

○総合技術コンサルタント	正会員	陵城	成樹
金沢大学工学部	正会員	吉田	博
金沢大学工学部	正会員	栴谷	浩

1. まえがき

本研究で取り扱う鋼製落石防護柵は、一般に山間部に設けられた道路の安全をはかるために斜面途中に設置され、落石の停止あるいは、その速度の低減を目的としている。鋼製落石防護柵はコンクリート製のものに比べて軽量であり、施工が容易である。しかし、落石による鋼製落石防護柵の動的挙動特性は明らかではない。そこで本研究では、鋼製落石防護柵を用いて静的載荷実験および動的載荷実験（落石実験）を行い、さらに種々の鋼製落石防護柵に対して有限要素法により静的および動的挙動解析を行い、それらの衝撃特性について検討してみた。

2. 実験方法

実験に用いた供試体は図-1に示すような鋼製落石防護柵1スパンを取り出し、スパン3mのH型鋼11本を30cm間隔で支持材の上に固定したものである。供試体上のクッション材は古タイヤを5段に積み重ねたものを使用した。

静的載荷実験は、供試体の中央にオイルジャッキを用いて載荷し、鋼材1～5のたわみとひずみを測定した。

動的載荷実験（落石実験）は、図-2に示す重量300kgfの重錘を高さ24mの鉄塔上部に設置されたクレーンにより吊り上げ、鋼材3のスパン中央に自由落下させて行ない、重錘の衝撃加速度、鋼材1～5のスパン中央におけるたわみ、ひずみ、4つの支点における支点反力を動ひずみ計を介してマイコンにより測定した。

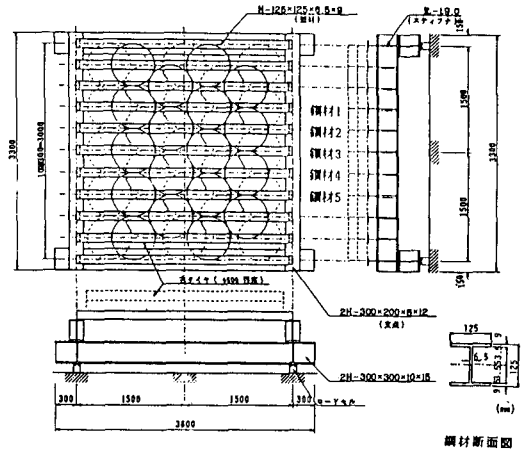


図-1 供試体

3. 実験結果と解析結果の比較検証

本研究では、供試体を図-3に示すような格子桁構造にモデル化し、有限要素法により静的および動的挙動解析を行なった。また、動的挙動解析における作用荷重としては重錘質量に衝撃加速度を乗じた重錘衝撃力を用い、鋼材1~5のスパン中央に動的載荷実験より得られた荷重分担率を用いて各鋼材スパン中央に集中荷重として与えた。図-4は静的および動的載荷実験結果より得られた各鋼材の荷重分担率を示したものである。動的の場合に比べ静的の方が中央の鋼材3本に集中しているのがわかる。これは静的載荷実験に使用した載荷板の影響と考えられる。図-5は静的載荷実験から得られた鋼材1~5についての平均的な載荷荷重と各鋼材スパン中央のひずみの関係を示したものである。図中の太実線は実験から得られた鋼材1~5のひずみの合計であり、細破線、太破線はそれぞれヒンジモデルの場合の作用荷重を等分布荷重、集中荷重とした時の鋼材1~5のひずみ

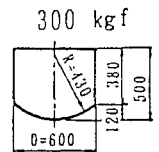


圖-2 重錘

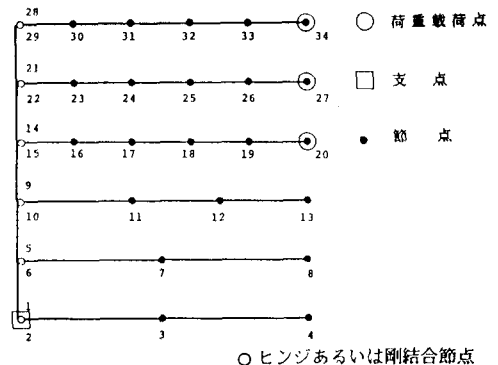


図-3 解析モデル

を合計したものであり、一点鎖線は作用荷重を集中荷重とした時の剛結モデルの静的解析結果を示す。

太実線と太破線および一点鎖線が一致せず、太実線は太破線と細破線の間にいることから、実験では載荷状態がクッション材の効果により分布荷重となっていると考えられる。また太破線と一点鎖線に大差が見られないのは、支持材のねじり剛性が小さく、剛結モデルにおいて支持材のねじれ角の計算値が大きくなったためと考えられる。

図-6は鋼材3スパン中央における、たわみの計算波形と実験波形を比較したものである。図中一点鎖線が実験波形、太実線は剛結モデル細破線はヒンジモデルの計算波形をそれぞれ示す。静的解析結果と同様にモデルによる大きな差異はなく、実験波形と計算波形を比較した場合、最大値と最大値が生じる時間はほぼ一致するが、その上昇部、減衰部において波形形状に差異が見られる。これは本解析においては、クッション材の減衰などの影響を厳密には考慮しなかったためと考えられる。

4. 鋼製落石防護柵の衝撃特性

鋼製落石防護柵実構造物は山の斜面途中に設置され、厳密には立体ラーメンを形成しているが本研究においては、ばね支点を持つ格子桁にモデル化した。鋼製落石防護柵の衝撃特性を明らかにするためスパン長だけが2m, 3m, 4m, 6m, 10mと異なる5種類の鋼製落石防護柵に対して、静的および動的挙動解析を行い、動倍率を算出した。

図-7は動倍率と荷重作用時間 t と鋼材の1次固有周期 T の比 t/T の関係を示したものである。動倍率は t/T が1.0～1.2程度で最大値1.55に達し、その後は減少している。

5. 結論

本研究の解析対象である鋼製落石防護柵のようにH鋼を組合せてできた構造物の場合、有限要素法（格子桁モデル）を用いることにより、実験値とよい近似が得られた。

また、鋼製落石防護柵における衝撃係数（動倍率-1.0）は0.6以下の値となった。よって設計における衝撃係数は0.6程度が適当ではないかと考えられる。なお、衝撃係数は荷重の作用時間と構造物の固有周期に大きく依存しているので、どのような衝撃係数を用いるかは十分な検討を必要とする。

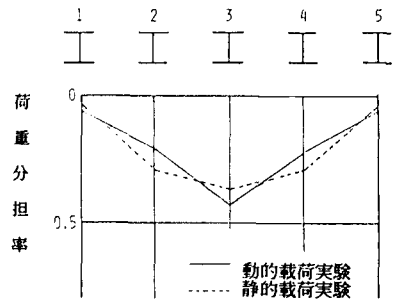


図-4 荷重分担率

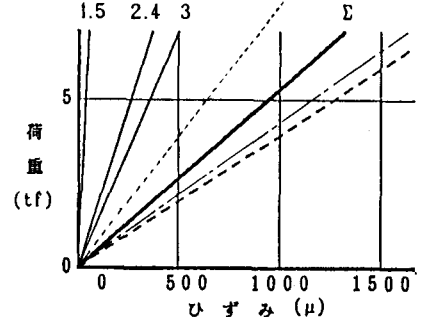


図-5 静的解析結果

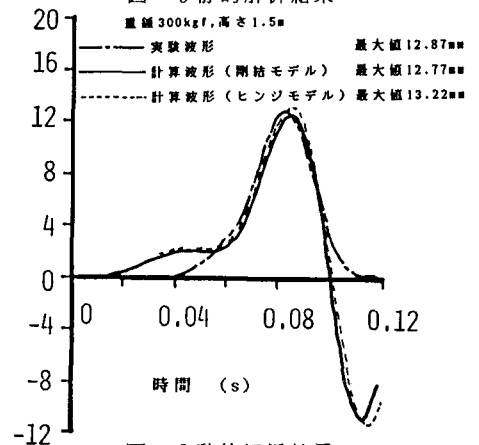


図-6 動的解析結果

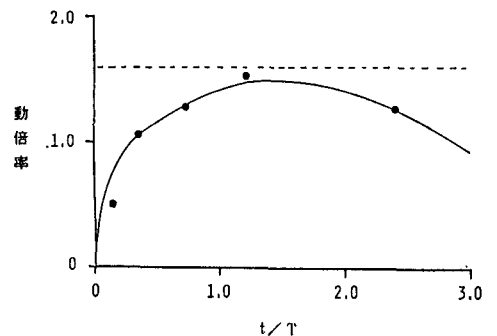


図-7 t/T と動倍率