2 | | |
| | 最大値 | 555 | 5.86 | 56.1 | 505 | 7.74 | 54.9 | | |
| | 標準偏差 | 49.7 | 0.53 | 7.12 | 41.2 | 0.52 | 5.4 | | |
| | 変動係数(%) | 11.7 | 10.1 | 18.9 | 9.76 | 7.75 | 13.2 | | |
| 械 | | | E90 | | | E110 | | | |
| | | | Densi-15 (kg/m ³) | B-EL (kN/mm ²) | B-STSm _{ax} (N/mm ²) | Densi-15 (kg/m ³) | B-EL (kN/mm ²) | B-STSm _{ax} (N/mm ²) | |
| | 試験体数 | | 57 | 57 | 57 | 9 | 9 | 9 | |
| | 平均値 | | 423 | 8.57 | 47.0 | 453 | 10.42 | 56.0 | |
| | 最小値 | | 277 | 7.82 | 36.3 | 419 | 9.84 | 52.0 | |
| | 最大値 | | 491 | 9.7 | 60.4 | 499 | 11.04 | 59.4 | |
| 等 | 標準偏差 | | 36.0 | 0.49 | 5.4 | 29.1 | 0.42 | 2.99 | |
| | 変動係数(%) | | 8.51 | 5.82 | 11.4 | 6.42 | 4.0 | 5.34 | |
| | 級 | | | E130 | | | E150 | | |
| | | | | Densi-15 (kg/m ³) | B-EL (kN/mm ²) | B-STSm _{ax} (N/mm ²) | Densi-15 (kg/m ³) | B-EL (kN/mm ²) | B-STSm _{ax} (N/mm ²) |
| | | 試験体数 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | 平均値 | | | | | | | |
| 最小値 | | | | | | | | | |
| 最大値 | | | | | | | | | |
| 区 | 標準偏差 | | | | | | | | |
| | 変動係数(%) | | | | | | | | |
| | 目 | | | 1級 | | | 2級 | | |
| | | | | Densi-15 (kg/m ³) | B-EL (kN/mm ²) | B-STSm _{ax} (N/mm ²) | Densi-15 (kg/m ³) | B-EL (kN/mm ²) | B-STSm _{ax} (N/mm ²) |
| | | 試験体数 | | 33 | 33 | 33 | 95 | 95 | 95 |
| | | 平均値 | | 421 | 7.47 | 47.3 | 412 | 7.23 | 42.4 |
| 最小値 | | | 277 | 5.13 | 32.8 | 338 | 3.93 | 25.39 | |
| 最大値 | | | 494 | 10.99 | 58.5 | 502 | 11.04 | 60.43 | |
| 視 | 標準偏差 | | 44.8 | 1.506 | 6.34 | 36.8 | 1.561 | 7.30 | |
| | 変動係数(%) | | 10.6 | 20.1 | 13.4 | 8.93 | 21.5 | 17.2 | |
| | 等 | | | 3級 | | | 級外 | | |
| | | | | Densi-15 (kg/m ³) | B-EL (kN/mm ²) | B-STSm _{ax} (N/mm ²) | Densi-15 (kg/m ³) | B-EL (kN/mm ²) | B-STSm _{ax} (N/mm ²) |
| | | 試験体数 | | 58 | 58 | 58 | 17 | 17 | 17 |
| | | 平均値 | | 431 | 6.86 | 40.5 | 464 | 6.42 | 40.7 |
| 最小値 | | | 352 | 2.98 | 23.2 | 389 | 3.98 | 30.9 | |
| 最大値 | | | 555 | 9.84 | 59.4 | 504 | 10.19 | 56.1 | |
| 級 | 標準偏差 | | 41.2 | 1.296 | 65.7 | 33.7 | 1.499 | 7.82 | |
| | 変動係数(%) | | 9.54 | 18.8 | 16.2 | 7.26 | 23.3 | 19.2 | |
| | 区 | 試験体数 | | | | | | | |
| | | 平均値 | | | | | | | |
| | | 最小値 | | | | | | | |
| | | 最大値 | | | | | | | |
| 標準偏差 | | | | | | | | | |
| 変動係数(%) | | | | | | | | | |

2) ヒノキ

表2 岡山県産ヒノキの曲げ強度

| | | E50 | | | E70 | | |
|-----------------------|---------|----------------------------------|-------------------------------|--|----------------------------------|-------------------------------|--|
| | | Densi-15 (kg/m ³) | B-EL (kN/mm ²) | B-STSm _{ax} (N/mm ²) | Densi-15 (kg/m ³) | B-EL (kN/mm ²) | B-STSm _{ax} (N/mm ²) |
| 機 械 等 級 区 | 試験体数 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 2 |
| | 平均値 | | | | | | |
| | 最小値 | | | | 483 | 7.71 | 40.5 |
| | 最大値 | | | | 521 | 7.76 | 44.7 |
| | 標準偏差 | | | | | | |
| | 変動係数(%) | | | | | | |
| | | E90 | | | E110 | | |
| | | Densi-15 (kg/m ³) | B-EL (kN/mm ²) | B-STSm _{ax} (N/mm ²) | Densi-15 (kg/m ³) | B-EL (kN/mm ²) | B-STSm _{ax} (N/mm ²) |
| 機 械 等 級 区 | 試験体数 | 29 | 32 | 32 | 87 | 90 | 90 |
| | 平均値 | 499 | 9.01 | 43.8 | 508 | 10.77 | 50.1 |
| | 最小値 | 429 | 7.83 | 31.8 | 440 | 9.85 | 21.3 |
| | 最大値 | 572 | 9.76 | 58.6 | 583 | 11.78 | 72.4 |
| | 標準偏差 | 40.0 | 0.6 | 6.3 | 31.3 | 0.55 | 8.1 |
| | 変動係数(%) | 8.0 | 6.7 | 14.5 | 6.1 | 5.1 | 16.2 |
| | | E130 | | | E150 | | |
| | | Densi-15 (kg/m ³) | B-EL (kN/mm ²) | B-STSm _{ax} (N/mm ²) | Densi-15 (kg/m ³) | B-EL (kN/mm ²) | B-STSm _{ax} (N/mm ²) |
| 機 械 等 級 区 | 試験体数 | 48 | 52 | 52 | 12 | 12 | 12 |
| | 平均値 | 516 | 12.65 | 58.0 | 522 | 14.3 | 67.2 |
| | 最小値 | 452 | 11.80 | 33.0 | 460 | 13.80 | 48.7 |
| | 最大値 | 602 | 13.74 | 71.6 | 597 | 15.49 | 76.4 |
| | 標準偏差 | 31.0 | 0.59 | 7.6 | 36.4 | 0.52 | 7.3 |
| | 変動係数(%) | 5.9 | 4.7 | 13.0 | 6.9 | 3.6 | 10.9 |
| | | 1級 | | | 2級 | | |
| | | Densi-15 (kg/m ³) | B-EL (kN/mm ²) | B-STSm _{ax} (N/mm ²) | Densi-15 (kg/m ³) | B-EL (kN/mm ²) | B-STSm _{ax} (N/mm ²) |
| 機 械 等 級 区 | 試験体数 | 17 | 17 | 17 | 75 | 78 | 78 |
| | 平均値 | 501 | 12.36 | 59.2 | 498 | 11.47 | 54.6 |
| | 最小値 | 459 | 10.25 | 45.6 | 429 | 7.76 | 33.40 |
| | 最大値 | 539 | 15.49 | 72.4 | 559 | 14.80 | 76.49 |
| | 標準偏差 | 27.6 | 1.428 | 8.35 | 27.8 | 1.74 | 9.43 |
| | 変動係数(%) | 5.5 | 11.5 | 14.0 | 5.5 | 15.1 | 17.2 |
| | | 3級 | | | 級外 | | |
| | | Densi-15 (kg/m ³) | B-EL (kN/mm ²) | B-STSm _{ax} (N/mm ²) | Densi-15 (kg/m ³) | B-EL (kN/mm ²) | B-STSm _{ax} (N/mm ²) |
| 機 械 等 級 区 | 試験体数 | 56 | 63 | 63 | 30 | 30 | 30 |
| | 平均値 | 519 | 10.79 | 49.4 | 526 | 10.62 | 47.9 |
| | 最小値 | 448 | 7.71 | 21.37 | 452 | 7.87 | 29.0 |
| | 最大値 | 602 | 15.08 | 69.02 | 586 | 13.62 | 70.27 |
| | 標準偏差 | 36.1 | 1.361 | 8.59 | 33.7 | 1.317 | 10.29 |
| | 変動係数(%) | 6.9 | 12.6 | 17.4 | 6.4 | 12.4 | 21.4 |

3) アカマツ

表3 岡山県産アカマツの曲げ強度

| | | E50 | | | E70 | | |
|----------------------------|---------|----------------------------------|-------------------------------|--|----------------------------------|-------------------------------|--|
| | | Densi-15 (kg/m ³) | B-EL (kN/mm ²) | B-STSm _{ax} (N/mm ²) | Densi-15 (kg/m ³) | B-EL (kN/mm ²) | B-STSm _{ax} (N/mm ²) |
| 機 械 等 級 区 分 | 試験体数 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 平均値 | | | | | | |
| | 最小値 | | | | | | |
| | 最大値 | | | | | | |
| | 標準偏差 | | | | | | |
| | 変動係数(%) | | | | | | |
| | | E90 | | | E110 | | |
| | | Densi-15 (kg/m ³) | B-EL (kN/mm ²) | B-STSm _{ax} (N/mm ²) | Densi-15 (kg/m ³) | B-EL (kN/mm ²) | B-STSm _{ax} (N/mm ²) |
| 機 械 等 級 区 分 | 試験体数 | 1 | 1 | 1 | 11 | 11 | 11 |
| | 平均値 | 462 | 8.36 | 38.7 | 499 | 11.12 | 44.2 |
| | 最小値 | | | | 469 | 10.49 | 32.4 |
| | 最大値 | | | | 563 | 11.66 | 57.5 |
| | 標準偏差 | | | | 28.4 | 0.35 | 8.06 |
| | 変動係数(%) | | | | 5.7 | 3.1 | 18.2 |
| | | E130 | | | E150 | | |
| | | Densi-15 (kg/m ³) | B-EL (kN/mm ²) | B-STSm _{ax} (N/mm ²) | Densi-15 (kg/m ³) | B-EL (kN/mm ²) | B-STSm _{ax} (N/mm ²) |
| 機 械 等 級 区 分 | 試験体数 | 33 | 33 | 33 | 38 | 38 | 38 |
| | 平均値 | 543 | 12.91 | 57.2 | 582 | 15.15 | 63.5 |
| | 最小値 | 470 | 11.82 | 40.9 | 505 | 13.74 | 44.1 |
| | 最大値 | 661 | 13.63 | 76.3 | 724 | 17.59 | 87.5 |
| | 標準偏差 | 436 | 0.64 | 9.71 | 50.6 | 1.00 | 10.5 |
| | 変動係数(%) | 8.0 | 4.9 | 16.9 | 8.6 | 6.6 | 16.5 |
| | | 1級 | | | 2級 | | |
| | | Densi-15 (kg/m ³) | B-EL (kN/mm ²) | B-STSm _{ax} (N/mm ²) | Densi-15 (kg/m ³) | B-EL (kN/mm ²) | B-STSm _{ax} (N/mm ²) |
| 目 視 等 級 区 分 | 試験体数 | 41 | 41 | 41 | 28 | 28 | 28 |
| | 平均値 | 562 | 14.12 | 61.8 | 561 | 13.54 | 58.1 |
| | 最小値 | 475 | 10.49 | 36.9 | 462 | 8.36 | 38.7 |
| | 最大値 | 724 | 17.59 | 87.5 | 685 | 16.21 | 81.2 |
| | 標準偏差 | 49.6 | 1.773 | 11.05 | 59.7 | 1.700 | 10.79 |
| | 変動係数(%) | 8.81 | 12.5 | 17.8 | 10.6 | 12.5 | 18.5 |
| | | 3級 | | | 級外 | | |
| | | Densi-15 (kg/m ³) | B-EL (kN/mm ²) | B-STSm _{ax} (N/mm ²) | Densi-15 (kg/m ³) | B-EL (kN/mm ²) | B-STSm _{ax} (N/mm ²) |
| 目 視 等 級 区 分 | 試験体数 | 14 | 14 | 14 | 0 | 0 | 0 |
| | 平均値 | 518 | 12.45 | 47.7 | | | |
| | 最小値 | 469 | 10.91 | 32.43 | | | |
| | 最大値 | 599 | 14.94 | 65.0 | | | |
| | 標準偏差 | 39.6 | 1.25 | 9.93 | | | |
| | 変動係数(%) | 7.67 | 10.0 | 20.8 | | | |

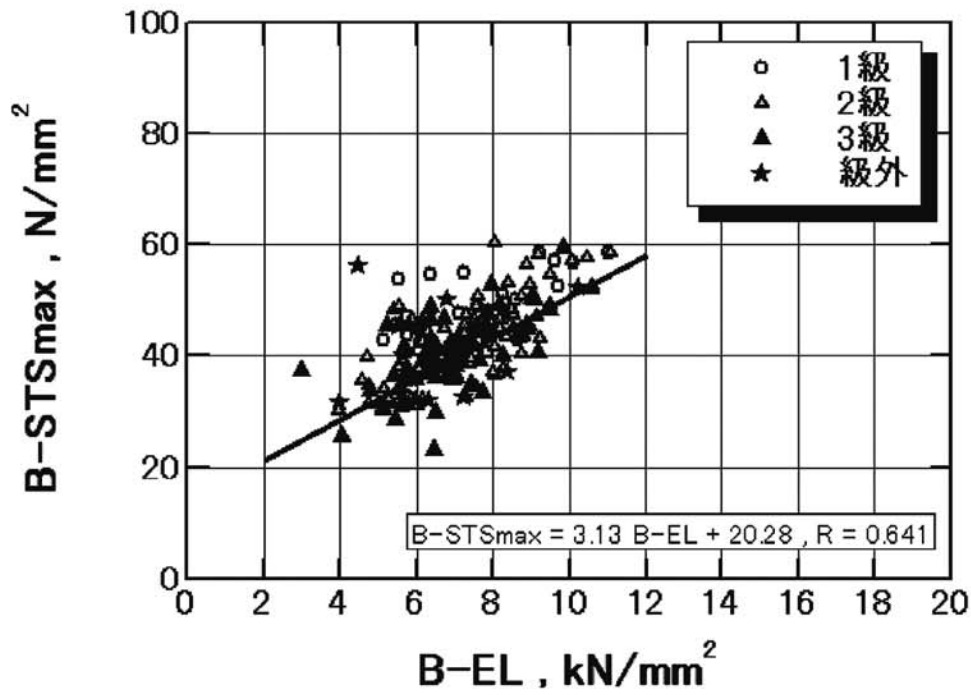


図1 岡山県産スギの曲げ強度(B-STSmax)とヤング係数(B-EL)の関係

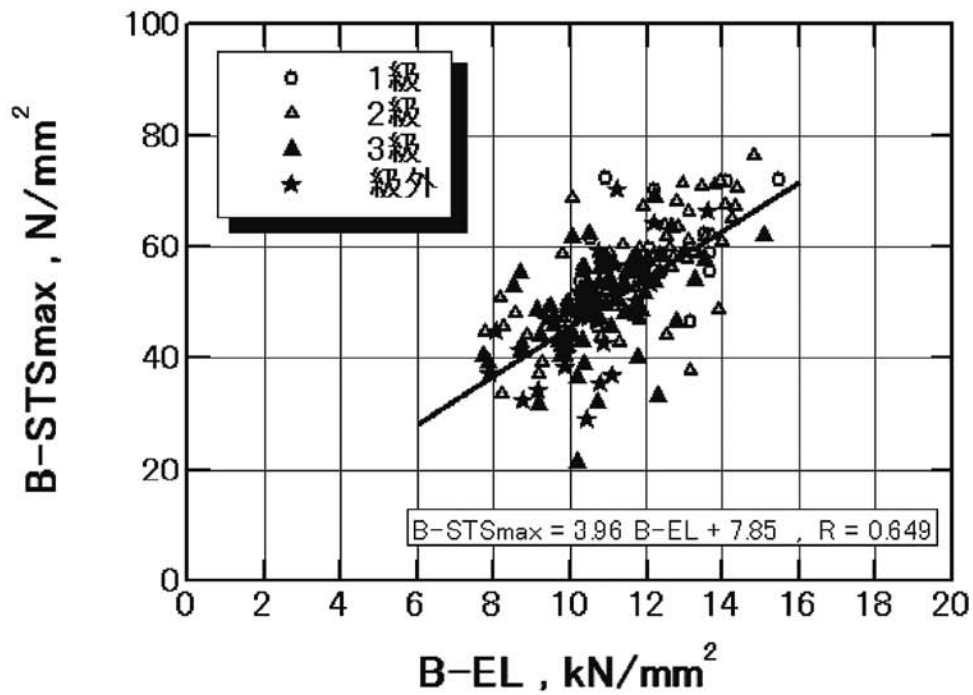


図2 岡山県産ヒノキの曲げ強度(B-STSmax)とヤング係数(B-EL)の関係

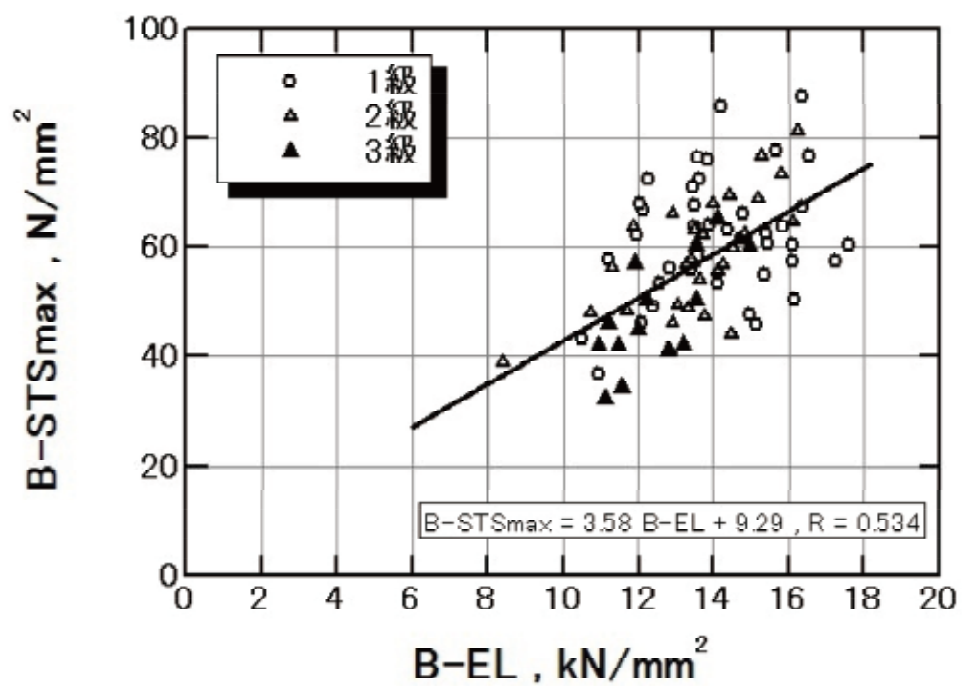


図3 岡山県産アカマツの曲げ強度(B-STSm_{max})とヤング係数(B-EL)の関係

データの調整は、(独)森林総合研究所作成の「製材品の強度性能に関するデータベース」(「製材の強度性能に関するデータベース」事務局発行)に従った。図表の略号も同書に準じた。