

サンドクッションの衝撃緩衝効果に関する一考察

金沢大学 正 ○梶谷 浩, 学 油谷 勇佑
 日本サミコン(株) 正 佐藤 彰, 正 中村佐智夫
 (株)構造計画研究所 正 渡辺 高志

1. まえがき

落石防護工の中で、落石覆工屋根部には砂のクッション材が設置される。この緩衝材の研究は長年行われているが、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ないわけではない。そこで本研究では構造物を安全かつ合理的に設計するため、緩衝材の1つであるサンドクッション上への重錘衝突により発生する衝撃力、クッション材の緩衝効果について検討したものである。



写真-1 重錘落下実験装置

2. 重錘落下実験の概要

写真-1 は金沢大学構造工学研究室ハードラボに設置されている自由落下式実験装置を示したものである。幅 2.35m, 奥行き 3.5m, 高さ 4.5m の重錘落下用フレームを用いて重錘を中心に設置した土槽に自由落下させる装置である。緩衝材は厚さ 30cm, 50cm, 70cm の敷砂材を敷設し、2 kN の重錘を、それぞれ落下高さ 0.5m, 1.0m, 1.5m, 2.0m, 2.5m, 3.0m から 3 回ずつ全てスパン中央位置に落下させた。なお、底面が平らな円であるもの（以後、平底と呼ぶ）と円錐形状であるもの（以後、錐底と呼ぶ）の 2 種類を使用した。

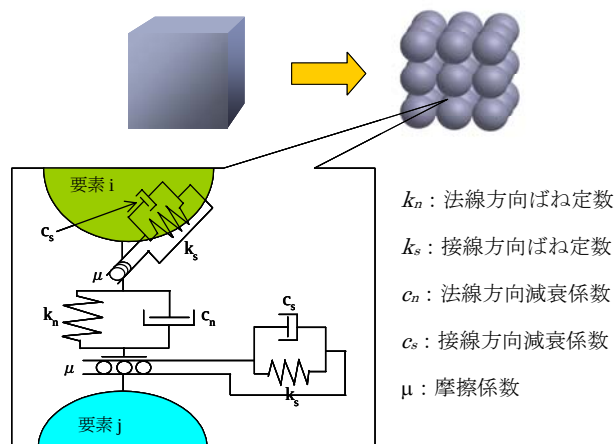
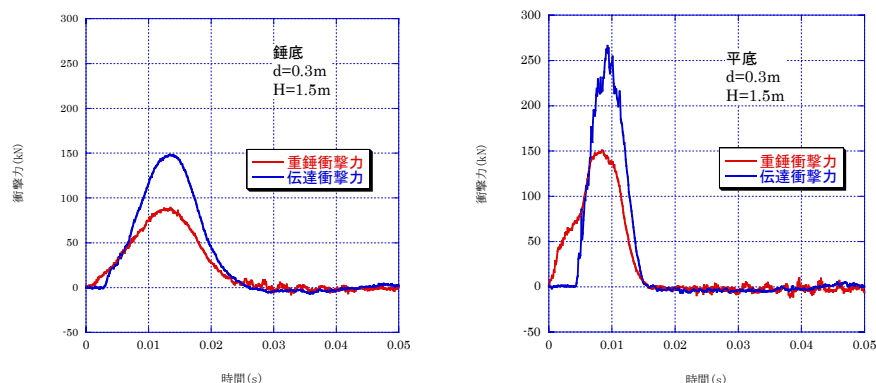


図-1 DEM の結合モデル

3. 個別要素法による解析

個別要素法は図-1 に示すように物体を要素の集合体と考えて接触している要素間にバネとダッシュポットを挿入して物体の力学的性質を表す解析法であり、大変形を伴う破壊の進展や局部破壊に見られる粒子の飛散を再現できる利点がある。要素配列や荷重の載荷方法の違いによる影響を考慮して適当なバネ定数を設定することで、実験における荷重、変位、砂の挙動を再現できることが確認されている。



(a) 錐底

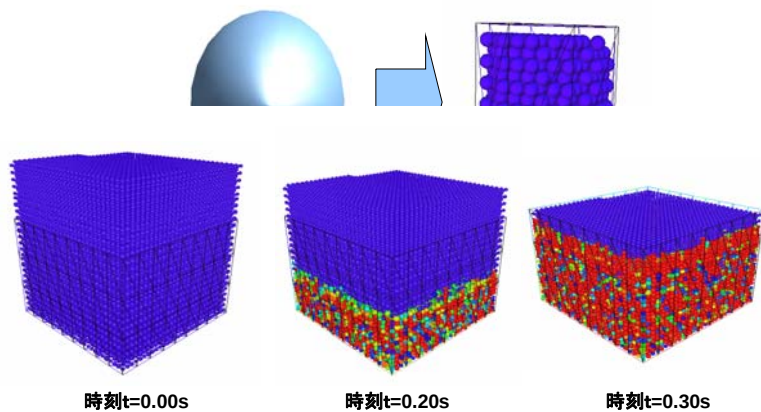
(b) 平底

図-2 実験で得られた衝撃力波形

図-2 のように本実験では錐

キーワード 落石, 衝撃力, 個別要素法, 要素充填, 重錘形状

連絡先 〒920-1192 金沢市角間町 金沢大学理工研究域環境デザイン学系 email Masuya@kenroku.kanazawa-u.ac.jp



図－4 土槽モデル化

底, 平底のピーク値の差が大きいことが明らかになっている. 既存の解析で用いてきた, 従来は重錘を一つの球として扱ったモデルを使用してきたが本研究では任意形状での解析を行えるように, 重錘も土槽同様に, 球の集合体として考えることとした. また土槽要素の配列に関しても, 実物に即してランダムに配置した.

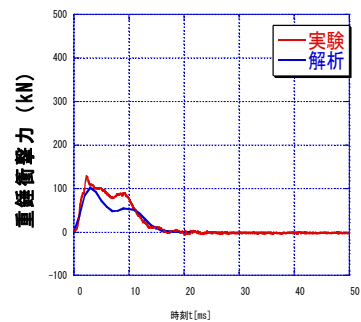
重錘モデル作成には, MetasequoiaLER2.4¹⁾を使用した. 図-3のように重錘の3Dデータを作成し, 重錘データを壁面と同じ扱いとし, 接触判定を行い格子配列の立方体から要素データを切り取り作成した. 重錘の要素配列やパラメータは既存の研究²⁾を参考にした. また, 土槽のモデル作成には, 径の異なる土槽要素をランダムに生成し, 自由落下させ, 土槽要素の運動エネルギーが収束したら解析を終える手法を用いた. 土槽充填の様子を描写した例を図-4に示す. 以上の重錘, 土槽モデルを利用し解析を行った結果の一例(砂厚 70 cm, 落下高さ 1.5m)を図-5に示す. 解析値はよく実験値を再現していることが確認できる.

4. まとめ

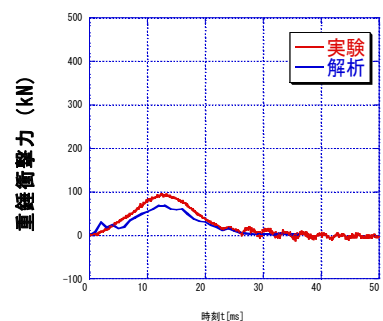
本研究では, 緩衝材の1つであるサンドクッション上への重錘衝突による室内実験を行い, その現象を再現することを目的に個別要素法による解析法について研究を行った. 重錘を任意の形状にモデル化し, サンドクッションをランダム配置することで, 実現象に即した挙動を解析で表現できること示した. 解析結果は, 荷重応答に関して実験結果を概ね再現できており, 実設計への応用に向けて研究を進めたいと考えている.

参考文献

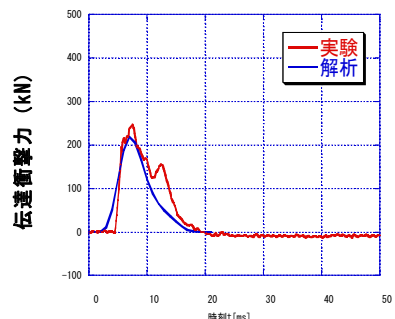
- 1) 横枕雄一郎, 伊藤真健: Metasequoia-3DCD, 入門, オーム社, 2004.
- 2) 渡辺高志, 榎谷浩, 佐藤彰, 中村佐智夫: 3次元DEMを用いた重錘落下による実物大サンドクッションの衝撃応答解析, 構造工学論文集, Vol. 55A, pp. 1296-1303, 2009. 3.



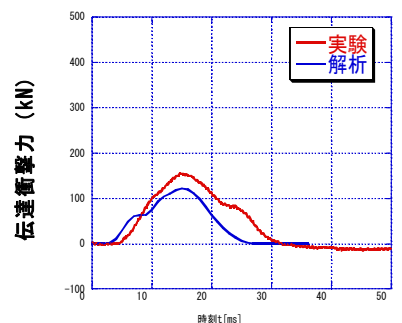
(a)重錘衝撃力(平底)



(b)重錘衝撃力(錐底)



(c)伝達衝撃力(平底)



(c)伝達衝撃力(錐底)

図－5 衝撃力波形
($d=70$ cm, $H=1.5$ m)