

豪雨時における土砂災害を対象としたリアルタイムハザードシステムの改良

(財) 建設工学研究所
兵庫県
国際航業(株)

沖村 孝 神戸大学大学院
松本正利 応用地質(株)
原口勝則 応用地質(株)

鳥居宣之
○南部光広
安武由貴

1 はじめに

兵庫県では六甲山系を対象としてリアルタイム型のハザードシステム（六甲山系土砂災害危険度予測システム）を構築して、試験運用している。その中で、モデルの精度向上を図るため、各種検討を行った。本報告では、モデル改良に向けての検討結果について述べる。

2 モデルの改良

2.1 改良1（既往崩壊地の層厚改良、0次谷における層厚改良）

(1) 既往崩壊地の層厚改良

昭和42年崩壊地の表土層厚について、崩壊地内で実施された簡易貫入試験結果を図-1に示す。平均0.7m程度の表土層厚であり、斜面勾配との関係性は低い傾向である。ここで表土層の厚さは、モデルで崩壊する深さと定義している。昭和42年崩壊後には、崩壊面に表土層は残っていないと考えられるため、現在、崩壊面に残る表土層は崩壊後に成長・発達した表土層となる。

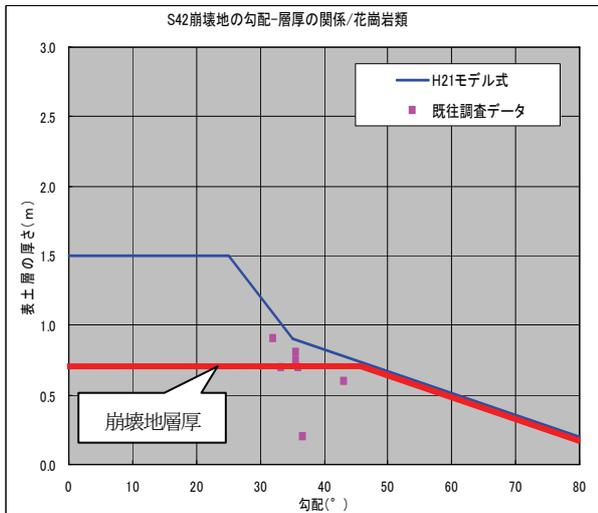


図-1 昭和42年崩壊地の勾配と表土層厚の関係

崩壊地の表土層厚は基盤の風化厚と表土の堆積厚の合計である。文献資料¹⁾によれば崩壊地の基盤の風化厚は次の通り推定される。すなわち、平均風化速度が0.0084m/年であるので、約44年経過で厚さは0.37mとなる。一方、表土の堆積厚については、六甲山青谷での昭和42年崩壊地における研究成果によると、運積と浸食の結果として平均0.2mであった。両方を合算すると約0.6mとなり、現地データと近似する値となる。このことより、崩壊地の層厚を0.7mとする。

(2) 0次谷における層厚改良

現行のモデルでは、谷壁斜面の0次谷において安全率が1未満となるメッシュが比較的多く発生することが問題であった。

次に、谷壁斜面における水系網沿いの表土層厚について、0次谷およびその周辺の谷壁斜面で実施された簡易貫入試験結果を図-2に示す。データにバラツキはあるものの、現行の表土層厚モデル式に比べて、同勾配で約0.1m程度薄い表土層厚である傾向が見られる。これまでの現地踏査の結果では、対象となる0次谷は勾配が急であり、流水等が発生する沢地形であるため、表土の侵食が優勢となる削剥域であると評価される。また、他の一般斜面と同様に、勾配に応じて層厚も変化すると考えられる。このことから、0次谷は周辺斜面よりも0.1m程度の表土層厚の減厚が適当であると考えられる。

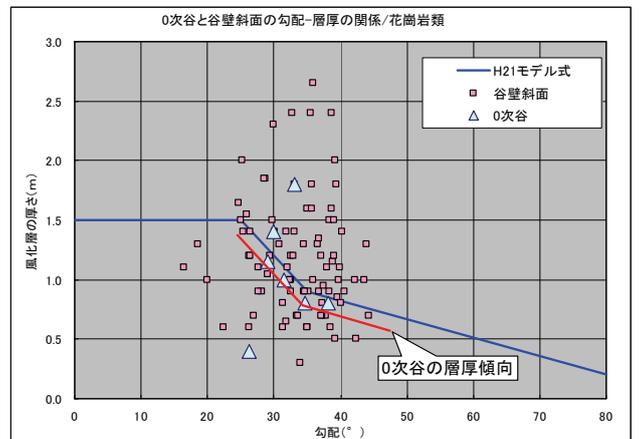


図-2 谷壁斜面における水系網沿いの勾配-表土層厚の関係

次に減厚0.1~0.3mの範囲で感度分析により適中率等^{2), 3)}の変化を検討した。その結果は表-1の通りであり、層厚の調整による空振率の改善効果は認められたが、減厚量の違いでは有意な数値的な変化は認められなかった。よって0次谷の層厚は0.1m減じることが適当であると判断した。図-6に適中率等の定義を示したが、表-1で示したモデルは表-2の改良1のモデルで減厚を変えて検討したものである。

表-1 減厚による適中率等の変化 (%)

2.2 改良2（谷底境界部での層厚の不連続緩和）

谷底境界部付近では、捕捉できていない崩壊地が認められ、かつ、谷壁斜面沿いに安全率1未満のメッシュが列状に発生している。これは、図-3に示すように、設定層厚の違いによる層厚の段差によって地下水位が貯まり、水位が高くなること

減厚無	適中率	95.1
	捕捉率	62.1
	空振率	4.1
	見逃率	37.9
0.1m減厚	適中率	96.3
	捕捉率	58.3
	空振率	2.8
	見逃率	41.7
0.2m減厚	適中率	96.4
	捕捉率	57.7
	空振率	2.7
	見逃率	42.3
0.3m減厚	適中率	96.5
	捕捉率	57.1
	空振率	2.6
	見逃率	42.9

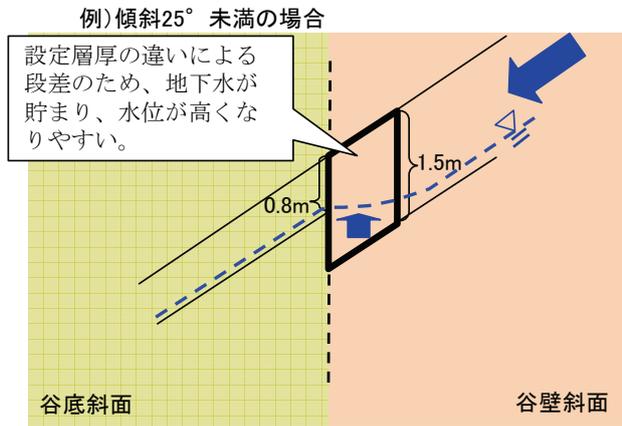


図-3 谷底境界部付近の断面図

や層厚の厚いことが原因となっている。このような層厚の段差・不連続を解消するため、図4に示すような改良を実施した。すなわち、谷底・谷壁斜面の境界の1メッシュに対して、谷底・谷壁斜面の平均層厚を与えた。この際、谷壁側、谷底側の両側で検討した結果、谷底斜面側の1メッシュに平均層厚を与えた場合が、より捕捉・見逃し率が向上することを確認した。よって、谷底斜面境界部の谷底側1メッシュについて、谷底斜面と谷壁斜面の平均層厚を与えることとした。

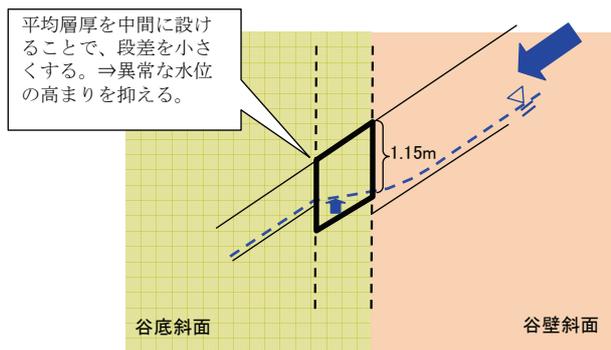


図-4 改良の概念図

2.3 改良3 (起伏量による層厚改良)

昭和42年災害時の再現計算で、山頂付近の緩斜面地では、崩壊地を捕捉できていない箇所が多い。これは、層厚モデルが急斜面地で検討したものであるため、緩斜面地のような層厚が相対的に厚い箇所では、崩壊を再現できていないとみられる。このため、層厚の調整をすることで、捕捉率を向上させることとした。具体的には起伏量を利用して緩斜面地を抽出し、層厚を厚く設定することとした。すなわち、起伏量130m以下のエリアにおける谷壁斜面において安全率1を切る層厚を無限長斜面の安全率の式から逆算することにより求めた。ここで地下水位は昭和42年降雨の最大水位を用いた。検討の結果、

- (i) 起伏量をメッシュで評価するとともに、起伏量の閾値により緩斜面を抽出した。六甲山頂、東おたふく山付近の緩傾斜地を適切に抽出できる閾値が起伏量130mである。
- (ii) 図-5に示すように、起伏量130m以下のところでは表土層厚を当初よりも厚く設定すべきである。ということが明らかとなった。

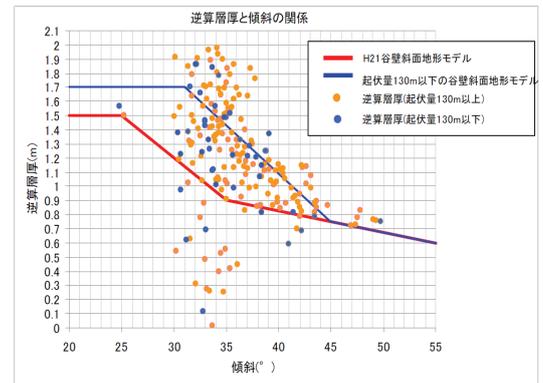


図-5 逆算層厚と傾斜の関係

3. 改良結果

前章の改良による検討結果は表-2に示した通りである。改良によって捕捉率は上がり、見逃し率は小さくなっている。一方、適中率は当初より高く、改良によっても大きく変化していない。図-6は適中率等の考え方を示したものである。

表-2 崩壊予測モデル改良による計算結果 (表中は%)

改良番号	適中率	捕捉率	空振率	見逃し率
当初	94.9	63.9	4.3	36.1
改良1	96.3	58.3	2.8	41.7
改良2	95.3	76.8	4.3	23.2
改良3	95.1	78.1	4.5	21.9

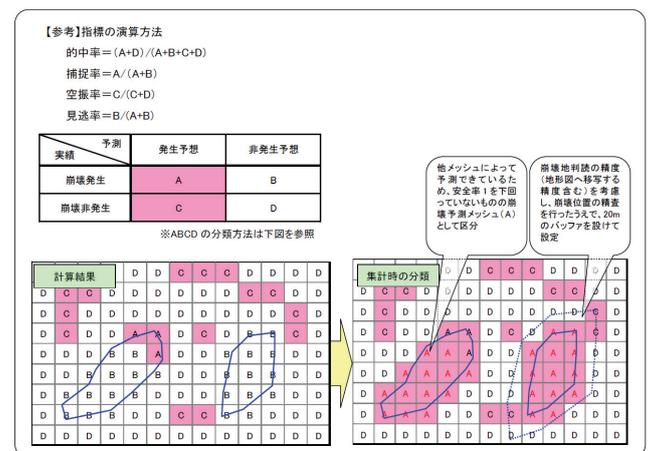


図-6 指標の演算方法

4 むすび

今回検討した改良方法を用いることによって、昭和42年災害の崩壊地を捕える割合が高くなり、今後の実用にあたっては崩壊の捕捉率は向上するものと思われる。ただ、本報告では示していないが、降雨後に安全率1未満のメッシュが14~28時間後までにわずかではあるが、13→1メッシュ存在している。これらについては今後改善していく予定である。

- 参考文献：1) 草野ら：天竜川流域における斜面風化深について、平成22年度砂防学会研究発表会論文集，2010。
 2) 沖村ら：土砂災害を対象としたリアルタイムハザードシステムの構築，平成22年度砂防学会研究発表会論文集，2010。
 3) 沖村ら：豪雨による土砂災害を対象としたリアルタイムハザードシステムの構築，砂防学会誌，Vol.63, No.6, 2011。