

# 1 地震を起因とした土石流の発生条件

京都府立大学  
京都府土木建築部

○三好岩生, 石川芳治  
田中健二

## 1. はじめに

地震を起因とした土石流の発生にはいくつかの形態が考えられるが、地震によって崩壊した土砂が土石流化して長距離を流れ下ったと考えられる場合が多い。このような形態の土石流が発生するためには、山腹斜面から崩落した土塊が攪乱によって土石流化しやすい性質を持つことと、流体化に必要な水分を内包していることが条件と考えられる。ここでは自然状態にある山腹土砂の自然含水比等の初期条件と、土砂材料に攪乱を与えた場合の流動化の有無やその条件をそれぞれ調査と実験から調べ、崩壊土砂が土石流化する条件について検討した結果を報告する。

## 2. 自然土壌の含水比

過去の災害履歴や母岩の違いを考慮して、小田原市の根府川地区、京都市北山の静原地区と芦屋市の芦屋川上流域の溪岸上部からそれぞれ土砂サンプルを採取して粒径分布と自然含水比、単位体積重量などを測定した(図-1, 表-1)。自然含水比は採取時点での気象条件を反映したものであるためにこの値が土壌の特性値であるとはいえないが、試料によっては土粒子と水分の体積比率が十分に土石流化が可能な値となっている。このことから、強い降雨が無くても斜面の状況や土質条件によっては土壌が崩壊することによって内包した水分と混合して土石流が発生する可能性があると考えられる。

## 3. 土石流化の実験的検討

崩壊土砂が土石流化する可能性を調べるため、図-2に示すような途中で勾配の変化する小型の矩形断面水路を用いた土砂の流動実験を行った。水路は幅が上流・下流ともに7cmで、長さ45cmで勾配が50°の上流部分と長さ75cmで勾配が20°の下流部分をつなげた構造となっている。水路上流端に設置した発生装置から実験条件に合わせて含水比を調整した土砂を一度に水路に落とし込み、水路内での流動の様子や堆積形状をビデオで録画し、必要に応じて採泥して含水量を測定した。使用した土砂試料は前述の根府川、北山、芦屋地区で採取した土砂であり、実験条件として含水比を3~5段階程度、総体積を2段階に変えて実験を行った。実験の結果、材料によって流動化するために必要な含水比が変わり、含水比を体積濃度に変換すると図-3のようになった。また、同じ実験を振動台の上で行ったが、振動加速度を約1Gまで上げて流動するための最低含水比に大きな変化はなかった。

## 4. 考察

実験の結果として各土砂試料が流動化するための最低含水比である流動限界と調査時の自然含水比の比較を図-4に示す。この他に、自然含水比として過去のデータを参考にPF1.8程度となる値を用いたり、流動限界として液性限界試験の結果や内部摩擦角から算出される土石流の平行濃度式による計算値を当てはめたりしたが、一部の場合を除いて自然含水比の方が小さくなっており、無降雨時には崩壊しても土石流化する可能性が小さいことが示唆された。流動限界が自然含水比よりも小さくなるのは、根府川で採取した試料に対して流動限界として土石流の平行濃度式による計算値を用いた場合であり、このことはこの試料の採取地で関東大震災時に土石流が発生したことと対応した結果となっている。

## 5. まとめ

本研究では地震によって崩壊した土塊が土石流化するための条件として、自然含水比と流動化のための最低含水比の関係を、調査・実験と従来の成果を基に検討した。一応の成果が得られたが、自然含水比と流動化最低含水比の双方ともに評価手法を確立するためにはさらに検討する必要がある。

表-1 調査・実験に用いた自然山腹斜面土壌の土質特性

試料 (採取地毎平均)	単位体積重量 (g/cm <sup>3</sup> )	自然含水比	液性限界	D60 (mm)	内部摩擦角 (degree)
芦屋	1.50	0.079	0.261	4.5	43.5
北山	1.50	0.187	0.360	4.5	43.4
根府川	0.86	0.975	1.269	0.6	40.1

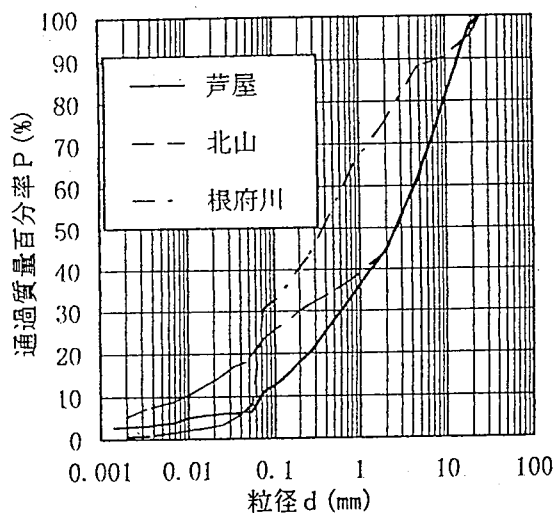


図-1 粒径加積曲線

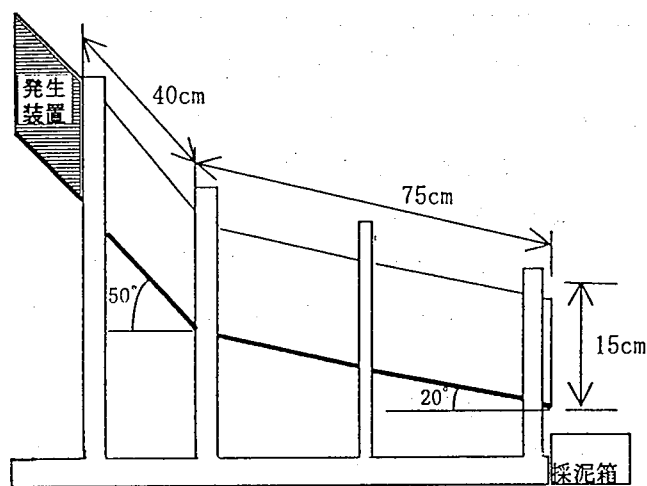


図-2 実験水路 (側面図)

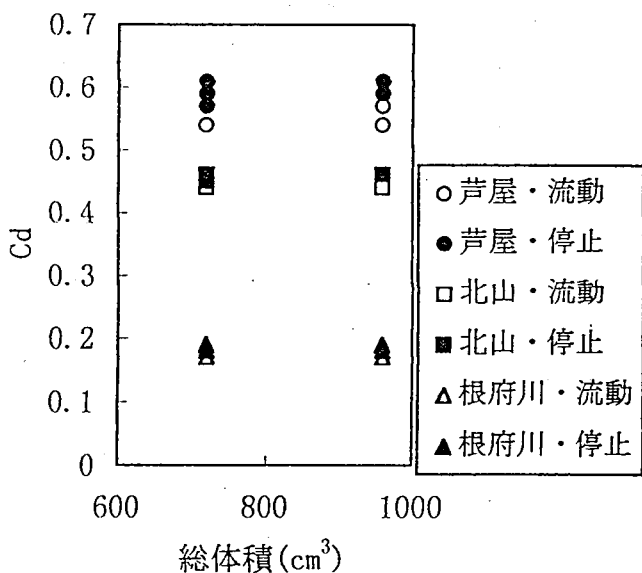


図-3 流動実験結果

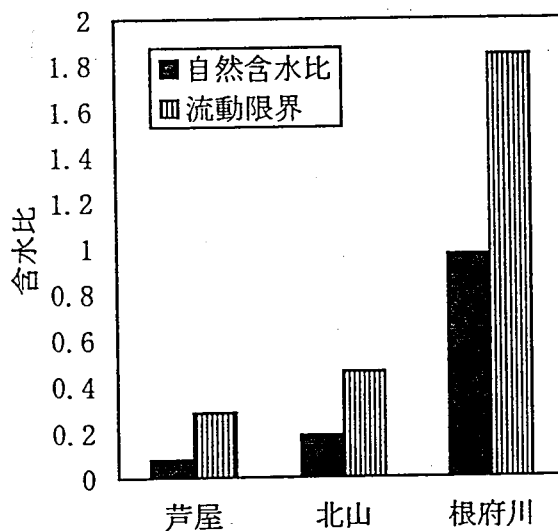


図-4 自然含水比と流動限界の関係