

木材のヤング率及び撓み匍匐と温度との関係

教授 大 草 克 己

The Young's Modulus and Deflective Creeping of
Wood in Relation to Temperatures

professor of Forestry

K. Okusa

〔緒 言〕

木材の強度試験に於て、温度の影響は従来殆んど考慮されていながつたが、各種の強度は分子間の結合エネルギーに関するものであり、その変形は分子の位置転位に関するものであるから、負荷される時の木材自体の温度がその機械的性質に対して決して無関係でないことは容易に推測される。1949年Genevaに於けるF.A.O.の木材工藝に関する国際会議では、木材の標準試験法について検討され、温度が木材の強度に対して有意な影響を及ぼすことを認めて、強度試験は可能な限り $20^{\circ} \pm 3^{\circ}\text{C}$ の温度範囲に於て行い、若し温度を異にする場合は結果に対して温度補正を行うことを勧告している。(註1)

筆者はこれ等温度の影響を明らかにするために、先ずヤング率及び撓み匍匐に関する実験を行つた。此の研究について、九州大学農学部教授渡辺治人先生及び全助教授太田基先生より種々御教示を賜わつた。謹しんで謝意を表する。

(註1) L.J. Markwardt: A. S. T. M. Bulletin, Jan, 1950 No.163

〔實 験 方 法〕

(1) 供試材としてヒノキ気乾材(含水率15%)を用い、 $0.5 \times 1.5 \times 30.0\text{cm}$ の二面桁試片を作製した。

(2) ヤング率は、試片の両端を自由に支え、スパン28.0cmの中央に0.2kgの荷重を4個段階的に加え、 $70 \sim 160\text{kg/cm}^2$ の応力範囲で、各荷重に対する荷重点の撓みをダイヤルゲージに依り1000分の1mmまで測定して求めた。

(3) 撓み匍匐は(2)と全じ装置に依りスパン28.0cmの中央に荷重3.3kg(応力 370kg/cm^2)を加え、負荷完了時及びその後の撓み増加量を測定した。鈴木氏(註2)に従つて5分後の撓み増加量 δ を匍匐度として採用する。

(註2) 鈴木 寧: 日材誌31:6(1949) 木材工業2:8(1947)

(4) 実験中含水率を一定に保つために試片の表面をワセリンを以て被覆することとし、その効果を見るために5°~60°Cの各温度に保つた恒温器中にそれぞれ3時間放置して重量の変化を測定した。30°C以下では変化は認められなかつたが、40°Cで0.5%、50°Cで1.2%、60°Cでは2.0%変化した。従つて高温に保持する場合には、含水率の変化を防止するために更に恒湿器を用い、硫酸の濃度を加減して関係湿度を調節した。

(5) ヤング率に及ぼすワセリン被覆の影響：20°Cに於て被覆前及び被覆後のヤング率を20個の試片について測定した結果は次の通りであり、被覆の影響は考慮の必要がないと考えられる。

被 覆 前	被 覆 後	差	$F_0 \left(\begin{matrix} n_1 = 1 \\ n_2 = 19 \end{matrix} \right)$
1.1640mm	1.1622 //	0.0018 //	1.92

0.4kgの荷重増加に対する弾性撓みの変化を示す。

F_0 は差が0であるという仮設の下に計算された。

(6) ヤング率に対する繰返し試験の影響：(5)に引続き10個の試片について20°C、40分間隔で連続7回測定を行い、各回の撓み y_i (0.4kgに対する)と第1回の値 y_1 との差を計算した。

	2	3	4	5	6	7	$F_0 \left(\begin{matrix} n_1 = 6 \\ n_2 = 4 \end{matrix} \right)$
$(y_i - y_1) 10^{-3} \text{mm}$	2.5	-2.3	-3.3	3.7	1.4	-1.3	0.73

繰返しの影響は認められないから、(8)及び(9)に示す様に各温度に於けるヤング率の測定は総て同一試片について行うこととした。

(7) 撓み匍匐に対する繰返し試験の影響：撓み匍匐に関しては、塑性変形に依る繰返し試験の影響が予想されたが、前後2回の繰返し試験の時間々隔を30分、1時間、3時間、24時間とし、各7個の試片について匍匐試験を行つた。

前後2回の匍匐度の差($\delta_1 - \delta_2$)は次の様であつた。

時間々隔 (hr)	0.5	1.0	3.0	24
$(\delta_1 - \delta_2) 10^{-3} \text{mm}$	11.7	2.9	0.6	0.7
$F_0 \left(\begin{matrix} n_1 = 1 \\ n_2 = 6 \end{matrix} \right)$	20.75	4.24	0.63	0.28

少くとも前後2回の繰返し試験では、その時間々隔を3時間以上にとればその影響は無視出来ると考えられる。

(8) 気乾試片20個を採り、60°、50°、40°、30°、20°、10°、5°Cの各温度に保つた恒温器中に順次試片を保持し、所定の温度と平衡した後、装置全体を同様に恒温に保つて各温度に於けるヤング率を測定した。(4)に従つて含水率変化防止の措置を講じた。

(9) 試片20個を水中に浸漬して充分吸水せしめた後(含水率80~120%)、更に上記各温度の飽和蒸気中に所定時間保存し、(8)と同様にして飽湿材についての実験を行つた。

(10) 室温の下にヤング率を測定し畧同一のヤング率を有する気乾試片60個を選出した。全試片について先ず、20°Cで匍匐度を測定した後、各10個6群に分け、60°、50°、40°、30°、10°及び5°Cの各温度に於て再び匍匐試験を行つた。

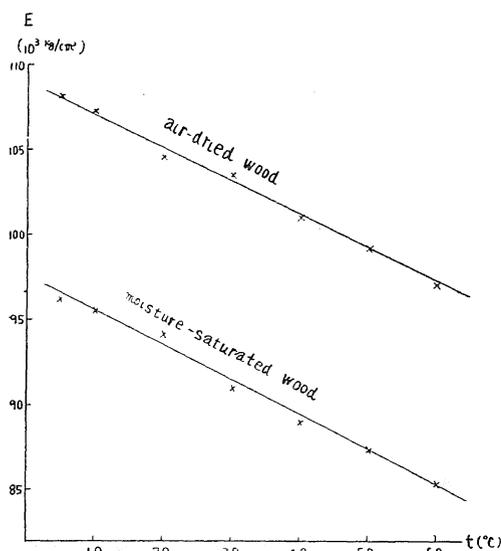


Fig. 1 Young's modulus-temperature relation.

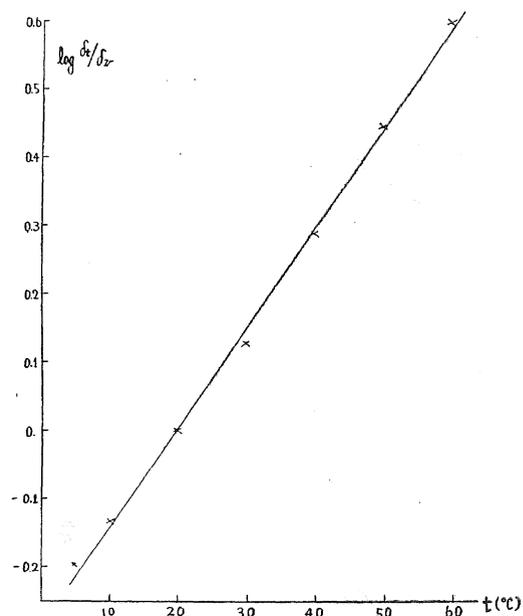


Fig. 2 Deflective creeping-temperature relation.

[実験結果]

(1) ヤング率

荷重 P 及びそれに対応する撓み y より、次式に依つてヤング率 E を算出した。

$$E = \frac{Pl^3}{48Iy}$$

但し l : スパン

I : 断面の慣性モーメント

各温度に対する E の平均値は第1図に示す通りであり、ヤング率は温度の増加に依り殆ど直線的に減少する。従つて

$$E_t = E_0 (1 + at)$$

但し E_t E_0 : それぞれ温度 t° 及び 0°C に於けるヤング率

なる関係を仮定して温度係数 a を各試片について計算した。

気乾材 …… $a = -1.80 \cdot 10^{-3}$

飽湿材 …… $a = -2.02 \cdot 10^{-3}$

信頼度95%に対する a の信頼区域は、気乾材 (1.63~1.97)、飽湿材 (1.91~2.13) である。

(2) 撓み 匍 匐

温度 $t^{\circ}\text{C}$ に於ける匍匐度 δ_t と 20°C に於ける匍匐度 δ_{20} との比をとり次表の結果を得た。

t	5	10	20	30	40	50	60
δ_t / δ_{20}	0.637	0.728	1.000	1.340	1.966	2.790	3.937

これに依ると匍匐に対する温度の影響は極めて大きく、温度の上昇と共に著しく増加することが認められる。 $\log \delta_t / \delta_{20}$ の値を温度 t に対して図示すると第2図の如くなり、次の直線式を適合し得る。

$$\log \delta_t / \delta_{20} = A (t - 20)$$

$$A = 14.57 \cdot 10^{-3}$$

信頼度95%に対する A の信頼区域は (14.12 ~ 15.02)

若し応力、スパン等他の異つた條件で匍匐試験を行えば、パラメーター A は恐らく異つた値を示すであろうが、木材の匍匐は温度の上昇と共に殆ど指数曲線的に増大するものと考えられる。

[要 結]

- 1) ヤング率は温度の上昇と共に殆ど直線的に減少し、温度 1°C に対する変化率は約0.2%である。
- 2) 撓み匍匐は温度と共に著しく増加し、その関係は略指数曲線で示される。

Summary

In this work, the Young's modulus and the deflective creeping of wood were determined for the various temperatures (5~60°C), and the results are as follows:

- (1) the young's modulus becomes lower in proportion to the rise of temperature, and its thermal coefficient is nearly 0.2%.
- (2) The deflective creeping increases markedly with the rise of temperature, and its relation is exponential.