

山梨大学 大学院 学生員 大杉 誠
 山梨大学 工学部 正員 河西 秀夫
 山梨大学 工学部 正員 萩原 能男

1. まえがき

土石流災害は毎年各地で発生しており、その被害の大きさ及び突発性などから大きな問題となっている。土石流の調査研究は戦後特に注目されてきてはいるが、そのメカニズムについての研究が本格的に行なわれはじめたのは昭和40年以降であるといえる。土石流の研究は実験を通してモデルの作製及び検証という面で行なわれているが、現在行なわれている研究を大要別にみると、1、土石流の発生条件及び機構、2、土石流の流動機構及び特性、3、土石流の停止・堆積条件及び機構の3つに区分できる。このうち流動特性に関する研究が最も盛んに行なわれており、流下速度、段数、流砂量などの機構の解明が行なわれている。ここではこれらの研究をモデルの分類の面からまとめ、野外調査の成果を考慮してその問題点を考察してみた。

2. 土石流のモデル化とその問題点

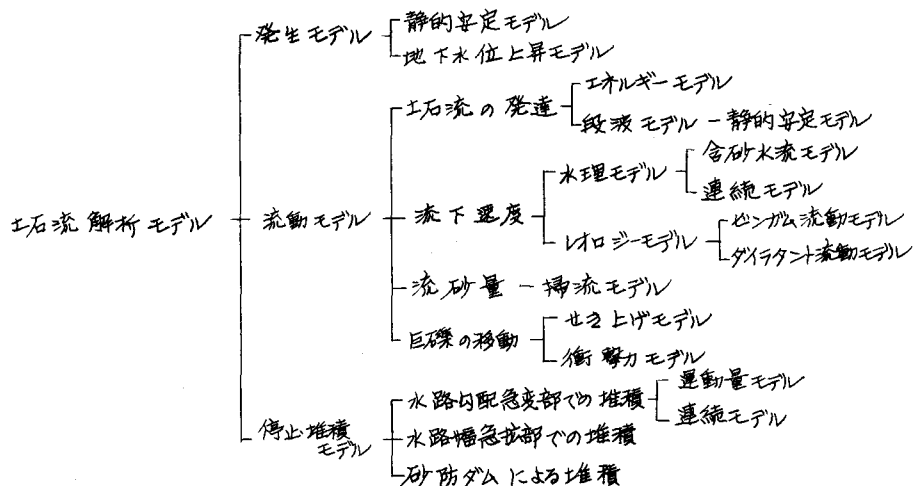


図-1 土石流の解析モデルの分類

(1) 土石流の発生条件及び機構

土石流の発生条件及びその機構を解析する場合、土石流は飽和した渓床堆積物の流動化により発生するという前提で定式化が行なわれている。この場合、堆積物の流動化を堆積層内でのせん断力とせん断抵抗力のフリあいから説明するものが静的安定モデルであり、機構そのものはblock box にておいて表層流の発生により流動化するという現象面から地下水水位の上昇の時間的経過及びその条件を説明するのが地下水水位上昇モデルである。

土石流の発生には、渓床堆積物の流動のほか昭和53年の妙高土石流¹⁾のように、山腹崩壊物が直接流動して土石流となるタイプのものもある。前記の2つのモデルではこのような崩壊物は、一時渓床に堆積した後流動化すると仮定しているが、昭和36年の猪野山土石流²⁾の場合は崩壊物が直接流動化して土石流に発展したことが目撃されており、必ずしも崩壊物は渓床に堆積してから流動するとは限らない。このタイプの場合、崩壊土砂が土石流として流出した場合とそのまま堆積した場合では崩壊土が渓床をたたくエネルギーと差があることが報告されている。従って、崩壊タイプの土石流の場合にも上記の2つのモデルが適用できるかどうかの検討が必要

要であろうかと思われる。

(2) 土石流の流動機構及び特性

土石流の流動機構及び流動特性に関する研究は現在最も盛んに行なわれている部門であり、図-1に示すようにその内容も多岐にわたっている。これらの諸項目を統一的に説明するモデルはまだなく、各々の項目についてそれぞれの立場から個々にモデル化されているのが現状である。

土石流は礫と大量の泥が混ざりあって、集合運動で流下するという性質などからその流動特性は、現在粘塑性流体とみなす考え方が主流となっている。現在行なわれている流動実験は、実験材料の粒径によりそのレオロジーが異なり、中央粒径が 0.5mm 以下の場合はビンガム流動、それ以上の場合はダイラタント流動を示しているように思われる。SharpとNoble³⁾は、matrixである泥分が流れを支配している(ビンガム流体)と考え、シラスを材料として実験ではビンガム流動とみなせるようである。また土石流には粒度構成により石礫質と泥流質のものに区分され、泥流質の土石流は石礫質のものに比べて流動性が高いといわれており、両者の間には流動特性に差がある。しかし、この差異についての詳細なことはまだ不明な点が多い。

実際の土石流のレオロジーを定める場合には、これらの実験のみでなく、実際の土石流の流動がmatrixである泥分、あるいは礫分を含む全構成物のどちらに支配されているのかをききわめる必要があると思われる。

土石流の流れを左右するものとしては、粘性係数、濃度、内部摩擦角などの物理量がある。これらの物理量についての実際の測定例は少なく、また測定された値のばらつきも多い。また土石流はその流路にある河床堆積物を取り込みながら次第に成長して流下しており、これらの物理量も変化すると予想される。この物理量についての研究はまだまだ少なく、詳細な点は判明していない。

段坡とともに土石流の特徴のひとつである段坡フロントの粗粒化については、固体粒子の衝突による反発力の差異によるぶい分け作用、礫の運動方程式、慣性力の差異などから説明されているが、いずれもまだ定性的な説明にとどまっているようである。

(3) 土石流の停止・堆積条件及び機構

土石流は河床勾配の急変部や谷の出口に堆積することが報告されており、土石流の停止・堆積機構の研究は主としてこの勾配急変部や谷幅急縮部に行なわれている。また、土石流対策として砂防ダムの効果が問題になっているため、砂防ダムによる土石流の堆積機構についても研究が行なわれている。現在、土石流の停止・堆積は、運動方程式による近似解析、連続の条件などから現象面的な定式化及び土石流の砂礫濃度の低下により説明されている。これらのモデルは1地点で完全に堆積するという前提にあるが、堆積部と洗掘部が交互に出現している例も報告されており、この場合どのように考えるべきか問題が残っている。

3. あとがき

以上、現在行なわれている土石流の研究の現状をまとめてみた。河床堆積物の流動限界勾配、流動特性など次第に土石流の解析が進みつつある。しかし、また様々なモデルが提唱されており、土石流の現象の複雑さをそのま反映しているようである。これらの研究成果を大きくみると、主点は現象の定式化にあり、式中の諸定数の決定などの問題が残っているようである。

なお、この報告をまとめるにあたって引用した論文は多数あるので、参考文献としてすべてを掲載するのは割愛した。

〈参考文献〉

- 1) 新編大災害研究年報 第1号(1979)
- 2) 高野秀夫「猪野山土石流について」新砂防45(537)
- 3) Sharp and Nobles "Mudflow of 1941 at Wrightwood, southern California"
Bulletin of the geological society of America (1953)