

崩落岩塊の最大到達距離に影響する種々の因子に関する実験的検討

東北大学 学 ○川野修平 フ 風間基樹
正 河井 正 正 金 鍾官

1. はじめに

原子力施設に係る残余のリスク評価に際し、想定以上の地震動により生じる斜面崩壊で落下する岩塊群の挙動を予測することは非常に重要な課題となっている。安全性評価に個別要素法（DEM）を用いることを想定すると、確実に安全側のパラメータ設定を行うためには、到達距離等に影響を与える因子を正確に把握しておく必要がある。しかし、岩塊単体を対象とした実験は広く行われており、崩落挙動も解明されてきているが、岩塊群として落下させる実験はあまり行われていない。岩塊群の挙動について検討する場合、実験条件として統一できない要素もあり、それにより結果にばらつきが生じると考えられるため、多数回実験を実施する必要がある。

本研究では、最大到達距離に影響を与える因子を把握することを目的とし、岩塊群崩落実験を多数回行った。

2. 実験概要

2.1 実験装置及び実験材料

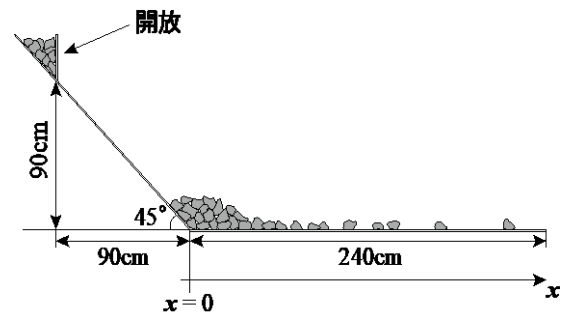
実験装置の外観、概略図を写真 1、図 1 に示す。実験斜面は高さ 90cm、傾斜 45°、木の板でできている。また、おおまかな堆積質量分布を計測するために、床上に 30cm×30cm の板を敷き詰めた。実験には碎石小、碎石中、碎石大、丸石中、丸石大の 5 種類の石を使用した（写真 2）。

2.2. 岩塊崩落実験

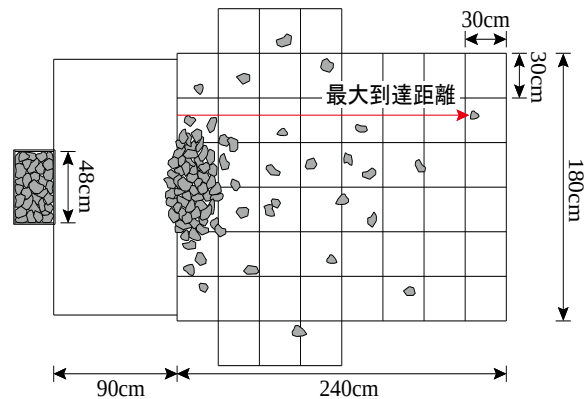
本実験ではまず、斜面上端の箱に碎石を所定の質量流し込み、表面を水平にならす。その後、前面の板を瞬時に開放し碎石を崩落させ、堆積した碎石の最大到達距離を計測した。なお、事前の検討において、崩落量及び実験材料を揃えた上で、碎石を崩落させる方法を変えて実験したところ、本実験で行った方法の範囲では最大到達距離の差は生じなかった。具体的には、碎石を投入する箱の底面に車輪を、斜面上端に壁を取り付け、箱を所定の距離だけ走行させ、壁に衝突させることで生じる慣性力によって碎石を崩落させる方法、水平にした板上に碎石を載せ、板を徐々に傾けることで碎石を崩落させる方法の検討を行ったが、これらの方法による最大到達距離の差は生じなかった。ここで、最大到達距離とは図 1(b)に示したように、x 軸方向に最も遠くまで到達した碎石の斜面下端からの距離のことを表す。本実験では崩落量及び実験材料を変化させ、それらが最大到達距離に与える影響について検討した。実験ケースを表 1 に示す。



写真 1 実験装置外観



(a) 側面図



(b) 上面図

図 1 実験装置概略図



(a) 碎石小・碎石中・碎石大 (b) 丸石中・丸石大

写真 2 実験材料

Key Word : 崩落量, 到達距離

〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-06 人間環境系教育研究棟 303 地盤工学研究室

表 1 実験ケース

実験材料	崩落量[kg]	ケース数
碎石小	4	3
	8	3
	12	3
碎石中	4	18
	8	9
	12	6
碎石大	4	3
	8	3
	12	3
丸石中	4	3
	8	3
	12	3
丸石大	4	3
	8	3
	12	3

3. 実験結果

図 2-1 に崩落量と最大到達距離の関係を示す。図 2-1 を見ると最大到達距離は崩落量に依存しないことがわかる。到達距離が大きい粒子は水平面を移動する際に、他の石と衝突をしていないことが実験動画から確認できた。このことから到達距離が大きい粒子は、粒子同士の衝突による相互作用により到達距離が大きくなったわけではないこと、粒子を単体で落下させたときに到達し得る距離の範囲内に到達したことが考えられる。また、碎石よりも丸石の方が最大到達距離が大きくなっており、角張っている粒子よりも丸みをおびた粒子の方が遠方に到達することがわかった。

碎石小のみが崩落量の増加に伴い、最大到達距離が増加する傾向が得られた。しかし、これは実施したケース数が少ないためにこのような結果になったと考えられる。図 2-2 は碎石中を対象とした実験のケース数の違いによる結果の違いを比較している。本実験は初めに崩落量 4kg, 8kg, 12kg をそれぞれ 3 ケースずつ実施した。すると、崩落量と最大到達距離との間に比例関係が見られた（図 2-2 (a)）。しかし、上述の通り到達距離が大きい粒子は水平面を移動する際に、他の粒子と衝突をしていないことが確認できている。そのため、この比例関係は見掛け上のものであり、単に粒子の数が多いことによって、遠方に到達する粒子の発生確率が上昇した結果であると考えられる。そこで 4kg, 8kg, 12kg それぞれの総崩落量を 72kg に統一し、落下する粒子数が等しくなるようにしたところ、見掛け上の比例関係は見られなくなった（図 2-2 (b)）。このように、岩塊群を対象として崩落実験を行う際には、実験の結果を表面的に捉えるのではなく、結果が確率によるものなのか、焦点を当てている因子によるものなのかを注意深く検討する必要があると言える。

4. 結論

- 1) 実験の結果から、今回実験を行った範囲では、到達距離が大きい粒子は他の粒子と衝突しないため、最大到達距離は崩落量に依存しないことが分かった。また、岩塊群崩落の最大到達距離は、岩塊単体の落下実験により予測しうる可能性が示唆された。

- 2) 碎石よりも丸石の方が最大到達距離が大きくなっていることから、角張っている粒子よりも丸みをおびた粒子の方が遠方に到達することがわかった

参考文献

- 1) 原子力規制委員会：基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価に係る審査ガイド，2013

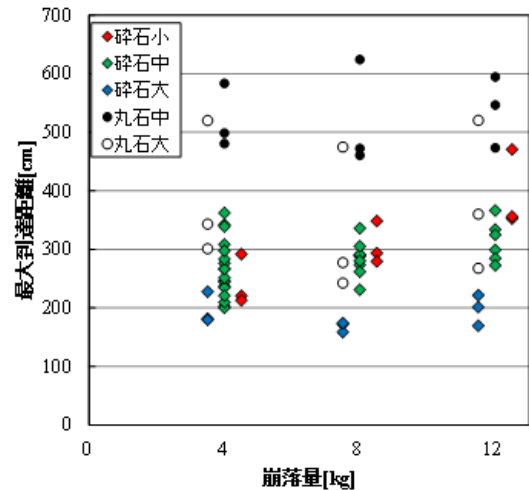
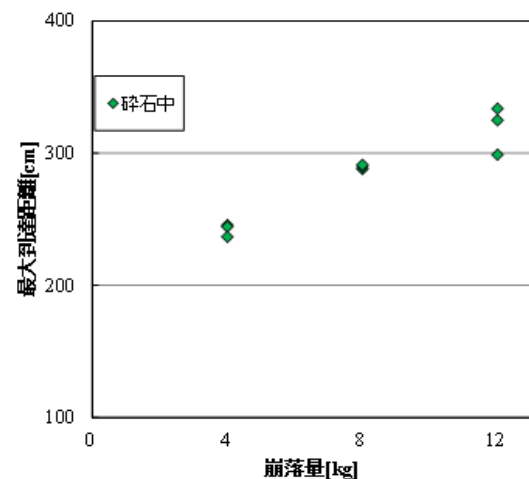
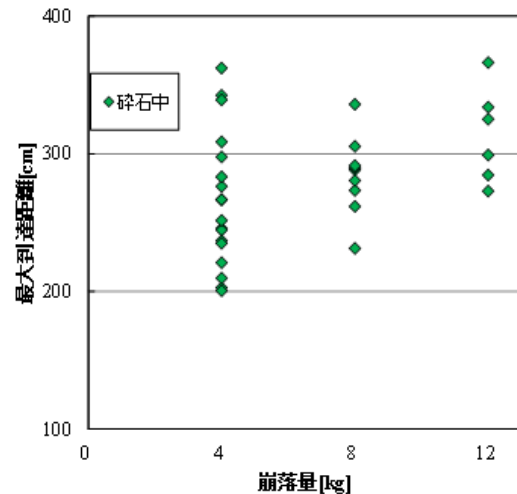


図 2-1 崩落量と最大到達距離の関係



(a) 各崩落量 3 ケースずつ



(b) 総崩落量を統一

図 2-2 ケース数の違いによる結果の比較