粘土質の切土のり面崩壊部の地盤伸縮計における異常挙動に関する一考察
～平成 30 年 7 月豪雨ののり面災害に起因した動態観測～

西日本高速道路エンジニアリング中国㈱　正会員　○有本　行秀
西日本高速道路エンジニアリング中国㈱　正会員　佐々木　薫
西日本高速道路エンジニアリング中国㈱　正会員　佐々木　啓之

1.　はじめに

平成 30 年 7 月豪雨は、多くの観測地点で 24、48、72 時間降水量の値が観測史上第一位となるなど広範囲における長時間の記録的な大雨となり、河川の氾濫、浸水害、土砂災害等が発生し、死者、行方不明者が多数となる甚大な災害となった。また、中国地方の高速道路周辺では 200 箇所を超える土石流やのり面崩壊などの災害が発生した。このため、崩壊した切土や盛土のり面の二次災害抑止対策として、崩壊頭部へ伸縮計の設置を行った。本報文は、この伸縮計の挙動に関し、一部で特異な挙動を示したものがあり、その原因を調査して考察したものである。

図-1　H30.7 豪雨の盛土のり面崩壊状況

図-2　H30.7 豪雨の切土のり面崩壊状況

2.　のり面崩壊状況

中国地方の高速道路周辺は、総降水量が 126～579mm（NEXCO 気象観測局）の降水量があり、山陽道などにおける最大雨量は年間降水量の 1/3 となる豪雨がこの 6 日間に集中した。これら集中豪雨により土石流やのり面崩壊が発生した。**図-1** は、盛土材の地下水上昇に起因するのり尻部の崩壊、**図-2** は、切土部の地下水流入によるブロック積み倒壊を絡む崩壊などの大規模な災害が発生した。このため、本災害発生直後に特に影響の大きい 6 箇所計 18 測線に地盤伸縮計を設置した。

3.　地盤伸縮計の管理基準と伝達手法

地盤伸縮計は、主として地すべりの移動状況の把握を目的に使用される。今回の豪雨災害の発生により崩壊したのり面の頂部に**図-3** に示す地盤伸縮計を設置し、新たな滑落を即時に発見できるようにした。地盤伸縮計の測定原理は**図-3** に示すよう、観測対象の両端部に丈夫な杭を設置し、その 2 地点の一方に地盤伸縮計を設置し、他方の杭からはインバー線を張り、観測対象をはさんで地盤伸縮計に連結する。杭側のインバー線は動かないように杭に固定し、地盤伸縮計側のインバー線は伸縮計に巻かれたワイヤーに接続し、そのワイヤーの伸縮量を電気信号により読み取る。両杭間の地盤が伸縮すると、時間と変位量が記録される仕組みになっている。伸縮量の管理基準は、NEXCO 西日本調査要領 [2] の対策の検討 5～50mm/5day、警戒・応急対策 10～100mm/day を基に、安全側の最小移動量から注意体制を 5mm/5day、警戒体制を 10mm/day を採用し動態監視をすることとした。管理基準値を超過した場合の伝達方法は、**図-4** に示す赤色回転灯による警

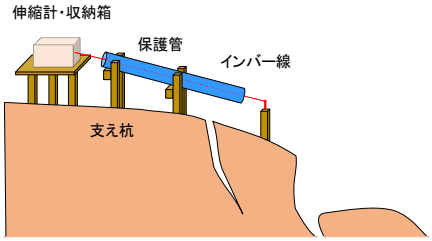

図-3　地盤伸縮計設置概念図

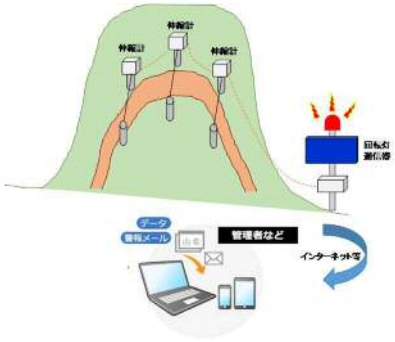

図-4　伸縮計等のデータ伝達概念図

キーワード　のり面崩壊、伸縮計、動態観測
連絡先　（住所：〒733-0037　広島市西区西観音町 2-1　電話：082-532-1411　FAX：082-532-8058）

© Japan Society of Civil Engineers

報と、警報装置から通信器を経て集中管理する Web サーバーに集約しインターネット回線により道路管理者のパソコンや携帯電話へリアルタイムで通報する方法で行った。

4. 伸縮計の計測結果

観測結果は、幸いにも 2019 年 3 月末時点で、注意体制の 5mm/5day の値を超える変位は認められなかった。ただし、**図-2** の切土のり面に設置した伸縮計（インバー線長=7m）において、**図-5** に示す昼間のみ-0.1mm/hour、累計-6.8mm/16 日の異常値を計測した。そのため、原因を究明するため現地の設置状況などの確認を行った。

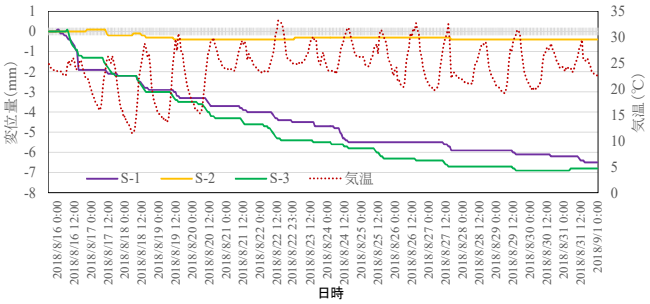

図-5 伸縮計の挙動（8 月 15～31 日）

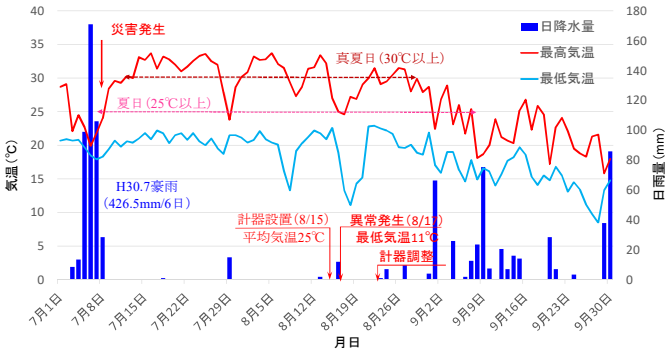

図-6 日降水量と最高・最低気温（7～9 月）

5. 異常挙動の原因究明

伸縮計の収縮方向の挙動についての原因としては、インバー線の温度収縮、インバー線の結束線の緩みや支柱の緩み、伸縮計を含む背後からのすべりなどが挙げられるが、インバー線は、スーパーインバー線 φ 0.5mmで熱膨張係数が0.5×10^{-6}/℃であり、**図-6**に示す温度差は-15℃程度であり、その伸縮量は-52.5μmと極僅かな値で、かつ、昼間のみの変動であり温度収縮の変位とは考えられない。インバー線や杭の緩みは、設置後2週間以上継続することは考えがたい。伸縮計を含む全体的なすべりは、現地を詳細踏査したが、それらしき変状はなく、伸縮計を含む全体的なすべりは考えられなかった。これらのことから、異常挙動の原因は他にあると考えられる。

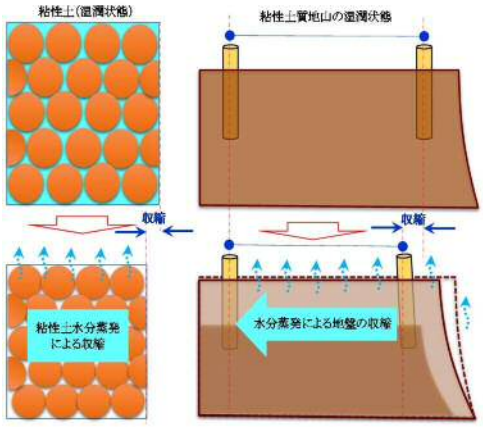

図-7 粘土質地山の収縮イメージ図

この異常挙動の考えられる原因は、温度の上昇する昼間のみ収縮する変位であることから地山自体の水分蒸発による乾燥収縮が挙げられる。夏場の蒸発散能は、小葉竹[3]によれば4.4～5.2mm/dayといわれ、地山が吸着している水分が蒸発散により夏場は多く失われる。特に7月豪雨から9月までまとまった降雨がほぼ無く、連日30℃を越える真夏日であった。また、当地区の地山の崩壊形態は、426mm/6dayの豪雨による地山の飽和による流動崩壊でなく、透水性の低い粘土30%を含む砂混じり粘土の土質である。粘性土の収縮は土壌の乾燥脱水の際に生じる現象[4] と言われていることから、本原因は夏場による温度上昇に伴って**図-7**に示す地盤内の水分が徐々に蒸発し、地山自体を昼間のみ収縮させたものと考えられる。

6. まとめ

平成 30 年 7 月豪雨災害によるのり面の挙動把握としては、地盤伸縮計による計測が有効的であったが、設置地盤の特性などを考慮する必要がある。なお、地盤の動態観測については、GPS を使用した 3 次元の挙動を管理する手法もあり、電波の屈折などによる誤差も減少してきていることから、これによる観測や併用なども効果的な方法と考えられる。最後に、本報告事例が他の類似した観測においての一助となれば幸いと思います。

参考文献

1）気象庁、平成 30 年 7 月豪雨（前線及び台風第 7 号による大雨等）、災害をもたらした気象事例, pp.461-471(2015)
2）西日本高速道路㈱、調査要領（第 1 編 地盤・土工構造物・舗装）、p（参）2-4（2018.）
3）小葉竹重機、簡易式による蒸発散量の推定、京都大学防災研究所年報、第 32 号 B-2、pp309-317（1987）
4）江頭和彦･柳昭二･今村文美、灰色低地土と赤黄色土より分離した粘土の収縮挙動及び集合体安定度の比較、日本土壌肥料学雑誌、第 52 巻第 6 号、PP497-502（1981）

© Japan Society of Civil Engineers