

論文の内容の要旨 沼田宗純

■論文題目

Key parameters controlling movements and deformations of landslide masses in earthquakes and discussions for coping with landslide disasters

(斜面災害軽減に向けた崩壊土塊の変形と運動を支配する要因の研究)

崩壊土塊の到達範囲の予測に関する研究は、過去の崩壊事例の統計解析、土質試験、実大試験そして数値解析が主なアプローチである。統計解析は、崩壊土量と到達距離の関係、斜面勾配と等価摩擦係数の関係を整理し、到達距離の推定を行っている。しかし、なぜ土量が大きいと到達距離が長くなるのか、なぜ斜面勾配が高いと到達距離が長くなるのか科学的な根拠が示されていない。土質試験や実大試験では、間隙水圧と到達距離の関係が中心的な課題だが、崩壊形状等その他のパラメータと到達距離の関係が体系的に示されていない。数値解析は、数値モデルの開発が中心であり、それを実際の崩壊に適用し検証するに留まっている。いずれも、何が崩壊土塊の変形と運動を支配する要因であるのか体系的なアプローチができてない。

そこで、本研究は、斜面災害軽減に向け崩壊土塊の変形と運動を支配する要因を解明する。解析手法は、Material Point Method (MPM) を用いる。数値解析には、履歴依存性のある物質の大変形解析が可能であること、入力データが実際に計測可能な情報で構成されることが求められる。MPM は、Lagrange 粒子が Euler 格子内を自由に動き回ることによって大変形を表現する手法である。MPM の入力データは、(1)標高、(2)土塊の変形そして(3)すべり面の物性の 3 要素で構成させた。

研究対象とした主なパラメータは、長さ・幅などの形状、土塊の強度そして摩擦係数とし、これらと到達距離との関係を解明した。その結果、到達距離は土塊の許容応力度に依存することがわかった。許容応力度が高くなれば、後方土塊による前方へ押出す力は高く発揮できるため、到達距離は長くなることがわかった。形状に関して言えば、長さには依存せず、幅に依存することがわかった。これはあたかも高拘束圧の条件下における土質試験のようにピーク強度が高くなるためであり、最終的に、平面ひずみ状態に収束することが示された。土塊の到達距離の解明を難しくする要因である摩擦係数は、平坦面と斜面で分けて設定した。斜面上の摩擦係数は土質試験を行うことで評価できるが、平坦面の摩擦係数は、道路や田畑などがあり直接的に計測することは難しい。そこで、座屈理論を用いて平坦面の摩擦係数の評価方法を提案した。

本研究では、斜面災害軽減に向けて崩壊土塊の変形と運動を支配する要因を解明し、新しい知見を得ることができた。