

1. はじめに

本現場は、高速道路建設に伴う切土によって地すべりが発生し、抑止杭と排水ボーリングの対策が行われすでに完了していた。ところが、地すべり頭部の田んぼに水を入れたところ一晩でなくなり、クラックや変状が再び発生した。

そこで、調査ボーリングを行い、孔内傾斜計、水位計及び伸縮計を用いて動態観測を行った。観測開始後、100mm/日を越える大雨が発生し、地すべりは活発化した。対策は抑止杭、集水井、排土工を行い竣工後は安定したが、高速道路開通後は、安全管理のために警報装置を設置した。本稿では警報基準値の設定から、計測機器の選定、長期にわたり自動観測できるように、計測機器の設置方法を工夫した点を述べる。

月に排土、3月に抑止杭と集水井が完成した。排土後約1ヶ月はやや不安定であったが、抑止杭の設置とともに安定してきた。ただ、「S-1すべりブロック」内において、抑止杭の前側のボーリング孔(BP.NO.2)で若干の動きがあり、抑止杭の後方のボーリング孔(BP.NO.4)や、伸縮計S-9で動きはなかったので、抑止杭の前側のすべりを予想して伸縮計S-10を設置した。

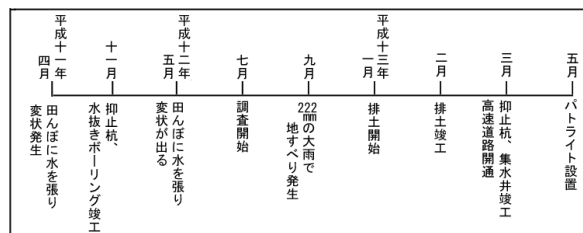


図-2. 地すべりと対策の経緯

2. 地形地質と地すべりの概要

本地域は標高約50～80mの低丘陵部に位置する。本調査地周辺は急斜面に囲まれた馬蹄型のなだらかな地形である(図-1)。一般的に地すべり地形は、急斜面に囲まれた馬蹄型のなだらかな台地状であることが多い。本調査地はこの大きな地すべり地内の上部に位置する。

地質は主に新第三紀中新統大森層の砂岩と、崖錐堆積物からなる。崖錐堆積物中には薄い凝灰質粘土層が挟まれ、これがすべり面となっている。

本現場の簡単な経緯を図-2に示す。平成12年9月22、23日の大雨(総雨量222mm)で田んぼに陥没や亀裂が発生した。観測結果から地すべりは、本線に対してほぼ直交する「S-1すべりブロック」と、本線に対して斜め方向の「S-2すべりブロック」が明らかになった。

対策は排土工、抑止杭、集水井を行い、平成13年2

3. 警報装置の設置

地すべりは対策後ほぼ安定し、高速道路は平成13年3月末に開通したが、対策後は地すべり発生時のような100mm/日を越える豪雨を経験しておらず、全体的に雨が少なく水位が低い時期であったので、梅雨や台風時期の安定を確認しておく必要があった。高速道路が開通しているので、伸縮計や水位計に警報装置を設置して、安全管理を行なうことにした。

警報機は回転灯を使用し、各すべりブロックの頭部に設置してある伸縮計S-8、S-9、S-10に設置した。また、水位が上昇するとすべりが進行する傾向が強いので、BP.NO.2の水位計にも回転灯を設置した。

各回転灯は、パトロール車が随時点検できるように、高速道路本線から見える位置に設置した(図-3参照)。



図-1. 地すべりと調査位置図

4. 警報基準値の設定及び計測機器の選定

・伸縮計警報基準値

警報を作動する警報基準値は、表-1に示す「維持管理段階の管理基準値の例」を用いて決めた。通常は、1時間4mm程度（厳重警戒・通行止めに相当）を警報基準値とすることが多い。しかし、高速道路で即通行止めというのは避けたいので、警報基準値を一段階厳しくし、警戒にあたる1日10mm以上が適当であると考えた。警報装置は時間変位量で作動するので、警報基準値は、 $10\text{mm} \div 24\text{時間} = 1\text{時間}0.4\text{mm}$ に設定した。

表-1. 維持管理段階の管理基準値の例

(土質地質調査要領 日本道路公団)

計測機器	管理基準値の表記法	対 応 区 分			
		点検・要注意 または 観測強化	対策の検討	警戒・応急対策 通行止めの検討	厳重警戒・ 通行止め
伸縮計 地中伸縮計 光波測距儀	継続日数と その間の変 位速度	10mm以上 ／30日	5～50mm ／5日	10～100mm ／1日	100mm以上 ／1日
孔内傾斜計	継続日数と その間のす べり面付近 の変位速度	1mm以上 ／10日	5～50mm ／5日	—	—
地盤傾斜計	継続日数と その間の累 積値	10～50秒 ／10日	—	—	—

1時間0.4mmでは、風などの自然障害で誤作動が起きる。そこで、株式会社オサシ・テクノス製のデジタル式伸縮計を用いた。この伸縮計は、数秒間（最大60秒まで設定可能）以上連続で警報値を越えた場合のみ警報接点が入るので、一時的な動きでは作動しない。また、常に8回/秒の速度でサンプリングし、5分ごとのサンプリング値(2400個)の平均を使用しているので、瞬間的な動きは値に反映されにくい。この伸縮計はリチウム電池2本で約半年間連続で自動観測できる。

・自記水位計警報基準値

BP. NO. 2の水位観測によると、常時の孔内水位はほぼGL-4.15mである。対策前のデータであるが、水位がGL-3.20m付近まで上昇した9/22～9/24において、孔内傾斜計で約28mmの動きが見られた。これは、9/22～9/24の3日間の変動量と考えられるので、9～10mm/日に相

当する。地表面でも同程度の変動量と仮定すると、伸縮計の基準値ではほぼ警戒に相当する。よって、孔内水位の警報基準値をGL-3.20mと決めた。

5. 計測機器の設置

長期観測において、計測機器や警報機の設置で工夫した点を述べる。

伸縮計S-10は動点杭が側道上にあり、長期間の観測では通行の妨げになるほか、物があたって破損する可能性があった。そこで、不動杭を図-3のように地中に設置し埋め戻すことにした。コンクリート杭を不動点とし、周りは集水桝で囲み、車が通過しても壊れない鉄筋入りのGC樹蓋をかぶせた。インバー線はφ150mmのヒューム管に通した。

コンクリートの熱膨張や自動車が通過する振動等で、0.4mm/時以上の動きがでる心配があったが、結果はほとんど動かず、誤作動は一年間で1回のみであった。

伸縮計を除く計測器類と警報機は、すべて12Vのバッテリーで作動するものを使用し、太陽電池を併用することで、約半年間充電なしで計測できるように工夫した。これなら電源工事もいらず簡易で安価である。

6. まとめ

警報装置を設置して一年以上が経過したが、回転灯が作動したのは誤作動の1回のみで、施工後は安定しているといえる。今回は警報基準値を厳しく設定したが、設置を工夫し高精度の伸縮計を用いることで、誤警報を限りなく減らすことができた。

地すべりの危険が高い場合は、警報機の作動と同時に高速道路の緊急電話回線や携帯電話などを利用して、管理分室に電話連絡が入るような高度なシステムが必要であろう。しかし、本現場のように対策後に安全管理を行う場合は、回転灯をパトロール車から点検するような簡易なシステムで対応できると考える。

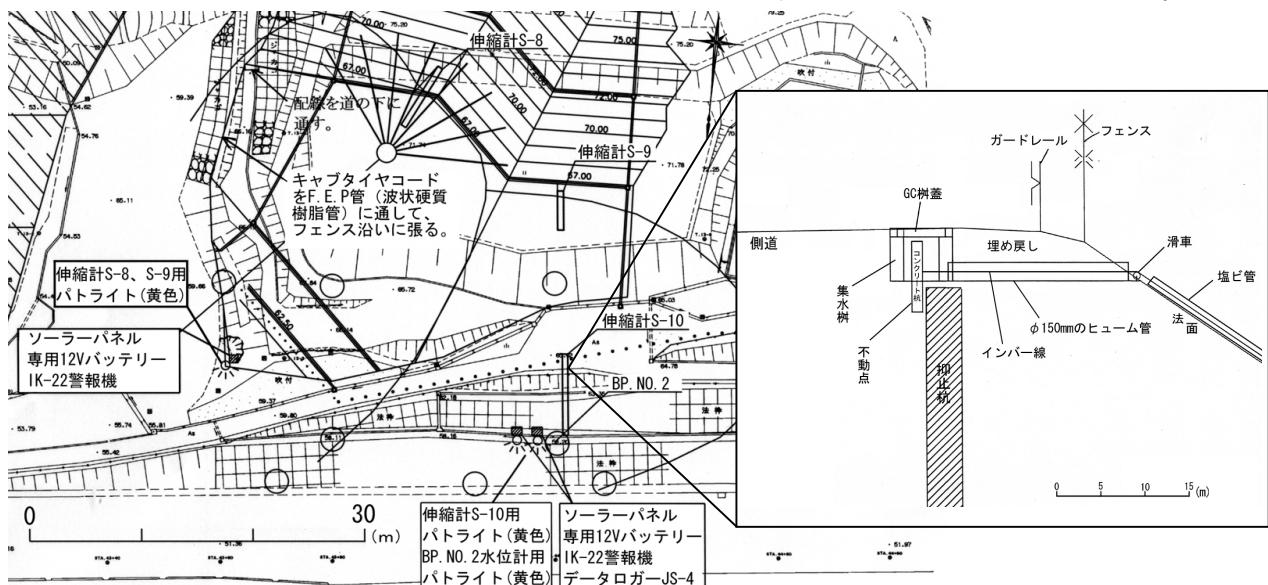


図-3. 警報装置設置平面図と伸縮計 S-10 設置横断面図