

地すべり調査段階において実施した 応急横ボーリング工の効果

Effect of emergency drainage boring at landslide investigation stage

佐藤 貴史* 浜崎 晃 武志 賢一 (株式会社日本海技術コンサルタンツ)

Takafumi SATO* Akira HAMASAKI Kenichi TAKESHI (Nihonkai Technical Consultants CO.,LTD)

キーワード：地すべり，横ボーリング，応急対策，動態観測

Keywords : Landslide, Drainage boring, Emergency policy, Movement observation

1. はじめに

調査地は島根県隠岐地方の海岸沿いに位置し、急崖斜面の等高線に沿った線形の主要地方道である。以前から緩やかに路面変状が認められ、オーバーレイの繰返しが行われていたが、地すべり存在の認識ではなかった。その後、平成18年2月に再度路面に亀裂が確認されたのち急速に活発化した。この主要地方道は生活道路であり緊急車輛も通行することから、地域住民の生活として重要であり、崩壊の際は長期間の通行止めを余儀なくされるなど、重大な影響を及ぼすことが懸念された。このため、災害復旧事業として採択され早急に対策が行われた。

地すべり調査段階において地すべりブロック内の調査ボーリング実施前に応急横ボーリング工2孔を施工した結果、地すべり頭部付近の地表面変位量が施工前後で低減されていることが認められた。

本報告では、動態観測結果を踏まえ応急横ボーリング工の効果について報告する。

2. 地すべり活動状況

2-1. 地すべり概要

当地すべりの規模は長さ36m、幅23mで、保全対象物は既出の主要地方道である。地すべり地周辺は新第三紀の凝灰岩を基盤岩とし、上位の表層付近には谷地形面に沿って崖錐層が分布し、地すべり移動層の主体となっている。地すべり末端は海岸部に位置し、過去に発生した末端部崩壊が地すべりを活発化させた要因の一つと考えられた。また、平成17年12月から平成18年2月にかけて、当該地区では希な降雪に見舞われ最大積雪量30cmに達した。この融雪水が地下浸透し、地すべりブロック内の地下水位を上昇させたことが、地すべり活動の活発化に繋がった。

2-2. 地すべり移動量観測

地すべり発生当初、地すべり頭部付近にコンベックスを用いた簡易伸縮計を3箇所、抜き板（簡易変位板）を2箇所設置、地すべりブロック内外に観測用移動杭を頭部～中腹部中心に設けた。簡易伸縮計は概ね毎日観測、移動杭は週1～2回観測

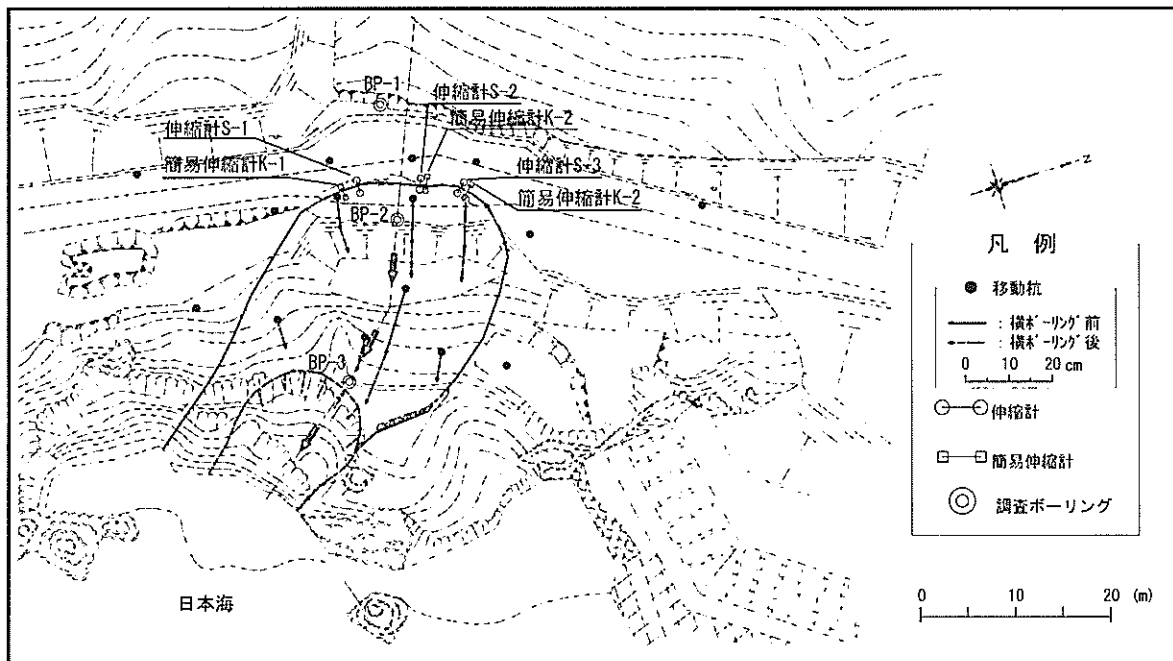


図-1. 地すべり調査平面図



写真-1. 観測開始当時の頭部亀裂 (2/16)

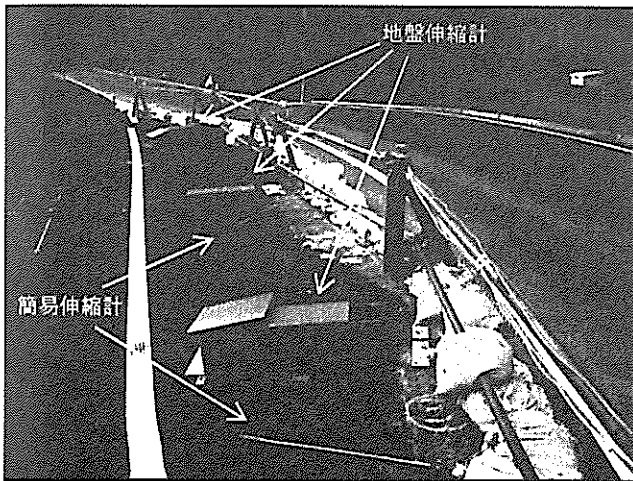


写真-2. 観測開始1ヶ月後の頭部亀裂 (3/20)

し、地すべり活動状況を把握した。

頭部亀裂確認から約 20 日間で頭部付近の亀裂は 70~100mm 程度拡大し、地すべり頭部から両サイドにわたって亀裂が認められるようになった。観測開始 20 日後に、計画した 3 孔の調査ボーリングのうち、最初の BP-1 を地すべりブロック上方の道路脇で実施した。

3. 応急対策の検討

3-1. 崩壊時期の予測

地すべり頭部を通る主要地方道は、仮設道として山側に 2m 程度線形を振っており、車輦通行は可能な状態にある。海岸線沿いの道路で迂回路がなく小規模な崩壊でも道路が寸断され、また末端部の海岸浸食の影響も考慮すると、早期に二次災害が発生する可能性が考えられた。簡易伸縮計観測当初から 1 ヶ月間で変位量は急増しているため、

この伸縮量曲線を 2 次クリープから 3 次クリープの移行期³⁾として考えると、非常に危険な局面であると判断された。この時の崩壊発生時間の予測を齋藤他の図解法³⁾に従い概算したところ、崩壊時期は約 3 ヶ月後 (6/29) という結果を得た。3 ヶ月後は、地すべりブロック内の調査ボーリングが完了し、動態観測期間中であるか、もしくは災害査定時期に崩壊すると予想された。また、降雨と連動して頭部亀裂変位量が増加する傾向にあるため、地すべりブロック内での調査ボーリング自体、二次災害に巻き込まれる危険性があった。このため、広範囲に行った地表踏査結果と地すべりブロック外で実施した調査ボーリング BP-1 の結果を基に、現段階における地すべり機構を推定し、効果的かつ必要最低限となる応急対策工の検討を行った。

3-2. 調査結果の考察

地表踏査の結果、地すべり右サイドは流紋岩貫入岩、左サイドは凝灰岩が露頭により確認でき、地すべりブロックは地質構造に規制されていることがわかった。また、上方斜面はボトルネック状の集水地形を呈し、等高線が不揃いで不規則な配列が認められることから、大規模な複合地すべりの存在が伺えた。これらの地形状況を踏まえると、頭部亀裂から 8m 程度上方に外れた位置で実施した調査ボーリング BP-1 の地下水位は常時地表面付近にあり、上方斜面の降雨または融雪水の地下水流動は不透水性基盤岩の形状に規制され、ブロック頭部付近では特に地下水が集中し易い地形地

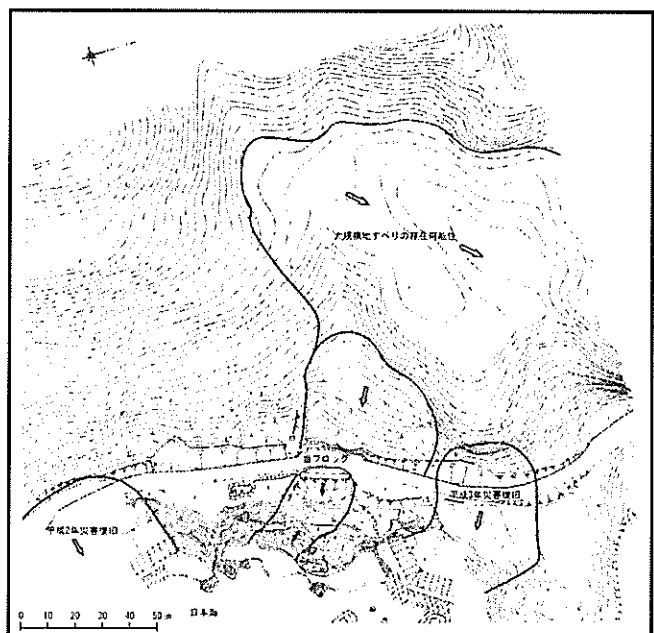


図-2. 上方斜面の推定地すべり分布図

質条件であると考えられた。

当地すべりの両側に近接する2つの地すべり災害の既存資料によると、いずれも表層を覆う崖錐層と流れ盤構造を呈する凝灰岩との境にできるモンモリロナイト化が認められる粘土層がすべり面化したとされている。BP-1のコア観察により、崖錐層下端付近のGL-4~5m区間は高含水でややモンモリロナイト化が認められる軟質な礫混じり粘土であった。

また、当地すべりの幅 $W=23m$ から、 $W/D=3.0\sim 10.7$ の関係ですべり面深度を推定すると、 $W/D=5.1$ となり、すべり面深度となる崖錐層と凝灰岩層の境界面GL-4.5m付近が $D=2.2m\sim 7.6m$ の幅のほぼ中間値に当たる。

これらの考察から当地すべりのすべり面は地質

境界面に沿って形成されている可能性が高いと考えられた。

3-3. 応急横ボーリング工の検討

前項で述べた初期段階の調査結果から、地すべり頭部における崖錐層と凝灰岩層の境界面付近に地下水供給源となる水ミチの存在が考えられた(図-3参照)。このため、地すべり頭部付近の水ミチを狙い、すべり面を貫いて地下水位及びすべり面にかかる間隙水圧の低下を図り、地すべり移動速度を低減させるため、応急横ボーリング工が必要であると判断した。

応急横ボーリング工は活発な地すべり地内からの打設では二次災害の危険性が伴うため困難であり、地形的条件と施工性を考慮して図-4に示す位置から2孔掘削した。

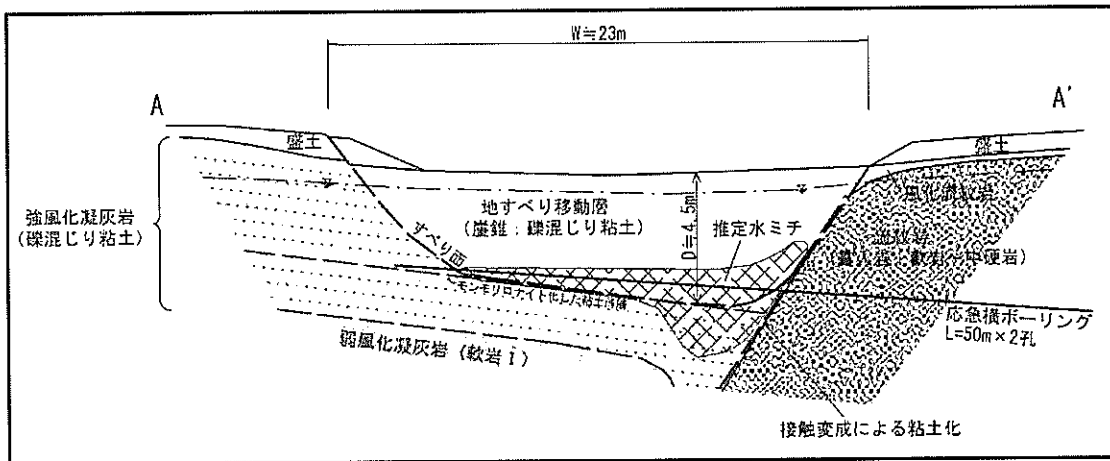


図-3. 地すべり頭部付近の模式横断面図 (輪切り)

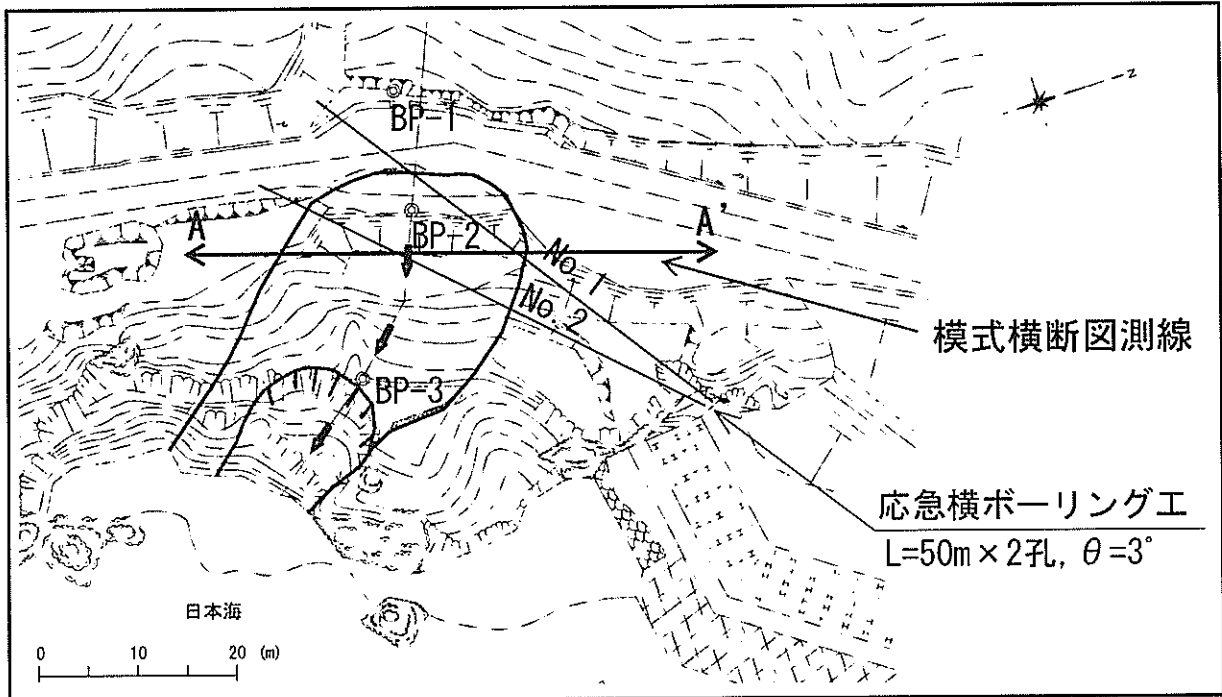


図-4. 応急横ボーリング工計画平面図

4. 応急横ボーリング工の効果

応急横ボーリング工の施工直後から、2孔合計で120ℓ/minの排水量が継続的に排出されており(写真-3, 4)、徐々に地下水の排除効果が現れ始め、簡易伸縮計・移動杭観測の変位量が減少した(表-1)。

表-1. 応急対策施工前後の地すべり変位速度の推移

頭部亀裂の移動量観測	応急対策 施工前	応急対策 施工後	地すべり変位速度の推移	
簡易伸縮計	4.2 mm/日	0.9 mm/日	1/4.7	
移動杭観測	水平変位量	3.5 mm/日	0.8 mm/日	1/3.9
	高低差	4.8 mm/日	1.1 mm/日	1/4.4

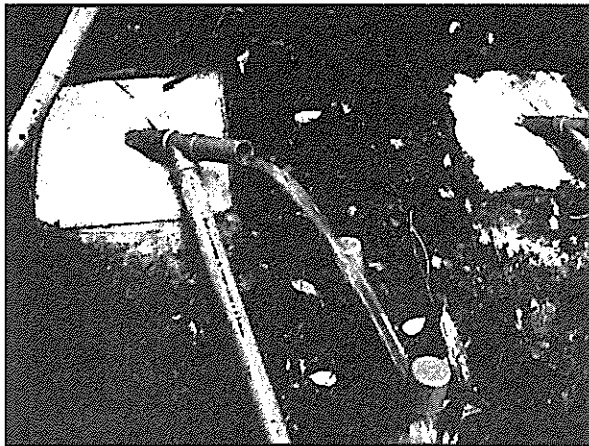


写真-3. 応急横ボーリング孔口部排水状況



写真-4. 応急横ボーリング工流末排水状況

自動観測タイプの地盤伸縮計観測結果から、応急横ボーリング工実施前は日雨量25mm以下で5.0mm/日の変位量であった。これに対し、実施約50日後に98mm/日の集中豪雨に見舞われブロック内の地下水位は一時的に急上昇し、伸縮計曲線をクリープ曲線と見なした時の3次クリープに発展したが、速やかな地下水排除効果により3.8mm/日の変位量に留まった。

5. おわりに

簡易伸縮計観測(写真-2)などの調査初期段階

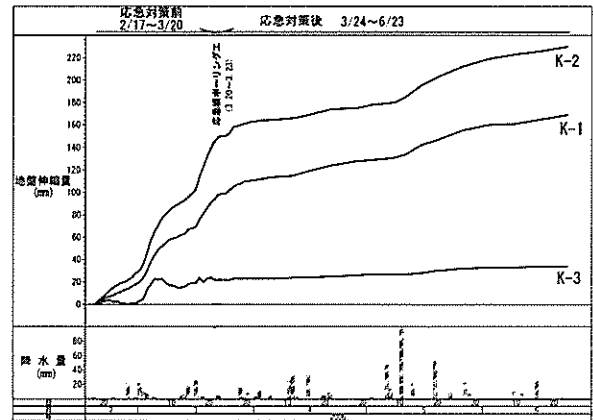


図-5. 簡易伸縮計変位量曲線図

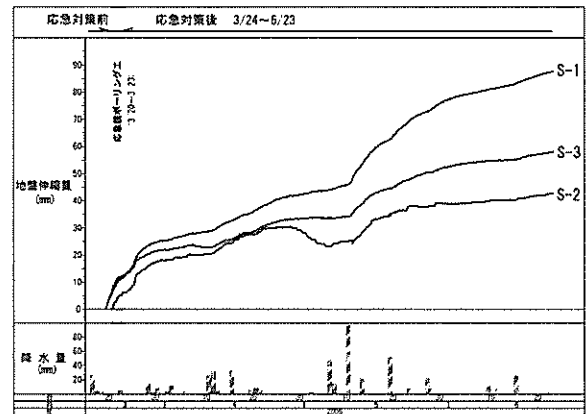


図-6. 自動計測タイプの地盤伸縮計変位量曲線図

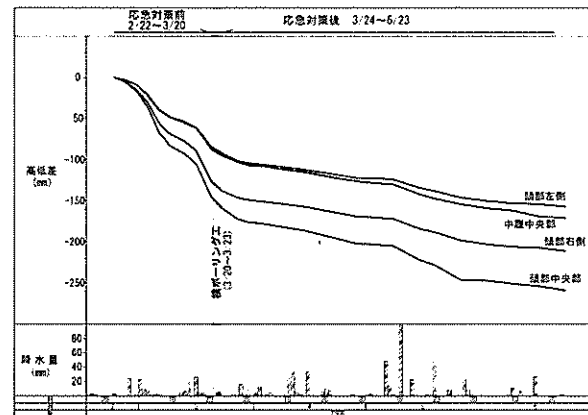


図-7. 移動杭観測変位量曲線図(高低差)

における現地情報を基に、崩壊予測手法を踏まえ地質的見地から総合的に解釈し応急対策を講じたことにより、恒久対策である杭工の完成に至るまで二次災害は発生せず、最小限の被害に留めることができた。以上

参考文献

- 1) (社)日本地すべり学会(2004):地すべり 地形地質的認識と用語, 地すべりに関する地形地質用語委員会編, p.18~19
- 2) 申潤植(1994):地すべり工学 -理論と実践-, 山海堂, p.356
- 3) 齋藤迪孝・上沢弘(1966):斜面崩壊時期の予知, 地すべり, 第2巻第2号, p.7~12