

杉丸太材の衝撃吸収エネルギーに関する基礎的実験

防衛大学校土木工学教室 学生員 伊藤一雄 正員 石川信隆

同上

学生員 齊藤英明 正員の大野友則

建設省土木研究所 正員 水山高久 八千代インジニアリング 正員 松永 繁

1. はじめに

山岳地に砂防ダムを建設する場合、これまでそのダム域内の貯砂地に生育している樹木を伐採して搬出していたが、経費を考慮すればそのまま放置しておく方が経済的には得であるという状況になっている（経費節約）。一方、貯砂地内に自然のままに放置される樹木群に土石流の衝撃力緩和効果があればこれを利用することにより砂防ダムの耐力を付加的に増加することができる（耐力の増大）。このためには、自然状態の樹木の衝撃力緩和効果を定量的に評価するための指標が必要である。そこで本研究は、伐採したばかりの杉丸太材を単純ばりとして、これに重錘の自由落下による横衝撃実験を行い、あわせて静的載荷実験およびシャルピー試験を行った。次いで、衝撃吸収エネルギー、静的吸収エネルギーおよびシャルピー衝撃値をそれぞれ木材径の影響によって調べるとともに、さらに衝撃吸収エネルギーの理論的推定式をも提案した。

2. 実験の概要

実験は、衝撃載荷実験、静的載荷実験およびシャルピー試験について行った。ここでは衝撃載荷実験についてのみ述べ、静的載荷実験とシャルピー試験は、JIS規定に基づく方法で実施した。

(1) 衝撃実験装置 図-1に示すように、重量150 kgfの重錘を試験体の中央に衝突するようにガイドを通して自由落下させ横衝撃を加えた。支点部は試験体の跳ね上りを防止し、単純支持の条件を満足するように上下から鋼棒によりはさみ込みボルトナットで固定し、回転できる構造にした。重錘の落下は電磁石のスイッチの開閉で実施した。

(2) 試験体 自然状態の条件を変化させないよう切り出し後1週間以内の杉丸太材全長240cm、スパン長200cmで、中央部直径が、10.0cm, 13.0cm, 15.0cm付近の3種類を用いた。

(3) 計測装置 図-1に示す位置に非接触式変位計（光学式変位計）を設置し重錘下部にロッドを取り付け図-1のフローチャートに示すような計測システムを構築し、載荷点の変位及び衝撃荷重を測定した。

3. 実験結果及び考察

(1) 木材径が衝撃吸収エネルギーに及ぼす影響

図-2は衝撃実験結果の一部で、(a)は荷重および変位～時間曲線を、(b)は荷重～変位曲線を示している。図-3は、木材径と吸収エネルギーの関係を示している。最小2乗法により衝撃吸収エネルギーの近似式を求めれば、パラメータの範囲を考慮して次式となる。

$$E_D = (0.016D - 0.07)(1 \pm 0.3) \quad (1)$$

ただしDは木材径である。また、静的吸収エネルギーも同様に求め

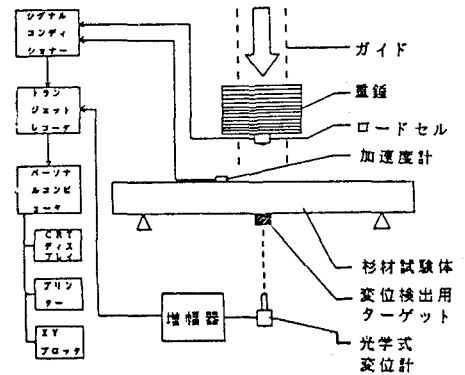


図-1 衝撃実験装置

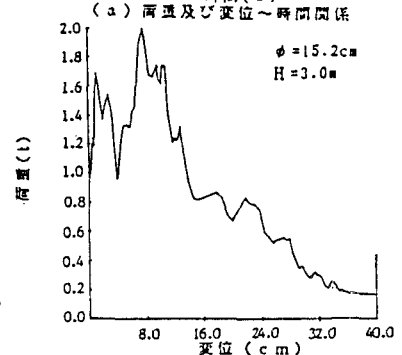
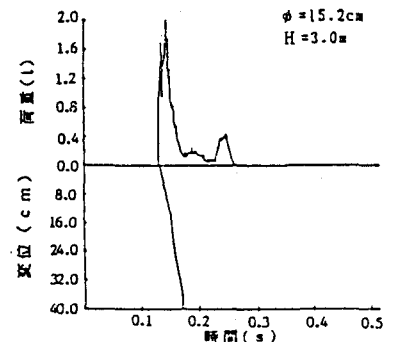


図-2 衝撃実験結果の一例

れば次式が近似的に得られる。

$$E_s = (0.034D - 0.29) \quad (2)$$

一般に図-3より、木材径の増大にともない衝撃吸収エネルギー(E_D)と静的吸収エネルギー(E_s)の両方とも増加する傾向を示しているが、やや E_s の方が大きくなる傾向を示している。

図-4は単位断面積当りの衝撃吸収エネルギー(E_D^*)、静的吸収エネルギー(E_s^*)、および衝撃値(E^*)と木材径との関係を示したもので、 E_D^* はほぼ一定と考えられ、また、 E_s^* は木材径の増加にともない若干上昇する傾向を示すもののほぼ一定の値となる。一方衝撃試験結果も木材径によらずほぼ一定の値を示している。以上のことより、単位断面積当りの吸収エネルギーは、木材径によらずほぼ一定の値を示すことが分かる。よって、単位断面積当りの吸収エネルギーの平均値を 1.25 kgfm/cm^2 とすれば、杉丸太材の衝撃吸収エネルギーを次式のように求めることができる。

$$E_D = 1.25 \cdot \pi \cdot (D^2/4) \quad (3)$$

なお、単位断面積当りの衝撃吸収エネルギーは若干減少傾向を示しているのを、これを考慮すると、次のようになる。

$$E_D = (2.2 - 0.08D) \cdot \pi \cdot (D^2/4) \quad (4)$$

(2) 落下高が衝撃吸収エネルギーに及ぼす影響

図-3より落下高が高くなるにつれ、衝撃吸収エネルギーはやや上昇する傾向を示すが、限界変位が減少しているので、全般的にみて衝撃吸収エネルギーはほぼ一定の値を示し、本実験の範囲内では落下高さの影響は余り認められなかった。

(3) 衝撃吸収エネルギーの理論的推定式

いま、静的吸収エネルギーと衝撃吸収エネルギーがほぼ等しいとして静的荷重～変位曲線を図-5のように単純化した上で、理論的な衝撃吸収エネルギー(E_T)を求めると図-5の面積より次の式が得られる。

$$E_T = 16(1+2\mu) \cdot \sigma_y \cdot Z^2 \cdot L / (96 \cdot EI) \quad (5)$$

ただし、 $\mu = \delta_s / \delta_p$ 、 δ_s = 靱性率 $Z = \pi \cdot D^3 / 32$ $I = \pi \cdot D^4 / 64$

ここで静的実験より求めた降伏点応力 σ_y 、ヤング率 E を利用して、式(5)の理論推定式を7°ットすれば図-3の鎖線のようになり、かなりの精度で実験値と一致することが認められる。

4. 結言

本実験の範囲内では、静的載荷実験のデータさえ用いれば、式(5)を用いて衝撃吸収エネルギーを概ね推定することができることが認められた。

最後に、本実験を行うにあたり、下田義文氏、建設省土木研究所鈴木技官にご指導並びにご協力を得たことを付記し謝意を表します。

参考文献 1) 竹田・立川、高速荷重を受ける木材の力学的性質、日本建築学会関東支部第32会大会、1962年6月

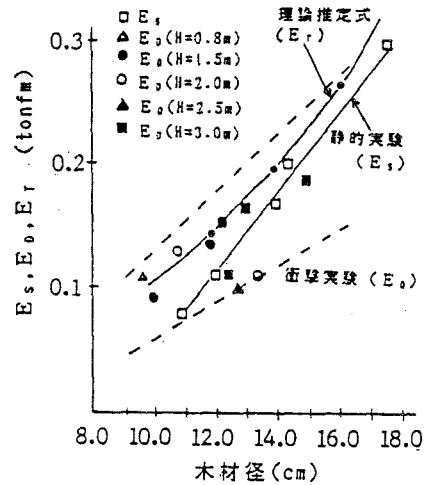


図-3 $E_s, E_D, E_T \sim$ 木材径

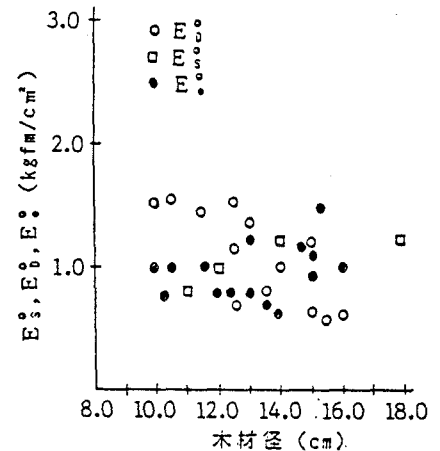


図-4 $E_s^*, E_D^*, E^* \sim$ 木材径

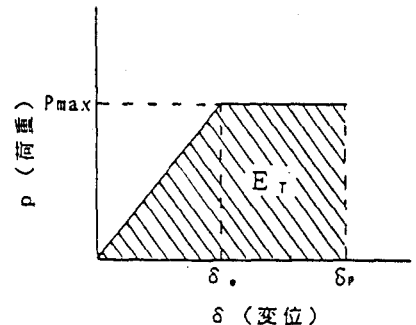


図-5 荷重～変位関係