

サンドクッションを有する構造物の重錘衝突による衝撃挙動に関する研究

金沢大学	学	○高下 直人
金沢大学	正	梶谷 浩
日本サミコン(株)	正	佐藤 彰
日本サミコン(株)	正	中村佐智夫

1. まえがき

現在、日本で建設されている落石防護構造物には、敷砂などの緩衝材が設置される場合が多い。そのような構造物が衝撃を受けた場合、緩衝材と構造物は一体となって挙動するため、それらの構造物の耐衝撃特性は緩衝材を含む構造物全体で評価しなければならない。今まで行なわれてきた研究は緩衝材を有しない場合が比較的多く、あまり実態は解明されていない。想定される衝撃荷重に対して構造物を安全かつ合理的に建設するためにも敷砂緩衝材の衝撃挙動や構造物の限界状態を明らかにし、合理的な耐設計手法を確立しておくことが必要である。本研究は、そのような目的で行ったサンドクッションを有するH形鋼の重錘衝突実験について報告するものである。

2. 実験概要

本研究では、単純支持された1本のH鋼上にサンドクッションを設置し、その上に重錘を落下させ、衝突させる重錘衝突実験を行った。図-1は実験概要図を示したものであり、写真-1は重錘落下式実験装置を示したものである。実験では、先端にロードセルと曲率半径が565mmで半径が75mmである衝突部を取り付けた総質量450kgの重錘をクレーンで所定の高さまで吊り上げ、フックに固定してあるロープを引くことにより重錘を落下させた。緩衝材は川砂を使用し、0.30m×0.40m×0.30mの土槽に0.24mの砂厚で敷き詰めた。実験に用いたH鋼は、部材長2m, 2.4m, 3.2m, 4.4mの4種類で、スパン長をそれぞれ1.5m, 2m, 3m, 4mにした。また、基本のスパン長を2mとし、このスパン長ではA断面(100x100x6x8), B断面(125x125x6.5x9), C断面(100x50x5x7)の3種類の断面を用いる。2m以外のスパン長に関してはA断面を用いる。計測項目は、図-1に示すように重錘と土槽下の荷重、支点反力、H鋼の変位、ひずみである。ひずみ上部は、スパン中央上端から3cm下に取り付けた。また、重錘衝突部に加速度計を取り付け、加速度も測定した。そして、落下高さは衝突速度が6m/sとなる約1.84mとした。この高さから落下させ、H鋼の衝撃挙動を調べた。

3. 実験結果

スパン長2mのA断面について着目し、重錘衝撃力、土槽下で測定された伝達衝撃力、H鋼中央部のひずみ、H鋼中央部の変位を、それぞれ図-2～図-5に示す。

図-2において、 P_{a1} は重錘のロードセルから得られた衝撃力で、 P_{a2}

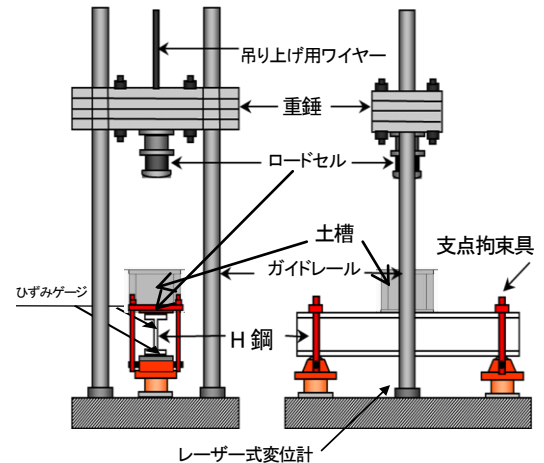


図-1 実験概要図



写真-1 重錘落下式実験装置

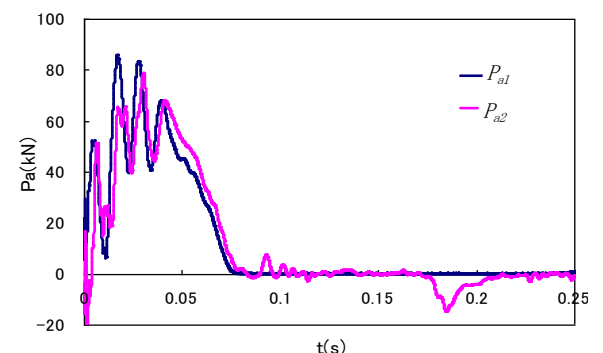


図-2 重錘衝撃力の波形

キーワード 重錘衝突, 衝撃力, サンドクッション, 力積, 塑性変形, エネルギー

連絡先 〒920-1192 石川県金沢市角間町 金沢大学 TEL076-234-4603

は加速度計から加速度を測定し、得られた加速度から衝撃力を算出したものである。これらを比較すると、細かなピークには多少差が認められる箇所もあるが、波形分布としては概ね一致していることがわかる。また、最大値は、 P_{a1} が 85.8(kN) で、 P_{a2} が 78.9(kN) であり、 P_{a1} に対して最大値の誤差は 8% 程度であった。力積値は P_{a1} 、 P_{a2} それぞれ 3.18(kN・s)、3.11(kN・s) であった。衝突時運動量 2.7(kN・s) に比べ 15% 程度大きくなっている。

図-3 に示す伝達衝撃力では、図-2 の重錘衝撃力でみられた細かい上下の振動はなく、比較的なだらかな波形である。また、力積値は 3.6(kN・s) となり、衝突時の重錘運動量に比べ約 25% 大きな値であった。

図-4 は、はりスパン中央断面でのフランジ下端のひずみと図心から上 20mm のウェブのひずみの波形を示したものである。フランジ下端のひずみは、これより、中央断面は大きく塑性域に達し、残留ひずみが生じていることがわかる。

図-5 は、はりスパン中央のたわみ波形を示したものであるが、図-4 の、ひずみの波形と形状が非常に似ていることが分かる。また、最大値は約 51mm でスパン長の約 2.6%、残留変位は約 33mm でスパン長の約 1.7% となった。残留変位があるので、この図からも塑性変形していることが明確である。

図-6 は、横軸に H 鋼中央部の変位をとり、縦軸に土槽下の伝達衝撃力をとったものである。この図の変位が最大値をとるまでの面積を求めることで、サンドクッションを介して H 鋼に伝達されたエネルギーが求められる。よって、算出されたエネルギーは約 2760(N・m) である。このエネルギーを重錘が持つ初期エネルギーで除すとエネルギー伝達率が求められ、約 34% となった。過去に行われた、落下高さを除けば同条件の弾性域での衝突実験から、伝達率はスパン長 2m で 5~10% 程度であった。当然のことながら大きい塑性変形を生じる本実験では、弾性域の実験結果に比べ、大きな伝達率が得られている。

4. まとめ

本研究では、クッション材を有する H 鋼の重錘衝突実験を行い、塑性範囲内での衝撃挙動について検討し、構造の剛性などの衝撃力やはりの応答に与える影響について明らかにした。また、本実験では H 鋼中央断面が十分塑性域に達し、比較的大きな変形域まで達しているため、伝達率の挙動には違いが出たことを示した。今後実験結果を詳細に検討し、クッション材がある場合の構造物の塑性挙動の取り扱いについて検討していきたいと考えている。

参考文献

- 1) 橘紗代子, 中村佐智夫, 榎谷浩: 各種緩衝材を設置した RC はりの衝撃応答と性能に関する実験的研究, 構造工学論文集, Vol.52A, pp.1189-1199, 2006.
- 2) 衝撃実験・解析法の標準化に関する研究小委員会: 衝撃実験・解析の基礎と応用, 土木学会, 構造工学シリーズ 15, pp.63-77, 2004.

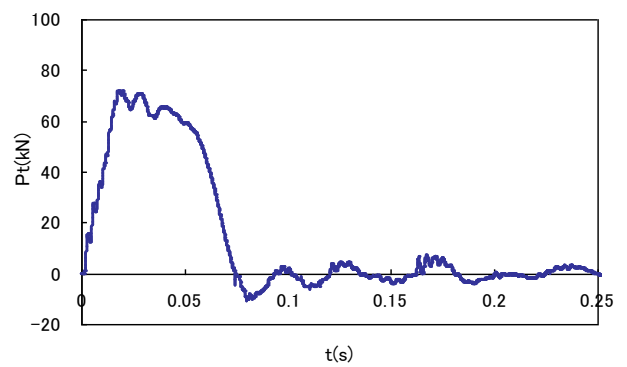


図-3 伝達衝撃力の波形

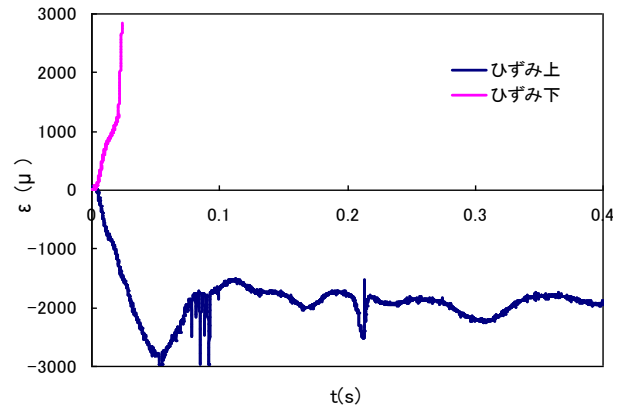


図-4 H 鋼スパン中央部のひずみ波形

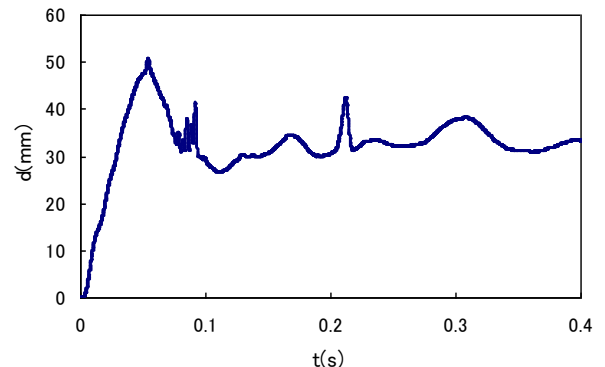


図-5 H 鋼スパン中央部のたわみ波形

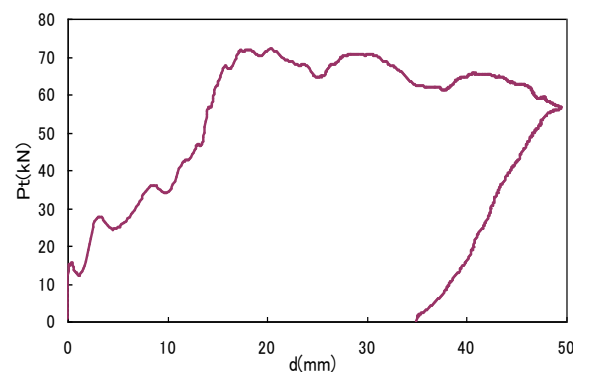


図-6 荷重-変位曲線