

厚さの異なる敷砂緩衝材に関する重錘落下衝撃実験

(株) 構研エンジニアリング 正会員 ○鈴木 健太郎 室蘭工業大学 フェロー 岸 徳光
(株) 構研エンジニアリング 正会員 牛渡 裕二 室蘭工業大学 正会員 栗橋 祐介
寒地土木研究所 正会員 今野 久志 寒地土木研究所 正会員 山口 悟

1. はじめに

本研究では、耐衝撃用途構造物の緩衝材として多く採用されている敷砂緩衝材を対象として、その耐衝撃挙動や緩衝効果に関する基礎的資料の収集を目的に、厚さを変化させた敷砂緩衝材の重錘落下衝撃実験を行った。

2. 実験概要

図-1には、実験装置の概要を示している。本実験装置は、衝撃応力計測用の起歪柱型ロードセル（受圧面の直径20 mm、容量7 MPa。以後、荷重計）が設置された鋼製底盤と、敷砂緩衝材を設置するための鋼製円筒から構成されている。荷重計は、図のように底盤中央部より非対称に50 mm 間隔で16 個設置されており、その受圧面は底盤上面と面一となっている。衝撃実験は、所定の厚さに成形した敷砂緩衝材に対して、質量400 kg で先端部の直径が230 mm の平底鋼製重錘を所定の高さから円筒中央部に落下させることにより行っている。表-1には衝撃実験ケースの一覧を示している。実験では、敷砂厚を重錘直径と同程度の25 cm とその1/2 の12.5 cm の2種類とし、落下高さについては $h=0.25$ m から0.25 m ピッチで漸増させ荷重計の容量を超過しない範囲で実施している。このため敷砂厚12.5 cm の場合には最終落下高さが1.25 m、敷砂厚25 cm では1.75 m となっている。表中の実験ケース名はMの後ろに敷砂厚を、ハイフンの後ろに重錘落下高さ h (m) を付して示している。なお、敷砂緩衝材は、厚さ12.5 cm 毎に敷砂上面に合板を設置し、振

動締固め機を使用して締固め、所定の厚さに成形している。また、敷砂緩衝材は実験ケース毎に再成形を行っており、成形後に直径75 mm の鋼製円筒を貫入させてサンプリングを行い、湿潤密度、含水比を計測している。実験時の湿潤密度、含水比は平均で厚さ12.5 cm の場合が 1.59 g/cm^3 および8.6 %、厚さ25 cm の場合が 1.58 g/cm^3 および8.9 %であった。用いた砂は知律狩産(北海道石狩市)の細目砂であり、粗粒率は1.32である。衝撃実験における計測項目は、重錘一体型の起歪柱型ロードセルによる重錘衝撃力、荷重計による伝達衝撃応力、レーザ式変位計による重錘貫入量である。

3. 衝撃荷重載荷実験結果

3.1 時刻歴応答波形

図-2には、重錘衝撃力、伝達衝撃力および重錘貫入量に関する時刻歴応答波形を示している。ここでは、重錘衝突時の時刻を0とし、重錘落下高さ $h=0.25, 1.25$ m の場合について示している。なお、伝達衝撃力は、図-1に示した各荷重計から得られる伝達衝撃応力が重錘衝突位置に関して軸対称に分布するものと仮定し、台形則を用いて集積評価することにより求めている。図より、重錘衝撃力および伝達衝撃力は、ほぼ類似の波形性状を示していることが分かる。すなわち、重錘衝突初期に急激に立ち上がりピーク値を迎える三角形の第1波とその後に続くピーク値近傍が滑らかな正弦半波状の第2波から構成されている。いずれの実験ケースにおいても、第1波および第2波のピーク値（以後、それぞれを第1ピーク値、第2ピーク値）は、落下高さ h の増加とともに増大している。同一の落下高さにおいて比較すると、敷砂厚の薄いM12.5の実験ケースの方が第1、2ピーク値とも大きく、波形継続時間は短くなる傾向が示されている。重錘貫入量は、重錘衝突後ほぼ線形に増加し、ピーク値に達した後、若干押し戻されるような傾向を示してから

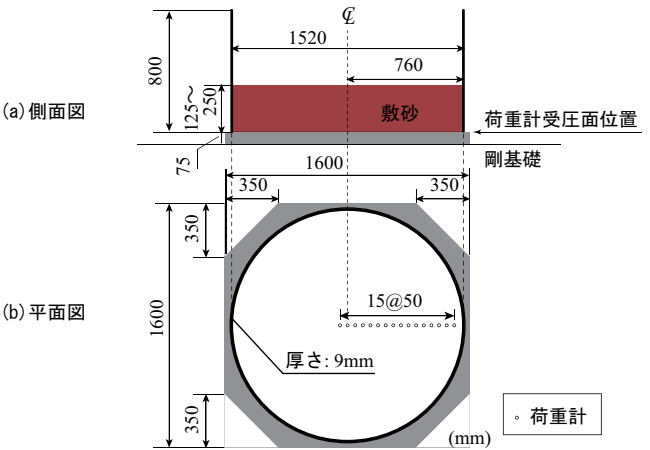


図-1 実験装置

表-1 実験ケース一覧

実験 ケース名	落下高さ h (m)
M12.5- h	0.25~1.25 (0.25 刻み)
M25- h	0.25~1.75 (0.25 刻み)

キーワード：敷砂緩衝材、敷砂厚、重錘落下衝撃実験、緩衝特性

連絡先：〒065-8510 札幌市東区北18条東17丁目1-1 (株) 構研エンジニアリング TEL011-780-2813 FAX011-785-1501

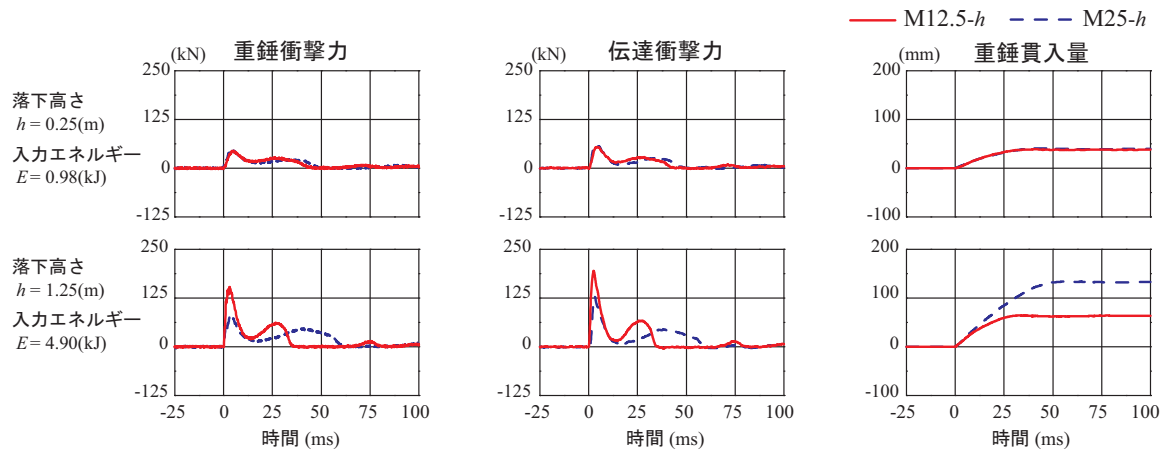


図-2 重錘衝撃力、伝達衝撃力および重錘貫入量に関する時刻歴応答波形

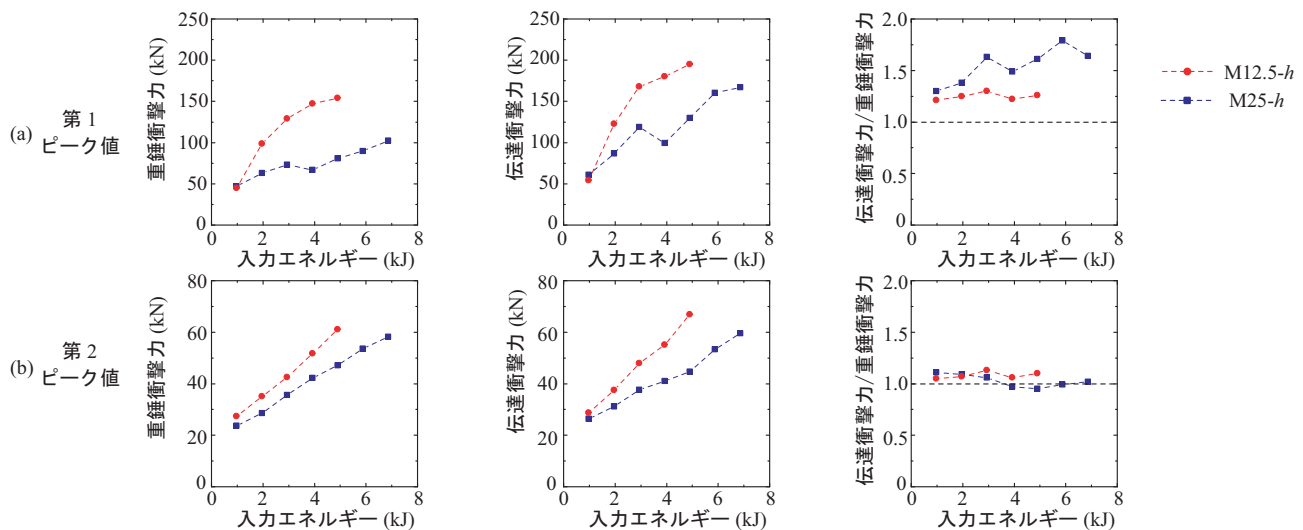


図-3 各衝撃力波形の第1および第2ピーク値と入力エネルギーとの関係

一定値となっている。落下高さ $h = 0.25$ m の場合には、敷砂厚にかかわらず重錘貫入量応答波形はほぼ同様な性状を示しているが、落下高さが $h = 1.25$ m の場合には最大貫入量および最大貫入量到達時間に差が見られる。

3.2 重錘衝撃力および伝達衝撃力

図-3 には、重錘衝撃力および伝達衝撃力に関する第1ピーク値および第2ピーク値と入力エネルギーの関係を、また各ピーク値の重錘衝撃力に対する伝達衝撃力の割合（以後、衝撃力比）を示している。

(a) 図より、重錘衝撃力および伝達衝撃力の第1ピーク値は、実験ケース M25 のデータに多少ばらつきが見られるものの、ともに入力エネルギーの増大に伴って増加する傾向にあることが分かる。衝撃力比は、敷砂厚によらず 1.0 以上であることから、いずれも伝達衝撃力は重錘衝撃力よりも大きいことが分かる。これは、図-2 に示されるように、第1ピーク値が重錘貫入直後に発生していることから、伝達衝撃力の第1ピーク値には、重錘衝突に伴って伝播する応力波の影響が含まれているため

と推察される。

(b) 図より、重錘衝撃力と伝達衝撃力の第2ピーク値は、入力エネルギーの増大に伴ってほぼ線形に増加する傾向が示されている。衝撃力比は、敷砂厚によらずほぼ 1.0 近傍の値を示している。これは、図-2 に示されるように、各衝撃力の第2ピーク発生時と重錘最大貫入量発生時がほぼ同時刻であることから、第2ピーク値の場合には、第1ピーク値の場合と異なり重錘衝突に伴って伝播する応力波の影響は小さいものと推察される。

4. まとめ

- 1) 本実験範囲内において、重錘衝撃力および伝達衝撃力の第1、2ピーク値は、敷砂厚が薄い場合には厚い場合よりも大きく示される。
- 2) 本実験範囲内において、伝達衝撃力は、敷砂厚にかかわらず、第1ピーク時は重錘衝突に伴って伝播する応力波の影響により重錘衝撃力よりも大きい値を示し、第2ピーク時は重錘衝撃力とほぼ同程度の値を示す。