

# 道路改良時に地質脆弱部で発生した地すべりの事例

地すべり 地下水 地質構造

㈱ナイバ 正会員 ○木村 一成 山本 和彦 小野山 英則  
愛媛大学 榊原 正幸  
岩手医科大学サイクロトロンセンター 世良 耕一郎

## 【1. はじめに】

道路改良工事では、事前に行う地質調査の結果に基づき設計が行われ、工事が施工される。しかし、工事開始後に想定外の地質に遭遇し、当初計画の再検討を迫られる事例もしばしば見受けられる。

今回の事例報告は、道路改良工事中に想定外の地質脆弱部に遭遇したために発生した地すべりに対して、速やかに対策を行った事例である。また、地すべり発生から対策工完成後まで現場に携わる中で、新たに得られた知見に基づいて地質、地下水と地すべりの関係について考察した。

## 【2. 現場概要】

地すべり発生箇所は、四国西部の一級河川である肱川の支流が流れる山間部に位置している。地形的には、北へ突き出た尾根（標高約120m）であり、河床からの比高が10～20m程度の北向き斜面である。道路改良はこの尾根を周回する県道で計画されていた。

当箇所は地質的には三波川帯に属し、片理面の発達した黒色片岩（泥質片岩、砂質片岩）が分布する。

地すべり発生の経緯としては、まず平成16年9月の台風時に大規模な斜面崩壊が発生したことから、斜面对策工を行うとともに道路改良工事を実施していた（図-1）。

道路改良工事の切土工が最下段に達したときに破砕質で脆弱な黒色片岩が露出し、この部分が小崩壊（高さ2.5m、幅5m）を起こし、さらに上部のり面に幅20m、厚さ3.5mの地すべりが発生した（図-2）。

地すべり発生後には応急対策として押え盛土工を実施し、恒久対策としてはアンカー工と横穴排水ボーリング工で対策を行った。また、地すべり頭部付近では土塊の緩み防止のために鉄筋挿入工を実施し、地すべり土塊の一体化を図った（図-3）。地すべり対策工完成後には地すべり変動は認められていない。

## 【3. 地質構造】

当箇所の黒色片岩に発達する片理面は、大局的には斜面に対して40°～60°の受け盤構造となっており斜面全体は比較的安定であった。しかし、切土のり面最下段付近では部分的に70°程度の流れ盤構造を示す箇所が認められた。これは、褶曲（岩盤クリープ？）による片理面のたわみによるものと考えられる。

## 【4. 地下水状況】

地すべり発生箇所周辺では、工事施工中からのり面内の数箇所湧水が認められていた。また、破砕質な黒色片岩の

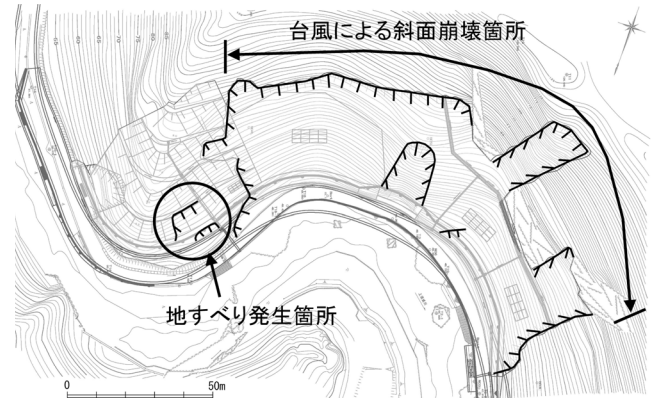


図-1 斜面崩壊箇所と地すべりの位置関係

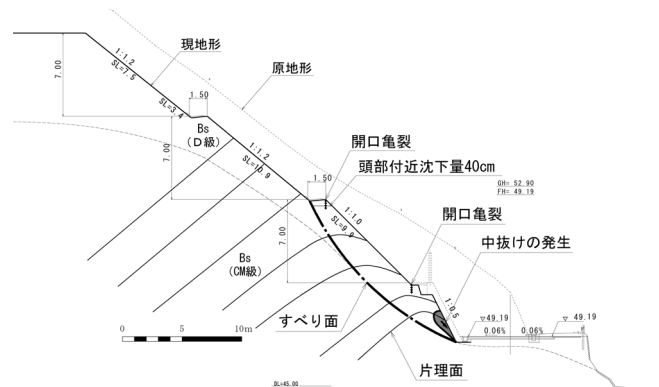


図-2 地すべり発生時模式断面図

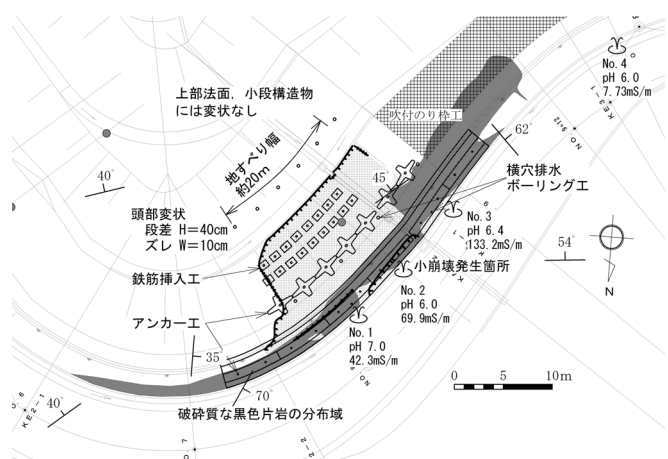


図-3 地すべり周辺の平面図

A case of landslide occurred on Kimura Kazunari, Yamamoto Kazuhiko, Onoyama Hidenori (Naiba Co.,Ltd) geological fragile zone in the Road Sakakibara Masayuki (Ehime Univ.) improvement construction. Sera Koichiro (Cyclotron Center, Iwate Medical Univ.)

分布域は全体に湿潤状態となっており、特に最初のり面小崩壊発生箇所では、湧水量はわずかであったが恒常的に湧水が認められていた。また、最下段のり面で実施した3孔の横穴排水ボーリング工は掘進直後から湧水が認められ、対策工完成後も降雨に応じて湧水量が増加する傾向を示した。

#### 【5. 地すべり発生の原因】

当箇所の地すべりは、切土のり面の最下段に分布する破砕質な黒色片岩が小崩壊を起こしたことに起因して発生したものである。この黒色片岩が小崩壊を起こした原因としては、以下の3点が考えられる。

- (1)周辺地盤より脆弱な地質の分布 (2)局所的な流れ盤斜面の出現 (3)恒常的な湧水による岩盤の軟質化

以上の要因が重なったことで、地すべりの引き金となるり面の小崩壊が発生したものと推察される。

#### 【6. 考察】

地すべり発生原因について考察する。

- (1) 周辺地盤より脆弱な地質の分布

小崩壊の発生した最下段のり面は、周辺地盤と比べ明らかに脆弱であった。通常、岩盤は表層部ほど風化が進行して脆弱となっており、深部ほど硬質である。しかし、当箇所では掘削箇所のうち最も応力の集中する最下段のり面に破砕質な黒色片岩が分布していた。このため、切土後まもなく小崩壊（中抜け）が発生し、続いて地すべりを引き起こしたものと考えられる。

- (2) 局所的な流れ盤斜面の出現

調査地周辺の地質構造は斜面に対して受け盤であり、一般的には地すべりの発生しにくい構造であった。しかし、のり面最下段に出現した破砕質な黒色片岩は流れ盤構造となっており、このことが小崩壊発生の一因となったものと考えられる。この局所的な流れ盤構造の原因として、褶曲構造の一部であることや岩盤クリープによるものが考えられる。

- (3) 恒常的な湧水による岩盤の軟質化

最下段のり面の小崩壊箇所からは0.1～0.4L/分程度の恒常的な湧水が認められ、破砕質な黒色片岩の分布域は全体に湿潤状態にあった。このことから、破砕質な黒色片岩は全体が水ミチとなっており、水が流れることによって岩盤の脆弱化、軟質化が進行したものと推定される。

また、対策工完成後には地すべりブロック内の擁壁に配置された水抜き孔からの流下跡に褐色や白色の付着物が確認された。そこで、湧水の違いを確認するために河川水、地すべりブロック内（3箇所）、ブロック外（1箇所）の計5箇所で水のサンプリングを行い、それぞれの水温、電気伝導度、pHを測定した。測定結果を表-1に示す。

表-1 湧水測定結果一覧表

試料採取箇所		水温 (°C)	電気伝導度 (mS/m)	pH	湧水量 (% / 分)
河川水		20.2	14.01	7.4	—
地すべり ブロック内	No.1	18.0	42.3	7.0	0.1
	No.2	18.3	69.9	6.0	0.2
	No.3	16.2	133.2	6.4	0.4
地すべり ブロック外	No.4	17.0	7.73	6.0	0.2

測定の結果、水温はほぼ変化が無いものの、電気伝導度は河川水（14.01mS/m）、地すべりブロック外（7.73mS/m）に比べ、ブロック内では高い値（42.3～133.2mS/m）を示した。また、pHは全体に大きな変化は無いが、河川水に比べ斜面からの湧水のほうがやや酸性であることがわかった。このことから、地すべり箇所の湧水には溶存成分が多く、このような地下水が地すべり発生に関与している可能性が考えられる。

また、地すべりブロック内の水抜き孔には付着物が認められているが、既存の文献によると付着物は鉄細菌が関与して生成されること、付着物がある場合の地下水のpHは6.0～7.5の間であることが報告されている<sup>1)</sup>。

なお、当箇所では採取した付着物の成分を分析した結果、その成分の大部分はFeであることが明らかとなっている。

#### 【7. まとめ】

今回の事例は、道路改良中に出現した局所的な流れ盤構造と地質弱部で発生した地すべりに対して、早急な対応により被害を最小限にとどめることのできた事例である。今回の教訓としては、①事前に行う地質踏査では、地質的不連続面（片理面、節理面など）の方向性（受け盤、流れ盤）について丁寧に観察する必要がある。②地質調査に携わる技術者は、調査完了後の施工段階においても発注者や施工業者と情報交換を行い、施工中の地質状況を確認しながら、想定外の地質が出現した場合にも速やかに対応する必要がある。

最後に、第三紀層地すべりでは、鉄細菌などにより横穴排水ボーリング孔が目詰まりを起こす事例が報告されている。当該地でも施工後半年程度で横穴排水ボーリング孔の出口に付着物が確認されている。今後は水質と地すべりの関係とともに、水質と目詰まり原因となっている付着物との関係についても追跡調査を行いたいと考えている。

#### 《引用・参考文献》

- 1)丸山清輝・安藤達弥・飯田正巳：地下水排除施設集水管の目詰まりに関する検討，地すべり，Vol.39，No.4，pp23-29，2003