

大径カラマツの建築構造材への利用 (第2報)

- 大断面構造用製材の乾燥後の形状変化について -

中 篤 厚 土橋 英亮

Utilization of Large-Diameter Karamatsu Logs for Structural Timber (II)

-Distortion of structural timbers after kiln-drying-

Atsushi NAKAJIMA

Hideaki TUTIHASHI

We examined the changes of the moisture content (MC) and warps of high-temperature-dried beams during storage (cross sectional dimensions : 105 × 150 and 105 × 300mm) which were sawn from large-diameter karamatsu (*Larix leptolepis* GORDON) logs.

The machining process required a proper moisture content because the warps increased according to the decreased amount of MC during storage. More attention should be paid to the twist of the higher height beams with pith in particular. The bow and crook were stabilized when the MC was under 15%. It is presumed that beams with stable shape and high quality are supplied if the moisture gradient is small and the average MC is under 17% and core MC is under 20%.

Key words : high-temperature drying, beam, storage, twist
高温乾燥, 梁材, 養生, ねじれ

高温乾燥後のカラマツ大断面材の養生工程中の形状変化・水分変化等について検討し、以下の知見が得られた。

養生中の狂いは、含水率低下量に比例して増加するため、適正含水率の時点で鉋削加工することが望ましい。特にねじれは、心持ちでかつ木口長辺の寸法が大きいほど注意が求められる。また、縦ぞりと曲がりには含水率15%以下で安定する傾向が見られた。水分傾斜を出来るだけ小さく、すなわち平均含水率を17%程度以下、かつ中心部含水率を20%以下に仕上げることで、形状変化の少ない品質の安定した製材が提供可能と推測する。

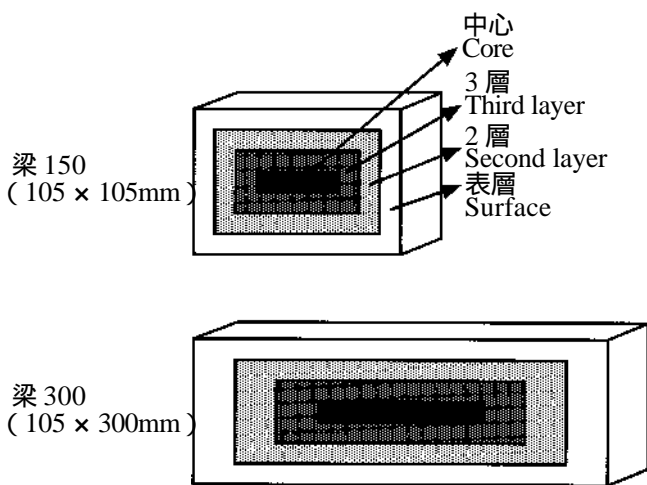
1. はじめに

カラマツ大径木の有効利用のため、大断面構造用製材(梁・桁等)への用途開発を進めた。構造部材の乾燥による形状変化は、住宅性能に悪影響を及ぼすことが指摘されており、生産工程の中でも特に乾燥は重要な工程に位置付けられる。そこで前報¹⁾では、高温乾燥後の品質特性を中心に検討したが、本報告では乾燥後の養生中における形状変化(ねじれ・縦ぞり・曲がり・寸法等)について検討した。

2. 試験方法

試験材の木取り方法、乾燥・養生工程の条件、測定項目の詳細については前報¹⁾に記述しており、ここでは新たな測定項目として水分傾斜を加えたので以下に述べる。なお、試験材の呼称梁300Aおよび梁300Bは断面寸法105×300mm(鉋削後)の梁材で、AとBは乾燥時間と養生期間が異なる。また呼称梁150は断面寸法が105×150mm(鉋削後)の同じく実大サイズの梁材である。

試験材の材長方向のほぼ中央部から試片を採材し、第1図に示すように、表層部から中心部まで厚み15mmの均等(中心部試片の幅は梁150が60mm、梁300が120mm)となるような四層ごとの含水率を全乾法によって求めた。また、養生期間中は電気抵抗式含水率計を用い、材長中央部の木口長辺側から釘を8mm深さ(表層)と52mm深さ(中心)の2箇所打ち込み、それぞれの含水率指示値を読みとり、これらと測定終了



第1図 水分傾斜測定箇所
Fig. 1 The division of specimens in water distribution experiment.

時の全乾法によって得られた含水率値との相関に基づき補正した。

3. 結果および考察

3.1 水分傾斜

乾燥後の養生期間中における、表層部および内部水分の経時変化を第2図に示す。

表層含水率の平均はいずれの材種も15%以下で乾燥後から養生初期にかけてはやや上昇する傾向であった。保管場所の温湿度雰囲気に対応して吸湿したためと思われる、養生後半(春期~夏期)には再び低下が見られる。一方中心部は、人工乾燥直後の平均値が梁300A・梁150のいずれも20.9%に対し33および40%とかなり高含水率を示していた。これに対して、仕上がり含水率(平均値:18.2%)の低い梁300Bは27%となり、中心部も比較的低い値を示した。また、養生期間の初期はやや急速に低下する傾向で、その後は徐々に速度を落としながら表層含水率に近づいた。中心部の含水率が20%を下回るのには平均含水率が概ね16%になった辺りである。また、2・3層も併せて示した梁300B(第2図C)によれば、中心部と3層目の含水率はほぼ等しく、平均値を示す深さは2層目で長辺側の材面から17.5~20mm付近と見られた。ここは表面から中心までの距離の約35%深さの位置にあたり、水分傾斜がある材の平均値を得るための一つの指標となる。また、平均含水率が明らかになれば、水分傾斜がおおよそ推定可能とも思われる。

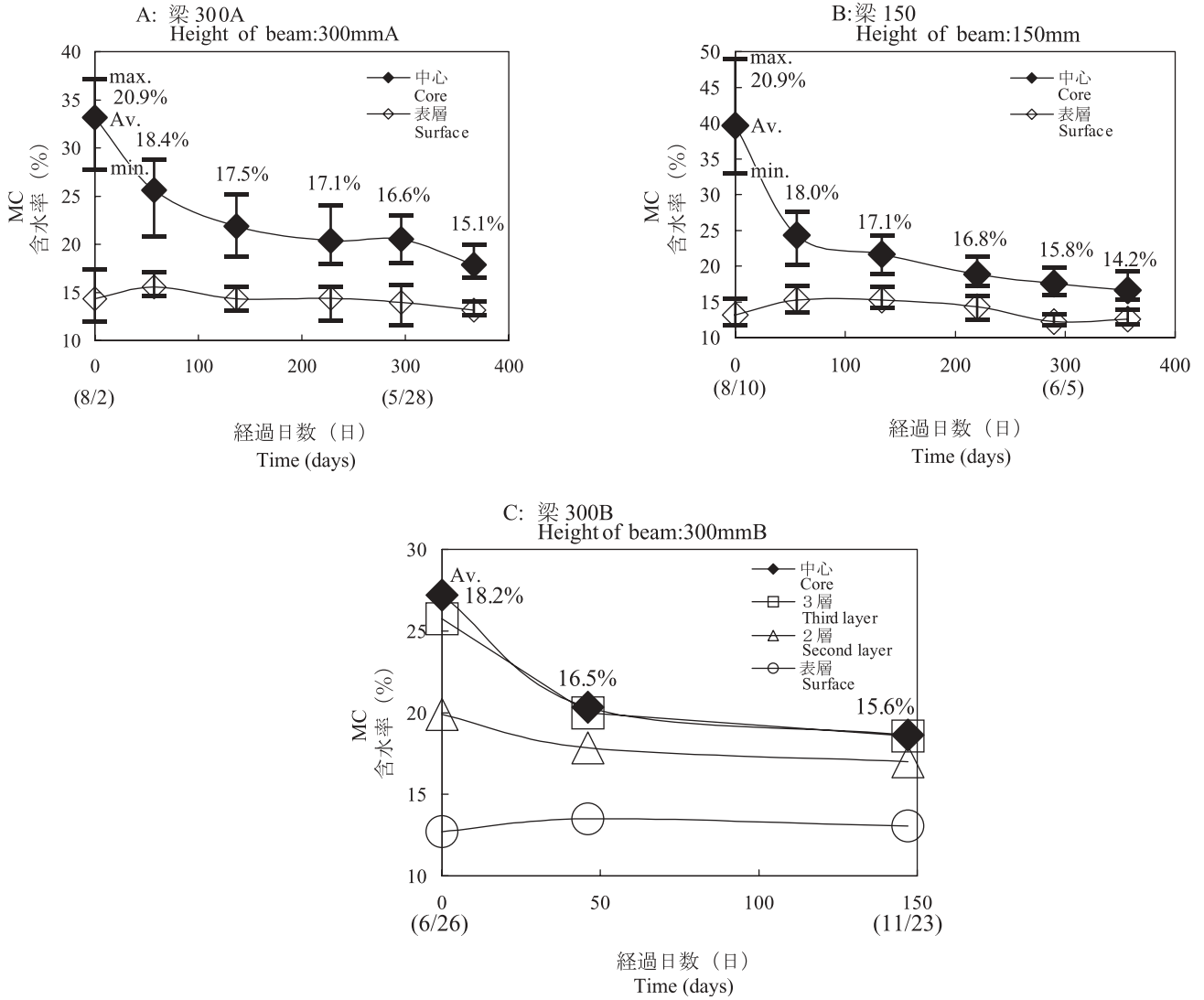
3.2 養生期間中のねじれ変化

梁300について、乾燥後の含水率低下量とねじれ角度変化量との関係を第3図Aに示した。

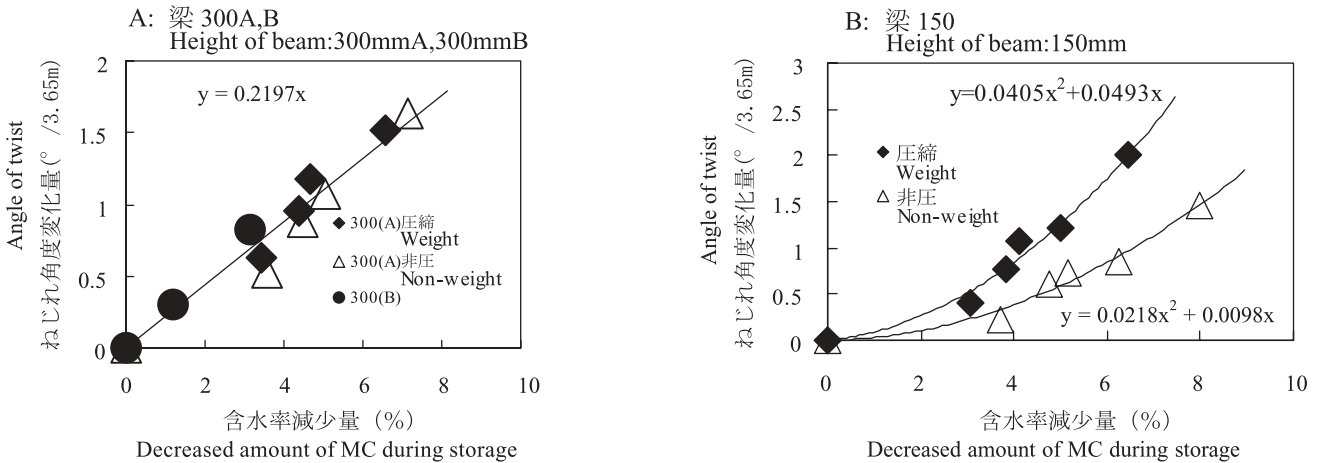
圧縮・非圧条件を含め両者にはほぼ直線回帰の相関関係があり、含水率1%低下あたり約0.22°のねじれ発生が予想できる。

また、梁150については第3図Bのとおり、圧縮と非圧別に二次回帰式があてはまり、非圧条件の方がねじれ変化量が小さい傾向となった。いずれにしても、製材が置かれた場所の平衡含水率に落ちつくまでは、繊維傾斜度に応じてねじれ続けることが明らかである。

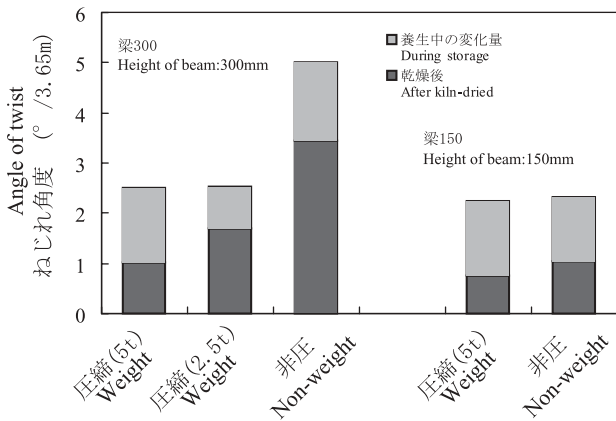
以上の変化量を踏まえ、人工乾燥後に養生を行い含水率15%に到達した時点のねじれ角度を材種・条件別に推定した(第4図)。ここでは乾燥後のねじれにその



第2図 乾燥後の水分傾斜の変化
Fig. 2 Changes in water distribution after kiln-dried.



第3図 養生中の含水率低下とねじれの関係
Fig. 3 Relationship between decreased amount of MC and twist during storage.



第4図 含水率15%時のねじれ予測
Fig.4 The estimated angle of twists at 15% MC.

後の含水率低下によって予想されるねじれ変化量を積み上げたが、最終的には梁300の非圧条件のみが突出し、他は同レベルとなった。梁150は乾燥後のねじれの変化量が心去り材にもかかわらず大きくなり、梁300圧縮乾燥条件と同レベルに達した。梁300の非圧条件を除くと、これらは針葉樹の構造用製材の日本農林規格(JAS)を基に推定した結果から、建築用材として十分許容される数値と判断されるが、仕上がり含水率が高い場合は養生期間を十分に確保した上で、狂いを取り除く鉋削加工等の仕上げ工程を取り入れる必要がある。

3.3 養生期間中の縦ぞり変化

次に養生期間中に变化した縦ぞりと含水率との関係を第5図に示す。梁300Aでは含水率が22%弱からのスタートであるが、含水率低下に伴い縦ぞりは増加傾向で、含水率がおよそ17%で1mmを超え最高値を示し、その後は約0.8mmまで戻る挙動が観察された。一旦、縦ぞりがピークを示し、逆の変化が発生したわけだが、保管場所の温湿度雰囲気徐々に平衡化されていく水分あるいは応力の減少過程で生じる形状変化の複雑さが示され興味深い。これは、梁150に関する第5図B、あるいは、以下に示す曲がりにおいても確認できた。

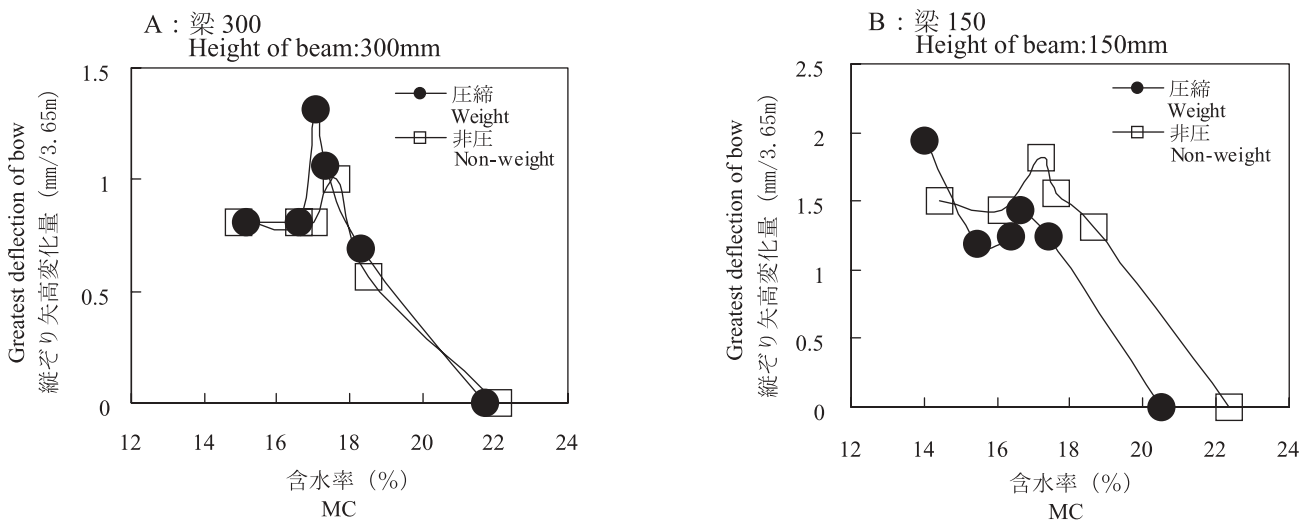
いずれにしても、材長に対して1~2mm程度の縦ぞり変化は、JASを基に推定した結果から建築用材として利用する上で問題はなく、人工乾燥工程での狂い発生の抑制をより重視する必要性を認める。

3.4 養生期間中の曲がり変化

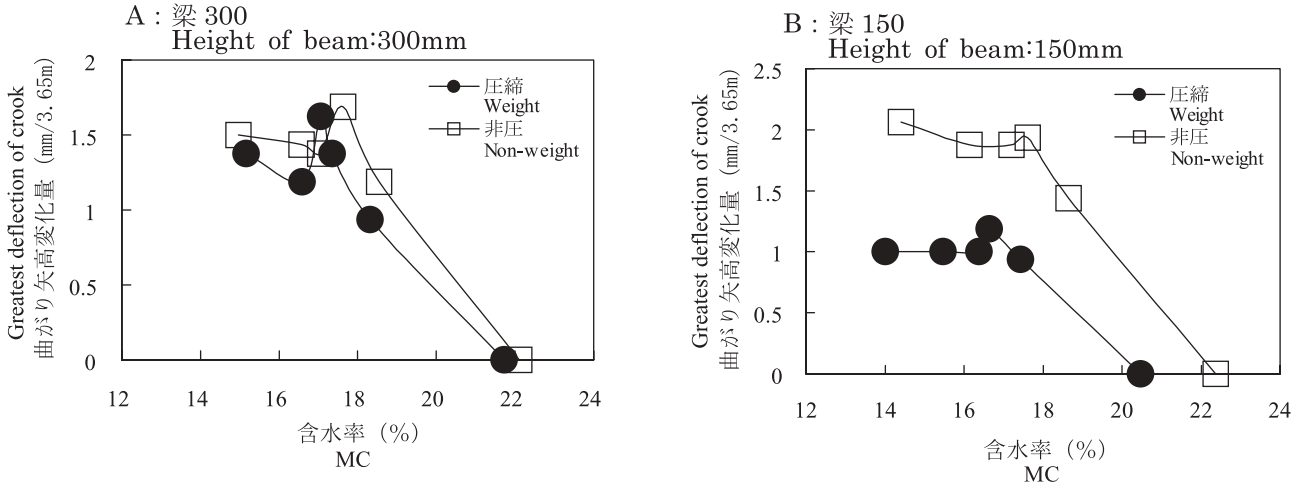
同様に曲がりの変化について第6図に示す。

縦ぞりと同じく含水率低下とともに曲がりの増加が見られ、含水率17~18%付近で一旦低下する現象が生じた。いずれも曲がり上昇後に若干の戻りがあり安定状態となる傾向が認められることから、含水率約15%以下では内部水分あるいは応力が平衡状態に近づいたことを意味するものと考えられる。

曲がりの最大変化は材長当たり1~2mm程度であり、縦ぞり同様に問題はなく、人工乾燥後の仕上がり



第5図 養生中の含水率低下と縦ぞりの関係
Fig. 5 Relationship between MC change and bow during storage.



第6図 養生中の含水率低下と曲がりの関係
Fig. 6 Relationship between MC change and crook during storage.

が重要と思われる。

3.5 収縮率

養生期間中の平均収縮率を鉋削後寸法を基準に求めた結果、梁300では厚さ・幅方向ともに0.07%、梁150では厚さ方向で0.14%、幅方向は0.12%が得られた。養生開始から初期の数ヶ月間、平均含水率が2~3%低下したにも関わらず寸法が増加傾向となったことが特徴的であった。特に梁150で顕著であり、原因として水分傾斜(表層含水率)の影響が考えられる。すなわち、第2図Bの梁150に示されるように表層部の含水率は養生開始から約100日が経過するまでは増加傾向にあり、これが寸法の増加に結びついたものと推測できる。これに対して梁300では養生開始約50日程度までは表層含水率の増加が認められるが、その吸湿期間が短いので寸法増加の割合は梁150に比べ少なかったものと考えられる。

4. まとめ

カラマツ大断面材の乾燥後の形状変化等について検

討を行った結果、以下の知見が得られた。

養生中の狂いは、含水率低下に伴い増加する傾向があるため、適正含水率の時点で鉋削加工することが望ましい。特にねじれは、心持ちでかつ木口長辺の寸法が大きいほど注意が求められる。また、縦ぞりと曲がりは含水率15%以下で安定する傾向が見られた。人工乾燥で水分傾斜を出来るだけ小さく、すなわち平均含水率を17%程度以下、かつ中心部含水率を20%以下に仕上げることで、形状変化の少ない品質の安定した製材が提供可能と推測した。

文 献

- 1) 中嶋 厚, 土橋英亮: 林産試験場報, 16(6), 1-6 (2002).

技術部 製材乾燥科
(原稿受理: 02.4.10)