

がけ崩れ災害における崩壊土砂の移動実態に関する事例調査

○武蔵由育 八千代エンジニアリング株式会社
 水山高久 京都大学大学院農学研究科

1. はじめに

崩壊土砂に関する研究には、芦田・江頭ら(1983～1987)の崩壊土砂の流動化機構、流動化した崩壊土砂の流動・堆積機構に関する研究、呉ら(2004)のように崩土を質点として扱う解析、道上ら(1998)の崩土を流体とした解析、大倉ら(1994)の個別要素法による解析、大倉(2004)の乾燥砂の流下実験などがある。一方で反町(1977)、門間ら(1999)が実際のがけ崩れ災害について網羅的に整理しているものの運動を意識したものではなく、実際の崩壊の多くに、既往の崩壊土砂の運動メカニズムに関する研究成果を適用できる条件にあるかが明らかではない。

そこで、土砂の攪乱状況および擁壁等の施設による影響などに着目し、平成16～17年に国土交通省へ提出された「土砂災害報告」における、がけ崩れ災害1,861件から、掘削など人為的誘因によるものを除き、崩壊斜面および堆積土砂の位置と状況が判別できる写真、縦断図、平面図が添付されている152事例を対象に、図-1に示す崩壊地の諸元について計測し、崩壊土砂の移動形態を崩壊位置、堆積位置の観点から図-2のように分類・整理した。

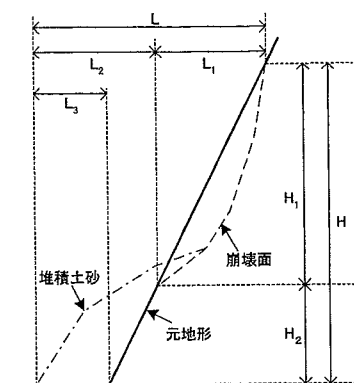


図-1 崩壊諸元の計測方法

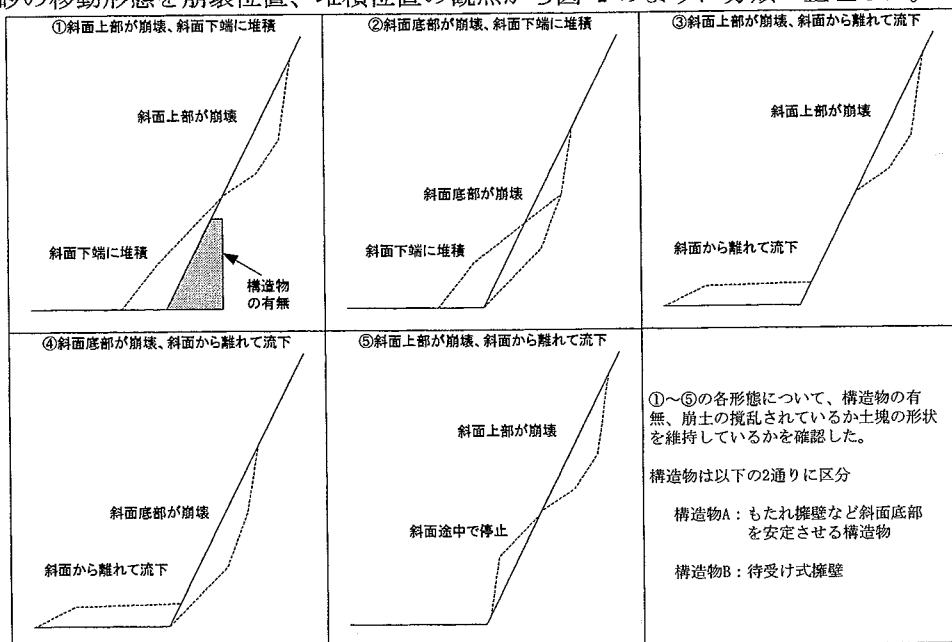


図-2 崩壊、堆積状況の分類

2. 崩土の攪乱状況

図-2の分類を崩土の攪乱状況別に示すと図-3のようになり、ほとんどの場合崩土が斜面下部付近に堆積している。崩土が土塊の形状を維持したまま停止している事例は31.6%であり、19.7%は斜面底部が崩壊し斜面下部に堆積する移動距離の短いケースである。斜面から離れて流下する事例では、全て土砂が攪乱されている。また、崩土の攪乱状況別に示した図-4の L_3 の頻度、図-5の L_3/H の頻度では、土塊の形状が維持されている場合と比較して、土砂が攪乱されている場合は到達距離が長い傾向となっている。

対象とした事例では、土砂の性状に関する記録が無く、崩土が攪乱されている場合の流動化の状況について十分な区別が出来ないが、崩土が流動化されるほど崩土の到達距離が長くなる傾向が表れている。また、崩壊土砂の多くは斜面から離れて流下しておらず、十分には流動化されていないものと考えられる。

3. 構造物の影響

崩壊土砂の移動形態ごとの頻度分布について、構造物がない場合の78事例について図-6に、構造物がある場合の74事例について図-7に示す。ここでは構造物について、もたれ擁壁など斜面底部を安定させる構造物(構造物A)と待ち受け式擁壁(構造物B)に分類している。

構造物無しの場合と比較して、構造物がある場合は上部からの崩壊の割合が増加するとともに、攪乱される割合が増加しており、構造物により崩壊位置が上部へ移動し流動化が促されていると考えられる。さらに、斜面から離れて流下する事例が若干増加しているが、この点については構造物無の場合3例に対し構造物有の場合5例であり、現時点では構造物の影響とは言い難い。

図-8に示す崩土の到達距離(L_3)について、構造物Bの場合は待ち受け式擁壁で崩土を捕捉する効果により到達距離1m未満の割合が大きくなるとともに、到達距離10m以上の割合が大きくなっており、規模が大きい崩壊、あるいは流動化した崩壊土砂が待ち受け式擁壁を越流した場合に到達距離を縮める効果は確認できず、待ち受け式擁壁による対策に限界があるものと考えられる。

4. 今後の課題

以上より、がけ崩れ災害の多くは崩壊土砂が十分に流動化する前に停止しているものと考えられる。また、規模が大きい崩壊あるいは崩壊土砂が流動化した場合には待ち受け式擁壁による対策に限界があり、待ち受け式擁壁の限界および崩壊土砂の流動化状況についてより詳細な検討が必要であると考えられる。

本検討で対象とした事例では、崩壊土砂の性状についての記録が無く、今後実際の崩壊土砂の流動化状況について明らかにするためには、崩壊直後の調査において含水比、粒度分布、液性限界・塑性限界などの液状化条件、土質強度などについて情報を収集する必要があると考えられる。

また、既往の崩壊メカニズムに関する研究の多く（芦田・江頭ら、1983～1987；大倉ら、2004 など）は、崩壊土砂が流動化する条件および流動化した崩壊土砂の移動に関するものであり、被害が大きくなるものを対象としていると考えられる。危険区域を議論する場合は良いが、待ち受け式擁壁などの構造物を検討する場合は、設計が過大になったり設計が成り立たなくなったりすることが考えられるため、各々の斜面で対象とする崩壊の形態を具体的に検討する必要がある。従って、崩壊の多くを占めていると考えられる、十分に流動化する前に停止する崩壊の運動についても、今後明らかにする必要がある。

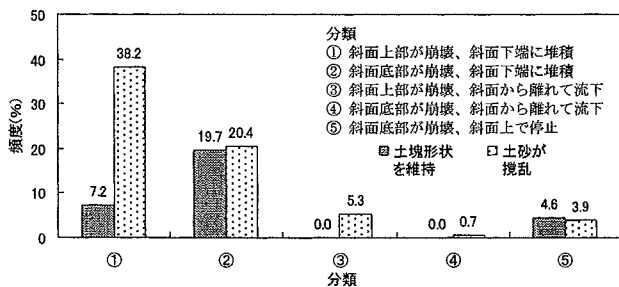


図-3 土砂の攪乱状況別の分類

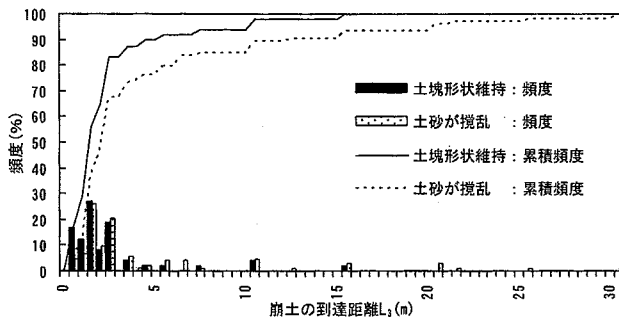


図-4 土砂の攪乱状況と崩土の到達距離

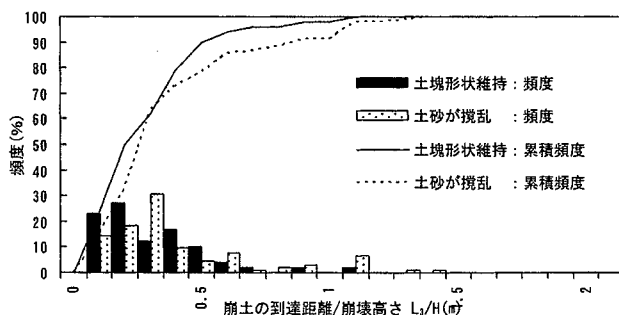


図-5 土砂の攪乱状況と崩土の到達距離/崩壊高さ

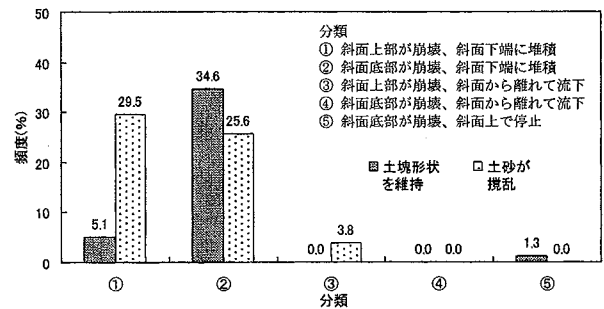


図-6 構造物が無い場合の分類ごとの頻度

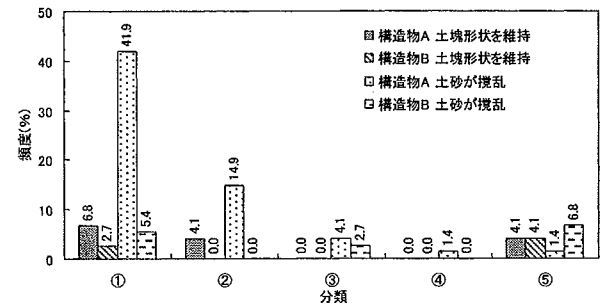


図-7 構造物が有る場合の分類ごとの頻度

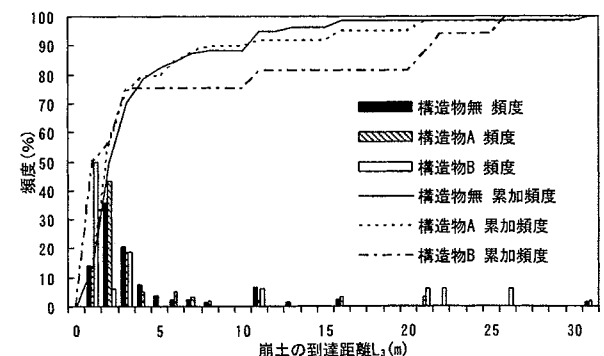


図-8 構造物の有無と崩土の到達距離

参考文献

- 芦田和男・江頭進治・大槻英樹 (1983)：山腹崩壊土の流動機構に関する研究，京大防災研究所年報，第 26 号，B-2，p.315 - 327
 芦田和男・江頭進治・神矢弘 (1984)：斜面における土塊に滑動・停止機構に関する研究，京大防災研究所年報，第 27 号，B-2，p.331-340
 芦田和男・江頭進治・神矢弘・佐々木浩 (1985)：斜面における土塊の抵抗則と移動速度，京大防災研究所年報，第 28 号，B-2，p.297 - 307
 芦田和男・江頭進治・神矢弘・佐々木浩 (1986)：流動土塊の堆積機構に関する研究，京大防災研究所年報，第 29 号，B-2，p.329 - 342
 芦田和男・江頭進治・佐々木浩 (1987)：斜面崩壊の発生と土石流の流動機構，京大防災研究所年報，第 30 号，B-2，p.507 - 526
 吳耀華・古賀康之 (2004)：たわみ性防護柵に対する崩土による衝撃力に関する考察，第 7 回構造物の衝撃問題に関するシンポジウム講演論文集，p.199 - 204
 道上正規・宮本邦明・片島啓介・植村慎 (1998)：土塊の運動機構と 1 次元数値計算法，水工学論文集，第 42 巻，p.925 - 930
 宮本邦明 (2002)：土塊の運動の 2 次元数値シミュレーション，砂防学会誌，Vol. 55，No. 2，p.5 - 13
 大倉陽一・三森利昭・落合博貴 (1994)：個別要素法による崩壊土砂動態解析，砂防学会誌，Vol. 47，No.3，p.3 - 10
 大倉陽一 (2004)：崩壊の流動化機構ならびに到達距離予測に関する研究，森林総合研究所研究報告，Vol. 3，No.2，p.109 - 164
 門間敬一・千田容嗣・海老原和重 (1999)：がけ崩れ災害の実態，土木研究所資料，第 3651 号