カラマツ心持ち柱材の乾燥特性

－アカエゾマツ，トドマツと比較して－

近 藤 佳 秀

キーワード：針葉樹構造材，乾燥，含水率，ねじれ，水分傾斜

はじめに

北海道の森林から産出される木材は人工林材が約7割を占めています。最近では人工林から伐採された原木が建築用材として利用されるようになりましたが，カラマツについては梱包（こんぽう）材などの付加価値の低い使われ方が主で，住宅の柱材など，付加価値の高い使われ方へとはなかなか進んでいません。

カラマツの利用が進まない原因の一つに，ねじれに対する不安があります。今回はカラマツの乾燥中のねじれを中心に，同じ人工林材のアカエゾマツ，トドマツと比較しながらそれぞれの樹種の乾燥特性を見てみました。

乾燥・養生経過とねじれの推移

径級18～22cmのカラマツ，アカエゾマツ，トドマツの人工林材を30本ずつ用意し，断面117×117mm，長さ3.6mの心持ち正角材に製材したものを試験に用いました。それぞれ半数の15本は人工乾燥しました。残りの15本については人工乾燥後の養生と比較するために生材から室内に放置して測定しました。後者は天然乾燥に相当しますが，屋外で行う天然乾燥と比べると雨，雪や冬季の暖房の影響が異なります。この報告では後者を室内乾燥と呼ぶこととします。

測定の開始時期は人工乾燥，室内乾燥とも4月上旬としましたが，アカエゾマツの室内乾燥だけは試験材の入手の都合で2月初旬の開始となりました。

人工乾燥のスケジュールには高温乾燥を用い，桟（さん）積み上部に重しを載せて圧締しながら3樹種を一度に乾燥しました。仕上がり目標含水率は17％としました。このスケジュールは，当時林産試験場で開発されたトドマツのスケジュールを参考としました。人工乾燥が終わった材は室内乾燥材と同じ室内に放置して養生しました。

室内に放置するときには室内乾燥，養生ともに試験材が自重でたわまないよう，材長の1/4にあたる木口から90cmの2点のみで支持し，試験材がなるべく自由に変形できるように留意しました。

試験材の測定項目は重量，ねじれ，曲がり，収縮としました。

測定は約1年続け，終了時に割れを測定後，試験材から重量が約100gのピースを3個採り，含水率，水分傾斜（表層と中心部の含水率の差）を全乾法で求めました。3個のピースの含水率の平均を試験材の含水率とし，これを用いて初期含水率，経過中の含水率を計算しました。

図1にカラマツの室内乾燥の含水率経過と人工乾燥した材の含水率経過を示します。それぞれ最小，最大，平均と3種類のプロットがありますが，最小，最大は15本のうちの初期含水率が最小，最大であったものを示します。平均はこの2本をのぞく13本の平均です。このようにしたのはばらつきの影響を押さえ，少しでも信頼できる平均値を得るためです。今回の試験で得られたねじれ角などのデータについてもすべて同様の処理をしました。

通常，冬季は低温により乾燥速度が極端に下がりますが，今回の試験は屋内で行い，日中は暖房も入りましたので乾燥速度は冬季であっても夏季と同様かむしろ速いぐらいでした。

カラマツ乾燥材の養生中のねじれ，収縮の経過を図2に示します。いずれも養生初期に大きく変化して，70日程度経過すると周囲の温湿度にあわせて変化するようになりました。電気抵抗式含水率計で内部の含水率を測ると，水分傾斜がほぼ解消される時期は養生後70日程度となり，ねじれおよび収縮の変化と一致していることがわかりました。ねじれと含水率の関係の一例を図3に示します。ほぼ直線的な関係であることがわかります。図中の点線は今回の試験で最大および最小の値となった材について求めた関係を表します。このよ

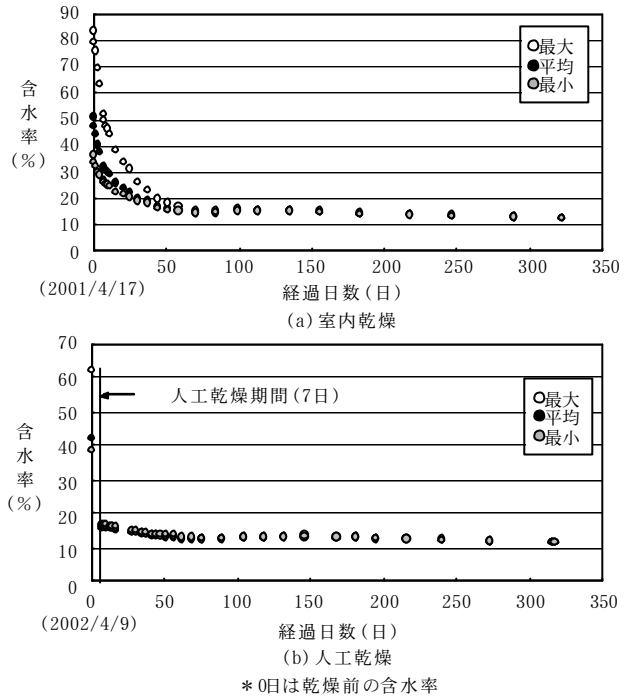

図1　カラマツの乾燥･養生経過

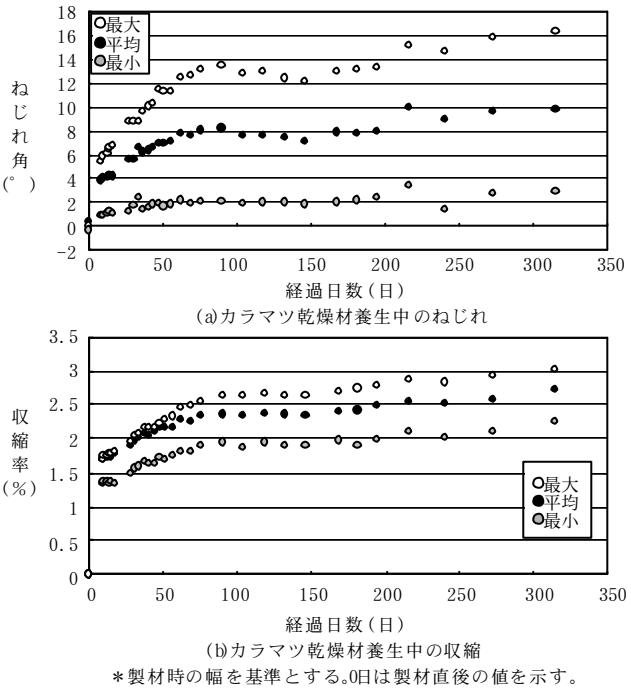

図2　カラマツ乾燥材養生中のねじれ,収縮の経過

うな関係はアカエゾマツ,トドマツでも同様でした。ねじれの大きさはアカエゾマツ：カラマツ：トドマツ≒12:10:6（乾燥材の場合）でした。収縮についても,ねじれと同様に含水率との関係は直線的でした。なお，測定終了時のすべての試験材の水分傾斜は含水率の差が1%以内と均一化されていました。

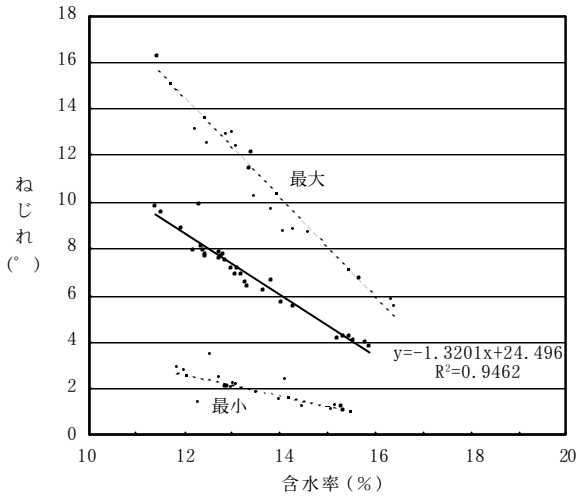

図3　カラマツ乾燥材の含水率とねじれの関係

ねじれから見た養生期間

表1に今回の測定結果をまとめました。比較としてアカエゾマツ，トドマツについても記しました。また，割れや収縮,曲がりの測定結果もあわせて記してあります。

室内乾燥のカラマツはねじれが大きく,最大28°もねじれるのに対し,人工乾燥材の養生後のねじれの平均は9.8°でした。

カラマツの人工乾燥材についてどの程度の期間養生をすべきかを今回のデータから考えてみます。

ねじれと含水率の間には直線的な関係がありましたから,養生を終了して出荷する時の含水率と住宅で使用されている状態の含水率の差から出荷後のねじれが予想できます。この値が十分小さければ問題がないわけです。

今回は住宅で使用され十分時間が経過した木材の含水率を11%と考え[1)]，許容できるねじれの角度を4°（ねじれ矢高約0.2%。但し材長3.65mの場合）と設定しました。すなわち，図3の平均に対応する回帰直線から含水率11%のときの角度を求め(約10°),これより4°だけ小さい角度（約6°）に相当する含水率（約14%）になるまで養生した後修正挽きして出荷すれば,ほとんどの材は出荷後のねじれが4°以下となると予想できます。

図1から含水率が14%になるには乾燥開始から約30日，乾燥期間を除いた養生期間は約23日となります。

ねじれが最大となった材では,養生期間は113日(含水率12.9%以下同）となりました。

同じ考え方で室内乾燥について計算してみると,乾燥期間は平均で240日(13.3%),ねじれが最大となった材では300日（12.5%）かかる計算になりました。

表1　カラマツ乾燥経過のまとめ

	人工乾燥材			室内乾燥材		
	アカエゾマツ	トドマツ	カラマツ	アカエゾマツ	トドマツ	カラマツ
乾燥開始日	2002/4/9	2002/4/9	2002/4/9	2002/2/4	2001/4/17	2001/4/17
養生開始日	2002/4/17	2002/4/17	2002/4/17			
測定終了日	2003/2/18	2003/2/17	2003/2/18	2003/2/18	2002/7/17	2002/7/17
割れ面積(cm^2/本)						
最大	52.4	64.6	17.2	267.4	252.5	175.5
平均	8.7	18.7	1.7	173.3	181.5	141.7
最小	0.7	0.0	0.0	86.1	120.7	73.8
曲がり(本数)						
0.2%以下	13	15	13	11	14	8
0.5%以下	2	0	2	4	1	6
0.5%以上	0	0	0	0	0	1
収縮率(%)						
最大	5.6	3.3	3.0	3.2	2.7	2.8
平均	3.3	2.9	2.7	2.4	2.1	2.3
最小	2.5	2.6	2.2	1.9	1.5	1.7
ねじれ(°)						
乾燥直後						
最大	11.7	3.7	6.7			
平均	6.6	2.3	3.7			
最小	2.8	0.6	0.9			
試験終了時						
最大	20.2	8.7	16.2	32.1	16.4	28.0
平均	12.1	6.1	9.8	17.3	6.1	17.5
最小	7.4	1.4	2.9	11.4	2.2	7.9
含水率(%)						
製材時						
最大	73.8	120.2	62.3	92.7	105.7	83.6
平均	53.3	62.5	42.1	50.7	71.5	50.6
最小	37.6	41.6	38.5	34.3	44.7	36.3
乾燥直後						
最大	19.9	44.4	17.6			
平均	15.1	17.0	16.1			
最小	12.2	11.2	12.7			
試験終了時						
最大	11.2	12.1	11.8	13.4	13.0	13.0
平均	10.7	10.7	10.6	12.8	12.0	12.4
最小	11.1	11.1	11.4	13.0	12.8	12.8

許容できる角度を8°と大きくすれば,人工乾燥材ではねじれが最大の材で17日（14.8%）となりました。また,平均で見ると養生期間中のねじれは8°を超えていません。

人工乾燥の仕上がり目標含水率を17%とした場合の養生期間の目安は,今回の結果に安全を見込んで30日程度といえます。また，十分に天然乾燥した後，あるいは養生した後に修正挽きして出荷する必要があります。

割れ，収縮について

割れ,曲がりについて室内乾燥と人工乾燥したものを比較すると，人工乾燥したものは割れも少なく,曲がりも小さいことがわかります。

収縮については室内乾燥材に比べ,人工乾燥材の方が大きな値となりましたが,これは室内乾燥材に生じた大きな割れにより材面が盛り上がったことによる見かけの差違であると考えています。

3樹種の比較

3樹種を比較するとそれぞれの樹種の特性が見えてきます。すなわち,アカエゾマツはねじれが大きく,割れも発生しやすいが,乾燥速度は速い。トドマツはねじれが少ないが乾燥速度は遅く(これは水食材が多数含まれているためと考えられる),割れも大きい。カラマツはねじれが大きく乾燥速度もあまり速くないが,割れは少ないといった傾向が認められます。

しかし,いずれの樹種も適正な乾燥・養生をした上で修正挽きを行えば,建築用材として十分使用できます。また,今回の試験は試験材をできるだけ拘束しないよう留意して行ったので,それぞれの試験材は限界までねじれたと考えています。実際に住宅などで使用する場合には仕口や面材により拘束されますので,今回の結果に比べ小さなねじれになると考えられます。

おわりに

カラマツ心持ち正角材の乾燥特性を見るために試験を行った結果,高温乾燥を行って十分含水率を下げることで,ねじれ,割れについて建築用材として支障のない水準に仕上げることができることを改めて示すことができたと思います。また,30日程度養生することで,含水率低下によるねじれの心配をほぼ解消できると言えます。ただし,養生後の修正挽きが必須であることも確認できました。

この試験結果がカラマツを建築用材として利用する企業の方の参考になれば幸いです。

参考資料

1) 近藤佳秀:北海道旭川市における住宅の含水率調査の1事例，林産試だより，9月号，4-6,（2002）.

（林産試験場　製材乾燥科）