

## P 34 土石流の衝撃力に関する基礎的研究

労働省産業安全研究所 正 ○堀井 宣幸  
 同 豊澤 康男  
 同 玉手 聡  
 (株) ジオデザイン 橋爪 秀夫  
 (株) I M都市開発 米山 義範

### 1 はじめに

平成8年12月、新潟・長野県境の蒲原沢で発生した土石流は、作業中の労働者14名が死亡、7名が負傷するという重大災害となった。土石流の流速は、土石流のタイプ（泥流型、砂礫型など）によって異なるが一般に2~20m/secと言われており、また、流下質量も大きいため、壊滅的な破壊力を有している。土石流による荷重（土石流荷重）は、流体力と礫などの衝突による衝撃力から構成される。流体力に関しては理論的にも計算は可能であるが、衝撃力については、土石流が衝突する対象物の力学的な特性（剛性等）によって変化するため、定量的に把握することが難しい面がある。このようなことから、土石流中の礫が持つ衝撃力に関連する研究は、理論的アプローチや重錘の落下などによる衝撃载荷実験が中心であり、実際に近い土石流を流下させて衝撃力を測定する研究はあまり行われていないようである。

本研究では、土石流対策対策を考える上での基礎資料を得る目的で、土石流の流動特性の解明と礫等による衝撃力特性を把握するため、遠心模型実験による模擬土石流流下実験を行ったので報告する。

### 2 実験概要

土石流の流下速度は2~20m/sec程度であり、重力場でこの流速を再現するには大規模な実験装置が必要となる。このため、本研究では遠心模型実験装置内に流路を設置し、50Gの遠心場で模擬土石流を流下させることで高速の流下速度を再現した。図-1は実験に使用した遠心模型実験装置であり、最大付加遠心加速度200G、有効半径2.2m、最大積載重量500kgfの性能を有する装置である。

流下実験に使用した流下実験装置を図-2に示した。土槽の上部には、水と礫等を均一に混ぜ合わせるための攪拌ミキサー、土槽内部には模擬土石流を流下させるV字型流路と土石流荷重を測定するためのロードセルが設置されている。また、土石流の流速を測定するため、レーザー変位計を20cm間隔で2個設置している。土石流荷重はV字型流路端部の受圧板背部に取り付けた3個のロードセルで測定している。

個々のロードセルはスプリングで保持されており、このスプリングのバネ係数を変えることで、衝撃荷重に対する剛性の影響も考慮できる測定システムとなっている。流下実験では、土石流を模擬した水と砂等の混合物を攪拌ミキサーに投入し、50Gの遠心場で攪拌ミキサーを動作させて攪拌した後、ミキサーの底板を解放し、模擬土石流をV字型流路上に流下させた。実

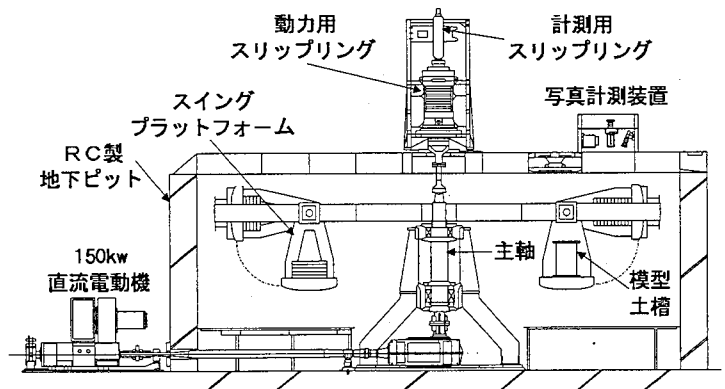


図-1 遠心模型実験装置

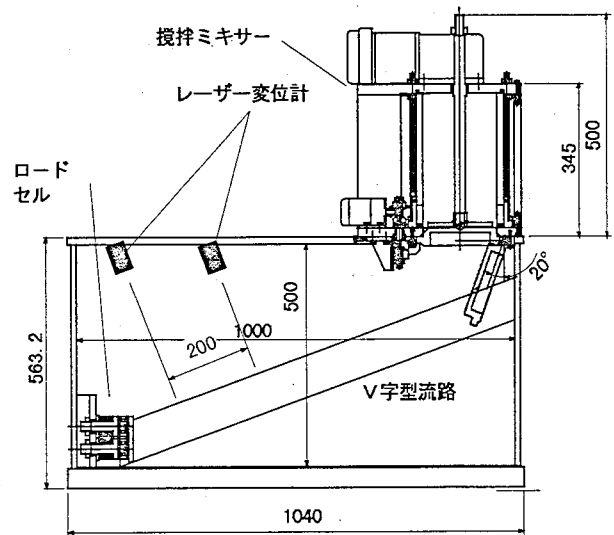


図-2 流下実験装置

験に使用した試料は水、礫、砂、粘土であり、これらの配合比率を変えて数種の模擬土石流とした。礫はφ=10~15mmと20~25mmの2種類、砂は豊浦砂、粘土はカオリンである。

### 3 実験結果

計測した土石流の衝撃荷重の一例を図-3に示した。衝撃荷重は3個のロードセルで測定しており、3個のロードセルで測定した荷重の合計値を衝撃荷重とした。衝撃荷重は非常に早い時間(図-3の例では0.03sec)でピークに達する衝撃的な荷重特性を示している。

図-4は、模擬土石流の流速と流下重量の関係を示したものである。模擬土石流の流下重量とは、水(今回の実験では、水の重量は3kgfに固定)と水に混ぜた砂、粘土および礫の重量を加えたものである。図から、水だけの場合、流下重量が増加するほど流速も増加している。これは、流下重量の増加により攪拌ミキサー内での水位が高くなり、位置エネルギーが増加するためと思われる。一方、砂、粘土および礫などを混入した場合は、混入物の割合が大きくなるほど流速は低下する傾向が見られる。この理由は、混入物の割合が大きいかほど模擬土石流の粘性が増加するため、流路面との摩擦や粒子間の摩擦が増加する影響と考えられる。

図-5に最大衝撃荷重と流下重量の関係を示したが、流下重量が増加するほど最大衝撃荷重は大きくなる傾向が見られる。また、砂等の試料を混入した場合は、粒径が大きくなるほど衝撃荷重が増加することがわかる。しかし、図-4から混入物重量が増えるほど流速は低下しており、衝撃荷重に及ぼす流速と混入物重量の関係についても検討する必要がある。

### 4 まとめ

遠心模型実験による土石流荷重に関する基礎的実験を実施した。今後、衝撃荷重に及ぼす流速、混入物重量、粒径などの影響についてもさらに検討する必要がある。また、ロードセルを支持するスプリングの剛性を変えて流下実験を行い、土石流が衝突する対象物の剛性の違いが衝撃荷重に及ぼす影響についても検討する予定である。

<参考文献> 1) 土質基礎工学ライブラリー 27:土砂災害の予知と対策, 土質工学会, pp225, 昭和60年6月。 2) 諏訪 浩・奥田節夫:土石流先端における巨礫の運動および先端形状について, 京都大学防災研究所年報第16号B, pp425~pp432, 昭和48年4月。 3) 伊藤義人・宇佐美勉・川口雅樹・草田昭一:コンクリート面を防護するメタルライナーの衝撃実験と設計, 平成6年度砂防学会研究発表会, pp223~pp224, 平成6年5月。 4) 鈴木真次・石川信隆・水山高久・石川芳治・下田義文:RC製砂防ダム袖部の衝撃破壊モデル実験, 平成6年度砂防学会研究発表会, pp219~pp222, 平成6年5月。

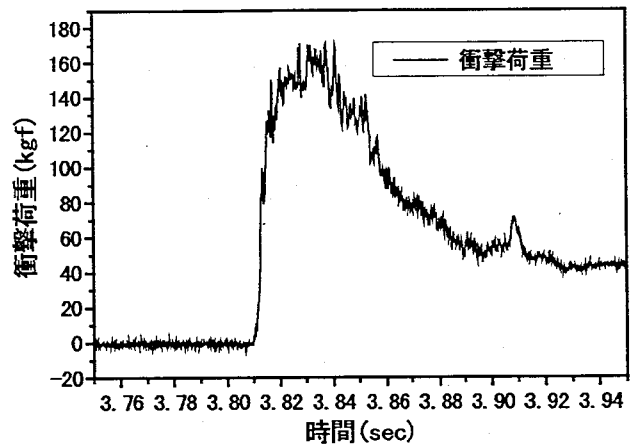


図-3 衝撃荷重波形

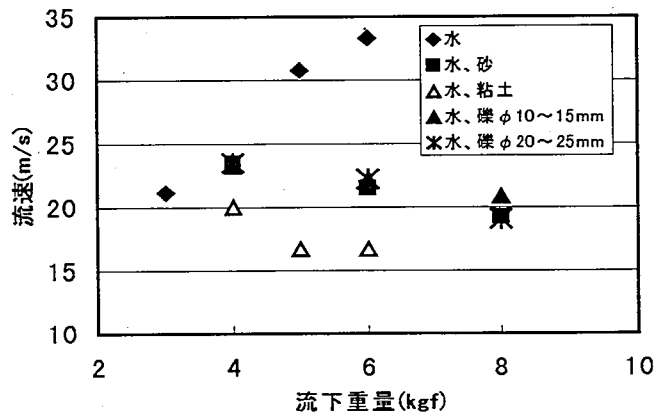


図-4 流速と流下重量の関係

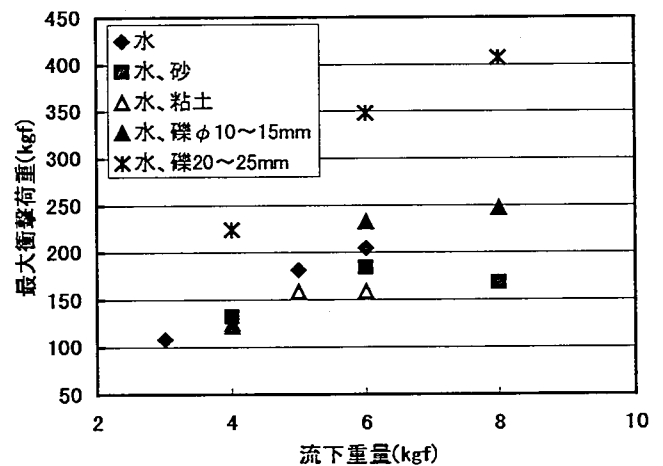


図-5 最大衝撃荷重と流下重量の関係