ブナの引張および圧縮強度に及ぼすひずみ速度の影響†

佐 藤 清*

Influence of Strain Rate on Tensile and Compressive Strengths of Beech

by

Kiyoshi SATO*

The influence of strain rate on tensile and compressive strengths was investigated.

Tensile strength σ_t increased with increasing strain rate, and σ_t was expressed by the following equation: $\sigma_t = a + b \log v$. Compressive strength σ_c also increased with increasing strain rate, and σ_c was expressed by the following equation: $\sigma_c = A + B \log v$, where v is strain rate.

A fractographical study was also carried out. The effect of strain rate was recognized on the fracture surface of the tensile specimen perpendicular to the grain (R direction).

キー・ワード: 引張強度, 圧縮強度, ひずみ速度, 破面

1 緒 言

木材の機械的性質は金属, 高分子などの場合と同様, 負荷速度の影響を受ける。木材の機械的性質に及ぼす負荷速度の影響について調べた研究には B. Norén,¹⁾ H. Sugiyama, 奥山と浅野のほか, 多くの研究があるが, これらのほとんどが縦方向強度についての研究であり, 横方向強度におよぼすひずみ速度の影響について調べた報告は少ない。

また, 木材の破壊機構を解明するにはフラクトグラフィ的研究は非常に重要であると考えられる。ところが, 引張および圧縮試験を行った試験片のフラクトグラフィに及ぼすひずみ速度の影響について調べた研究は知見されない。

そこで本報告では, ブナの横方向および縦方向における引張および圧縮強度のひずみ速度依存性を調べる。さらに, 強度試験を行った試験片のフラクトグラフィにおよぼすひずみ速度の影響についても検討を行う。

2 実験方法

供試材は市販のブナの板材である。試験片には心材

の部分を用いた。Fig. 1 は引張試験片の形状および寸法を示す。Fig. 1(a) は縦引張試験片であり, Fig. 1(b) は横引張試験片である。横引張試験片の場合には, 引張力の方向がほぼ半径方向 (R 方向) になるように試験片を作製した。圧縮試験片は正方断面をもち, 高さが断面の一边の2倍である直方体で, その寸法は $40 \times 40 \times 80 \text{ mm}^3$ である。横圧縮の場合にはほぼ半径方向 (R 方向) への圧縮となるように試験片を作製した。なお, これらの試験片は節などを含まないいわゆる無欠点材である。また, 試験片の含水率は約 9.5% 前後であった。

使用した試験機は容量 98 kN のインストロン型試験機 (島津オートグラフ IS10-T) である。なお, ひずみ速度はクロスヘッド速度より求めた。

3 実験結果および考察

3.1 引張強度のひずみ速度依存性

負荷時のひずみ速度と引張強度との関係を示したのが Fig. 2 である。図中, 白丸は縦引張強度であり, 黒丸は横引張強度を示す。図より明らかなように, 縦

(a) Tensile specimen parallel to the grain.

(b) Tensile specimen perpendicular to the grain.

Fig. 1. Shape and dimensions of tensile test specimens (in mm).

† 原稿受理 昭和59年11月2日 Received Nov. 2, 1984

* 正 会 員 東北大学工学部 仙台市荒巻字青葉, Faculty of Engineering, Tohoku University, Aza-aoba, Aramaki, Sendai

および横引張強度共にひずみ速度の対数に比例して直線的に増加しており、両強度とひずみ速度の間にはそれぞれ次のような関係式が成り立つ。

$$\sigma_{t//} = a + b \log v \quad (1)$$

$$\sigma_{t\perp} = a' + b' \log v \quad (2)$$

ここで、 $\sigma_{t//}$: 縦引張強度、 $\sigma_{t\perp}$: 横引張強度、 v : ひずみ速度、 a , b , a' , b' は定数である。

Fig. 2. Relation between tensile strength and strain rate.

3・2 圧縮強度のひずみ速度依存性

ここでは、横圧縮の場合には圧縮比例限度をもって圧縮強度とした。圧縮強度とひずみ速度との関係を示すと Fig. 3 のようになる。図中、白丸は縦圧縮強度を、黒丸は横圧縮強度を示す。両強度とも引張強度と同様にひずみ速度の対数に比例して増加しており、両強度はそれぞれ次式で表すことができる。

$$\sigma_{c//} = A + B \log v \quad (3)$$

$$\sigma_{c\perp} = A' + B' \log v \quad (4)$$

ここで、 $\sigma_{c//}$: 縦圧縮強度、 $\sigma_{c\perp}$: 横圧縮強度、 v : ひずみ速度、 A , B , A' , B' は定数である。

Fig. 3. Relation between compressive strength and strain rate.

3・3 巨視的フラクトグラフィ

Fig. 4~7 は引張および圧縮試験を行った試験片のマクロ写真の例である。縦引張試験片 (Fig. 4) の場合、破面はむしろ繊維方向に直角で、かつ放射組織に平行で平滑な面が多く、この傾向はひずみ速度の影響をほとんど受けないようである。

横引張試験片 (Fig. 5) の場合には、破壊面はすべて春秋材の境ではなく、むしろ年輪に対してある程度の

Fig. 4. Macroscopic photograph of tensile specimen parallel to the grain.

Fig. 5. Macroscopic photograph of tensile specimen perpendicular to the grain (R direction).

傾きをもっている。破壊面の年輪に対する傾斜角とひずみ速度との関係を示すと Fig. 8 のようになる。これより、破壊面の年輪に対する傾斜角はひずみ速度が増加するに従って、若干ではあるが増加することがわかる。

縦圧縮試験片 (Fig. 6) の場合には、板目面には長軸に対して約 $40\sim 60^\circ$ 傾斜した座屈線が現れているが、長軸に対する傾斜角にはひずみ速度の影響はみられない。

Fig. 6. Macroscopic photograph of compressive specimen parallel to the grain.

Fig. 7. Macroscopic photograph of compressive specimen perpendicular to the grain (R direction).

Fig. 8. Effect of strain rate on angle of inclination of fracture surface against the annual ring.

横圧縮試験片 (Fig. 7) の場合には, 大部分の試験片で, 春材の部分ですべりが生じており, き裂は春材でかつ放射組織の部分で初生し, その後伝ばしている。またマクロ写真にはひずみ速度の影響は認めることができなかった。

4 結 言

ブナの引張および圧縮試験をひずみ速度を変えて行った。その結果を要約すると次のとおりである。

- (1) 縦および横引張強度ともにひずみ速度の対数に比例して増加する。
- (2) 縦および横圧縮強度ともに引張強度の場合と同

様, ひずみ速度が増加するに従って増加する。

- (3) 横引張試験片の破面には, 若干ではあるがひずみ速度の影響を認めることができたが, それ以外の試験片については, ひずみ速度の影響を認めることができなかった。

本研究を行うにあたり, ご助言ご激励を賜った東北大学工学部 大原秀晴教授および斎藤武雄助教授に謝意を表する。

参 考 文 献

- 1) B. Norén, ASTM Bulletin, No. 202, 43 (1954).
- 2) H. Sugiyama, Wood Science and Technology, **1**, 289 (1967).
- 3) 奥山 剛, 浅野猪久夫, 木材学会誌, **16**, 15 (1970).
- 4) J. A. Liska, Forest Prod. Lab. (U.S.), R1767(1950); 山田 正, 福山万次郎, “木材工学”, (梶田 茂編), 2章 (1963) 養賢堂.
- 5) M. P. Brokaw and G. W. Foster, Forest Prod. Lab. (U.S.), R1767 (1950); 山田 正, 福山万次郎, “木材工学”, (梶田 茂編), 2章 (1963) 養賢堂.
- 6) A. Ylinen, Holz als Roh- und Werkstoff, **17**, 231 (1959).