

I-485 緩衝材として敷砂を用いた場合の重錘衝撃力と底部伝達衝撃力の関係

室蘭工業大学	学生員	尾山 靖史
開発土木研究所	正員	中野 修
室蘭工業大学	正員	岸 徳光
室蘭工業大学	正員	松岡 健一

1. はじめに

落石覆工の屋根部には、落石衝撃力を緩和する目的で一般に敷砂が用いられている。落石対策便覧によれば、敷砂を用いた場合の衝撃力算定に関する研究は、1982年まで種々の研究機関等で行われている。例えば、吉田等は砂の種類ごとに対する算定式を求めており、北海道開発土試では粘土に対しても衝撃力算定式を与えている。これらの衝撃力算定式は、いずれの場合も重錘衝撃力に最大重錘加速度を乗じて得られた値を基本にして定式化されたものであるが、力学的には、真に覆工本体構造に作用する荷重は敷砂底部から構造本体に伝達される衝撃力(以後、伝達衝撃力と呼ぶ。)であるものと考えられる。

本論文では、覆工の合理的な設計法確立のための基礎資料を得ることを目的として屋外大型実験によって重錘加速度に基づく重錘衝撃力および敷砂底部に伝達される衝撃力を求めそれらの関係について検討を行った。実験は、2 tf, 3 tf の重錘を用い敷砂厚を 60 cm ~ 150 cm、落下高を 5 m ~ 30 m と変化させて行っている。

2. 実験概要

2.1 実験方法

実験は 680 cm × 680 cm × 80 cm のコンクリート基礎上に、400 cm × 400 cm の敷砂緩衝工を設置し、その中央部に重量 2 tf, 3 tf の重錘を所定の高さより自由落下させることにより行っている。写真-1 に実験風景を示している。また本実験では、重錘衝撃力を算定するために重錘には歪ゲージ型の加速度計を取り付け、さらに基部コンクリートへの伝達衝撃力や応力分散、程度を求めるために基部コンクリート表面に受圧部直径 25 mm、容量 300 kgf/cm² の衝撃荷重測定用ロードセルを一列に埋設している。なお、重錘は 2 tf, 3 tf とともに形状寸法が同一(直径 1 m、高さ 12.5 cm の球底)のものを用いている。

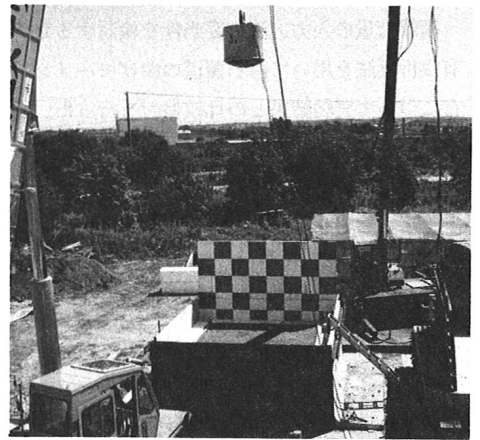


写真-1 実験風景

2.2 敷砂材

本実験で緩衝工として用いた敷砂材は、単位体積重量 1.604 kgf/cm³、比重 2.53、吸水率 2.45% の石狩当別産である。また敷砂材は 20 cm 毎に平均的に踏み固めを行い、所定の敷砂の高さに形成している。なお、繰返し載荷時には、重錘衝突部を掘り返し、再度前記同様踏み固めを行い所定の高さに整地している。

3. 実験結果

3.1 重錘衝撃力波形と総伝達衝撃力波形の比較

図-1 に重錘重量 3 tf、落下高さ 20 m、敷砂厚 60, 90, 120 cm の場合における重錘衝撃力波形と総伝達衝撃力波形とを比較して示している。なお、重錘衝撃力は重錘重量に衝突時の重錘加速度(G)を乗じて求めたものであり、総伝達衝撃力はロードセル応力が落下点を中心として、軸対称に分布するものと仮定し、台形則を用いてその応力を集積評価したものである。図中、実線が重錘衝撃力波形であり、破線が総伝達力波形を示している。

まず各波動に注目すると、いずれの場合も重錘衝撃力波形の方が総伝達衝撃力波形より早く立ち上がっており、そ

の差は敷厚の増大とともに大きくなっている。この差は重錘衝撃力が敷砂中を伝搬して基部に到達するまでロードセルが感知できないため生じたものと考えられる。各ケースにおける両者の振幅を比較するといずれも総伝達力の方が重錘衝撃力より大きく、最大値を比較すると (a) 敷厚 60 cm の場合は 1.5 倍、(b) 敷厚 90 cm の場合が 1.8、2.5 倍といずれも 1.5 倍以上の値を示している。これはまえがきでも述べているように、敷砂の弾性係数が小さい結果波動伝播速度が遅くなり、周辺への波動伝播よりも基部方向への伝播が卓越するために一次元波動伝播状態に酷似した現象（基部が固定支持の場合には基部応答値が入力荷重の 2 倍の振幅となる）を示したものと考えられる。

3.2 基準重錘重量に対する衝撃力

先に述べたように本実験で用いた 2tf, 3tf の重錘は、形状寸法が同一である。従って、衝突時の周辺摩擦や底部形状による衝撃吸収効果は、両者まったく等しいものと仮定できる。ここでは上記仮定の下に、少ない実験データを有効に利用するために、各応答値が重錘重量に比例するものと仮定し全ての実験データを重錘重量 3 tf に基準化して検討を行うこととする。結果を図-2 に示す。

図-2 の (a) は最大重錘衝撃力と衝突速度に関する実験結果である。なお、各直線は衝撃力が衝突速度に線形的に比例すると仮定して得られた回帰直線である。

実験結果は、いずれの場合も衝突速度に関して線形に増大しているようである。また敷厚の増大とともに衝撃力も減少していることがわかる。

図-2 の (b) は最大総伝達衝撃力について示している。図より敷厚 60 cm の場合多少ば

らついているようであるが、(a) 同様に衝突速度に関して増大しているのがわかる。また、敷厚の効果について検討すると、前記重錘衝撃力の場合は敷厚の増加とともに減少する傾向にあったが、総伝達衝撃力の場合は敷厚 90 cm から 120 cm の間ではその差が明確に示されないようである。

4. まとめ

本実験の範囲で得られた結果を要約すると、基部への伝達衝撃力の分布は伝達衝撃力に関しては敷厚が増大する場合でもそれほど分散が期待できない。また最大総伝達衝撃力は最大重錘衝撃力より比較的大きい値を示すようであり、敷厚の効果を検討した場合には敷厚 90 cm から敷厚 120 cm では明確に差が見られないようである。

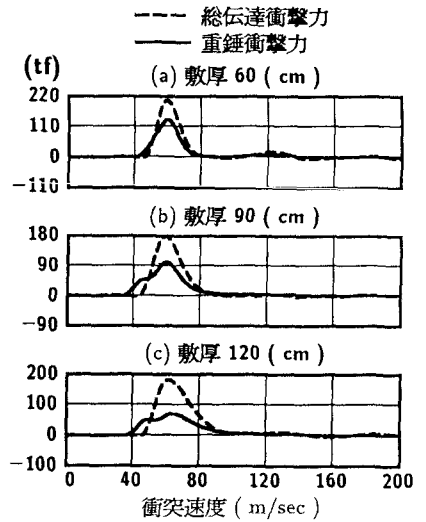


図-1 重錘衝撃力および総伝達衝撃力

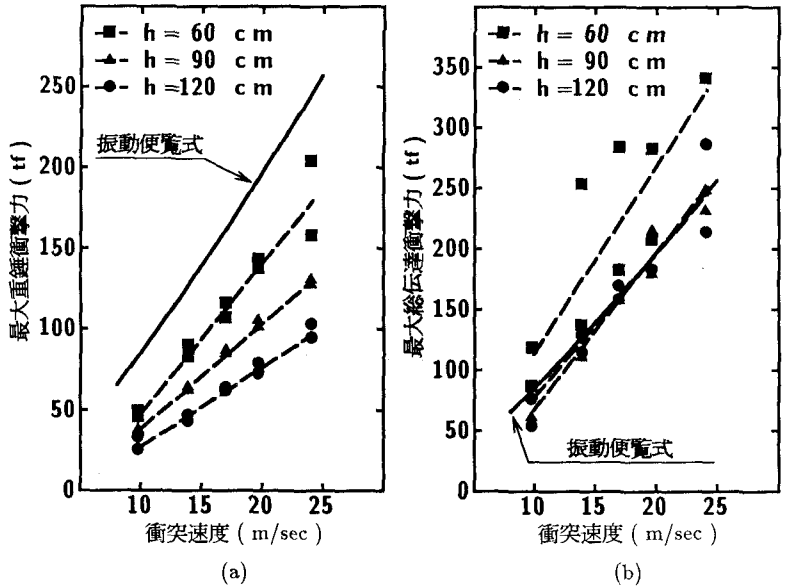


図-2 最大重錘衝撃力および最大総伝達衝撃力