

## 82. Maxwell の粘弾性理論に基く木材の曲げに およぼす変形速度の影響

九大農学部 又 木 義 博

### 1. 試験目的

木材の力学的性質に対し変形速度が影響をおよぼすことは、今迄多数の実験から知られているが、木材を弾性体として取扱つて、実験結果を示しているにすぎない。

木材の力学的挙動に対する変形速度の影響は、その粘性変形に由来するが、G. M. Ivanov, B. Norén および E. Niskanen 等によると、それは変形時の micell の滑動、および木材繊維間の非結晶性高分子物質層の粘性流動に起因すると云つてゐる。即ち木材は弾性のみならず粘性も加味したいわゆる粘弾性体と云わねばならない。

従つて、この研究では、Maxwell の粘弾性理論に基き、木材を一種の粘弾性体とみなし、その力学的解析に、新に時間次元を導入することにより、木材の曲げにおよぼす変形速度の影響を検討した。

### 2. Maxwell の粘弾性微分方程式から導いた 曲げ破壊荷重におよぼす変形速度の影響に ついで理論式

もし物体が純弾性体であれば、Hooke の法則が成立するが、Maxwell によると、粘弾性体なら、生じた応力は一方ではその時の荷重 P の大きさに比例して減少していくとし、次の如き微分方程式を考えた。

(記号は第1図)

$$\frac{dP}{dt} = E \frac{d\epsilon}{dt} - \frac{P - E\epsilon_0}{T} \quad (1)$$

ところで物体をある一定変形速度  $\frac{d\epsilon}{dt} = k$  (一定) で曲げ、静力学にて、破壊変形  $\epsilon_B$  は一定で、変形速度 (k) には無関係であるとする St. Venant の破壊仮説を採用すると、破壊迄に要する時間  $t_B$  は

$$t_B = \frac{\epsilon_B}{k} \quad (2)$$

(2)を(1)に代入すると、木材の曲げ破壊荷重  $P_B$  に対する変形速度の影響を示す式

$$P_B = E\epsilon_0 + kT(E - E\epsilon_0) \left(1 - e^{-\frac{\epsilon_B}{kT}}\right) \quad (3)$$

が導かれる。

### 3. 試験方法

1枚の通直木理の気乾したシラカン (*Quercus myrsinaefolia* BL.) 板から8種の曲げ変形速度に7本宛、計56本の  $1 \times 1 \times 17$ cm の曲げ試験片を、出来るだけ板の各部分に分散した箇所からとつて、組間の均一化に注意した。

試片の試験時含水率は平均 13.5%、気乾比重は 0.743であつた。又試験時温度は  $18 \pm 2^\circ\text{C}$  で、曲げ試験は Olsen 型試験機により、スパン・ハリタケ比14の中央集中荷重で行つた。

曲げ試験速度として crosshead の降下速度をとり試験時は破壊発生時迄、一定荷重毎に撓み量と時間を読み、全荷重域にわたり、crosshead の降下速度が変形速度とし一定であることをも確かめた。

尚、変形速度は、0.104. 0.312. 0.650. 0.850. 1.530. 2.720. 2.930 および4.200 (mm/min) の8種とした。

### 4. 試験結果および考察

各変形速度に対して、平均の荷重—撓み曲線を破壊点迄第3図に示すが、変形速度が大なる程、同一変形に対し荷重が明らかに大となつていて、それは変形が大になる程著しい。これは理論式(1)が示す如く、変形速度が減少するにつれて、木材の粘性変形が顕著に現れることを示す。

第2図は変形速度 k と破壊迄に要した時間  $t_B$  の関係を示している、(各点は平均点)

$$t_B = \frac{5.553 + 1.4289}{k} \quad (\text{min})$$

と云う関係が得られ、相関は大で、一方破壊撓み  $\epsilon_B$  は、各変形速度間で差なく、平均  $\epsilon_B = 5.884 \pm 0.052$  (mm) であつた。即ち、この二つの事から(2)式が成立し、St. Venant の破壊仮説が、この場合も成立することになる。

最後に、変形速度と破壊荷重の関係を第4図に示す。(各点は平均点)

この結果は(3)式と凡そ類似した傾向を示すと思われる。

$$P_B = 61.5 + 8.631k \left(1 - e^{-\frac{1.796}{k}}\right) \quad (\text{kg})$$

#### 4. 結 論

Maxwell の粘弾性理論によつて導かれた木材の曲げにおよぼす変形速度の影響を、シラカシ気乾材について検討したが、その結果、

1. 変形速度が小さいほど、粘性変形が著しい。
2. St. Venant の破壊仮説、即ち、破壊時変形量は変形速度に関係なく一定であることが、この曲げ試験でも成立した。
3. 変形速度と破壊荷重との関係は理論式と傾向が凡そ類似している。

ことが明らかになり、Maxwell の粘弾性理論が木材の曲げに対しても、可成り良くあてはまると云える。

#### 参考および引用文献

- A. Ylinen ; Über den Einfluss der Verformungsgeschwindigkeit auf die Bruchfestigkeit des Holzes. Holz als Roh- und Werkstoff. 1959. Juni.
- T. Alfrey ; Mechanical Behavior of High Polymers.
- R. Meredith ; Mechanical Properties of Wood and Paper.
- R. Eirich ; Reology. Vol. II.
- G. M. Ivanov : A Russian's theory on the strain behavior of wood. F. P. J, Vol, VIII, No, II.
- H. Krech ; Untersuchungen über den Zusammenhang zwischen Biegefestigkeit des Holzes und Biegegeschwindigkeit. Holz als Roh- und Werkstoff. 1960, Juni.
- F. Kollmann ; Über die Abhängigkeit einiger mechanischer Eigenschaften der Hölzer vons der Zeit, und von der Temperatur. Holz al Roh-und Werkstoff. 1952, Mai.

中川鶴太郎・神戸博太郎；レオロジー（みすず書房）  
 高分子学会編；高分子の物性3（共立出版）  
 横堀武夫；材料強度学（技報堂）

