

# トドマツ造林木の材質について

山本 宏 高橋 政治  
川口 信 隆

## 1. はじめに

トドマツの人工造林は道有林を中心にかなり積極的に行われ、間伐木の量も次第に増加している。

したがって近い将来にはカラマツと共にトドマツ造林木が道内の主要製材用原木の一つになることは間違いなく、今後の造林・保育方法や有効利用の研究開発が一層推進されなければならないが、そのためには材質特性を適確に把握しておくことが必要不可欠である。

また造林木はその目的からして生長が良好なことが望まれるが、針葉樹では年輪幅の増大に伴い、比重・強度性能等の材質が低下することが知られている。

さらには、多量の間伐木の生産が予想されるが、若齢の小径木が多いため未成熟材が多く含まれることによる材質の低下が予測される。

一方トドマツ造林木は天然木と同様に住宅用構造材として利用するのが有利と思われる。しかし、材質の低下が予測される造林木では、構造材に必要な不可欠である荷重に対する安全性の点で、天然木と全く同等に取扱うことにやや不安がある。

従って、構造材としてトドマツ造林木の利用を考えるためにも、まず材質特性の把握が不可欠である。

そこでこれらの基礎資料として、かなり生長の良いトドマツ造林木の強度性能を調べた結果の一部を報告する。本報告の一部は第7回日本木材学会北海道支部大会で発表した。また試験の実施にあたり昭和49年度林野庁研究助成金の補助を受けた。

## 2. 材料と試験方法

供試木は旭川林務署、当麻事業区内の45年生の造林地から採取した。毎木調査の結果、この林分の生長量はトドマツ人工林収穫予想表<sup>1)</sup>の地位 等のそれに相当していた。

当研究室では造林木の構造材としての利用適性を検

討するばあい、一般に次のような方法によっている。

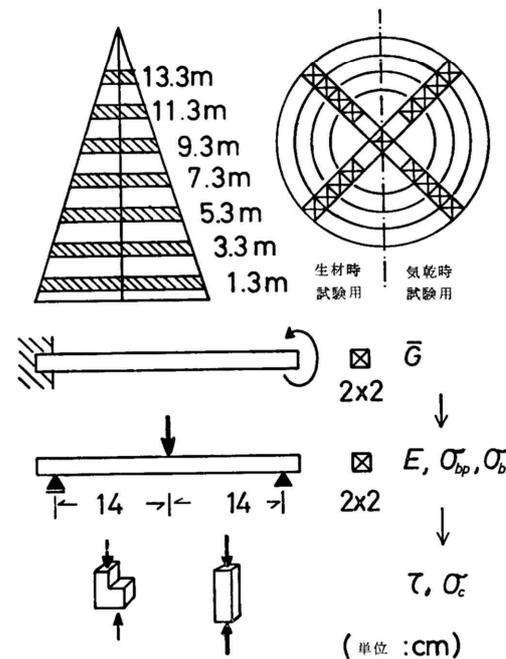
多数の無欠点小試験体による各種強度性能の平均値と統計的下限值を求め、天然木の強度性能の標準値と比較し、材質特性を検討する。

日本建築学会で採用している許容応力度の算出方法<sup>2)</sup>にしたがい、求めた下限値をもとに許容応力度を算出し、各種欠点を含む実大材の強度の実験値と比較し、算出した許容応力度の妥当性を検討する。

では、供試林分内の大・平均・及び小の径級に属す立木、各2本、合計6本から第1図のようにJISに準拠する無欠点小曲げ試験体を約450本採取した。

その内、約半数を生材のままヤング係数、曲げ比例限度応力度、曲げ強さを測定した。

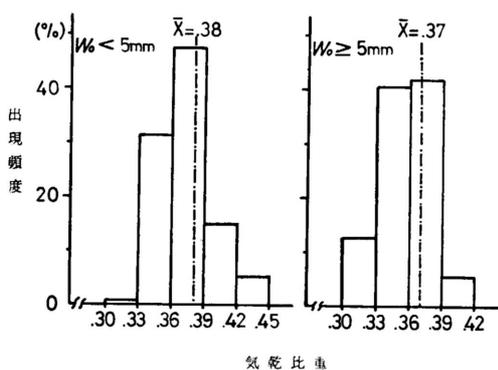
残りの半数を、生材のまま、曲げヤング係数、せん断弾性係数を測定した後、室内で気乾状態になるまで



第1図 無欠点小試験体の試験方法

乾燥し、ふたたびせん断弾性係数、ヤング係数、曲げ比例限応力度、曲げ強さを求め、さらに試験体両端の非破壊部から、縦圧縮とブロックせん断試験体を取り、縦圧縮強さとせん断強さを求めた。

では、同一林分内の立木から製材した10.5cm心持ち正角材20本を、スパン長270cm、3等分点4点荷重方式で曲げヤング係数、曲げ比例限応力度、曲げ強さを測定した後、その両端の非破壊部から短柱圧縮試験体を取り、圧縮ヤング係数、圧縮比例限応力度、圧縮強さを測定した。



第3図 無欠点材の気乾比重

### 3. 結果及び考察

#### 3.1 無欠点小試験体の結果

##### 3.1.1 平均年輪幅 W<sub>0</sub>

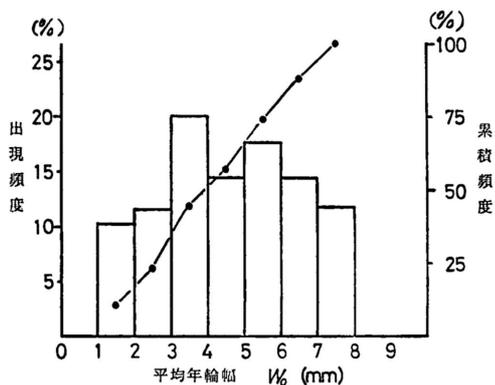
第2図に試験体の平均年輪幅の出現頻度と累積頻度を示す。出現範囲は1mmから8mmまでに入るが、年輪幅の広いものの出現頻度が高く、5mm以上のものが約半数を占めていた。

トドマツの天然木でも造林木でも、年輪幅は5mm以下のものが一般的と考えられ、5mmをこえるものはきわめて生長が良好であるといえよう。

そこで本報告では、トドマツ造林木の材質の下限を予測することを主目的にし、年輪幅が5mm以上の試験体の材質を中心に検討することにした。

##### 3.1.2 気乾比重

試験体の気乾比重の出現頻度を、年輪幅が5mm以下のばあいと5mm以上のばあいに分けて第3図に示す。



第2図 小試験体の平均年輪幅

す。

両者を比較すると、図中にxで示した平均値、及び出現傾向も、5mm以上のばあい、比重が低いものがやや多いことを示しているが、その差はかなり少なくバラツキも小さい。また、「日本産主要樹種の諸性質の標準値」<sup>3)</sup>では、トドマツ材の気乾比重の平均値は0.40となっているが、第3図によれば、どちらのばあいも平均値は、標準値のそれをやや下回り、また標準値の平均以上の比重の出現頻度は低い。

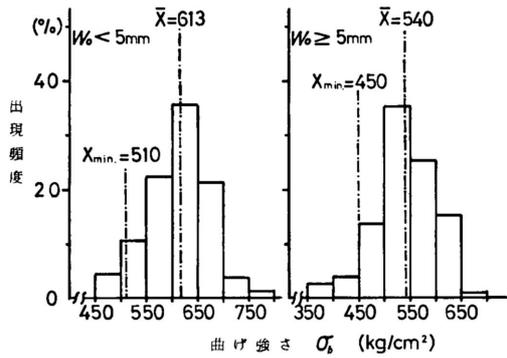
##### 3.1.3 強度性能

曲げ強さ b、縦圧縮強さ c、ヤング係数E、せん断弾性係数Gの出現頻度、平均値xおよび5%の危険率で求めた統計的下限值x<sub>min</sub>を、年輪幅が5mm以下のばあいと5mm以上のばあいに分けて、それぞれ第4, 5, 6, 7図に示す。

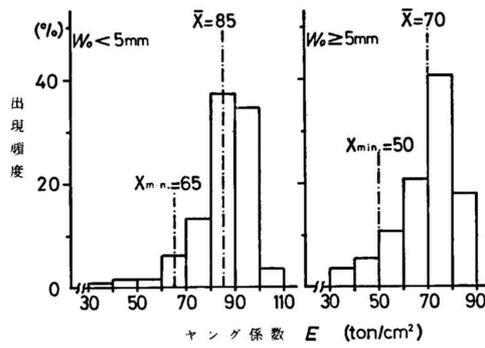
曲げ強さは、5mm以上のばあい平均値は540kg/cm<sup>2</sup>、統計的下限値は450kg/cm<sup>2</sup>となるが、これに比べると5mm以下のばあいには、平均値及び下限値ともに約10~15%増となっている。

また、前述した「日本産主要樹種の諸性質の標準値」よりトドマツ材の各種強度（以下、標準強度という）と比較すると、曲げの標準強度は平均値で650kg/cm<sup>2</sup>、下限値で450kg/cm<sup>2</sup>であるから、5mm以上のばあい標準強度の平均値を上回るものはほとんどないが、標準強度の下限値を下回るものもきわめて少ない。

縦圧縮強さは、5mm以上のばあい平均値330kg/cm<sup>2</sup>



第4図 無欠点材の曲げ強さ



第6図 無欠点材のヤング係数

cm<sup>2</sup>、統計的下限値は270kg/cm<sup>2</sup>となるが、これに比べて5mm以下のばあいには、平均値及び下限値ともに曲げ強さと同様に約10~15%増となっている。

トドマツ材の縦圧縮の標準強度は平均値で330kg/cm<sup>2</sup>、下限値で250kg/cm<sup>2</sup>であるから、5mm以上のばあいでは縦圧縮強さは標準強度と全く一致していることになる。

せん断強さは、5mm以上のばあいと5mm以下のばあいではほとんど差がなく、バラツキもきわめて少なく、平均値で65kg/cm<sup>2</sup>、統計的下限値は55kg/cm<sup>2</sup>となり、せん断の標準強度と一致する。

ヤング係数は、5mm以上のばあい平均値は70ton/cm<sup>2</sup>、統計的下限値は50ton/cm<sup>2</sup>となり、これに比べて5mm以下のばあいには平均値、下限値ともに約20%増となっている。

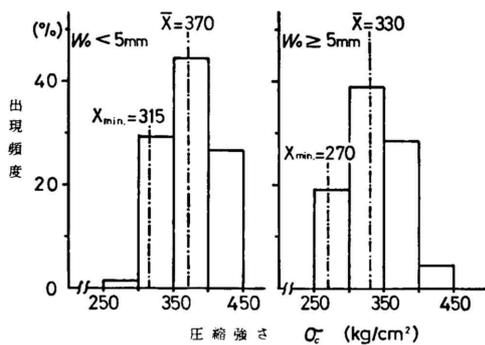
トドマツ材のヤング係数の標準値は、平均値で80ton/cm<sup>2</sup>、下限値で60ton/cm<sup>2</sup>となり、5mm以下のばあいとほぼ一致している。

5mm以上のばあいには平均値、下限値ともに標準値よりも10ton/cm<sup>2</sup>低い値を示しているが、標準値の下限を上回るものが約80%をしめている。

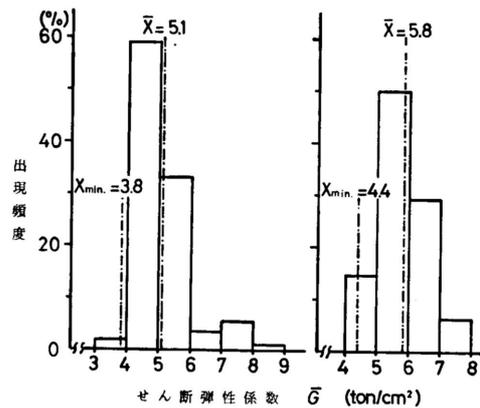
せん断弾性係数は、試験体を等方性とみなして計算したみかけの値であるが、5mm以上のばあい平均値で5.8ton/cm<sup>2</sup>、統計的下限値は4.6ton/cm<sup>2</sup>となるが、5mm以下のばあいでは平均値で5.2ton/cm<sup>2</sup>、下限値で3.8ton/cm<sup>2</sup>となり、ほとんど差がなくどちらのばあいもバラツキは少ない。

また、まえがきにも述べたように針葉樹では年輪幅の増大に伴い強度性能が低下することが一般的であるが、本試験の結果ではせん断弾性係数は年輪幅にあまり影響を受けないように見受けられた。

以上の結果を総合してみると、年輪幅が5mm以上になるような生長の良いトドマツ造林木の無欠点材部の強度は、標準値の平均を上回るものは少ないが、下限値を下回るものも少なく、バラツキも少ない。



第5図 無欠点材の圧縮強さ



第7図 無欠点材のせん断弾性係数

したがって一般的なトドマツ材の平均品質以上の材質は期待できないが、下限品質は満足できそうである。

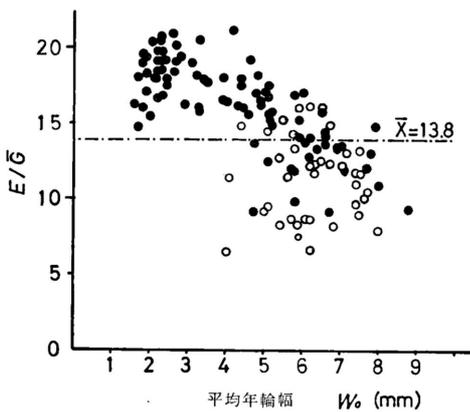
また、著者らが本報告と同様な方法でカラマツ造林木について行った試験結果<sup>4)</sup>と、本試験の結果を比較すると、年輪幅の増大にともなう強度の低下率は、カラマツよりもトドマツが小さいと考えられる。さらに各強度性能値の標準偏差を比較すると、トドマツはカラマツの約70%程度の値しかなく強度性能のバラツキが少ないことを示している。

これらの傾向は、生長量の多いことが要求される造林木にとっては望ましいことと考えられるので、今後さらに検討を加えてゆきたいと思っているが、これらの特性は、トドマツ材の春材部と夏材部の比重の差がカラマツ材のそれに比べてあまり大きくないことから解るように、春材部と夏材部の質的な差が少ないという組織構造にも一因があるのではないかと考えている。

また著者らは、カラマツ造林木の樹心に近い材部のE/Gは低く10以下のものが多いことを報告<sup>5)</sup>したがトドマツ造林木のE/Gを調べてみると第8図のようになる。

なお、樹心から半径5cm以内の材部から取った無欠点試験体は白丸で、それより外側の材部からのものは黒丸で示す。

トドマツのばあいも、カラマツのばあいと同様に年輪幅の増大に反比例してE/Gの値は低下している



第8図 無欠点材の年輪幅と E/G

が、全体的にみてカラマツより高い値を示すものが多く、カラマツではE/Gの最高が15程度であったのに対し、本試験のトドマツでは約20前後となり、また全体の平均値でもトドマツは13.8となりカラマツよりも約5程高い値を示している。

これは、本試験のトドマツ造林木はカラマツ造林木に比べ、ヤング係数Eの比較的高いものが多いのに対し、せん断弾性係数Gは低いものが多いことを示している。

また、白丸で示した樹心に近い材部のE/Gは、カラマツのばあいと同様に樹心から離れた材部のそれより低く、樹心附近の未成熟材の特性の一つとしてE/Gの値が低いというカラマツ造林木についての筆者らの報告と一致した結果となった。

### 3.2 実大材の試験結果

構造材としての利用適性を検討するために、日本建築学会で採用している方法にしたがい、短期許容応力度とヤング係数を試算してみた。

年輪幅が5mm以上のばあいの各種強度値の下限値をとると次のようになる。

曲げ許容応力度	sfb = 128kg / cm <sup>2</sup>
圧縮許容応力度	sfc = 113kg / cm <sup>2</sup>
せん断許容応力度	sfs = 10kg / cm <sup>2</sup>
ヤング係数	Ea = 70ton / cm <sup>2</sup>

これは現行のトドマツ材に与えられている針葉樹類の各種許容応力度やヤング係数とほぼ同じ値となり、年輪幅が5mmをこえるような生長の良いトドマツ造木に対しても、一般のトドマツと同様に取扱っても大きな問題はないということになる。

第1表に実大材(10.5cm心持ち正角材、平均年輪幅5mm以上、役物及び等)の曲げ及び短柱圧縮試験結果及び許容応力度との比較結果を示した。

但し、許容応力度の値は比例限度に相当するため3/2倍して実大材の強度と比較した。その結果、曲げで平均1.6倍、圧縮で平均1.3倍であった。

また実大材のヤング係数をEaの70ton / cm<sup>2</sup>で割ると曲げで平均1.2倍、圧縮で平均0.9倍であった。

第1表 実大材の曲げおよび圧縮試験結果

	強さ $\sigma_m$	ヤング係数 $E_a$	$\sigma_m/E_a$	$2\sigma_m/3sf$	$E_a/70$
曲げ	(kg/cm <sup>2</sup> )	(ton/cm <sup>2</sup> )			
平均	340	86	0.0045	1.6	1.23
最大	429	104	0.0058	2.0	1.40
最小	246	60	0.0032	1.2	0.86
圧縮					
平均	237	63	0.0038	1.3	0.90
最大	258	75	0.0047	1.4	1.07
最小	217	47	0.0034	1.2	0.67

したがって生長のよいトドマツ造林木に対して、針葉樹 類の許容応力度やヤング係数を適用しても一応はさしつかえないことになるが、構造材として考えると余力がやや少ないように思える。

この原因の一つとして、トドマツは枝が輪生しているため、同一断面に多くの節が現れ、断面欠損が大きくなることも考えられる。

本試験の供試木では枯れ枝がほとんど落枝せずに残っていたことなどをあわせて考えると、トドマツ造林木の品質向上のために、枝打ちも検討しなければならない。

#### 4. まとめ

生長のきわめて良いトドマツ造林木の無欠点材の強度性能を調べ、材質特性及び構造材としての利用適性を検討した。

1) 年輪幅が5mmを上回るような生長の良いトドマツ造林木の無欠点材の各種強度は、トドマツ材の標準強度の平均値を下回るものが多いが、下限値を上回る

ものが多く、生長の良いトドマツ造林木では上級品質は期待できないが、普通品質は満足できることになる。

2) カラマツ造林木と比較して、トドマツ造林木では年輪幅の増大に伴う強度低下の割合は小さく、強度のバラツキも少ない。

3) 無欠点材の各種強度の下限値をもとに許容応力度やヤング係数を試算すると、針葉樹 類の値と一致する。

4) 実大材の強度試験により、針葉樹 類の許容応力度を適用したばあいの安全性を確かめると、一応安全ではあるが、節等による欠点が多いため余力がやや少ないと思われる。

#### 文献

- 1) 森林計画研究会北海道林務部：北海道の主要樹種林分収穫表（1960）
- 2) 日本建築学会：木構造設計規準・同解説（1973）
- 3) 林業試験場編：木材工業ハンドブック（1973）
- 4) 山本宏，高橋政治，川口信隆：短伐期カラマツ造林木の強度性能，北林産試月報または木材の研究と普及，昭和50年7月号（1975）
- 5) 同上：カラマツ間伐木の強度性能，日本木材学会北海道支部講演実第6号（1974）

- 木材部 材質科 -  
(原稿受理 昭51.3.15)