

加速度測定による丸太乾燥過程の水分分布の検知

齋藤周逸・久保島吉貴(森林総研), 廣田哲夫(株式会社ヒロタ)

要旨: 近年, 建築用針葉樹の乾燥材の普及が望まれており, その含水率管理は生産工程の中で重要である。しかし, 現在市販されている含水率計では, 中心部分の残留水分を感知しきれず, また断面水分分布は測定できない。このような課題を解決する手段のひとつとして, 短尺の丸太試験体に断面の中心を軸とした回転力を与え, 生じた加速度を測定し, 慣性モーメントを求めることによる材内残留水分検知法を検討した。今回は, 丸太が乾燥していく過程, すなわち丸太断面中心部から表面にかけて水分傾斜がついていく状態で適宜試験を行い, 測定値の変化をみた。その結果, 材内水分の水分傾斜によって測定値は変化した。このことは, 一定の力で回転させたときの加速度測定によって, 対象材の残留水分を検知できることが示唆されたと考えられる。

キーワード: 乾燥材, 水分傾斜, 水分検知, 回転, 加速度

I. はじめに

近年, 建築用針葉樹の乾燥材の普及が望まれており, その含水率管理は生産工程の中で重要である。しかし, 現在市販されている含水率計では, 中心部分の残留水分を感知しきれない。(1~3, 5, 6) また, 断面水分分布を測定できるシステムが開発課題となっている。(4, 7) ここでは, このような課題を解決する手段のひとつとして, 試験体に瞬間的な回転力を与え, そのときの加速度を測定し, 慣性モーメントを求めることによる材内残留水分検知法を検討した。

II. 方法

検知方法の検証を行うために, 丸太を想定した直径15cm, 長さ20cmの樹脂製円柱試験体を作製した。それらの試験体は, 密度を以下のように設定した(A)から(E)の5体である。(A)は密度1.3g/cm³(均質), (B)は密度1.3g/cm³(中心から2/3r(r: 半径)を境に外側0.9g/cm³, 内側1.8g/cm³), (C)は密度1.4g/cm³(均質), (D)は密度1.4g/cm³(外側1.8g/cm³, 内側0.9g/cm³), (E)は密度0.9g/cm³(均質)である。

加速度測定の試験は, 温度20℃, 相対湿度65%の恒温恒湿室内で行った。試験の方法は, 測定用の斜面を設け, この斜面に試験体を載せ, 樹脂試験体はそれぞれ20回, 通路に沿って自然に転がすことで行った。通路には光電管を設け, 試験体が一定距離の2点間を通過する間の時間と速度を測定した。

樹脂試験体による検証後, 実用性を検討するため, 材質の異なるスギ試験体3本を, 長さ20cm, 直径20cm

の円柱に加工した。短尺丸太は恒温恒湿室内で乾燥していく過程で乾燥経過に伴う加速度の変化を試験した。

実際のスギ丸太は内部密度が均質ではないと考えられるため, 円を6等分したそれぞれの位置からそれぞれ5回測定して平均値を求めた。

慣性モーメントを求めることによる丸太内部の水分残量の評価は次のように行った。慣性モーメントは次の計算過程で求めた。第一に, 加速度 a (m/s²) を式(1)から求めた。

$$a = \frac{(v^2 - v_0^2)}{2s} \quad \dots \text{式(1)}$$

ここで v_0 は初速(m/s), v は終速(m/s), s は2点間の距離(m)である。次に, 慣性モーメント I (kg・m²) を式(2)から求めた。そして, 試験体が均質であるとした場合の慣性モーメント I' を式(3)から計算し, 最終的に I と I' の比を求めた。

$$a = \frac{M}{(M + \frac{I}{R^2})} g \sin \alpha \quad \dots \text{式(2)}$$

$$I' = \frac{1}{2} MR^2 \quad \dots \text{式(3)}$$

ここで M : 試験体質量(kg), g : 重力加速度, α : 斜面傾斜角度(°), R : 試験体直径(m)である。 I と I' の比は, この比が1になるときは均質を示し, 円柱の外側よりも内側が重い場合は, 比 I/I' が1より小さい値, 内側よりも外側が重い場合は比 I/I' が1より大きい値を示す。

Shuetsu SAITO, Yoshitaka KUBOJIMA (For. and Forest Prod. Res. Inst., IBARAKI 305-8687)

Tetsuo HIROTA(HIROTA corp.SHIZUOKA427-0102)

Detection of moisture content distribution of a log in drying process by an acceleration measurement

III. 結果と考察

1. 樹脂試験体 図1に各樹脂試験体の試験結果を示す。均質な試験体 (A), (C), (E) の均質試験体の値は計算上では1になるが、実際は異なったのは、手作業で斜面を転がしたことによる誤差が生じたためと思われる。

試験体 (A) と同密度で、外側の密度が軽い試験体 (B) の場合、図のように比が1よりも小さい値になった。これは密度分布により慣性モーメントが小さくなったためである。また、試験体 (C) と同密度で外側の密度が重い試験体 (D) 場合、図のように比が1よりも大きい値になった。これは密度分布により慣性モーメントが大きくなったからである。

これらの結果から、回転に伴う加速度を測定し、慣性モーメント比を求めることによって、材料の外側が重いのか、内側が重いのかを検知できることが検証された。

2. スギ短尺丸太試験体 図2はスギ短尺丸太の結果である。試験体の3体は、No. 1 (●) と No. 3 (■) は初期含水率がそれぞれ 113%と 120%、No. 2 (▲) は比較的低い 66%であった。No. 1 と No. 2 は断面外側に辺材が含まれていた。

No. 1 は、含水率が高いが乾燥速度が速い辺材を断面外側に含む。この場合、乾燥初期には外側が重い樹脂 (D) と同様に慣性モーメントの比が1よりも大きかった。その後、辺材の乾燥速度が速いため、早い段階で断面内側が相対的に重くなり、外側が軽い樹脂 (B) と同様に慣性モーメントの比が1よりも下回った。乾燥の進行にしたがって慣性モーメントの比が1に近づいた。これは測定誤差あるいは乾燥状態における試験材断面の木材密度の差が現れたと思われる。

No. 2 は、断面内側の含水率が低く、含水率が高いが乾燥速度が速い辺材を含む場合である。この場合、No. 1 と同じく乾燥初期には外側が重い樹脂 (D) と同様に慣性モーメントの比が1よりも大きく、乾燥の早い辺材部分の乾燥が進むと断面内側が相対的に重くなり、外側が軽い樹脂 (B) と同様に慣性モーメントの比が1を下回る側に転じた。

No. 1 と No. 2 は初期含水率が異なっていたが乾燥に伴う慣性モーメントの比の変化は同じ傾向を示した。

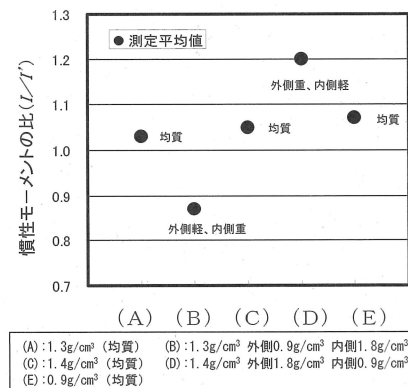
No. 3 (■) は辺材部分がほとんどない高含水率材の場合である。この場合、乾燥は断面外側から内側に徐々進行した含水率傾斜となる。したがって、常時断面外側が相対的に軽い状態であり、外側が軽い樹脂 (B) の状態で乾燥が進むため慣性モーメントの比が1よりも下回った。

IV. まとめ

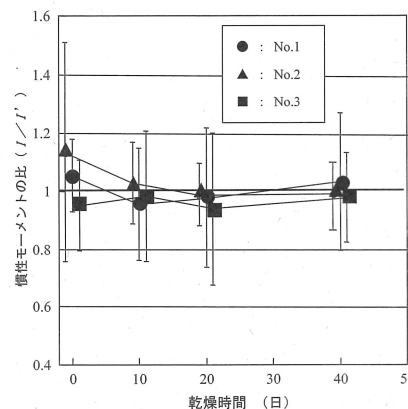
今回の試験の範囲では、加速度を測定することにより、丸太の外周部分が乾燥されていても内部に残留水分が多いことが検知できることが可能と考えられた。したがって、この方法を応用して製材加工ライン上等で内部残留水分の判定を短時間で行うことが可能と考えられた。

引用文献

- (1) 森山正幸他 (1986) 木材工業 41 : 37~39.
- (2) 齋藤周逸 (1994) 日林関東支論 45 : 137~139.
- (3) 齋藤周逸 (2004) 日林関東支論 55 : 339~340.
- (4) 齋藤周逸 (2009) 日本木材学会大会要旨 59 : CD-ROM, PE003.
- (5) 信田聡 (1988) 木材工業 43 : 8~13.
- (6) 祖父江信夫 (1990) 木材用水分グレーダーの開発研究会報告書, 58~67.
- (7) 鈴木養樹他 (2009) 日本木材加工技協会年次大会要旨 27 : 53~54.



図一．樹脂試験体の慣性モーメントの比



図二．短尺丸太の乾燥経過に伴う慣性モーメントの比