

3. 主要地方道に発生した路面隆起の発生メカニズム

Generating mechanism of road surface uplift

○武志賢一（株式会社日本海技術コンサルタンツ）

1. はじめに

島根県の北東にある島根半島から約 70 km北に位置する隠岐島後の海岸沿いを通る主要地方道において、路面の隆起が発生した。当該地では平成 20 年頃から路面にクラックや隆起が報告されており、走行車両および歩行者の安全確保のために対策の実施が求められた。

本稿ではこの路面隆起の現場における変状発生メカニズムを報告する。

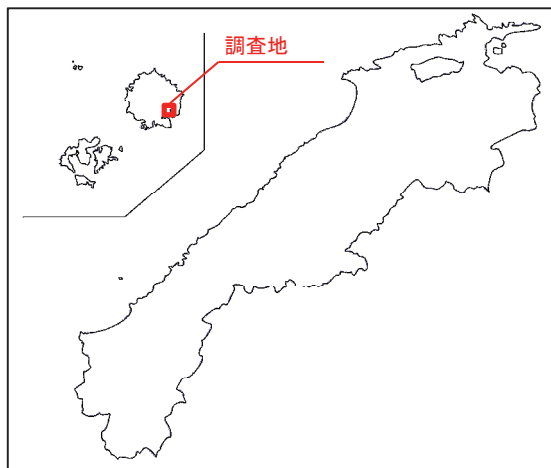


図 1. 調査位置図

2. 被害状況

調査地は南北方向に延びる尾根末端部の南向き法面である。分布する地質は、新第三紀前期中新世の粗面岩および玄武岩を主体とする。玄武岩は表面の風化が進行しており、歩道への剥落が認められる状況であった。

当該法面は、道路改良による大規模な切土が行われており、法面末端部には防草コンクリート、路面には張コンクリート、歩車道境界ブロック等が施工されている。これらの構造物にはクラックや目地の開きが認められ（写真 1）、クラックは粗面岩の分布域に集中して認められた。また、切土法面や小段部には 10 cm程度の段差を形成するクラックが認められ、このクラックを頭部とした地すべりブロックの存在が疑われた。



図 2. 調査地周辺の地質図¹⁾

凡例

新第三紀 Neogene 前期中新世 Early Miocene	郡層 Kōri Formation	Krd	酸性火砕岩及び凝灰質砂岩 Acidic volcanoclastic rocks and tuffaceous sandstone
		Krb	玄武岩溶岩・貫入岩 Basalt lavas and intrusive rocks



写真 1. 被害状況写真

3. 変状発生原因の仮説

当該地域の被害状況を把握するため、地表踏査を行った。地表踏査の結果から考えられた変状発生原因についての仮説を以下に示す。

仮説 1 地すべり末端部の隆起

地表踏査により、法面には横断方向の亀裂、路面には縦断方向の亀裂が認められた。法面の横断方向の亀裂は頭部を形成している可能性があり、路面の縦断亀裂は末端部が路面を押し上げる形ですべり面を形成している可能性が疑われた。また、当該法面に分布する玄武岩は破砕質な状態を呈しており、亀裂間に含水しやすい性状を持つ。さらに、当該法面は過去の道路改良により大規模な切土が行われており、切土に伴う応力解放が破砕質な玄武岩の亀裂間を拡大させる要因になったと推察される。

玄武岩の含水および切土による応力解放に伴い玄武岩の亀裂が拡大し、亀裂拡大に伴う応力が粗面岩にかかることにより地すべりが発生し、末端部の隆起につながった可能性が考えられた。

仮説 2 路面下方からの押し上げ

調査地は海に近く、海水が地下水として流入している可能性が考えられた。海水中には様々なイオンが含まれることから、押し上げの可能性として、鉱物の膨張、結晶成長圧の発生が考えられた。文献調査から、路面を押し上げるだけの膨張圧を発生させる現象として、黄鉄鉱の酸化の可能性が疑われた²⁾。黄鉄鉱は酸化により最終的に石膏(CaSO₄)が晶出する。この石膏の結晶成長圧は、晶出実験によると20kPa程度とされており、路面が隆起する現象も十分に考えられる。

4. 調査結果

仮説 1 地すべり末端部の隆起に対する調査

仮説 1 を証明するため、右図に示す位置において各種調査を行った。以下にその概要を示す。

① 調査ボーリング

【実施位置】解析測線上の4か所。

【調査結果】4孔全てで地すべりの影響と思われる破砕された状態の岩盤を確認。

② 地下水位観測

【実施位置】ブロック末端部の1孔を除いた、法面で実施した3箇所の調査ボーリング孔を使用。

【調査結果】全ての観測孔において降

雨後ただちに地下水位が上昇し、その後急激に降下する特徴が認められた。水位は法面末端部で1m程度、法面小段上の2孔で4m程度の変動が観測された。

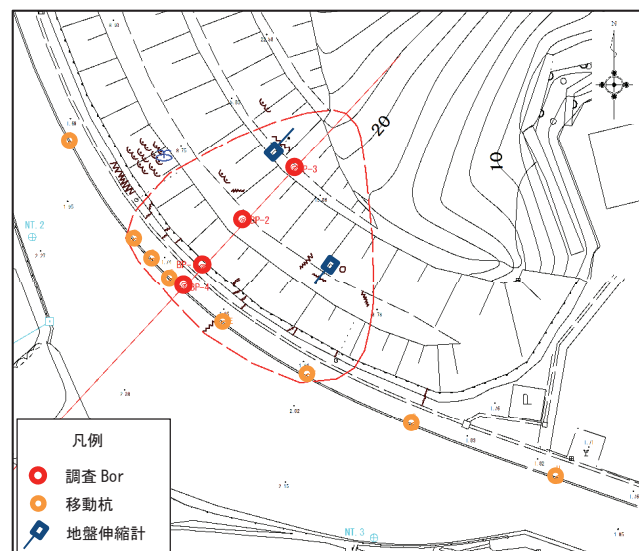


図 3. 調査位置平面図

③ パイプ歪計観測

【実施位置】ブロック末端部の1孔を除いた、法面で実施した3箇所の調査ボーリング孔。

【調査結果】3孔全てで20 μ /月程度の僅かな歪量の累積が認められ、極めて緩慢な動きが継続していることが分かった。この歪量の累積が認められる深度はコア観察により確認した破碎箇所と一致している。

④ 地盤伸縮計

【実施位置】法面に認められた横断方向に発達するクラック2箇所。

【調査結果】2箇所ともに0.5~1.0mm程度の僅かな圧縮変位が認められた。

⑤ 移動杭

【実施位置】変状が顕著に認められる歩車道境界ブロック上の8測点。

【調査結果】平面的な動きは明瞭に認められなかったものの、垂直変位は観測開始から最大で31mm(18ヶ月)の上昇が認められた。



写真2. 移動杭最大垂直変位箇所

仮説2 路面下方からの押し上げに対する調査

X線回折試験：

【実施位置】変状の認められる路面下の路盤材3試料および法面防草コンクリート背後の岩盤3試料。また、歩道部において実施したボーリングコアより3試料。

【調査結果】膨潤性鉱物であるスメクタイト、炭酸カルシウム、炭酸鉄の存在は確認されたが、想定された黄鉄鉱の存在は認められなかった。

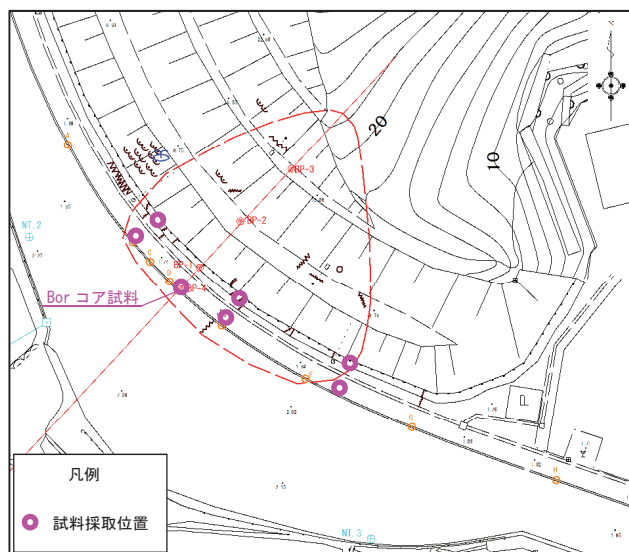


図4. 試料採取位置図

5. 変状発生機構

調査結果から、仮説2を証明する黄鉄鉱の存在を認めることはできなかった。一方、仮説1に対する調査の結果、地すべり活動の結果生じたと推察されるボーリングコアの破碎部の存在・歪の累積傾向・地盤伸縮計での圧縮変位・ブロック末端部での垂直変位が認められた。したがって、当該地における路面隆起の発生原因は、仮説1 地すべり末端部の隆起による影響が極めて大きいと判断された。以下に変状発生機構を示す。

①破碎質な玄武岩および粗面岩からなる当該地において、道路改良による切土が行われ、上載荷重の除荷により応力解放が発生。

②切土により破碎質な玄武岩において亀裂間の緩みが生じる。

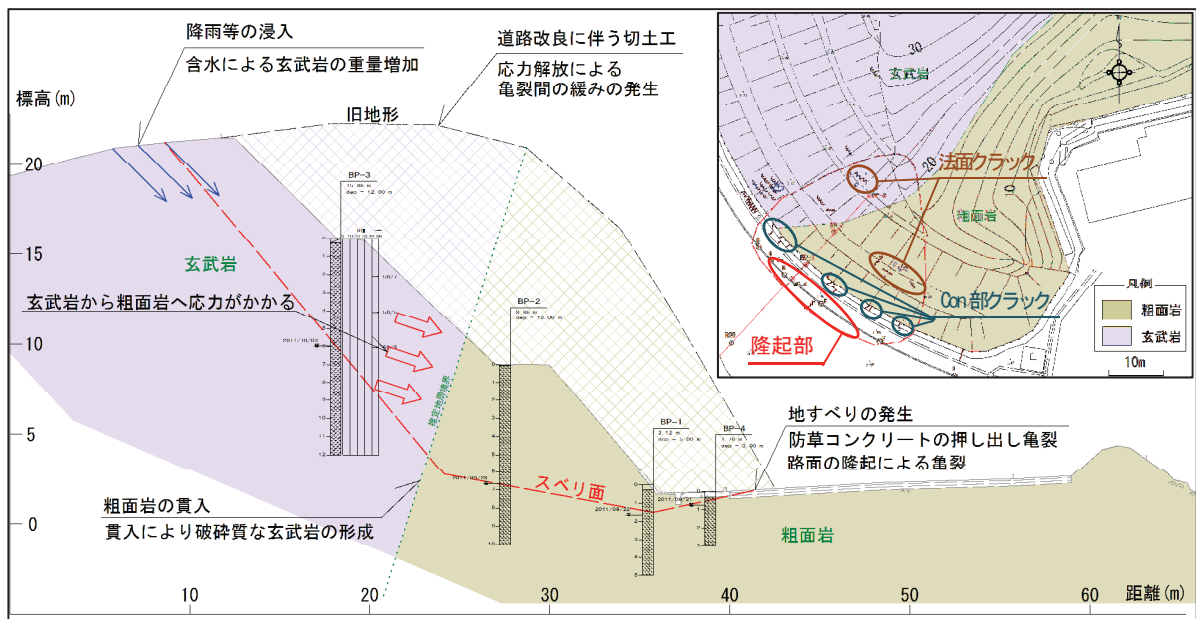


図 5. 模式断面図

③降雨時の地下水位上昇に伴い、間隙水圧が発生し玄武岩の亀裂が拡大するとともに、含水による重量が増加。

④当該地域では上図 5 に示すように玄武岩が粗面岩に寄りかかるような構造をしており、斜面上方に分布する玄武岩の応力も斜面下方の粗面岩が受ける構造となる。

⑤玄武岩の亀裂拡大、重量増加による応力が、斜面下方の粗面岩へかかるようになり、粗面岩が道路側へ押し出されるような力を受ける。

⑥この作用により地すべりが発生し、地盤伸縮計で認められるように、ブロック中腹部にあたる法面では圧縮変位、末端部の防草コンクリートでは押し出し、路面では隆起が発生した。

6. おわりに

本稿で取り上げた現場では、各種調査結果より、コアの破砕部の存在・歪の累積・伸縮計の圧縮変位・ブロック末端部での垂直変位が認められたことから、地すべりにより局所的な路面隆起が発生したことが判明した。

小さな現象も見逃さず、様々な可能性を追究し、変状の発生原因を明確にすることが、効率的・効果的な対策工の立案につながると考える。

以上

引用文献

- 1) 山内靖喜・沢田順弘・高須 晃・小室裕明・村上 久・小林伸治・田山良一 (2009) : 西郷地域の地質. 地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅), 産総研地質調査総合センター.
- 2) 大山隆弘・千木良雅弘・大村直也・渡部良朋 (1998) : 泥岩の化学的風化による住宅基礎の盤膨れ, 応用地質, 第 39 巻第 3 号, pp.261-272.