

異なる地盤材料を組み合わせた互層緩衝構造の衝撃緩衝特性

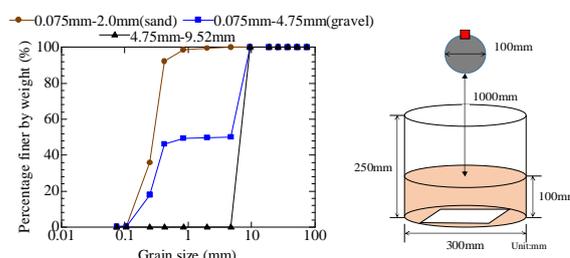
名古屋工業大学 学生会員 ○田中 敬大
 名古屋工業大学 学生会員 奥村 勇太
 名古屋工業大学 正会員 前田 健一
 名古屋工業大学 学生会員 内藤 直人

1. はじめに

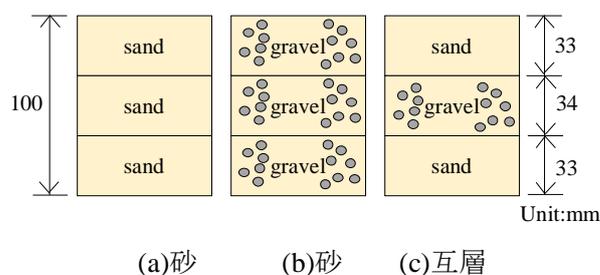
我が国で多発する落石の対策工の一つに敷砂緩衝材を設置したロックシェッドがある。ロックシェッドの屋根部分である頂版上には、落石が発生した場合に構造物の直接的な損傷を抑制するために高緩衝性能を有する敷砂などの土の緩衝材が設置される。

しかし、設計時の想定を上回る落石が発生した場合、砂の緩衝材では落石の貫入量が大きいためロックシェッドに直撃する可能性がある。想定内の落石に対しては砂の衝撃力を抑える効果に期待し、想定外力に対しても直撃を避けることが望ましい。

そこで、本論文では地盤材料を活用した緩衝構造の提案を行う。本研究では砂の単一層、礫の単一層、砂-礫-砂の互層構造の3種類の緩衝層において模型実験を実施した。



(a) 実験試料の粒度分布, (b) 実験装置概要
 図-1 実験概要



(a)砂 (b)砂 (c)互層
 図-2 緩衝層の構造

2. 実験概要

実験試料には図-1(a)に示す粒度分布の材料を用いた。図-1(b)の直径300mm、高さ250mmの鋼製円筒土層に図-2のような砂、礫、互層の3種類の緩衝層をそれぞれ設置した。なお、砂と粒径4.75mm-9.52mmの試料を1:1で混合させたものを礫とした。緩衝層は含水比0%の乾燥状態とし、層厚を100mmとし、三層に分けて、相対密度が50%となるように締固めた。

実験は落体を高さ1000mmから緩衝層に鉛直自由落下させて実施している。落体には球体(直径100mm、質量4.0kg)を用いた。落体上部に衝撃加速度計を設置し、緩衝材底面には縦200mm、横200mmの感圧シート¹⁾を設置することで、落体衝撃力と底面応力分布を測定した。さらに、高速度カメラを用いて落体貫入量を測定した。

3. 実験結果と考察

3.1 落体衝撃力と落体貫入量の時刻歴波形

波形を示す。落体衝撃力の最大値は大きい順に礫、互層、砂となった。また、落体貫入量の最大値は大きい

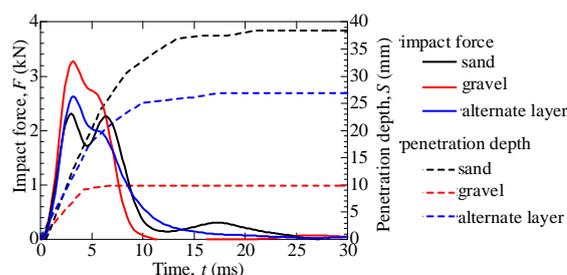


図-3 落体衝撃力と落体貫入量の波形

順に砂、互層、礫となった。

互層の落体衝撃力波形と、落体貫入量波形は落体衝突から最大落体衝撃力発生時刻($t=3ms$)まで砂と同様の立ち上がり挙動であることがわかる。これは、落体衝撃力の最大値付近までの貫入の挙動は表層材料の固さに強く依存しており、必ずしも緩衝層全体の影響を受けるものではないことを示唆している。落体衝撃力の最大時刻以降では、中間層の固い材料である礫によって、落体貫入量が抑えられたと考えられる。

3. 2 底面応力分布

図-4 に緩衝材底面に設置した感圧シート及び明度を抽出したコンター図を示す。感圧シートは力が作用すると反応して色が付き、力の大小を色の濃さ(明度)で表すものである。155 の値(桃・赤色)が最も濃い色素であり、作用した力が最も大きく、255 の値(白・青色)は力が加わっていないことを示している。

図-5 には、砂、礫、互層の実験で使用した感圧シートから得られたコンター図を示す。落体直径(100mm)を黒色の点線で示す。礫は砂や互層と比較して、赤色で表される部分が広く分布しており、より大きい力が底面へ伝達したことがわかる。

また、底面伝達応力の分布を定量的に比較するために、図-6 に示す同心円状の 11 個の分割領域における明度の平均値を求める。なお、図-6 における同心円状の中心を落体の落下中心とした。そこで得られた明度(平均値)の分布図を図-7 に示す。図-7 の横軸は落下中心からの半径(すなわち図-6 における 11 個の領域の外側の半径)、縦軸は図-6 で示した各領域における明度の平均値を表している。これより、底面への伝達応力は落下中心から外側に向かうにつれて小さくなることを確認できる。さらに、互層は礫に比べて伝達応力が小さくなった。これは、互層の落体衝撃力が礫の落体衝撃力に比べて小さいことが影響していると考えられる。

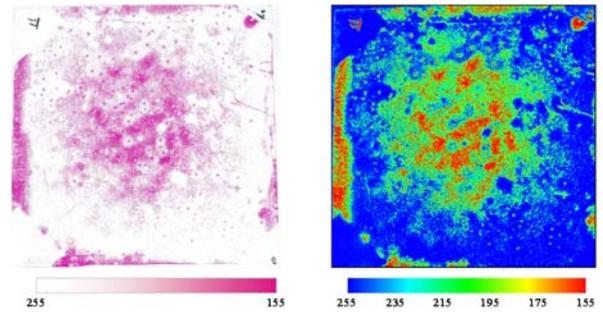
4. まとめ

本論文では、砂、礫、砂-礫-砂の互層の 3 種類の緩衝層について模型実験を実施した。その結果、互層の落体衝撃力は礫よりも小さく、落体貫入量は砂よりも小さくなることがわかった。また、互層の底面伝達応力は、礫よりも小さく、砂と同程度となることがわかった。つまり互層は、想定内の外力に対して衝撃力は小さく、想定外力に対しても貫入量を抑えることで直撃を防ぐことができると考えられる。

今後は緩衝材の一部を着色し、落下前後での緩衝材内部の変形を観察することで、更なる衝撃緩衝メカニズム解明を目指す。

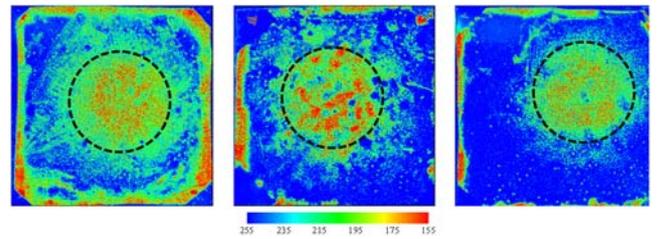
参考文献

- 1) 奥村勇太, 前田健一, 内藤直人, 西弘明, 山口悟, 川瀬良司: 落石衝突による敷砂緩衝材内の変形挙動, 構造工学論文集 Vo61A, 2015. 03.



(a)実験直後の感圧シート, (b)コンター図

図-4 感圧シートの作成方法



(a)砂 (b)礫 (c)互層

図-5 底面応力分布のコンター図

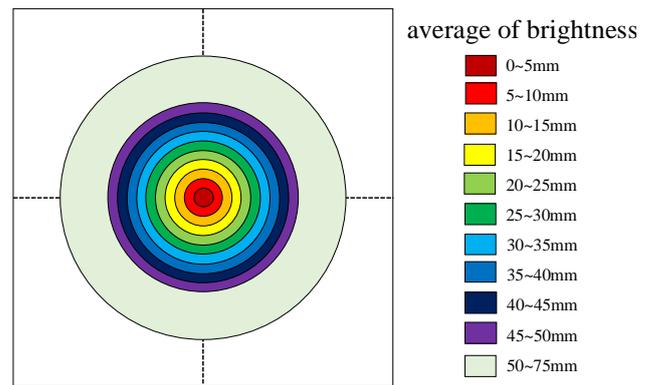


図-6 平均明度算出時の分割領域

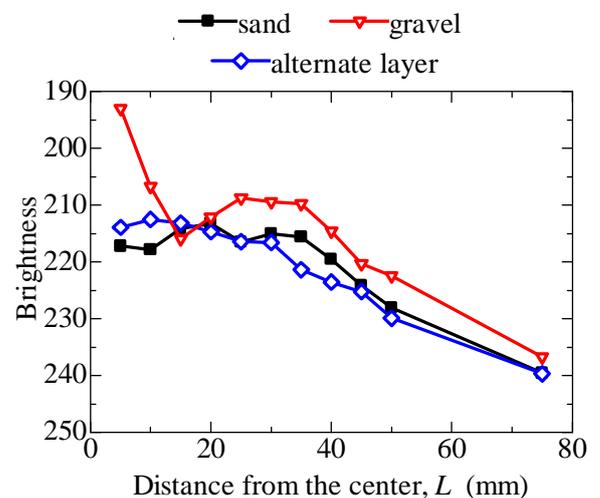


図-7 平均明度の分布