

高品質なトドマツ心去り正角材の生産に向けた取り組み

技術部 生産技術グループ 土橋 英亮

■はじめに

トドマツは、板目方向と柁目方向の収縮率の差が大きく、心材に多量の水分を含む箇所（水食い材）が散在することから、中小径木から生産可能な心持ち正角材を割れなく乾燥させることは極めて困難です。近年は道内のトドマツ資源の成熟化が進んでおり、乾燥に伴う割れの発生が心持ち材に比べ大幅に少ない心去り正角材を生産できるようになってきました。

しかし、施工後の形状変化が不安視され、母屋など、比較的形状変化が許容される部材としての使用にとどまっている実態が見受けられます。このため、トドマツの心去り正角材について、木取りによる乾燥後の形状変化の違い、適正な仕上がり含水率、歩増し量を明らかにするための研究に取り組みました。また、二方柁に比べ割れが発生しにくい四方柁の心去り正角材については、人工乾燥期間を短縮するための研究にも取り組みました。

■心去り正角材の製材順序

トドマツに限らず、樹木は肥大成長に伴い、外周部に軸方向の引張応力が発生しますが、外周部から樹心までの樹木全体で見ると、図1のような応力分布になっています。樹木が伐採されて丸太になっても応力は残留していますので、丸太の端から鋸で切断すると、応力（製材の厚さにより外周側の強い引張応力と樹心側の弱い引張応力、外周側の引張応力と樹心側の圧縮応力など）が解放され、図2のような変形を生じます。また、樹心部を外して2本の製材を生産する場合、先に製材した方の変形が、後から製材した方の変形より大きくなることが知られています。これは、1本目を製材したときに残りの部分も応力が解放されて反りを生じ、その状態で2本目を製材するため、反りの修正を行う形になるからと考えられています¹⁾。このため本研究では、乾燥前の製材の形状に差が生じるのを避けるため、二方柁については図3、四方柁については図4の順序で製材しました。

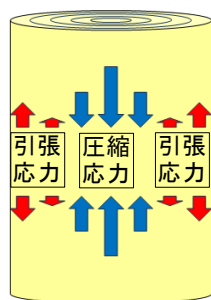


図1 軸方向の成長応力

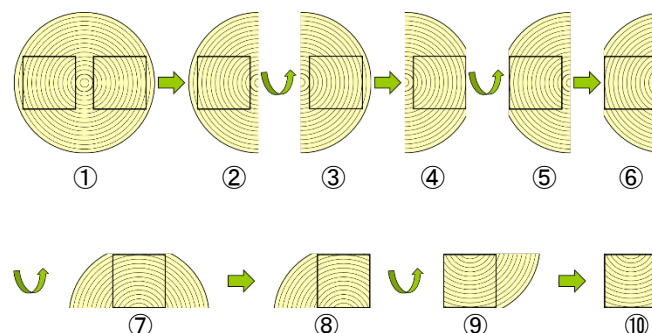


図3 二方柁の製材順序

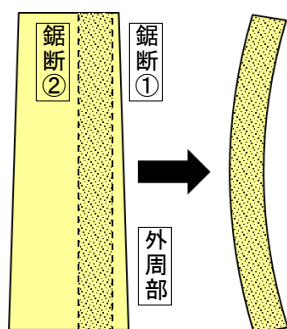


図2 成長応力の解放による製材の変形

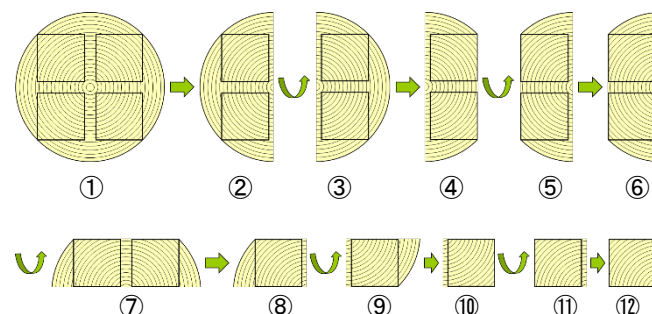


図4 四方柁の製材順序

■心去り正角材の乾燥後の形状

木取りと樹心からの距離の違いによって乾燥後の心去り正角材の形状に差が生じるかを調べるために、二方桁・四方桁ともに樹心からの距離が異なる（10mmと25mm）試験体を各20本用意し、乾燥後の形状を比較しました。その結果、乾燥後のねじれと曲がりについて、有意な差は認められませんでした（図5・図6）。

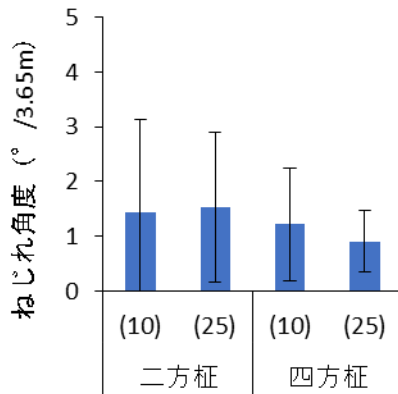


図5 乾燥後のねじれ

※n=各20，エラーバーは標準偏差，（ ）内の数値は樹心からの距離を示す

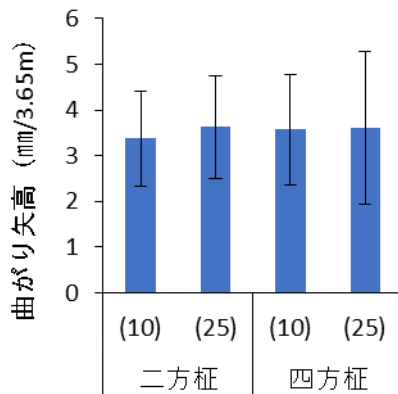


図6 乾燥後の曲がり

※n=各20，エラーバーは標準偏差，（ ）内の数値は樹心からの距離を示す

■低湿度環境下での心去り正角材の変形

冬季の北海道における住宅は、暖房の使用により低湿度な環境になりやすいので、その中で使用される木材は、多くの場合乾燥して変形を生じます。そこで、含水率の異なるトドマツ心去り正角材120本を用意し、低湿度環境下での形状変化を調べました。その結果、含水率11%以下では85%以上の試験体がねじれの基準値（聞き取りによるプレカット工場の

基準、材長3mで1.5度以下）に適合しました。曲がりについては、用意した試験体（仕上がり含水率約7～15%）の90%以上がJAS1級の基準内におさまりました。これらの結果から、低湿度環境下での形状変化を抑えるための仕上がり含水率を11%、イコーライジング（人工乾燥の調湿工程）の平衡含水率を9%と想定し、全ての試験体から仕上がり含水率9～11%の試験体を抽出し、乾燥後のねじれ・曲がりの値から、5%の製材の削り残しを許容するものとして、歩増し量を求めたところ、15mmになりました。

■四方桁の心去り正角材の人工乾燥

四方桁の心去り正角材は、表層部・内部ともに追桁であり、収縮率は板目方向と比べると小さく、表層と内部の収縮率はあまり変わりません。一方、二方桁の心去り正角材は、木表側の表層から木裏側の表層までの年輪構成を見た場合、徐々に年輪の半径が小さくなり、桁目に近くなります。このため、木表側（板目方向）の収縮率が大きく、木裏側（桁目方向に近い）の収縮率が小さくなり、乾燥に伴う表層部と内部の含水率差（水分傾斜）の影響と相まって、木表側に割れが生じやすくなります。従来の人工乾燥では、割れの生じやすい二方桁（板材の場合は板目の板）の割れを抑えるために温湿度の組み合わせを考えていますが、本研究では、四方桁の心去り正角材の人工乾燥時間を短縮するため、従来よりも乾燥初期の湿度を低くし、乾燥期間の短縮を可能にする温湿度の組み合わせを検討しました。その結果、含水率65%から15%までの乾燥日数を従来の乾燥方法よりも約3日間（約28%）短縮できました（図7）。この試験では、材長を半分に切断した正角材を均等に振り分けた2組の試験体を準備して、1組を時間短縮乾燥条件、もう1組を従来の乾燥条件で乾燥し、表面割れと内部割れの発生状況を比較しましたが（図8）、どちらも有意差は認められませんでした。

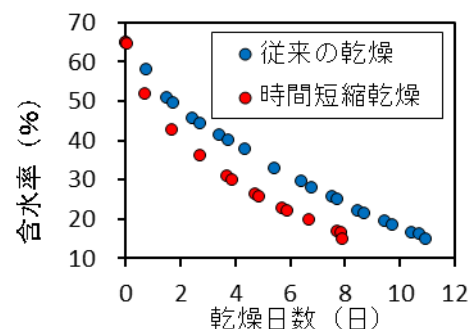


図7 心去り正角材の乾燥経過

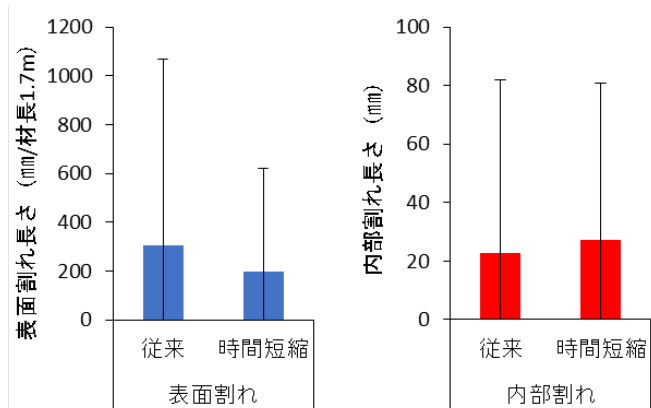


図8 心去り正角材の人工乾燥後の割れ
 ※n=各20, エラーバーは標準偏差を示す,
 割れ長さはいずれも発生した割れの合計値

■おわりに

トドマツは生材含水率のばらつきが大きいため、仕上がり含水率のばらつきも大きくなりがちです。今後の研究では、仕上がり含水率のばらつきを軽減するために、天然乾燥と人工乾燥を組み合わせた乾燥の効果を明らかにしたいと考えています。また、本研究で検討した人工乾燥方法を実施しやすくするため、断面寸法や仕上がり含水率等から適正な乾燥温湿度と時間の組み合わせを提示できるようにしたいと考えています。

■参考文献

- 1) 伊神裕司, 松村ゆかり, 松田陽介, 山下香菜: スギ大径材から心去り平角を効率良く製材, 森林総合研究所第4期中長期計画成果35, p.31-32 (2021)

(事務局より: 本稿は「山づくり」令和8年3月号に寄稿した記事を再編集したものです。)