北九州市における土砂災害防止法の定量的検討

九州大学大学院　学生会員○古賀泰輔　フェロー　善　功企
九州大学大学院　正会員　陳　光斉　正会員　笠間清伸

1. 目的

我が国では土砂災害が年々増加傾向にある一方で，新たな宅地開発が進み，それに伴い被災のおそれのある危険箇所が増加している．そこで，土砂災害の危険区域を設定することを目的に，平成13年4月に土砂災害防止法が施行された．同法では，急傾斜地の崩壊による危険区域を，急傾斜地の下端から斜面高さの2倍（50mを超える場合は50m）と定めた．しかしながら，危険区域の決定には，斜面の土質や強度などの物性が考慮されていないため，危険区域を過度に設定している可能性がある．本文では，DDA解析により詳細な崩土の到達距離を求め，従来法における危険区域との比較を行った．

2. 解析概要

本文では，福岡県北九州市門司区を対象に，土木学会西部支部が行った崩壊危険度の検討結果[1)]を基に，等高線と地盤の物性が既知である危険度ランキング4位，6位，7位および9位の斜面を選定した．

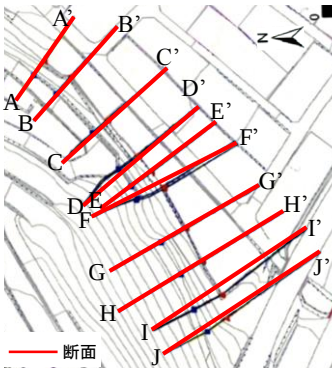

図-1　解析斜面の平面図と解析断面

解析の流れは，1) 対象斜面において，検討する鉛直断面を選定．2) 鉛直断面における斜面形状および地盤定数を決定．3) 極限釣り合い法によるすべり面解析により，斜面内の崩壊領域を算出．4) 3)で得られた崩壊領域をブロックに分割し，DDA解析を用いて崩壊土砂の到達距離および堆積範囲を算出．ただし，崩壊によって地盤が脆弱化することを考慮し，崩壊領域の強度定数を低減させて解析を行った．そのときの低減割合を強度低減割合とし，10%間隔で解析した．5) DDA解析で得られた崩壊土砂の到達距離と土砂災害防止法で決められる危険領域を比較．さらに，これら2次元解析の結果を，平面図上に3次元的に示すことで，崩壊土砂の空間的な到達・堆積状況を調査した．

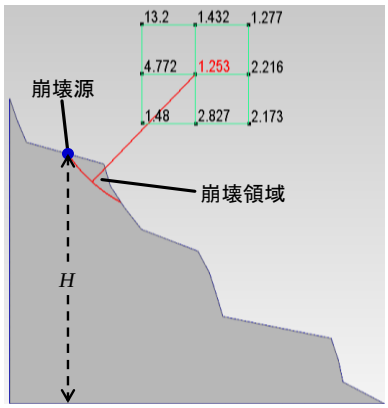

図-2　2次元モデルとすべり面解析

表-1　物性値

ヤング係数[MN/m^2]	30
ポアソン比	0.3
単位体積重量[kN/m^3]	18.6
飽和時単位体積重量[kN/m^3]	19.6

以下では，位の斜面に対する解析結果を中心に示す．**図-1**に，ランキング6位の斜面の平面図と解析断面を示す．本斜面では，A-A'からJ-J'の全10断面を解析した．**表-1**に，解析に用いた物性値を示し，**表-2**に強度定数を示す．これらの値には九州電力(株)が行った力学試験の結果を用いた．

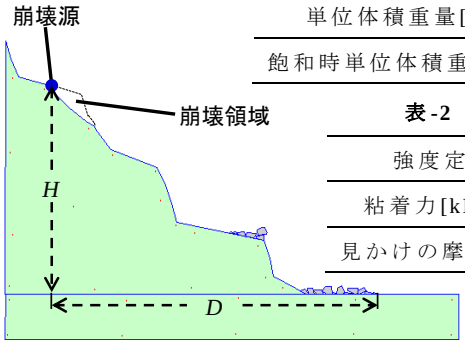

図-3　B-B'断面におけるDDAシミュレーション

表-2　強度定数

強度定数	初期値
粘着力[kN/m^2]	20
見かけの摩擦角[°]	33

図-2にJ-J'断面における極限つりあい法を用いたすべり面解析の結果を示す．図の右上にある格子点の値は，安全率の値である．また，図中の赤線で示す円弧および直線が，最小安全率

キーワード　斜面，崩壊，不連続変形法，土砂災害，到達距離
連絡先　〒819-0395　福岡市西区元岡744番地　伊都キャンパスW2-1110　TEL 092-802-3384

となるすべり面およびすべり半径である．本解析では，すべり半径は 16.7m，安全率は 1.25 であった．

図-3 に，強度を 90%低減させたときの，B-B'断面における DDA 解析により得られた崩壊土砂の堆積状況を示す．本解析では，崩壊源からの崩土の到達距離 D は約 45m であり，崩壊源の高さ H は 28m であった．

3. 解析結果および考察

図-4 に，強度低減割合と正規化到達距離(**図-3** に示す崩壊源からの崩土の到達距離 D 割る崩壊源の高さ H)D/H の関係を示す．崩壊土砂の強度を低減させると，土砂の到達距離は増加したが，その増加割合は，断面の違いによって変化した．強度低減割合 80%以上で崩壊するとき，D/H が 2.0 を超える断面が存在した．すなわち，強度低減割合 80%以上での崩壊時に土砂災害防止法の危険区域を超える断面が存在する．

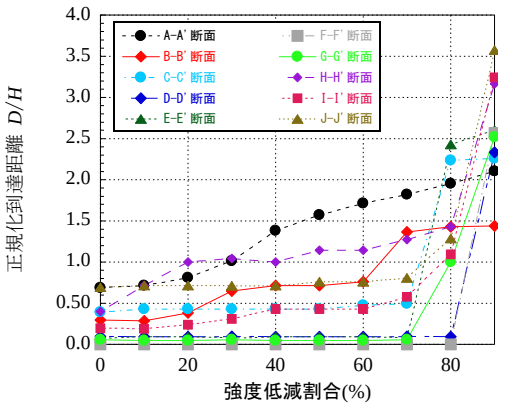

図-4　強度低減割合と D/H の関係

図-5 に，強度低減割合 70%を想定した崩壊土砂の到達範囲と，土砂災害防止法による危険区域を比較した平面図を示す．強度低減割合を 70%とした理由は，既往の研究 [2]より，大分県竹田市で発生した土石流に DDA 解析を適用した結果，強度低減割合 70%の時に崩壊土砂の堆積形状と一致したためである．9 断面では，DDA により得られた崩土の到達距離が，土砂災害防止法で定めた危険区域内に収まった．しかし，A-A'断面では危険区域内に留まらなかった．したがって，危険区域内であっても実際には崩土の到達しない安全区域と，危険区域外まで崩土が到達する可能性のある新たな危険区域を設定することが可能である．図中にその区域を斜線で示す．

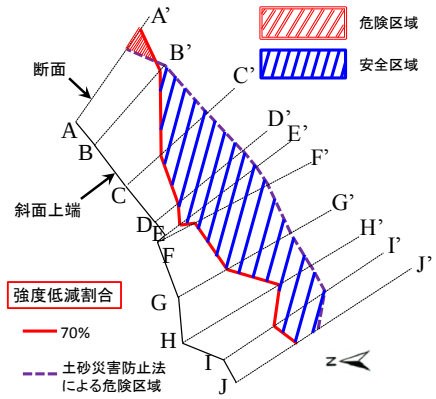

図-5　土砂災害防止法との比較

図-6 に，今回対象とした 4 つの斜面における DDA 解析で得られた到達距離と土砂災害防止法による危険区域の関係を示す．DDA による到達距離は，強度低減割合 70%として求めた．直線より右側は，安全区域を持つ断面である．左側は，土砂災害防止法による危険区域を超える範囲まで土砂が到達する可能性のある断面である．本解析結果から，危険度ランキング 6 位の斜面において，土砂災害防止法では崩土の到達距離は約 20~30m に設定してあるが，実際には約 5~20m の値を取り得る．断面によって，到達距離には差があるという結果が得られた．

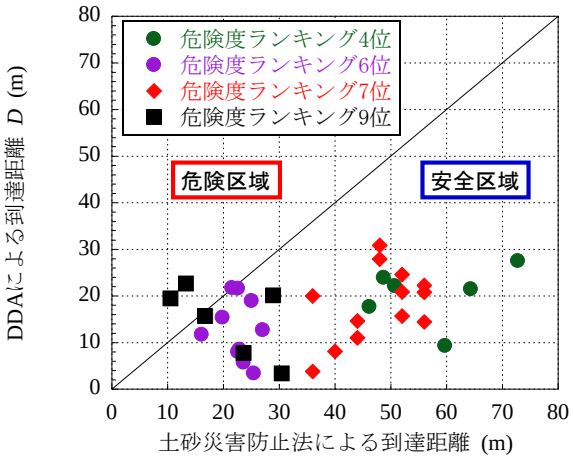

図-6　各斜面の解析結果と危険区域の比較

4. 結論

土砂災害防止法の危険区域は約 2 倍大きく安全側にとってあり，実際は崩土の到達しない区域が多く存在する．一方で，完全に危険区域は網羅できていない．DDA 解析により，危険区域の存在する可能性のある位置を特定でき，斜面形状，地盤特性がわかると詳細な到達距離を算出可能である．

<<参考文献>>

1)土木学会西部支部　土砂災害のリスク評価手法の開発と実用化に関する調査・中間報告

2)津末佳朋:不連続変形法(DDA)を用いた地震時崩壊土石の高速・遠距離移動メカニズムに関する研究，九州大学大学院修士論文．