

# 地震時斜面崩壊危険度判定に関する一手法

桜井亘<sup>※1</sup>, 小松雄二<sup>※2</sup>, 武田悦寿<sup>※3</sup>, 町田陽平<sup>※2</sup>○柴田俊彦<sup>※4</sup>, 染野誠<sup>※4</sup>, 木村田和也<sup>※4</sup>, 板野友和<sup>※4</sup>

※1高知県土木部防災砂防課(現 国土交通省四国山地砂防事務所), ※2高知県土木部防災砂防課, ※3高知県土木部防災砂防課(現 香川県土木部技術企画課), ※4株式会社パスコ

## 1. はじめに

中央防災会議の「東南海・南海地震に関する専門調査会」は平成15年9月17日、「東海」「東南海」「南海」の3地震が同時発生した場合の被害想定を公表した。これを受けて、平成15年12月16日に「東南海・南海地震に関わる防災対策特別措置法」に基づき、「東南海・南海地震対策大綱」を決定し、1都2府18県652市町村を東南海・南海地震が発生した場合に「著しい地震災害の恐れがある地域」として「東南海・南海地震防災対策推進地域」に指定した。高知県は全域が推進地域に含まれており、南海地震の強い影響を受ける地域である。

がけ崩れは、主に降雨を起因として発生するが、阪神・淡路大震災や2001年芸予地震、中越地震災害などにみられるように、地震によっても崩壊は発生することが判っている。これまで急傾斜地崩壊危険箇所については、平成11年11月に策定された「急傾斜地崩壊危険箇所点検要領」に基づいた調査を行ってきたが、斜面崩壊危険度の定量的な判定は行われていない。故に、対策を進めるうえでの指標が不足している状態である。

このような背景により、本研究は、今後の対策を検討する際の基礎資料を作成するため、モデル的に調査を行い、検討手法、問題点を明らかにすることを目的として実施した。調査地域は、南海地震時の地震加速度が大きく、また、危険箇所が多くがけ崩れによる死傷者が県下で最も多数生じることが懸念される高知市周辺部について実施した。加えて、平成20年6月に公表された「地震時の急傾斜地崩壊危険箇所危険度評価マニュアル(案)」(以下、「マニュアル案」という)との差異についても、まとめた。

## 2. 設定手法

設定は2段階にて実施し(図-1)、第1段階は調査対象範囲全域に対する「面に対する判定」を行い、その後、第2段階として対象となる「斜面に対する判定」を行うこととした。

### 2.1 面に対する判定

第1段階の、面に対する判定では、判別関数に基礎式(内田ら2004)を用いた。

$$F = 0.075I - 8.9C + 0.0056a - 3.2$$

$F$ ; 判別関数

$I$ ; 勾配(°)

$C$ ; 平均曲率

$a$ ; 最大加速度( $\text{cm/s}^2$ ) (内田ら2004)

これは高知県に地震時における斜面崩壊事例がないためである。なお、この式における最大加速度は、高知県が「第2次高知県地震対策基礎調査(平成15年度)」で算出した高知県モデルにより南海地震が発生したときの地震動想定結果を使用した。

検討にあたっては地形モデル(DEM)が必要であるが、今後、県下全域に対して検討が可能であること、土砂災害危険箇所を網羅していることが条件であった。このとき、国土院発行数値地図50mメッシュ標高データが候補としてあがったが、斜面を評価するには粗すぎるため、候補から外した。他に地形モデルを求めた結果、県下にて広く整備が進められている、砂防基盤図の3次元地形モデル(TIN)を使用することとした。3次元地形モデル(TIN)はトライアングル構造で地形を表現するため、10mメッシュのgridデータに変換した。10mメッシュとしたのは細かくするとデータ量が大きくなり処理に時間を要すること、大きくすると斜面の特性が把握しにくくなるためである。

この地形モデルを使用し、GISにて各メッシュ毎の曲率と勾配を測定した。得た曲率と勾配、および整理した地震加速度を判別関数に代入することで、各メッシュの判別関数得点を算出した。得られた判別関数得点結果を地図上に描画することで、調査範囲全体の危険度状況が把握できた。

### 2.2 斜面に対する判定

斜面の危険度判定は、斜面範囲内に包括される判別得点結果を統計処理することで得ることとした。その際、急

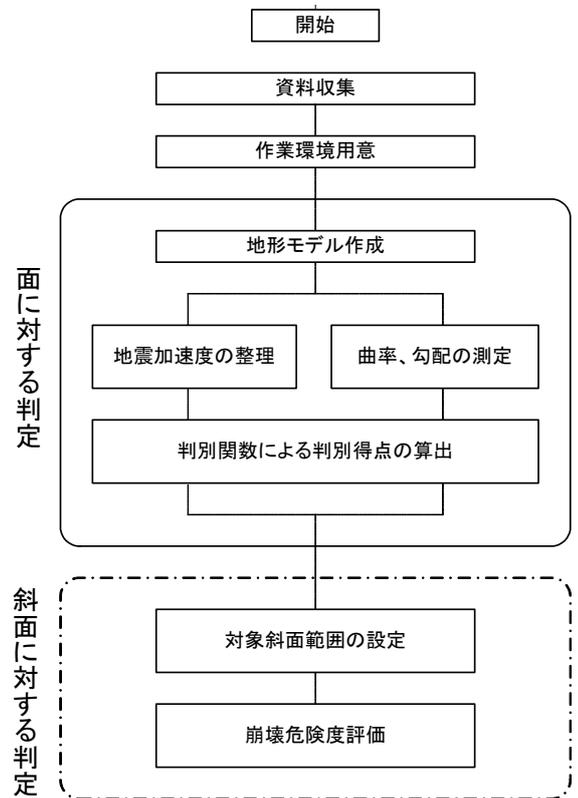


図-1 判定フロー

傾斜地崩壊危険箇所の斜面範囲が問題となった。急傾斜地崩壊危険箇所の範囲は、小規模な谷や尾根については斜面や保全対象の連続性を考慮し、一連としている場合がある。このため、急傾斜地崩壊危険箇所の範囲は、実際は土砂災害による被害を保全対象等が受けない範囲を含んでいることがある。また、斜面の上端について考慮されていないことが多く、過小な範囲となっている。このようなことから、斜面の範囲を別に求めることとした。急傾斜地崩壊危険箇所のうち、保全対象等に危害のおそれがあり、かつ土砂災害の発生のおそれのある斜面範囲を正確に示すデータとして、土砂災害防止法基礎調査における「土砂災害警戒区域」（以下、警戒区域と略す）の範囲を使用することとした。

表-1 斜面範囲データの比較

| データ種類         | 特性  | 結果 |
|---------------|---|----|
| 急傾斜地崩壊危険箇所 範囲 | 斜面範囲が適切ではなく、得点結果の統計処理上、過不足が発生する恐れある。            |    |
| 基礎調査 特別警戒区域   | 上端側が 5m 不足する、また施設を有する場合に発生しないことがあるため、得点結果が不足する。 |    |
| 基礎調査 警戒区域     | 斜面の下方の平坦地を含むが、不足は発生しない。                         | 採用 |

斜面範囲を基礎調査 警戒区域とした結果、斜面下方の平坦地等が含まれることとなった。また、斜面の微地形を反映できるようにメッシュ間隔を小さくしたことから、対象斜面全体の評価に関与しない斜面内の微小な凹凸もデータとしてとりこんでしまうこととなった。そこで統計結果が急傾斜地ならびに地震時に崩壊する傾向の強い曲率が負の凸状地形に絞られるようにするため、集計データは、傾斜度が 30 度以上、曲率が 0 以下のデータを採用することとした。

GIS 上で対象斜面に含まれる、傾斜度 30° 以上かつ曲率が 0 以下のメッシュを抽出し、その判別得点結果を表計算ソフトにて平均を算出することで、その斜面の危険度を算定した。

### 2.3 判定結果

判定を行った結果、調査対象とした急傾斜地崩壊危険箇所 188 箇所のうち、16 箇所は斜面範囲が小さく、有効なデータが取得出来なかったため、判定ができなかった。全箇所の平均値は、35.4 点であり、平均値が最大であった箇所は 127.2 点であった。平均値が 60 点以上の箇所は 15 箇所あったが、うち 9 箇所はデータ件数が 10 地点以下であり、特異値が反映された箇所となっている。

全体的に判別得点結果が既往論文より高いのは、メッシュ間隔が小さいため、曲率の値が強く出ているためと考えられる。また比較的点数の高い箇所について、現地確認を行った結果、自然斜面も存在するが、人工斜面が抽出されるケースが多かった。

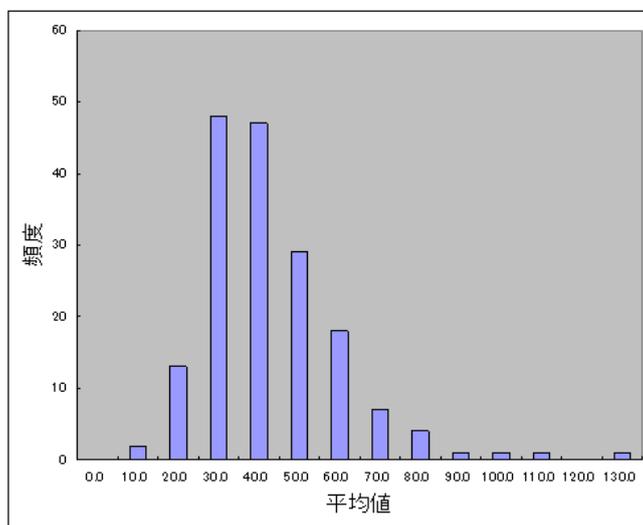


図-2 平均値の頻度

### 3. まとめとマニュアル案との比較

本検討手法とマニュアル案との比較を行った結果を以下に示す。本検討手法は機械的な作業で行えるため公平性がマニュアル案に対して高く、技術者判断による範囲が少ないことが特徴であるが、特異点の排除や小規模斜面に対応できない問題を有する。対してマニュアル案は GIS 等の環境整備等が不要であるが、技術者判断に依存する範囲が大きいことが特徴である。このように本検討手法はまだいくつかの問題を有するが、面的な評価と連結させることが出来る利点がある。今後、基となる DEM の精度やメッシュ間隔、統計処理手法、人工斜面の判定などの課題を解決し、より簡易に評価ができる手法としていきたい。

表-2 マニュアル案と本検討手法の比較

| マニュアル案手法  | 高知県手法（本検討手法）  |
|---|---|
| 各急傾斜地崩壊危険箇所に対して、全国一般の方法と尺度で評価が可能。   | 県独自の手法であり、結果も相対評価であるが、技術者判断によらず均一の手法で設定することが可能。   |
| 曲率の値に特異点が含まれないように制御しているため、結果として極端な値は出ない。斜面の全体で判定を行わないため、当該斜面の特性を表現しているとは言い難い。 | 調査範囲全体を機械的に判定するため、公平性は維持される。曲率の値に人工構造物等の特異点が含まれ、値にばらつきが発生する問題を有する。作業には数値地図と GIS が必要であり、これらに習熟している必要がある。 |

参考文献：内田太郎,片岡正次郎,岩男忠明,松尾修,寺田秀樹,中野泰雄,杉浦信男,小山内信智(2004)：地震による斜面崩壊危険度評価手法に関する研究, 国土技術政策総合研究所資料 No.204