

京都府立大学 ○石川 芳治、高坂 直樹、水原 邦夫、三好 岩生

1. はじめに

2001年4月より施行されている土砂災害防止法においては建築物の構造規制，開発規制等の措置がなされることとなっているが，土石流中の巨礫の衝突による木造家屋，特に木製柱の被災度の推定手法については不明な点が多い。そこで，本研究では木製柱の単純なモデルとして木製梁を用いて巨礫の衝突による実験を行い，巨礫の衝突による木製柱の破壊条件を検討するとともに木製柱の被災度（安全度）推定手法を検討した。

2. 実験の概要

実験には長さ 1.5m、一辺の幅 10.4cm のスギの正角材を供試体とし、98kN 曲げ試験機により静的載荷実験を、また図-1 に示す実験装置を用いて動的載荷実験を行った。静的載荷実験においては計 6 本の供試体について支点間距離 1.0m で試験を行い、載荷荷重 P (kN) と供試体中央点での変位 δ (mm) を計測した。動的載荷実験は支点間距離 1.0 m とし鉄錘 (70.2kg, 160kg) および巨礫 (160kg) を高さ 0.025 ~ 1.3 m から供試体の中央に自由落下させ、供試体の中央点での塑性変位が 50mm を越えるまで繰り返し衝突体を落下させた。動的載荷実験の実験条件を表-1 に示す。落下毎に供試体の塑性変位，リバウンド高さおよび衝撃力を計測した。

3. 実験結果と考察

静的載荷実験における No.5 供試体の荷重-変位曲線を図-2 に示す。木材は粘弾性的挙動を示すため、最大荷重に至るまで塑性変位量はわずかであり、外部からの静的エネルギーの大部分は粘弾性エネルギー吸収能 E_e で吸収される。しかし、最大荷重 P_{max} に達した後は木材の破壊が起こり強度の大部分が失われ、塑性変位も非常に大きくなる。なお、6 本の供試体の最大荷重の平均は 30.9kN であった。

表-1 動的載荷実験条件一覧

Run	衝突体	落下高 (m)	回数
1	鉄錘	0.025 ~ 0.7	66
2		0.4 ~ 0.7	8
3		0.7	2
4	70.2kg	0.05 ~ 1.3	29
5		1.0	3
6	鉄錘	0.025 ~ 0.5	53
7		0.05 ~ 0.4	20
8		0.5 ~ 1.0	1
9	160kg	0.45 ~ 0.6	6
10		0.05 ~ 0.55	21
11	巨礫	0.025 ~ 0.7	29
12		0.05 ~ 0.7	15
13		0.05 ~ 0.5	12

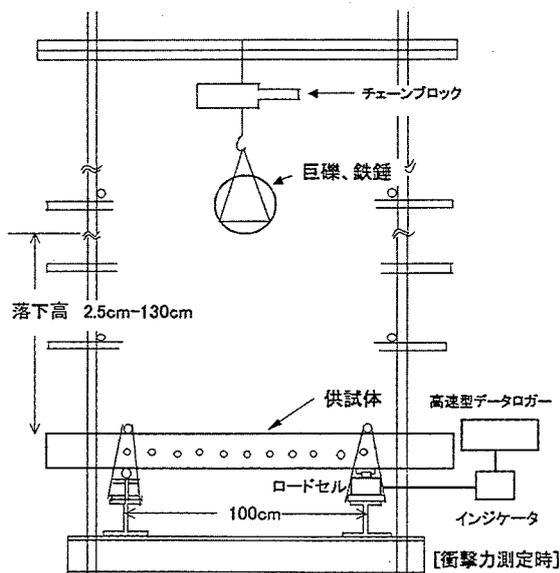


図-1 動的載荷実験装置模式図

動的載荷実験において供試体に作用する衝撃エネルギーは $E_k=mgH$ で表される。ここに m は衝突体の質量 (kg)、 g は重力加速度 (m/s^2)、 H は落下高 (m) である。1 回毎の衝突体の落下による衝撃エネルギー E_k と塑性変位 δ_p の関係を図-3 に示す。図-3 より、塑性変位が発生する境界である粘弾性限界衝撃エネルギー (E_{ek}) は約 $0.40 \sim 1.10 kN \cdot m$ で平均値は約 $0.7 kN \cdot m$ でありこれは静的載荷実験における静的粘弾性エネルギー吸収能とほぼ同じ値である。

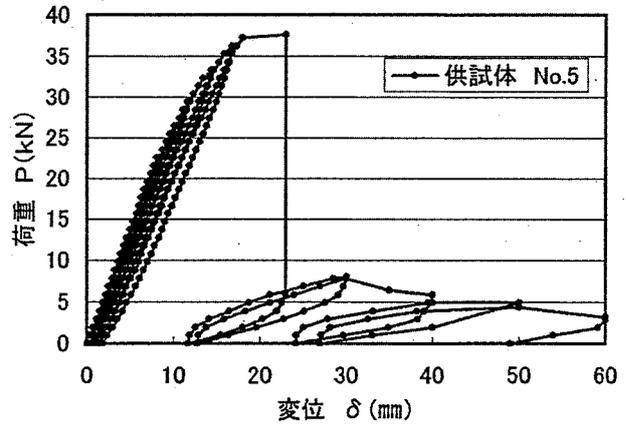


図-2 静的載荷実験における荷重-変位曲線

図-4 には塑性変位が表れた後の累積衝撃

エネルギー ΣE_k と塑性変位 δ_p の関係を示す。塑性変位が小さい段階では ΣE_k の増加に比例して δ_p も増加していく傾向が見られるが多くの供試体は δ_p が数 mm を越えると急に 30mm 以上の大きな塑性変位が生じて破壊に至る。図には示していないが、塑性変位が表れた後、破壊に至るまでの衝撃塑性変形エネルギー吸収能 $E_{pd}=mg(H-h)$ は約 $0.3 \sim 6 kN \cdot m$ であり、供試体により大きな差が見られる。ここに h はリバウンド高 (m) である。 E_{pd} の大きな変動は衝突体の質量、材質、形状および衝突体の 1 回毎の落下高による差よりも、供試体の強度のバラつきによるものと思われる。 E_{pd} は E_{ek} の約 $0.5 \sim 9$ 倍あるが、 E_{pd} は E_{ek} に比べて変動が大きい。したがって、巨礫の衝突に対する木製構造物の安全性を検討する際には、変動の大きな E_{pd} に基づくよりも、変動が小さく、繰り返しの載荷にも対応できる E_{ek} に基づく方が良いと考えられる。これらの検討結果を基に木製柱の巨礫の衝突による被災度 (安全度) を推定するためのフローチャートを作成した。

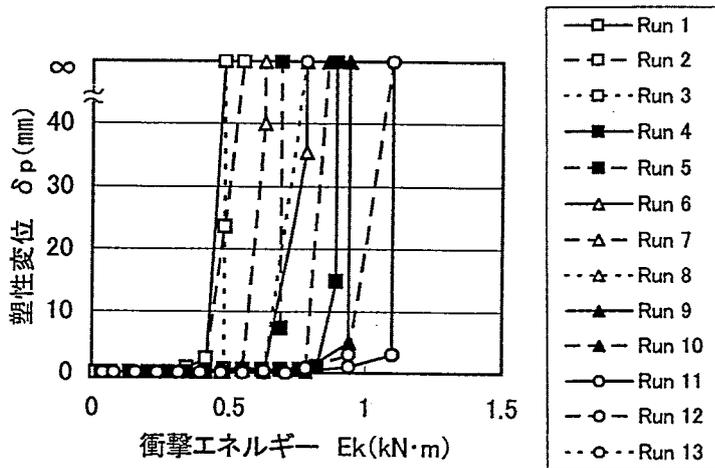


図-3 衝撃エネルギー E_k と塑性変位 δ_p の関係

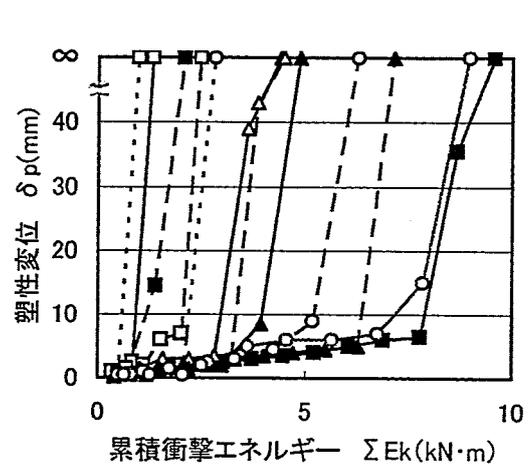


図-4 累積衝撃エネルギー ΣE_k と塑性変位 δ_p の関係

4. おわりに

木製柱は昨年度検討した RC 柱に比べて E_{pd}/E_{ek} が小さく、また E_{pd} の変動が大きいいため粘弾性限界衝撃エネルギー (E_{ek}) (=衝撃粘弾性変形エネルギー吸収能) を基に木製柱の被災度 (安全度) の検討を行うべきであると考えられる。