

ブロック崩壊実験における崩壊ブロック内の空隙形成に関する考察

明石工業高等専門学校 正会員 ○鍋島康之
明石工業高等専門学校 田中佑弥

1. はじめに

本研究では、節理などを含んだ不連続性岩盤において地震や豪雨等による斜面崩壊を想定し、救助活動の際に生存者が存在する可能性が高いと考えられる崩壊土砂内の空隙形成に注目した。本研究では、岩盤ブロックを想定した木製ドミノブロックを用いた模型斜面崩壊実験により得られた空隙の分析を行うことで、空隙の分布や発生形態を知ることが目的とする。



写真1 柱状節理が発達した岩盤の崩壊

2. ドミノブロックを用いた模型斜面崩壊実験

本研究では柱状節理や層理を含んだ写真1のような不連続性岩盤の岩盤ブロックを木製ドミノブロック(縦40mm, 横20mm, 幅9mm)

で表現し、ドミノブロックが崩壊する際の空隙形成について検討した。本研究で用いた実験装置を図1に示す。

高さ250mm, 横600mm, 幅24mmであり、正面はアクリル板、背面は黒色のプラスチック板を用いて作製した。

ブロック下の底板を引き抜くことで木製ブロックを二次元的に崩壊させる。この方法は、底面摩擦模型実験¹⁾と呼ばれ、一定の速度で移動する底板上に岩盤模型を水平

に設置し、その模型の底面に摩擦力を与えることにより重力場を表現することができる実験方法である。本実験ではトッピングによる岩盤崩壊を再現している。同様の実験²⁾により実際の不連続性岩盤斜面の崩壊挙動を定性的に再現できており、今回想定している不連続性岩盤での斜面崩壊を検討できると考えている。今回の実験では二次元状態で検討しており、崩壊ブロック内

での空隙の大きさ、分布(位置)、発生形態を分析できる。本実験では、崩壊実験後の崩壊ブロック内に発生した空隙を定量的に評価するために崩壊状況を正面からデジタルカメラで撮影し、画像解析ソフトを用いて処理して、空隙の面積、発生位置および発生形態について検討した。

3. 試験結果および考察

3. 試験結果および考察

本実験で得られた各条件での崩壊状態の一例を、写真2に示す。写真2(b)の崩壊ブロックの様子から、崩壊後はドミノブロックが複雑に重なり合い、ブロックとブロックの組み合わせにより、空隙が形成され、実際の斜面崩壊で発生する空隙の状況がある程度、再現できていることがわかる。さらに、予備実験の結果から崩壊前(写真2(a))におけるドミノブロック数が増加するほど、形成される空隙

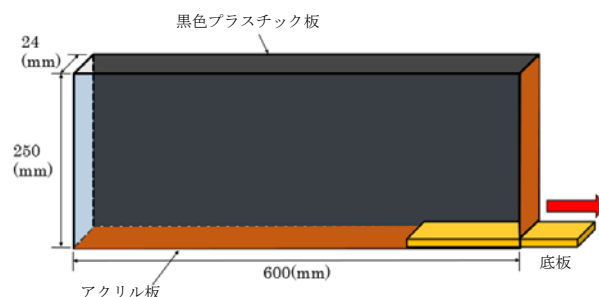


図1 模型斜面崩壊実験装置



(a) 崩壊実験前のドミノブロック



(b) 崩壊実験後のドミノブロック

写真2 模型斜面崩壊実験概況

キーワード 岩盤崩壊, 救助, ドミノブロック, 空隙, 崩壊形態

連絡先 〒674-8501 兵庫県明石市魚住町西岡 679-3 明石工業高等専門学校 TEL 078-946-6170

の数が増加することがわかっている。今回の実験では、縦 5 列×横 5 列の計 25 個のドミノブロックを用いた実験結果を主に示す(写真 2(a) 参照)。

まず、本研究で実施したブロックを用いた斜面崩壊実験について結果の再現性を確認するため、試行回数 10 回と 50 回における形成される空隙面積と発生割合を調べた結果を図 2 に示す。横軸は空隙面積、縦軸は発生した全空隙数に対する該当する面積を有する空隙の発生割合である。また、50 回の崩壊実験により発生した空隙の総数は 696 であった。図 2 より、25 個のドミノブロックを用いた場合、試行回数 10 回と 50 回の空隙発生割合はほぼ同様の傾向を示し、空隙の発生割合は縦積み列数や試行回数によらないことがわかる。このため、ある試行回数以上の試験を行い、それらを統計的に処理することによって再現性のある実験を行うことが可能であり、定性的な評価もできると判断した。なお、今回の実験では試行回数を 50 回としている。図 2 から判断して、ドミノブロックの面積 (3.6cm^2) よりも小さな空隙がかなり高い割合で発生しており、全体の 40%以上を占めている反面、ドミノブロックの面積よりも大きな面積を有する空隙もブロックの組合せにより低い割合であるが発生することがわかった。

次に、特徴的な崩壊形態によって生じる空隙の発生位置について考察する。特徴的な破壊形態として、図 3 に示す Pancake collapse (P 型) 崩壊³⁾と Lean-to collapse (L 型) 崩壊³⁾を採用あげる。両崩壊形態とも家屋の倒壊において生存者が救助されやすいと考えられる空隙として考えている。なお、水平距離とは図 2(b)右下の点からの水平距離である。図 4 から、P 型崩壊による空隙は 0~5cm、5~10cm の位置で高い発生割合を示しており、10~15cm になると急激に空隙の発生割合が低下する。これより、崩壊の起点部分において P 型崩壊による空隙は発生しやすく、高い割合で起点部分に発生することがわかる。また L 型崩壊による空隙は、水平距離は 10~15cm、15~20cm、20~25cm において空隙の発生割合が高くなる傾向を示す。その位置付近で複雑な空隙が形成されていることを示しており、崩壊ブロックの中央付近において L 型崩壊による空隙が形成されることがわかった。

4. まとめ

本研究では、不連続性岩盤の崩壊時における崩壊土砂内における空隙の発生形態を知るために、ドミノブロックを用いた簡易模型斜面崩壊実験を行った。主な結果として以下の 2 点が得られた。

- 1) 崩壊ブロック内には小さい空隙が高い割合で発生するが、ある程度の大きさを有する空隙もある一定の割合で発生する。
- 2) P 型崩壊と L 型崩壊による空隙の発生位置は異なる傾向を示し、P 型崩壊による空隙は崩壊起点部分に集中するが、L 型崩壊による空隙は崩壊ブロックの中央付近で発生しやすい。

【参考文献】1) 江崎, 蔣, 永富, 後藤: 不連続性岩盤斜面に生じる転倒崩壊機構に関する基礎的研究, 資源と資材, Vol.113, No.4, p.234, 1997. 2) 川村, 村山, 橋本, 近藤, 西川: 不連続性岩盤斜面の崩壊例に基づく個別要素法の実際への適用, 土木学会論文集, No.568, pp.175-185, 1997. 3) Vic Calland: Pre-hospital aspects of collapsed structures, Safety at Scene - A manual for Pre-hospital Care, Providers and the Police, Revised 1st edition, pp.1-6, 2008.

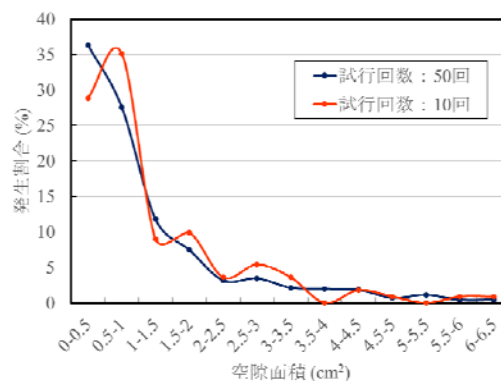


図 2 試行回数の違いによる空隙の発生割合



(a) Pancake collapse (b) Lean-to collapse
図 3 特徴的な崩壊形態

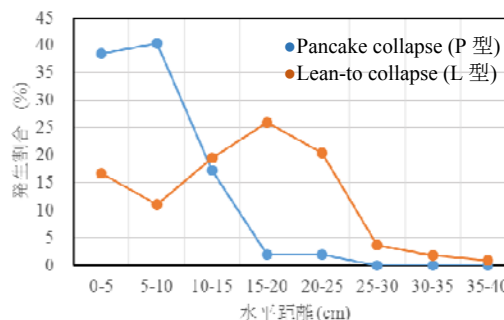


図 4 特徴的な空隙の発生位置