衝撃荷重による切欠きを有する木材の破壊†

佐 藤 清* 山 本 尚 登** 山之内 猛***

Fracture of Notched Wood under Impact Load

by

Kiyoshi SATO*, Hisato YAMAMOTO** and Takeshi YAMANOUCHI***

In this study, new methodology is proposed for the study on the fracture under Mode I impact load. Using this method, Mode I impact fracture experiment was carried out at room temperature to study the effect of impact velocity on the Mode I fracture strain of wood by using CT specimen. Impact velocity was about 8-18 m/s. The materials used for the experiment were western hemlock, Japanese cypress, Alaska cedar, agathis and tamo lumbers.

Mode I impact fracture strain is about half of Mode I static fracture strain.

Key words: Impact load, Impact velocity, CT specimen, Fracture strain, Wood

1 緒 言

近年、建築学や土木工学などの多分野において木材や木質材料が多く使われ、かつ、それらの木構造物が大型化する傾向がある。大型構造物に木材を使用する場合に突風や地震による衝撃の問題が重要な課題となる。しかし、衝撃荷重を受けた場合の木材の破壊挙動の研究は少ないのが現状である。¹⁾

一方、従来の衝撃強度の評価はほとんどの場合、シャルピー型試験機を使用して行われ、結果はエネルギー単位で表示されるため設計には直接利用できない欠点があった。また、衝撃速度も低速であった。

そこで、本研究では、衝撃引張荷重に対する強度をひずみによって表示可能な衝撃試験機を試作し、木材を用いて実験を行ったので、その結果について報告する。

2 実 験 方 法

2・1 材料および試験片

本実験で用いた材料は市販のベイツガ、ヒノキ、ベイヒバ、アガチス、タモの板材である。

試験片は Fig. 1 に示す CT 試験片であり、切欠き先端はカッターの刃で仕上げた。次に、木材は異方性が著しい材料であるので、試験片の木取り図の例を Fig. 2 に示し、本実験で用いた試験片の木取り方向を Table I に示す。Table I 中の TL-RL は TL と RL の中間状態を示す。

2・2 衝撃試験装置

本研究のために試作した衝撃試験機の概略図を Fig. 3 に示す。衝撃試験機は高圧気体によって銃身から飛翔体を射出し、一端を固定台に固定した治具にピン留めした試験片の他端に目的に応じた負荷治具を取り付けることにより、試験片にモード I の衝撃負荷を与えることが出来るものである。又、衝撃速度は振子式の約百倍程度ま

での広範囲にわたって容易に変えることが可能である。衝撃試験の際には、試験片の切欠き先端にひずみゲージを貼付して破壊過程中的動ひずみを測定した。

Fig. 1. Specimen shape and dimensions (in mm).

Fig. 2. Specimens illustrating two principal systems of crack propagation.

† 原稿受理 平成 11 年 11 月 5 日 Received Nov. 5, 1999

* 正 会 員 三重大学教育学部技術科 〒514-8507 津市上浜町, Dept. of Tech., Fac. of Edu., Mie Univ., Kamihama-cho, Tsu, 514-8507

** 三重大学教育学部技術科 〒514-8507 津市上浜町, Dept. of Tech., Fac. of Edu., Mie Univ., Kamihama-cho, Tsu, 514-8507

*** 日清紡績(株) 〒444-8560 岡崎市美合町, Nisshinbo Co., Ltd., Miai-cho, Okazaki, 444-8560

Table 1. Fracture planes of specimens.

Species	Specific crack alignment
Western hemlock	TL-RL
Japanese cypress	TL
Alaska cedar	TL-RL
Agathis	RL
Tamo	RL

3 実験結果および考察

試験片の破壊挙動はひずみゲージを試験片の切欠き先端に貼付して、動ひずみの時間的変化を測定して検討した。衝撃後の試験片における動ひずみの時間的変化の一例を Fig. 4 に示す。衝撃開始後、ひずみは増加しているが、途中から急激に増大している。急激に増大する点 A はき裂の成長開始時に対応しているものと考えられる。なお、本実験に使用した試験片では、点 A は破断点と見なしてもよいと思われる。

ひずみの時間的変化 (Fig. 4) の点 A に対応する、き裂の成長開始時のひずみ (破壊ひずみ), ϵ_A を求め、衝撃速度と ϵ_A との関係を示したのが Fig. 5 ~ Fig. 9 である。Fig. 5 ~ Fig. 9 から明らかなように、測定結果は樹種によりばらつきが異なり、かつ、データのばらつきは非常に大きい。本実験の衝撃速度の範囲内では、き裂の進展開始時のひずみ (破壊ひずみ), ϵ_A は衝撃速度が増加してもほとんど変化せず、衝撃速度の依存性は認められない。著者らは以前に、衝撃速度が約 40 ~ 110m/s の範囲で、木材の衝撃引張試験を行い、試験片の衝撃破壊ひずみは衝撃速度に依存しないという結果を得ている。¹⁾ 本実験の結果の傾向はこの実験結果の傾向と同様である。

また、Fig. 6 ~ Fig. 9 中の速度 0m/s 近傍のプロット点は静的引張試験 (クロスヘッド速度 0.2mm/min) における試験片のき裂の進展開始時のひずみ (破壊ひずみ) である。これらの図から明らかなように、衝撃試験によるひずみは静的試験によるひずみ値の約半分に減少している。

Fig. 4. Typical example of ϵ - t relation in impact tension.

Fig. 5. Relation between impact fracture strain and impact velocity for western hemlock.

Fig. 3. Experimental apparatus for impact tension.

Fig. 6. Relation between impact fracture strain and impact velocity for Japanese cypress.

Fig. 8. Relation between impact fracture strain and impact velocity for agathis.

Fig. 7. Relation between impact fracture strain and impact velocity for Alaska cedar.

Fig. 9. Relation between impact fracture strain and impact velocity for tamo.

4 結 論

衝撃引張負荷（モードⅠ）に対する破壊強度をひずみによって表示可能な衝撃試験機を試作し、この試験機を用いて5樹種の木材の衝撃破壊試験を行った。その結果、次のことが明らかとなった。

モードⅠ衝撃試験におけるき裂進展開始時のひずみ

（破壊ひずみ）はモードⅠ静的試験における破壊ひずみの約半分である。

参 考 文 献

- 1) I. Maekawa and K. Sato, Proc. of the International Symposium on Impact Engineering, Vol.Ⅱ, 664 (1992).