

H 形鋼はり上クッション材への重錘衝突実験

金沢大学 正 ○榎谷 浩
金沢大学 学 小嶋 太誠，重原大二郎
日本サミコン 正 佐藤 彰，中村佐智夫

1. まえがき

ロックシェッドなどの落石防護構造物には、衝撃緩衝用に砂などクッション材が設置される場合が多い。この緩衝材の研究は長年行われているが、性能設計を考える上で緩衝材を通して構造物に伝達される衝撃力の評価や緩衝効果は、十分には明らかにされているわけではない。そこで構造物を安全かつ合理的に設計するための衝撃作用に関する基礎資料を得るために、H 形鋼はり上のサンドクッションへの重錘衝突実験を行った。ここでは発生衝撃力、動的相互作用、クッション材の緩衝効果などについて検討結果の一部を報告する。

2. 重錘落下実験の概要

写真-1 は自由落下式実験装置を示したものである。直径 100 mm、質量 7.233 kg の重錘を、0.5m の高さより 0.25m 間隔で 2.0m の高さまで吊り上げ、単純支持した 2 本の H 鋼のスパン中央の土槽に自由落下させて衝突実験を行った。緩衝材は川砂と碎石の 2 種類を使用し、土槽内に 0.5m の厚さで敷き詰めた。表-1 に川砂と碎石の特性値を示す。実験では、図-1 に示すように重錘の加速度、単純支持された H 鋼スパン中央におけるたわみと中央断面の上フランジと下フランジのひずみを測定した。

3. 実験結果と考察

実験により得られるデータより、重錘衝撃力 P_a 、伝達衝撃力 P_t 、たわみによる等価衝撃力 P_d 、ひずみによる等価衝撃力 P_s を求めることができる。重錘衝撃力 P_a 、伝達衝撃力 P_t は各々次式で表現される。

$$P_a = ma \tag{1}$$

$$P_t = \sum P_{ti} \tag{2}$$

また、等価衝撃力 P_s はロードセル位置において集中荷重を静的に作用すると仮定した曲げモーメントから、また等価衝撃力 P_d はスパン中央のたわみより算出したものである。ここに、 m 重錘の質量、 a は重錘の加速度、 P_{ti} は i 番目のロードセルの荷重である。

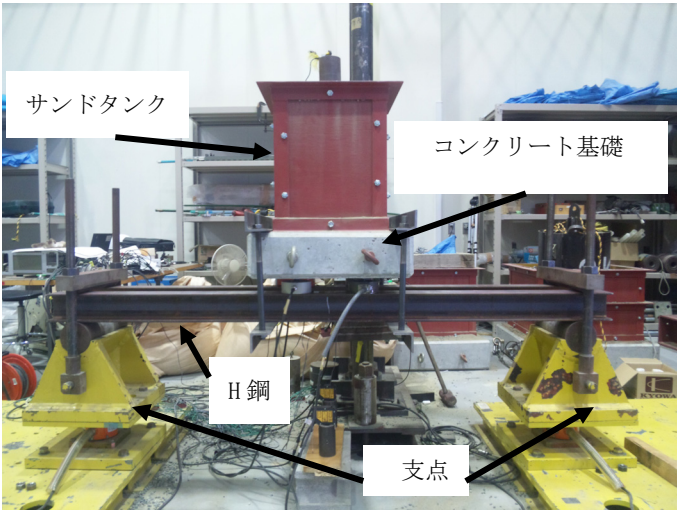


写真-1 実験装置

表-1 サンドクッション材の特性値

砂種	D ₁₀ (mm)	D ₃₀ (mm)	D ₆₀ (mm)	有効粒径 (mm)	均等係数	曲率係数
川砂	0.2	0.34	0.61	0.49	3.1	0.95
碎石	4.0	5.5	6.5	6.1	1.63	1.16

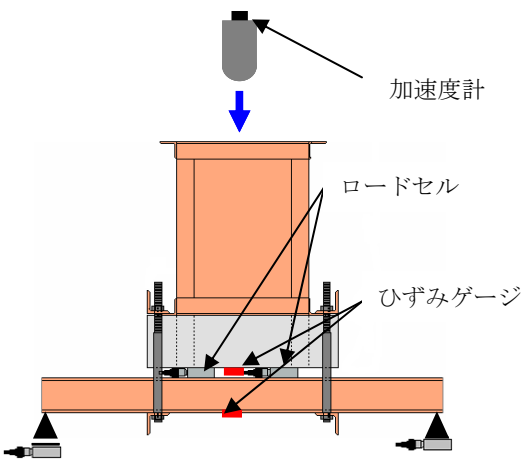


図-1 測定項目と測定位置

キーワード 落石，サンドクッション，衝撃力，相互作用，エネルギー伝達，衝撃緩衝効果

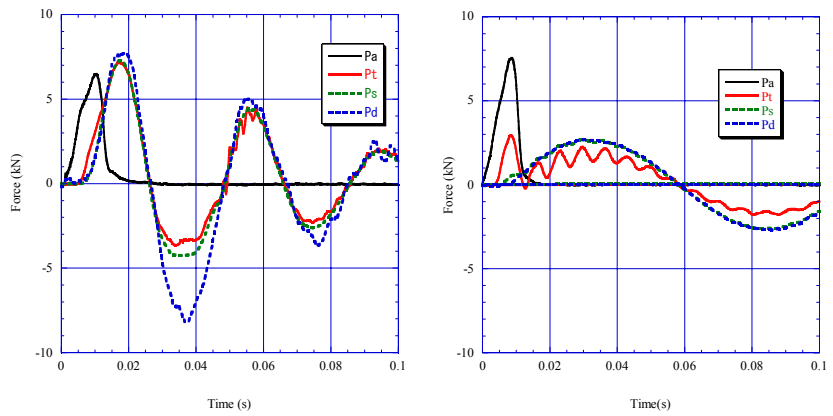
連絡先 〒920-1192 金沢市角間町 金沢大学 環境デザイン学系 Tel 076-234-4603 mail masuya@kenroku.kanazawa-u.ac.jp

図-2 は、一例としてクッション材として川砂、落下高さ 2.0m の場合の H 鋼のスパン長 2.0m と 4.0m について各種衝撃力波形を示したものである。スパン長 2.0m の場合、重錘衝撃力 P_a は、立ち上がった後単調に増加し 0.01 s 程度でその最大値に達し、その後急激に減少している。作用時間は 0.015s 程度の三角形の波形である。伝達衝撃力 P_t は、重錘衝撃力より 0.005 s 程度遅れて立ち上がり 0.016 s 程度で最大値を示した後緩やかに減少する作用時間が 0.020 s 程度の単調な波形であり、その後は H 鋼の振動とともに引張と圧縮を繰り返している。作用時間は 0.02 s 程度であった。たわみとひずみによる等価衝撃力 P_s 、 P_d はどちらも伝達衝撃力 P_t と位相も最大値もほぼ同じである類似した波形となっている。重錘衝撃力 P_a の最大値は他の 3 者に比べやや小さな値であった。スパン長 4.0m の場合、重錘衝撃力 P_a は、その最大値は少し大きいがスパン長 2.0m の場合とほぼ同じような波形となっている。伝達衝撃力 P_t の最大値は、重錘衝撃力 P_a に比べ非常に小さく、作用時間も 0.008 s 程度と小さいことがわかる。たわみとひずみによる等価衝撃力 P_s 、 P_d はゆっくり立ち上がり、単調な振動を示しておりその最大値は、重錘衝撃力 P_a の半分以下であることがわかる。

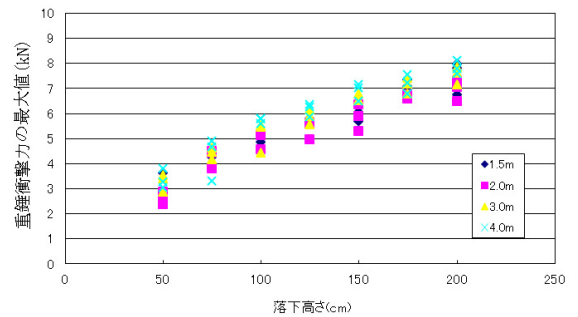
図-3 は落下高さと衝撃力の関係を示したものである。重錘衝撃力では、落下高さの増加に伴い単調に増加している。スパン長の影響は認められない。伝達衝撃力では、スパン長が長いほど衝撃力は小さくなっていることがわかる。スパン 1.5m では、重錘衝撃力より大きく、2m で同程度、3.0m と 4.0m では小さいことがわかる。等価衝撃力においても、伝達衝撃力と同様な傾向が確認できる。これは、図-2 に示したように土槽と H 鋼の相互作用が原因と考えられる。最大値では明らかにたわみ性の影響による緩衝効果が確認できる。

4. まとめ

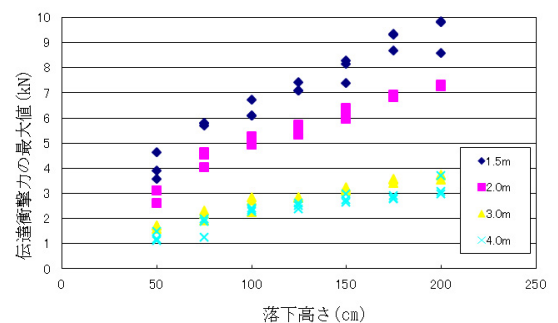
本研究では、H 形鋼はり上のサンドクッションへの重錘衝突実験を行い、H 鋼のスパンによる衝撃力の相違など結果の一部を報告した。今後エネルギー伝達の観点からの検討、解析的な手法での挙動の再現についても検討していきたいと考えている。



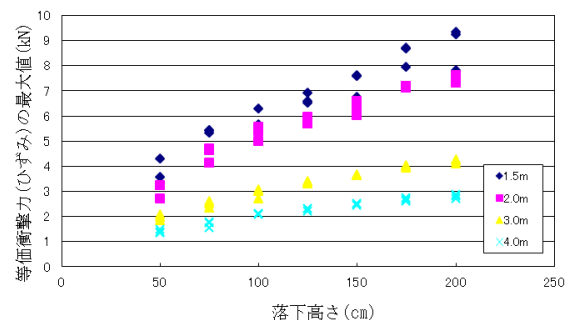
(a)スパン長 2.0m, (b)スパン長 4.0m,
図-2 各種衝撃力波形 (川砂, 落下高さ 2.0m)



(a)重錘衝撃力 P_a



(b)伝達衝撃力 P_t



(c)等価衝撃力 P_s (ひずみ)

図-3 落下高さと衝撃力