

防衛大学校	土木工学教室	正 員	○香月	智
同上		学 生	斎藤	英
同上		正 員	石川	明
建設省土木研究所		正 員	水山	隆
				久

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であるとみなされはじめた。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が、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、木材径、落下高さをパラメータとして伐採したばかりの杉材を単純ばりとし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エ試験を行って衝撃破壊エネルギー(E_D)、静的破壊エネルギー(E_s)、シャルピエ衝撃値(E_o)を実験的に求め、衝撃破壊エネルギーと木材径および落下高さの関係について調べその簡易推定式を提案した。

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エ試験について行った。静的載荷実験とシャルピエ試験は、JIS規定に基づく方法で実施し、衝撃載荷実験については以下の方法で実施した。

(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がりを防止し、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、重錘下部にロードセルを取り付け図-1のフローチャートに示すような計測システムを作成し、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) 荷重～変位曲線：図-2に測定された荷重～変位曲線($P \sim \delta$ 曲線)の一例を示す。図-2より衝撃荷重は、静的荷重に比べて大きな値を示し、さらに局部応答等の影響によりピークが2つ現れていることがわかる。静的な $P \sim \delta$ 曲線において荷重が最大荷重到達後直ちに減少していることから木材の破壊は最大荷重に達した時点と考えられ、このときの変位を終局変位とすれば、静的および衝撃の終局変位はほぼ等しいことがわかる。

(2) 木材径が衝撃破壊エネルギーに及ぼす影響：本研究では破壊エネルギーを終局変位にいたるまでの外力仕事量として求めた。図-3に示した木材径と破壊エネルギーの関係から木材は相当のばうつきを示すが木材径とともに増加する傾向を示す。また、全般的にみて E_D の方が E_s よりも大きな値を示す。これは終局変位はほぼ等しいが最大荷重は衝撃の方が大きくなるためである。しかし、 E_D と E_s の木材径に対する増加率を比較すると E_s の

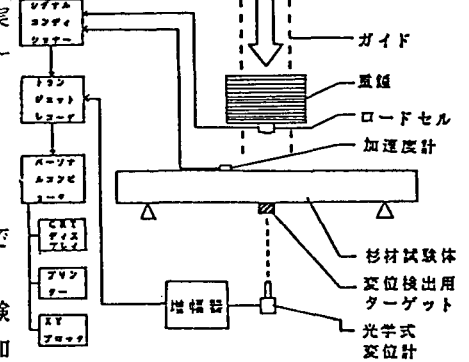
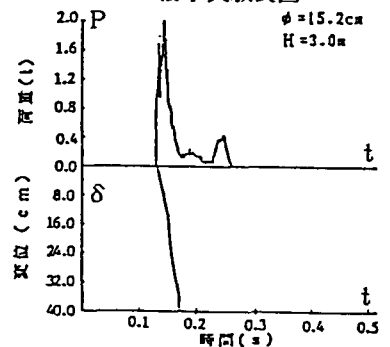
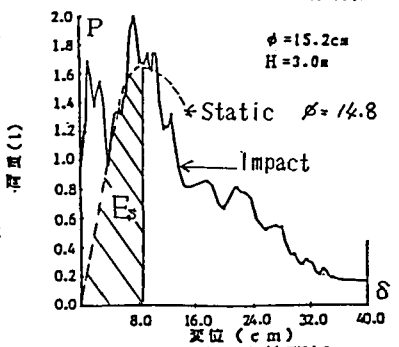


図-1 衝撃実験装置



(a) 荷重、変位～時間関係



(b) 荷重～変位関係

図-2 衝撃実験結果の一例

方がやや大きい。これは衝撃実験では局部応答が梁の応答よりも先に生じるため局部変形により E_s が吸収され、梁により吸収される E_d は小さくなるためである。特に木材径が大きいほど局部耐力と梁の耐力の差は小さくなるため局部変形により吸収される E_s が大きくなり E_d の増加率は小さくなる。図-4に示した単位断面積当りの衝撃破壊 E_s 、静的破壊 E_d 、および E_r と木材径との関係より実験結果に相当の E のつぎはあるが、 E_s は木材径が大きくなるにつれ若干減少する傾向を示すもののほぼ一定と考えられる。また、 E_d 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 E_r 試験結果も木材径によらずほぼ一定の値を示している。以上のことから、単位断面積当りの破壊 E は、木材径によらずほぼ一定の値を示すと考えてよい。実験値の E の平均値は 1.15 kgf/cm^2 であり、これを用いれば杉材の衝撃破壊 E_s は次式で求めることができる。

$$E_d = E \cdot \pi \cdot (D^2/4) \quad (E = 1.15) \quad (1a)$$

さらに、 E_s は若干減少傾向を示しながらほぼ一定値に収束しているの、これを考慮すると、次式のようになる。

$$E_d = \bar{E} \cdot \pi \cdot (D^2/4) \quad (1b)$$

ただし、 $\bar{E} = 1.35 - 0.008 \cdot D$ かつ $\bar{E} \geq 1.0$ である。

式(1)を図-3にプロットすれば破線のようになりほぼ実験値の傾向と一致することが認められる。

(3) 落下高が衝撃破壊 E_s に及ぼす影響： 図-3より E_s は大きいものの落下高が高くなるにつれ、衝撃破壊 E_s はやや大きくなる傾向を示す。これは慣性力の増加によるほかひずみ速度効果によるものと考えられる。しかし、本実験の範囲内では落下高さの影響よりも E の方が大きいため落下高さによる影響はあまりなくほぼ一定と考えられる。

(4) 衝撃破壊 E_s の静的簡易推定式： 静的破壊 E_d と衝撃破壊 E_s がほぼ等しいとして静的荷重～変位曲線を図-5のように E_r 化し、図-5の面積から衝撃破壊 E_s (E_r)を求めれば次式が得られる。

$$E_r = (1+2\mu) \cdot \sigma_y \cdot Z^2 \cdot L / (6 \cdot EI) \quad (2)$$

ただし、 $\mu = \delta_p / \delta_e =$ 靱性率 $Z = \pi \cdot D^3 / 32$ $I = \pi \cdot D^4 / 64$ である。ここで静的実験より求めた降伏応力 σ_y 、 μ 率 E を利用して、式(2)の静的簡易推定式をプロットすれば図-3の鎖線のようになり、ほぼ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、静的載荷実験あるいは E_r 試験のデータさえ用いれば、式(1)または(2)を用いて衝撃破壊 E_s 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、大野友則氏、松永繁氏、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。

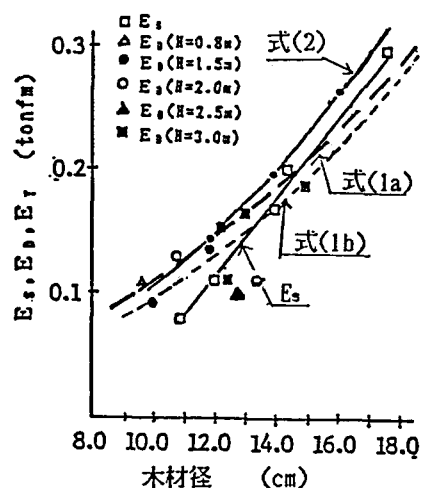


図-3 $E_s, E_d, E_r \sim$ 木材径

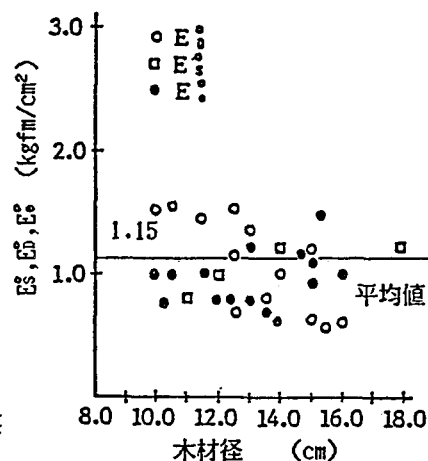


図-4 $E_s, E_d, E_r \sim$ 木材径

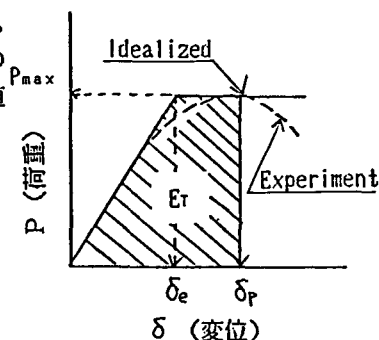


図-5 荷重～変位関係

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