

岩盤斜面に生じる進行性崩壊メカニズムの解析的説明

長崎大学大学院 学生員 田作祐輔 長崎大学工学部 正会員 蔣 宇静
 長崎大学大学院 学生員 李 博 長崎大学工学部 フェロー 棚橋由彦
 九州電力(株) 正会員 山下裕司 九州電力(株) 正会員 江藤芳武

1. はじめに

近年、大規模な自然災害の一つとして、岩盤斜面の崩壊が頻発している。また、崩壊が危惧される岩盤斜面は全国に多数存在しており、それらは主要道路や鉄道周辺に及んでいる。一旦岩盤斜面が崩壊し始めると、一気に崩壊する危険があり、人命に関わる事故だけでなく社会的にも多大な影響を与える恐れがある。

岩盤斜面は、岩盤内に含まれる不連続面や風化・劣化作用によって新たに発生・進展した亀裂の挙動により不安定化することが考えられる。そこで、本研究では不連続面の分離や亀裂の発生・進展を表現することができる拡張個別要素法を用いて、岩盤斜面の進行性破壊を考慮した解析を行うことで、崩壊メカニズムを説明することを目的とする。

2. 対象斜面の概要

図-1 に対象とするHダム斜面の岩種と計測点を示す。ダム貯水池の水深は42mと設定している。ボーリングのデータと予備解析の結果より図-1の灰色で示した頁岩と砂岩 C_L 部分に角度が 15° 、 70° 、 135° の亀裂を5m間隔で考慮することにした(図-2)。ただし、 C_L 部分には亀裂進展解析を考慮するため、まずは不連続面を潜在面としておき、亀裂と判定した後、不連続面となることにする。表-1に岩盤ブロックの、表-2に既存亀裂と新規亀裂の物性値を示す。

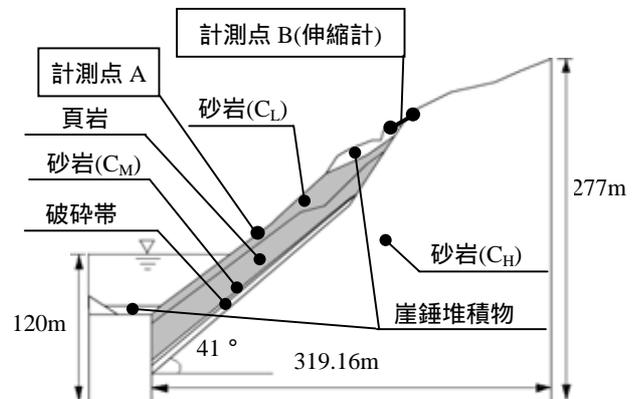


図-1 斜面断面図

3. 亀裂進展解析法の概要

今回対象としている現場の計測データによれば、継続して変位が生じている。その原因として、劣化・風化による亀裂の進展が考えられるため、亀裂進展解析を行うことにする。亀裂進展解析では、亀裂の発生・進展を考慮する岩盤ブロックに潜在的に存在する亀裂をその発生が予測される位置に境界面(潜在面)として予め定義しておく方法を用いる。定義した潜在面が亀裂と判定される条件として、Mohr-Coulombの破壊規準に基づいたせん断による亀裂の発生条件と引張による発生条件を適用した¹⁾。

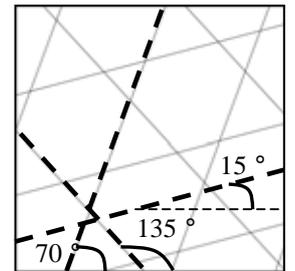


図-2 亀裂の分布状況

表-1 岩盤ブロックの物性値

項目		崖錘堆積物	砂岩 C_L	頁岩 C_L	砂岩 C_M	破碎帯	砂岩 C_H
密度	kg/cm ³	1800	2430	2660	2480	1800	2650
内部摩擦角	°	25	40	45	45	20	45
粘着力 c	MPa	0.80	1.00	1.00	1.00	0.04	1.00
体積係数 K	MPa	1680	7700	2800	11475	2800	13400
せん断係数 G	MPa	1578	6400	2630	9975	2630	11050
引張強度 σ_t	MPa	0.25	0.43	0.48	0.48	0.01	0.48

4. 解析結果と考察

図-3 に計測点 A、B の解析結果と現場での計測結果を示す。ただし、解析の初期地点を H ダムが竣工した年とし、現場データの 20cm/year の変位速度を考慮して解析 step を経過日数へ変換している。図-4 に新規亀裂の発生状況を、図-5 に亀裂のすべりと開きを示す。図-5 では線の太さによりすべり、開きの大きさを示している。

図-3 より初期に両計測点での変位速度が増加していることがわかる。その原因は図-4(a)と(b)を見るとわかるように下部と上部に発生したそれぞれの新規亀裂が繋がったためであると考えられる。その後、図-4(c)では新規亀裂が完全につながってしまったことと、図-5(a)と(b)で亀裂の開きが全体にいきわたっていることにより、変位速度が若干落ち着くと考えられる。また、図-4(c)、(d)ではほとんど変化がない一方で、図-5(c)、(d)では計測点 B 付近から計測点 A 付近までのすべり線が繋がり、特に計測点 A 付近でのすべりが多く発生している。そのため、図-3 内に実線で示した 1997 年程度に変位が急増している原因は斜面全体のすべりによるものと考えられる。

5. おわりに

本研究の対象斜面では新規亀裂が発生し、さらに局部での破壊(せん断破壊や引張破壊)が進行することで変位が進行し、すべり線が顕著に現れることにより斜面の崩壊に至るというメカニズムを再現することが出来た。今後は提案手法を岩盤斜面の長期安定性評価に適用していく。

表-2 既存亀裂と新規亀裂の物性値

物性値	既存亀裂	新規亀裂
摩擦角度(°)	25	22
垂直剛性 K_n (MPa)	4400	4400
せん断剛性 K_s (MPa)	1500	1500

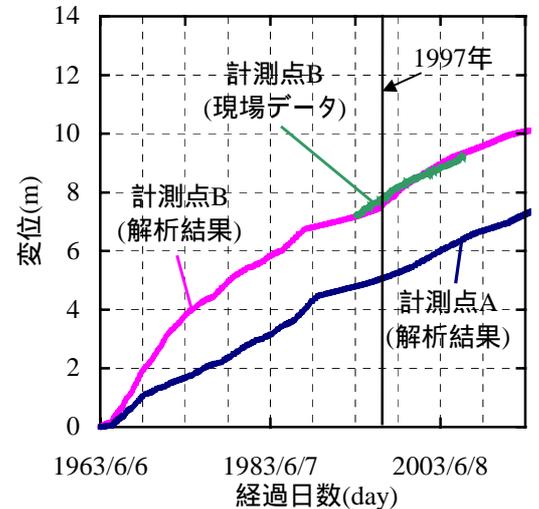


図-3 計測点 A、B における変位の経時変化

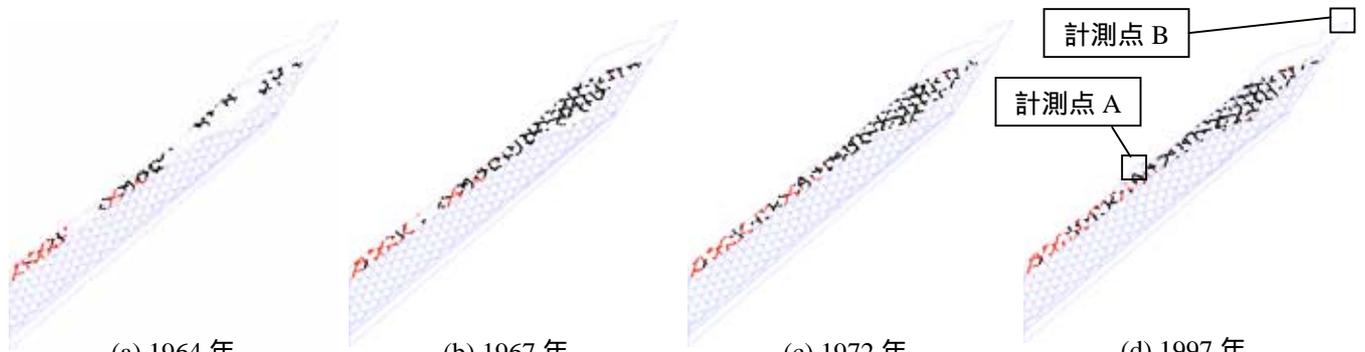


図-4 解析による新規亀裂の発生状況(— : せん断による新規亀裂 — : 引張による新規亀裂)

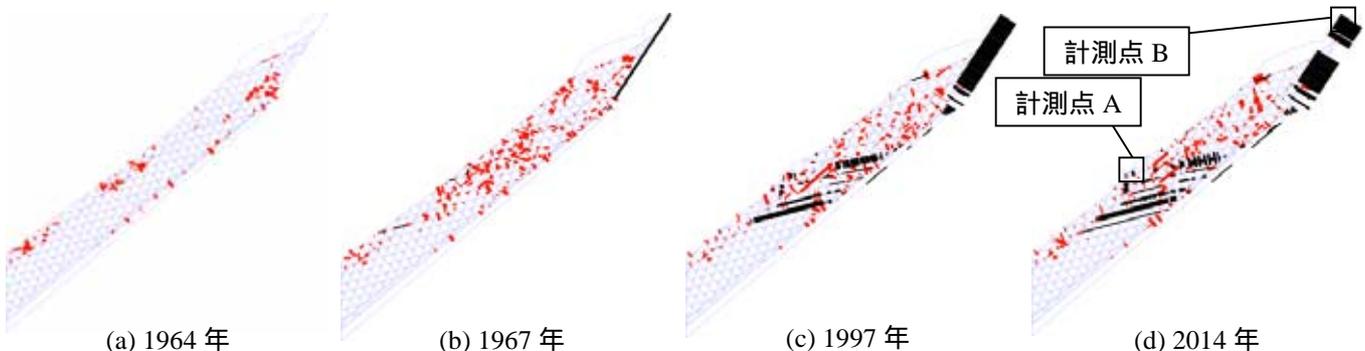


図-5 解析による亀裂部分のすべりと開き(— : すべり(50cm 分の厚さ)、 — : 開き(0.3mm 分の厚さ))

参考文献

1) 中川光雄, 蔣宇静: 亀裂発生・進展を考慮した拡張個別要素法の岩盤挙動解析への適用性について, 土木学会論文集, No/673/