

スギ横架材製造指針

地方独立行政法人

青森県産業技術センター林業研究所

はじめに

青森県民有林スギは、平成25年4月1日現在、面積約10万ha、その蓄積は約2,700万 m^3 で、50年生の林分が最も多くなっています。

一方、平成25年の県内の新築住宅着戸数は6,400戸余りとなっていますが、構造部材として3~4割を占めるといわれる横架材にはスギはほとんど使用されていない状況です。

また、建築後の建物の不具合を防ぐためには、木材の乾燥は欠かせない工程ですが、心持材だと割れが生じ、強度的には問題が無いにもかかわらず利用者に好まれない傾向がありました。

このため、当研究所では、平成23年に青森県産スギスパン表（県産スギの強度性能に対応した部材の断面やスパンの早見表）を作成し、県産スギを横架材として利用しやすい環境を作りました。

この度、見た目にも問題の無い、割れの無い乾燥材を生産するための方法に取り組んできたので紹介します。

当指針は、当研究所の試験結果や、全国で精力的に行われたデータに基づき県産スギの横架材への利用拡大を図ることを目的に作成したものです。

なお、製造に当たっては、乾燥機の規模や性能により異なる結果となる可能性があります。今回の指針を参考として、使用する乾燥条件に適した方法を検討してください。



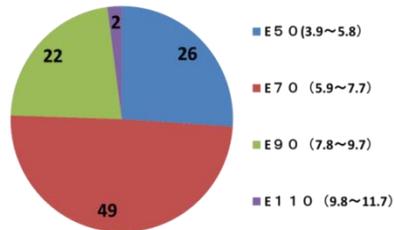
県産スギの材質特性（強度）

青森県産スギ平角は、製材のJASで定められている機械等級区分のE70が半数を占めています。

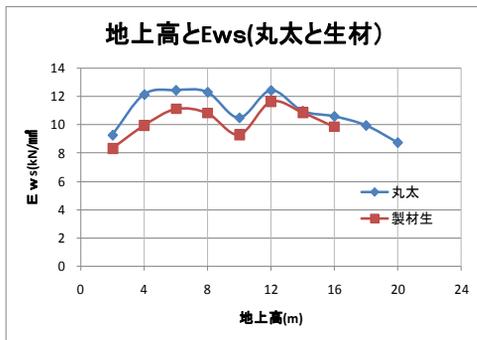
スギ立木の強度性能は、高さや半径方向で違いがあります。原木の選別に、この特性によって仕分けする方法が開発されています。

1. 青森県産スギ平角の強度性能

曲げヤング係数の出現割合は右図のとおり、E70が半数を占めました。



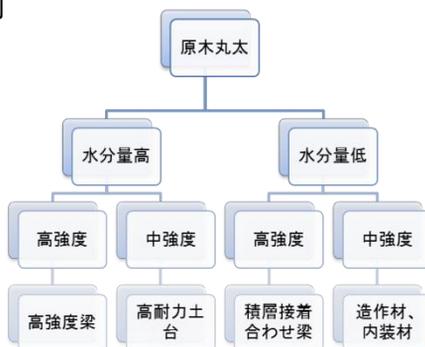
2. 樹幹高さ方向の強度性能



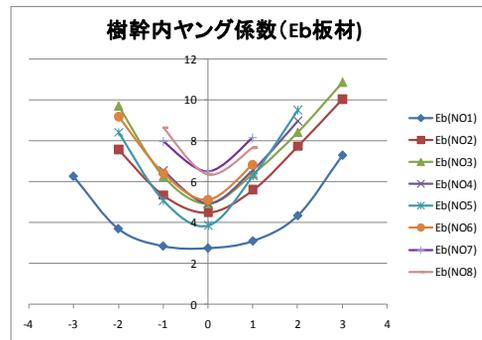
一番丸太（この場合2m）が上の丸太に比較して弱い、二番以降は安定し、細くなると再び弱くなる。（Ews:ヤング係数の一種）

4. 原木の選別

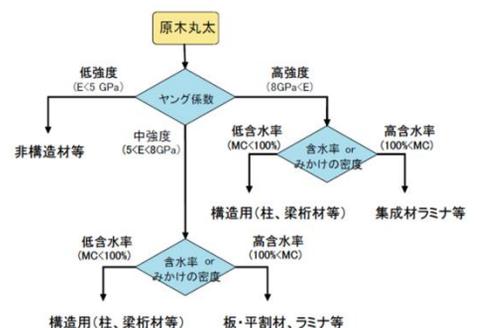
水分と強度によって目的の製品用途に仕分けする方法が提案されている。



3. 樹幹半径方向の強度性能



随心付近は、同じ丸太の外側に比較して弱い（Eb:ヤング係数の一種,0が随心、絶対値が大きいほど外側の位置）



県産スギの材質特性（含水率）

1. 県産スギの含水率

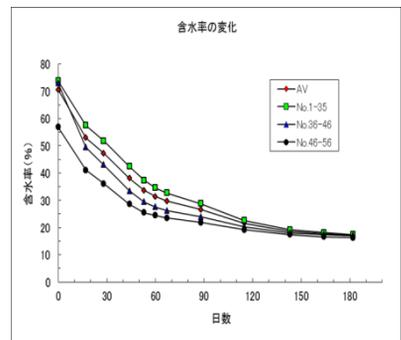
間伐木2本を高さ方向約4m毎に採材し、全乾法で測定した結果を表に示します。40年生の元玉は、含水率は150%、重量は200kgを越える重さです。原木は含水率150%ですが、材として利用する段階では所定の含水率に低下させることが重要です。



No	丸太重量 (kg)	丸太含水率 (%)
A-1	197.2	159.1
A-2	156.2	151.0
A-3	120.4	137.8
A-4	79.8	160.6
合計	553.6	—
B-1	226.6	156.4
B-2	179.2	136.9
B-3	142.2	151.5
B-4	99.2	150.6
B-5	46.4	165.0
計	693.6	—

2. 県産スギの心持ち柱角の天然乾燥

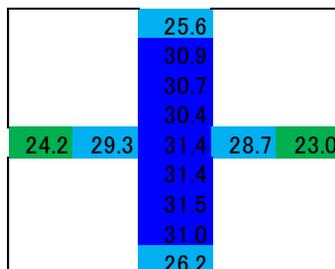
県産スギの心持ち柱角を、立て掛けたり積み重ねて屋内で乾燥させ含水率の変化を表した図です。いずれも最終的には、約15%になりました。割れはほとんどの材に見られました。



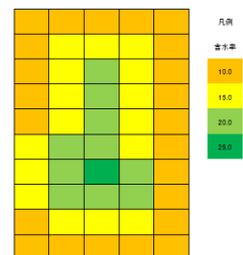
3. 人工乾燥後の断面内の含水率分布

人工乾燥直後に、平角材の横断面を分割しそれぞれの含水率を測定し色分けで表示しました。乾燥や養生時間の違いにより含水率の傾斜があります。含水率の測定方法により全体の含水率との違いがでることがあります。

凡例



左は、乾燥が十分ではない事例、右は平均含水率は所定の含水率に達しているが、材内に含水率の高い部分が残っている。



木材の乾燥方法

1. 乾燥の分類

木材の乾燥方法は、材種や目的によって種々ありますが、ここでは針葉樹構造用製材の主な乾燥方法について取り上げました。

乾燥方法	蒸気	高周波	圧力
高温セット処理	○	—	—
蒸気式（中温）	○	—	—
蒸気式（高温セット＋中温乾燥）	○	—	—
蒸気式（高温セット＋高温乾燥）	○	—	—
蒸気式（高温）	○	—	—
蒸気高周波複合式	○	○	—
熱風減圧併用式	○	—	減圧
加圧加熱蒸気式	○	—	減圧
天然乾燥	—	—	—

2. 高温セット処理

心持ちの構造用針葉樹材の蒸気式乾燥法などで材面割れ軽減のため乾燥初期に行う熱処理です。

心持ち材の表面にドラインセットを意図的に作ることがねらいで、適度に高い温度と水分があると作りやすく、通常100℃以上で木材に十分な水分がある乾燥初期に行います。

※ドラインセット：乾燥中に加えられた力によって生じる本来とは異なる収縮変形、またはそのような変形が生じる現象。

3. 長所

- 割れやすい心持ち無背割り材の材面割れを軽減できる。
- 高温セット処理によって、ある程度の水分を除去することができる。
- 高温セット処理を、他の乾燥法における割れ防止のための前処理として使うことができる。

4. 短所

- 処理条件が厳しすぎると、内部割れを生じることがある。

乾燥材の生産工程

1. 工程

人工乾燥の工程はおおむね以下のようになります。仕上がり含水率を目標に、含水率区分や温度と時間管理が重要です。

1. 原木の選別

重量（含水率）
動的ヤング係数（高、中、低）

2. 製材

歩増（幅15mm、高さ20mm）

3. 乾燥

初期含水率毎の区分（高、中、低）
高温セット＋高温乾燥
高温セット＋中温乾燥
高温セット＋天然乾燥

4. 養生

含水率検査、はね及び再乾燥

5. 仕上げ

寸法、割れ、狂い、

6. 検査

含水率区分、強度等級区分

7. 梱包

汚染防止

2. 留意点

乾燥前の材の取扱に注意が必要です。丸太は伐採後、なるべく早く製材し、乾燥（高温セット処理）を行う必要があります。処理開始までの間に干割れを防ぐため散水するなどして表面が乾いてしまわないように注意が必要です。

推奨乾燥スケジュール

1. 推奨乾燥スケジュール

現在推奨されるスケジュールは以下のようになっています。

条件

- 材種 心持ち無背割スギ平角（仕上げ寸法4,000×120×~300mm）
- 乾燥方法 高温蒸気式乾燥
- 仕上がり規格 SD20（製材のJASで定められている含水率区分）

工程	乾球温度 (°C)	湿球温度 (°C)	時間 (h)	備考
1	95	95	8	蒸煮
2	120	90	24	高温セット
3	90	60	184~384	乾燥

2. 留意点

スケジュールは、①蒸煮、②高温セット、③乾燥の3つの工程からなります。

この間、昇温、降温に時間を要しますが、この時間は、乾燥機の性能に左右されます。

表面割れを防ぐには、伐採・製材から乾燥機に入れるまで、表面が乾いてくる時間を少なくすることです。

内部割れをできるだけ少なくするためには、②の工程を必要以上に長くしたり、③の工程の乾球温度を高くしないように注意します。

所定の含水率になるためには、初期含水率に応じて③の工程を調整します。



※ 人工乾燥の前に材が乾いて、割れのきっかけを作ることがないように、できるだけ乾燥させない、時間をおかないことが重要です。

スケジュール実施例

1. スケジュール試験

右図は、恒温恒湿器で行った試験です。3つの高温セット条件を設定し、その後の乾燥は、同じ条件で行ったところ、いずれも割れは生じませんでした。また、乾球温度が105℃の条件では材色の暗色化が比較的少ない結果となりました。



2. 高温セット条件

- ・材種 心持ち無背割スギ平角（仕上げ寸法4,000×120×~300mm）
- ・乾燥方法 高温蒸気式乾燥（乾球温度3段階、湿度は未制御）
- ・仕上がり規格 SD20

条件	乾球温度 (°C)	湿球温度 (°C)	時間 (h)	備考
1	120	100	24	湿球は100°C
2	110	100	24	
3	105	100	24	

※留意点

スケジュールは、

- ①蒸煮、
- ②高温セット、
- ③乾燥の3つの工程からなります。

3. 結果

右の写真は、梁せい300mmの横架材を高温セット乾燥後にプレーナーで仕上げたものです。表面割れの発生はみられずSD20をクリアする含水率となっています。



4.留意事項

高温セット処理と処理後の温度や時間は条件によって違いますが、基本的な温度や時間を基本に、断面サイズや初期含水率、乾燥時間、実施時期や乾燥機の特性に合わせた乾燥方法を見いだしていくことが適正な乾燥につながります。

※実験では、乾球温度105℃の条件が省エネルギーかつ色合いも良かったが、実際の設備の乾燥では温度分布のバラツキの影響が考えられることから乾燥機の特性を考慮した乾燥が望まれます。



参考資料

- (1) 石川県林業試験場 石川ウッドセンター（2012）「安全・安心な乾燥材の生産・利用マニュアル 内部割れのない乾燥材生産を目指して！」
- (2) 三重県林業研究所 （2011）スギ平角材乾燥マニュアル
- (3) （独）森林総合研究所 （2006）森林総合研究所交付金プロジェクト研究成果集8 スギ材の革新的高速乾燥システムの開発
- (4) 静岡県農林技術研究所（2013）静岡県農林技術研究所報告第6号スギ心持ち製材の天然乾燥におけるドライグセット処理の効果
- (5) （地独）青森県産業技術センター林業研究所 （2013）研究所報告青森県産スギ高信頼性横架材の開発、青森県産スギ樹幹内強度性能の分布



使用例：住宅の二階屋根登り梁（青森市内）

スギ横架材製造指針

〒039-3321

青森県東津軽郡平内町大字小湊字新道46-56

TEL 017-755-3257 FAX 017-755-4494

HP <http://www.aomori-itc.or.jp>
