

サンドクッションを用いた

ロックシェッドのエネルギー吸収について

金沢大学大学院 学○御嶽 譲

金沢大学工学部 正 榎谷 浩

金沢大学工学部 正 前川 幸次

1. まえがき

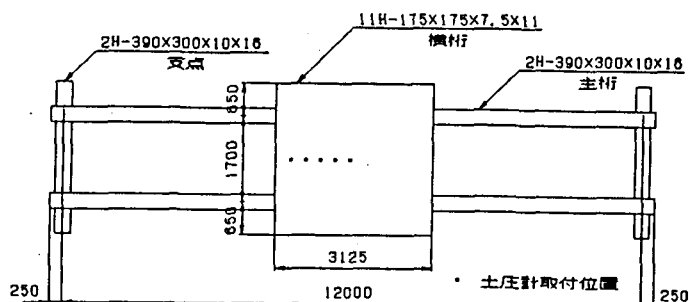
落石がロックシェッドに衝突する場合、シェッド上に敷かれているサンドクッションにまず衝突し、サンドクッションを介してロックシェッドに力が伝達されるが、著者らは、理論的および実験的にその衝撃力評価について検討を行ってきた。そこで昨年の研究報告¹⁾に引き続き、鋼製ロックシェッドの落石衝撃実験における衝撃力特性の検討に加え、サンドクッションによる落石のエネルギー吸収率および鋼製ロックシェッドのエネルギー分担率について調べ、エネルギー吸収からみた落石の衝撃力の評価について検討してみた。

2. 実験方法

実験に用いた供試体は、鋼製ロックシェッド屋根部の2本の主桁に着目し、実物大のモデルとしたものであり、その全体図と中央部詳細図を図-1に示す。主桁のH型鋼(H390×300×10×16mm)は、スパンが12m、10mおよび8mとなるよう両端を単純支持した。主桁中央部には、横桁として、長さ3mのH型鋼(H175×175×7.5×11mm)11本を30cm間隔で並置し、その上に土槽(3.0×3.0×1.2m)を設置し、サンドクッション材を厚さ90cmで敷き詰めた。なお、落石として用いた重錘は、図-2に示す重量1000kgのものである。実験では、重錘を土槽上に自由落下させ、重錘の衝突時の加速度の他、土槽底部での土圧、主桁中央のたわみ、下フランジのひずみおよび支点部の反力を測定した。

3. 実験結果およびエネルギー吸収についての考察

図-3は、スパン10mの供試体上へ高さ9mより重錘を落下させた場合の加速度波形と、それを順次積分して得られる速度および沈下量の時間変化を示したものである。また、加速度に重錘重量を乗じた重錘衝撃力と沈下量との関係を示したのが図-4である。ここで、衝撃力が零となるまでの曲線の下側の面積を、重錘がサンドクッションになす仕事と仮定した。同様にして、土槽底部での土圧分布を、その作用域について積分した土圧衝撃力と主桁のスパン中央点のたわみとの関係を表したのが図-5であり、曲線の下側の面積をサンドクッションが主桁になす仕事と仮定した。図中の直線は、静的なはり理論を示しており、作用する荷重と応答の最大値が一致していないことがわかる。また主桁を単純ばりとし、スパン中央に集中荷重が作用したと仮定して、曲げモーメントによるひずみエネルギーを測



(a) 全体図 (平面図)

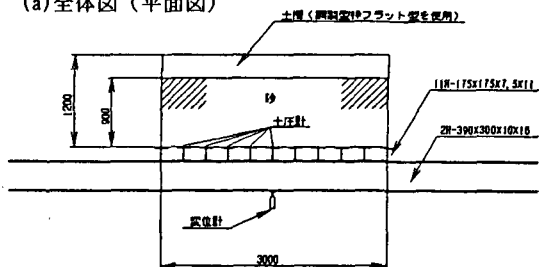


図-1 実験供試体 (b) 中央部詳細図 (側面図)

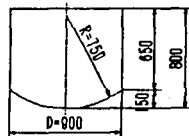


図-2 用いた重錘

定最大たわみと測定最大ひずみより算出した。

これらのエネルギー量をそれぞれ E_a , E_e , U_d および U_s と表し、その一例を表-1に示す。これらの値と重錘の位置エネルギーの差が、サンドクッションの吸収エネルギーとなるため、少なくとも、重錘の位置エネルギーの90数%がサンドクッションの変形、流動により吸収されていることがわかる。そこで、すべての実験結果について、上述のエネルギー量を求め、スパン長により大別したものが図-6である。スパン長が大きくなると、エネルギー分担率 μ (各エネルギー量/位置エネルギー) が大きくなっていることがわかる。なお、本実験の範囲内では、落下高さが異なっても、エネルギー分担率には有意な差は認められなかったため、スパンごとに平均値とばらつきの範囲を標準偏差 σ で示した。また、図中には、 $\mu = a T^b$ (T は主桁の1次固有周期、 a , b は定数) で表される近似

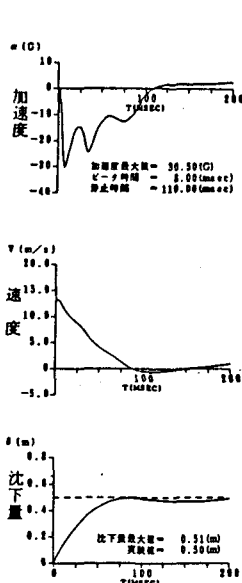


図-3 重錘の運動

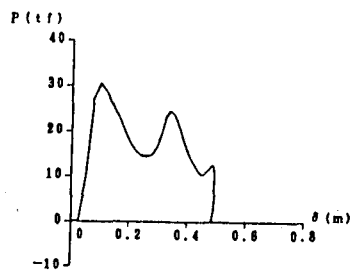


図-4 重錘衝撃力と沈下量

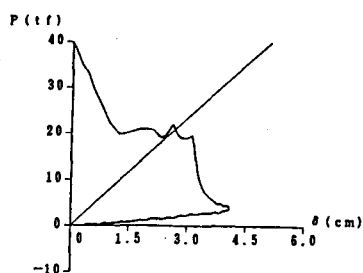


図-5 土圧衝撃力とたわみ

表-1 重錘の位置エネルギーの分担率の一例

重錘の位置エネルギー $E = m g H$ (tf·m)	重錘のなす仕事 E_a (tf·m)	土圧のなす仕事 E_e (tf·m)	ひずみエネルギー U_d (たわみ) (tf·m)	ひずみエネルギー U_s (ひずみ) (tf·m)
9.000 (1.000)	8.502 (0.945)	0.7555 (0.084)	0.6567 (0.073)	0.4186 (0.047)

注) () 内の数値は重錘の位置エネルギーを1としたものである

値に達する時間に
相違がみられるの

に対し、桁の変形には1次モードのみを考慮したこと、また実際に土圧は分布荷重として横桁に作用するのに対し、集中荷重が主桁に作用したと仮定しているためと考えられる。

4. まとめ

サンドクッションを用いたロックシェッドのエネルギー分担率を、上述のように評価できれば、設計荷重の合理的な算定法の一手法となると考えられる。本研究では、弾性範囲内でのある限られた実験結果についての考察にとどまったが、今後は、エネルギー分担率に基づく衝撃力評価の一般化や、塑性時の変形を考慮し、破壊モードや破壊時のエネルギー吸収についての検討が必要であると考えている。

<参考文献>

- 1) 榎谷ら；鋼製ロックシェッドの落石による衝撃特性について、第43回土木学会全国大会講演概要集(1988.10)
- 2) 石川ら；局部変形とはりのせん断を考慮した鋼管片持ばりの衝撃弾塑性応答解析、構造工学における数値解析シンポジウム論文集(1989.7)

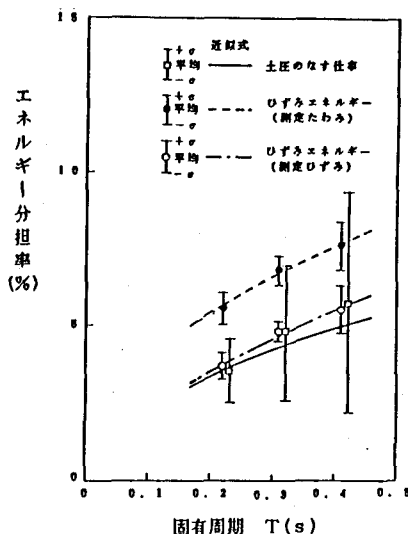


図-6 固有周期とエネルギー分担率