

光ファイバセンサによる表層崩壊検知結果及びその考察

独立行政法人土木研究所（正会員）^(*)小川 鉄平、恒岡 伸幸
 同上（正会員） 加藤 俊二、田中 衛
^(*) 前交流研究員

1. はじめに

降雨に起因する土砂系の斜面表層崩壊は、地形・地質条件や植生条件の違いにより崩壊形態が多様であり、また発生箇所の特定が困難である。伸縮計等によって斜面崩壊のモニタリングは実施されているものの、その大半は範囲が特定されている地すべりのモニタリングであることから、点あるいは線的な計測で監視域の連続性が低く、表層崩壊のモニタリングを目的としていないのが現状である。そこで、表層崩壊のモニタリングを目的として、線または面的計測が可能な光ファイバセンサの計測技術が注目されている。

独立行政法人土木研究所は、平成 11 年度末から「光ファイバセンサを活用した道路斜面のモニタリングに関する研究」と題し、全国 6 箇所においてフィールド試験方式で民間 14 社と共同研究を行っている¹⁾。本文は、このうち 2 箇所において、光ファイバセンサで検知した表層崩壊の計測データを紹介するとともに、得られた計測データについて検討を行った。

2. 崩壊検知状況

2.1 一般国道 220 号 - 宮崎 -

図 - 1 に光ファイバセンサ配置図を示す。現場は幅 100m × 斜面高さ 50m 程度の斜面で、緩い尾根と谷が連続しており、表層の崖錐堆積物を竹藪が覆っている。地形・地質条件や周辺の崩壊履歴等から崖錐堆積物が直線的に崩壊すると考えられたため、光ファイバセンサを谷に沿って 6 測線配置している。また、計測間隔を 10m とし、1 測線あたり光ファイバセンサを 5 個配置している。なお、設置した光ファイバセンサは、MDM 方式であり、透過光強度の増減を計測することにより変位量を計測している。崩壊は図 - 1 に示すように、第 3 測線の中央付近で発生した。

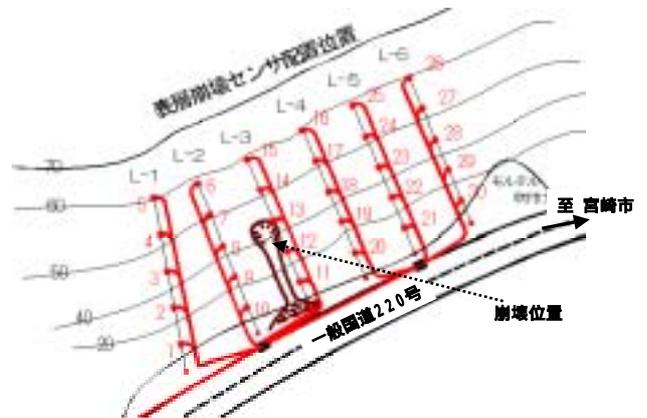


図-1 光ファイバセンサ配置図（一般国道 220 号）

図 - 2 に斜面変位と雨量の関係を示す。当時の状況は、6 月 20 日未明から雨が降り始め、6 月 21 日の正午過ぎ（累積降雨量 181mm）で一旦雨が止み、21 日の深夜から再度雨が降り始め、22 日昼過ぎに（累積降雨量 240mm）崩壊が発生している。

光ファイバセンサでの斜面変状の計測状況は、3 測線目の斜面下方に設置しているセンサ No. 12 で、20 日の昼頃から崩壊の兆候らしき微小な変位を検知し、22 日の昼過ぎにライン上の全ての計測位置で変位の異常を確認している。

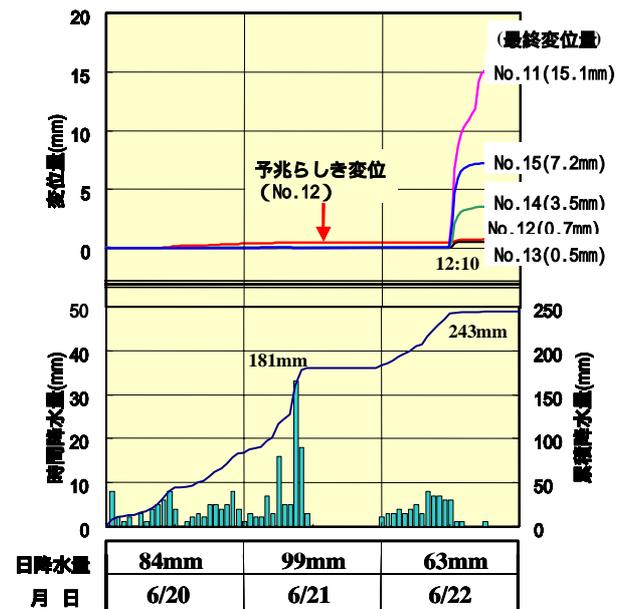


図-2 斜面変位と雨量の関係（一般国道 220 号）

キーワード：光ファイバセンサ、表層崩壊、フィールド試験、斜面モニタリング、検知事例

連絡先：独立行政法人土木研究所（〒305-8516 茨城県つくば市南原 1 番地 6 TEL：0298-79-6767）

2.2 一般国道 52 号 - 甲府 -

図 - 3 に光ファイバセンサ配置図を示す。幅 50m × 斜面高さ 60m 程度の斜面で、泥岩を主体としており、風化が著しい急崖部と一部抜け落ちが見られる崩壊地に分類できる。植生は生育の十分でない杉の植林で、大雪によって全体の 1/3 が倒れたり、折れたりしている。

光ファイバセンサは、急崖部の変状を計測できるようにを設置している。なお、設置した光ファイバセンサは、FBG 方式であり、Bragg 波長の検出により変位を計測している。崩壊は図 - 3 に示すように、急崖部の光ファイバセンサを設置している 3 ~ 12m 上方で発生し、光ファイバセンサを破壊または断線して流下し斜面内で停止した。

図 - 4 に斜面変状と雨量の関係を示す。当時の状況は、台風の影響で 8 月 21 日の午前 8 時から雨が降り始め、午後 5 時頃（累積降雨量 131mm）に崩壊が発生している。

光ファイバセンサの計測状況は、センサ 4 において、15 時 30 分頃から引張りの応力を受け始め、徐々に応力が大きくなり、17 時頃に光ファイバが断線したことにより全てのデータが欠損している。表層崩壊によって破損したのはセンサ 3 であるが、崩壊前に土砂流出等があったためセンサ 4 で予兆らしき変状を捕捉したものと推測される。

3. 計測データの検討

予兆らしき変状は、確認できる時間に差はあるものの、どちらの事例においてもクリーブ曲線を描くことが確認できる。予兆らしき変状を確認してから崩壊に至るまでの時間は、いずれの斜面も土質が粘性土で斜面傾斜角が約 40° と斜面特性として似た特徴項目があることを考慮すれば、植生や基盤地形および降雨強度に左右されると考える。ここで挙げた 2 つの崩壊事例では、一方が竹の群生地、根茎が密に発達している地域であり、特に植生の影響が大きくでているのではないかと考える。また、表層崩壊は不特定位置で発生することから、崩壊位置とセンサの位置関係によって変状検出の程度が異なるため、ひずみ速度による予測方法では崩壊を予測することは困難である。そのため、ひずみ速度変化や地盤内情報を加味した崩壊予測方法を確立する必要があると考える。

4. あとがき

今回の計測結果は表層崩壊の予測につながる貴重なデータであり、光ファイバセンサの道路管理への有効性および将来性を示すものである。今後は、効率的な設置方法や運用方法を検討するとともに、さらにデータの集積行い、土壌水分量や根茎等の情報を取り入れた崩壊予測方法を検討していく予定である。

<参考文献> 1) 山邊、恒岡他：光ファイバセンサを用いた斜面の表層崩壊モニタリングシステムに関するフィールド試験，土木学会第 56 回年次学術講演会講演概要集，pp.684-685，2001.10

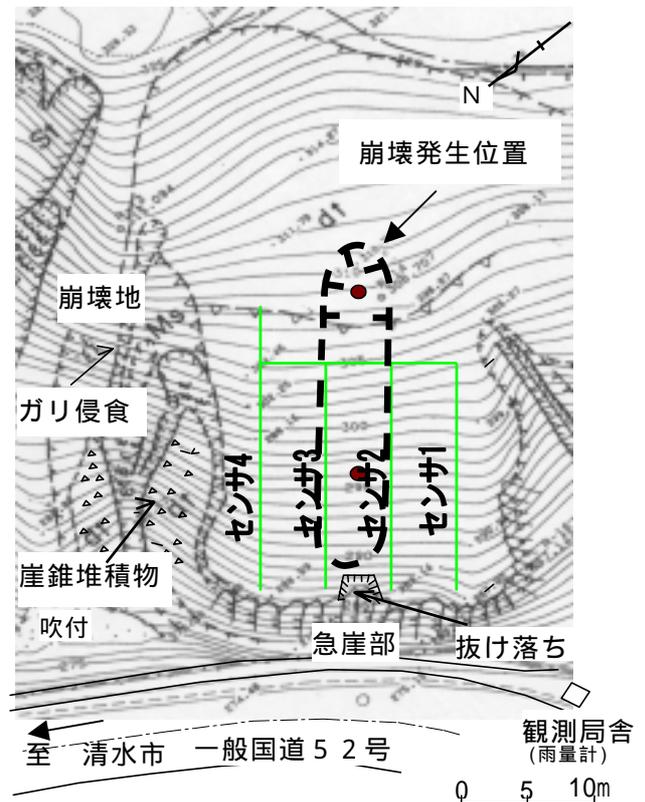


図-3 光ファイバセンサ配置図（一般国道 52 号）

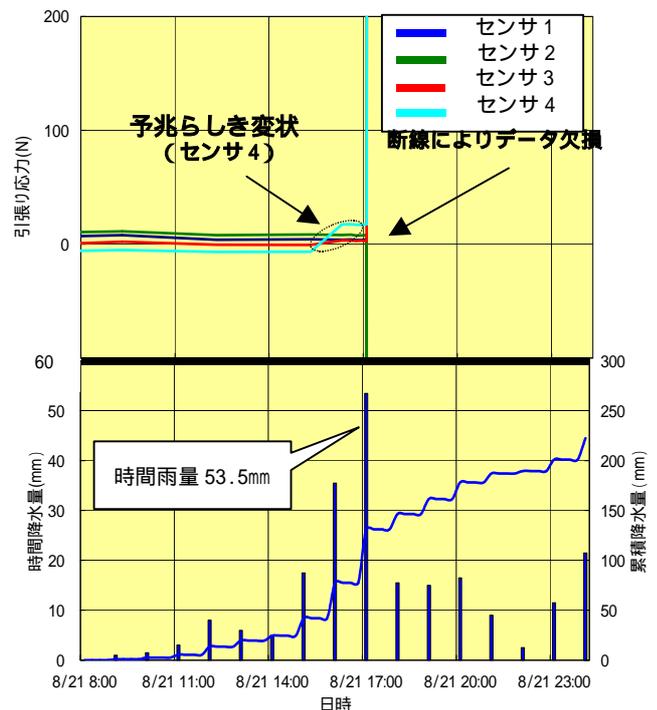


図-4 斜面変状と雨量の関係（一般国道 52 号）