

令和3年2月福島県沖地震松川浦法面崩壊 及び新地町住宅被害

令和3年3月宮城県沖地震塩竈市芦畔町 法面崩壊

国立研究開発法人 防災科学技術研究所

マルチハザードリスク評価研究部門

防災情報研究部門

災害過程研究部門

国立大学法人 琉球大学工学部工学科

大角 恒雄

水井 良暢

池田 真幸

松原 仁

調査項目

1. 令和3年2月福島県沖地震松川浦法面崩壊
及び新地町住宅被害

2. 令和3年3月宮城県沖地震塩竈市芦畔町
法面崩壊

目的

福島県沖地震にて松川浦大橋東側では、海岸段丘を利用した道路法面が崩壊した。この地点は2011年東北地方太平洋沖地震においても松川浦大橋西側で崩壊が生じている。

筆者らは、当該崩壊面が褐色に変色していることに着目し、層理面には多くの微生物が蔓延っている状態で、今回の地震をきっかけに法面崩壊が生じたと考え、サンプリングを行った。

また、3月20日の宮城県沖地震に遭遇、塩釜崩壊地点調査速報を示す。

令和3年2月福島県沖地震 松川浦法面崩壊 及び新地町住宅被害

- 福島県沖地震（2021年2月13日，M7.1）において，松川浦大橋東側の法面にて落石が発生し，臨港道路で乗用車が被害となった．地質図Navi(gsj.jp)によると砂岩泥岩互層が大橋の両側に海食崖に分布している．崩壊面は褐色に変化しており，雨水の浸透によって酸化が進行していたと考えられる．

松川浦橋の東側（福島沖地震で崩壊地点） 全景



クローズアップ



福島県沖地震（2021年2月13日，M7.1）において，松川浦大橋東側の法面にて落石が発生し，臨港道路で乗用車が被害となった．地質図Naviによると砂岩泥岩互層が大橋の両側に海食崖に分布．崩壊面は褐色に変化しており，雨水の浸透によって酸化が進行したと推測．

平成9年東北地方太平洋沖地震の松川浦大橋 西側で崩壊

- ①松川浦大橋東側：令和3年福島県沖地震の崩壊地点
- ②松川浦大橋西側：平成9年東北地方太平洋沖地震の崩壊地点



平成9年東北地方太平洋沖地震の崩壊

野田 利弘 教授（名古屋大学）提供（平成9年撮影）

崩壊の上部と崩壊面には変色しており、崩壊の上部から水が崩壊面のクラックに流れ込み、酸化し褐色となり、地震動か津波の引き波で崩落したことが類推される。

令和3年：褐色部分は10年を経て流出。

松川浦橋の西側 (東北地方太平洋沖地震で崩壊地点近傍)

全景(3月20日撮影)

クローズアップ



- 層理面の状態観察から多くの微生物が蔓延していることが示唆され、地震が発生する以前より微生物による風化が進行していたと考えられたすなわち、今回の落石事象によって、法面における微生物風化の可能性と危険性が顕になった可能性が示唆される。そこで、雑菌の混入に十分注意し、変色面を持つ箇所とそれ以外の箇所からそれぞれ5つずつサンプリングした。
- また、今回の地震では、東日本太平洋沖地震（2011年3月11日、 $M_w9.0$ ）の直後に調査した松川浦大橋西側の法面においても東側同様に崩壊が生じていたことから、西側法面においても同じ条件でサンプリングした。

褐色面（崩壊面）

福島県沖地震地点例



東北地方太平洋沖地震地点近傍例



平成9年東北地方太平洋沖地震地点近傍の崩壊は令和3年福島県沖地震で新たに崩壊したものと思われる。

褐色していない箇所

福島県沖地震地点例



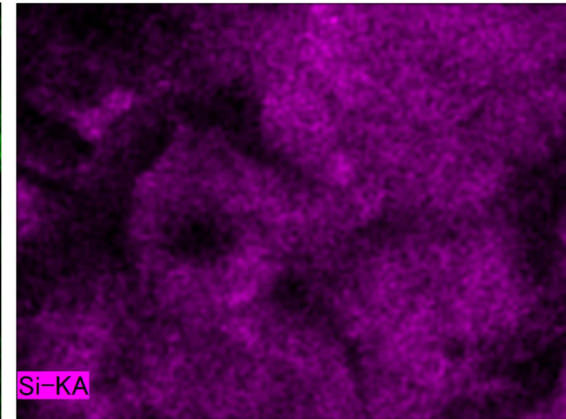
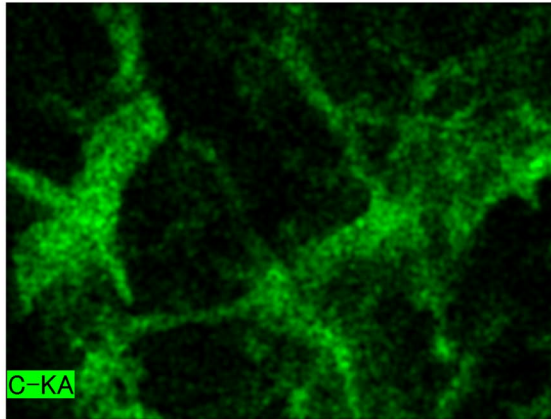
東北地方太平洋沖地震地点近傍例



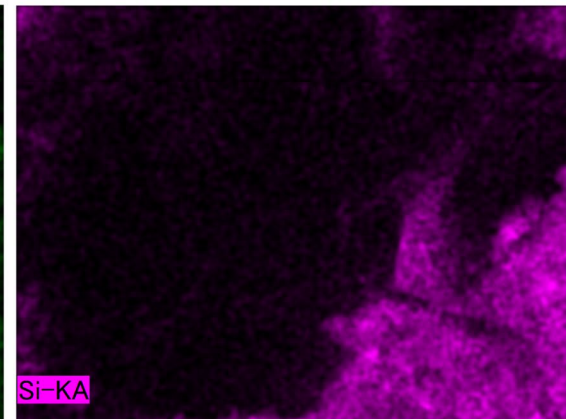
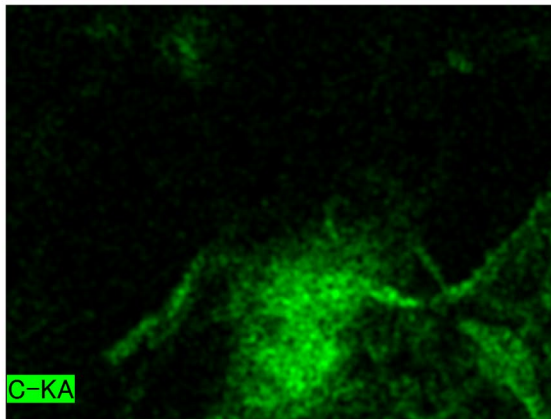
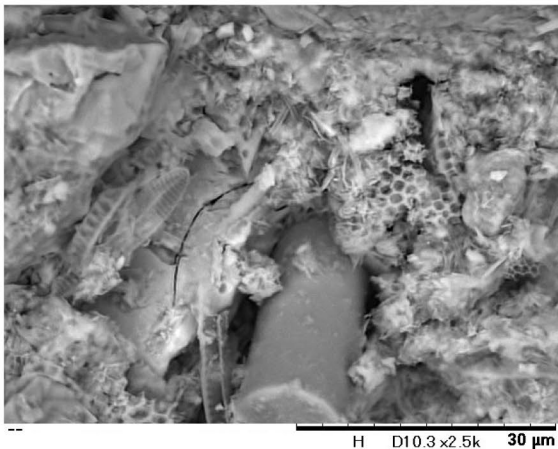
EDX解析結果の比較（褐色部分）

the Ryukyus University of the Ryukyus University of the Ryukyus University of the Ryukyus University of the Ryukyus University of the Ryukyus University of the Ryukyus University of the Ryukyus University of the Ryukyus

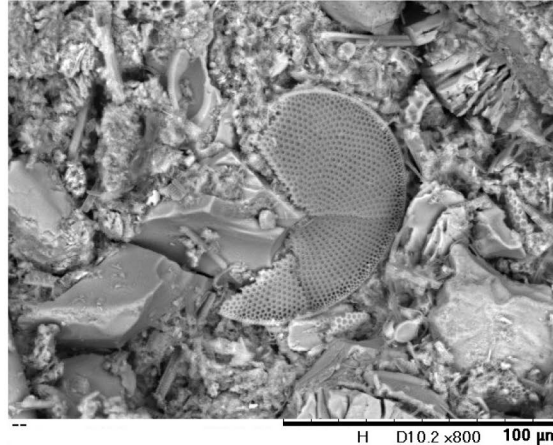
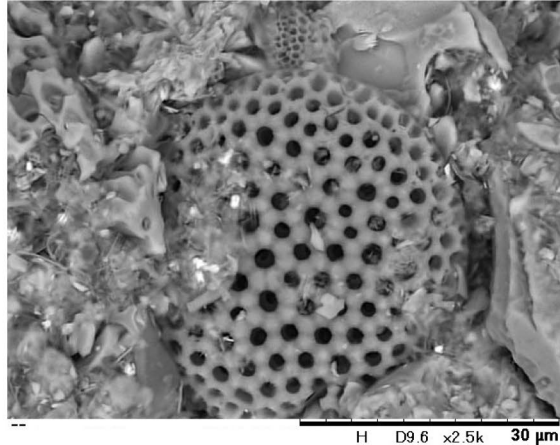
■ 福島県沖地震地点 褐色部分例



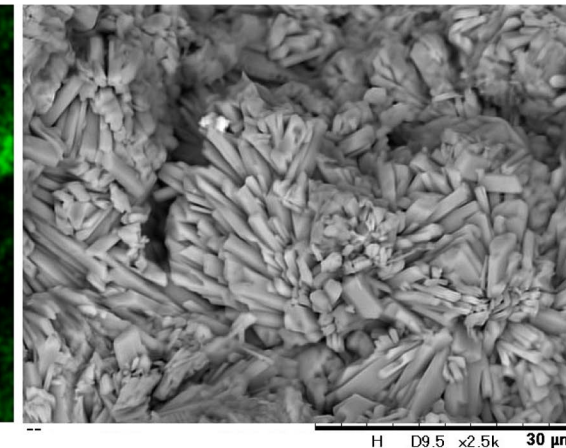
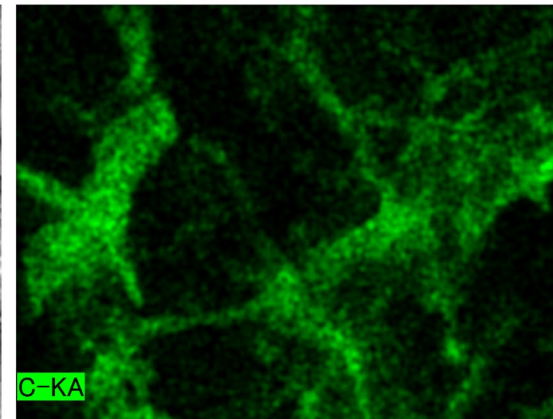
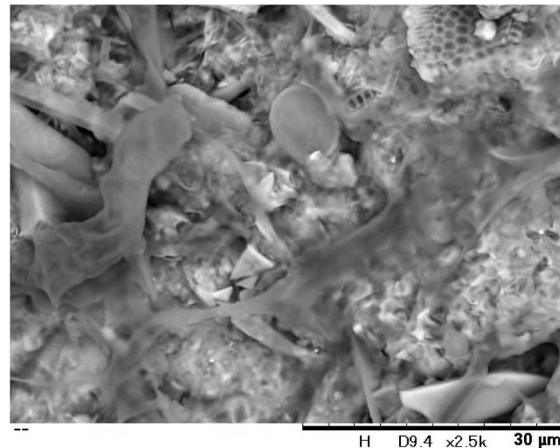
■ 東北地方太平洋沖地震地点近傍 褐色部分例



■ すべての試料で珪藻の痕跡と考えられる構造が多数見られる



■ 褐色部ではEPS（バイオフィルム）と考えられるネットワーク構造や針状の硫黄化合物が存在する



まとめ

- **切土法面における微生物風化の可能性と危険性**が顕になった可能性が示唆される。そこで本研究では、雑菌の混入に十分注意し、変色面を持つ箇所とそれ以外の箇所からサンプリングした。
- 今回の地震では、東日本太平洋沖地震（2011）の直後に調査した松川浦大橋西側の切土法面においても東側同様に崩壊が生じていたことから、西側切土法面においても同じ条件でサンプリングした。電子顕微鏡観察及びEDX解析を実施した結果、すべてのサンプルで**珪藻が数多く観察**された。
- 一方、褐色部にはバイオフィームと見られる炭素のネットワーク構造や針状の硫黄化合物の存在が観察され、これらの構造は褐色部以外では確認されなかった。バイオフィームの存在は、その場所に多くの原核生物が生息していることを意味する。したがって、EPS周辺にいる**原核生物が岩の風化**に関わっている可能性は高い。

令和3年2月福島県沖地震 新地町愛宕団地住宅被害

遠景

(3月20日撮影)

屋根の棟部分の損傷例



被害が軽微地域

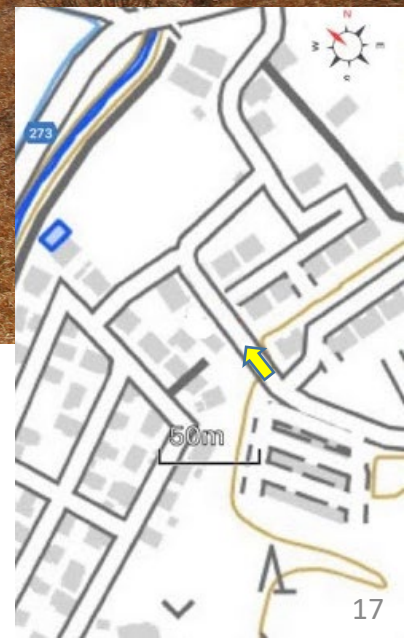
家屋の棟部分の損傷地域



道路を挟んで損傷が多かった地域は右側。
切土上の盛土の影響も考えられる。

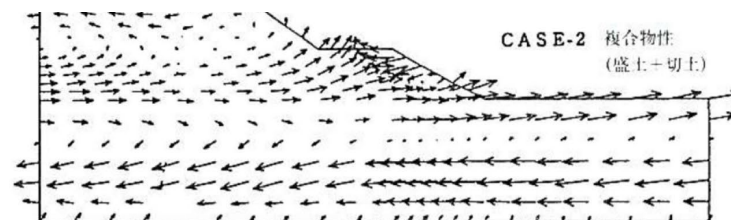
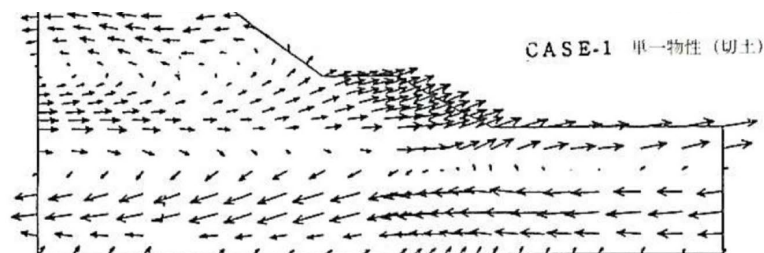
左側の地域は殆ど被害はない。屋根の材質も異なる。被害家屋
は瓦に対し、外見上無被害は、スレート。

液状化痕跡はない。

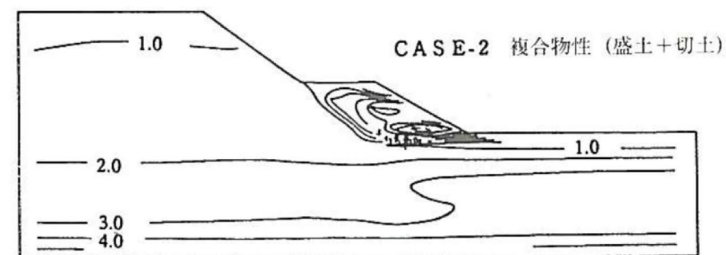
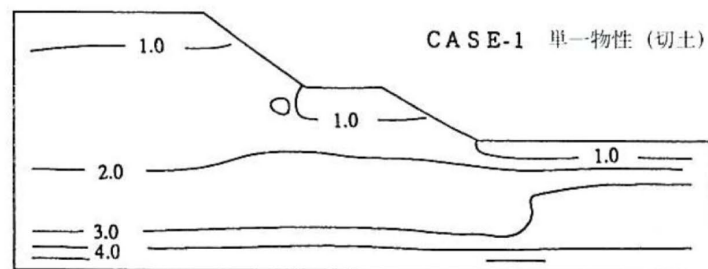


切土と切土上の盛土の地震応答解析の応答の差異 (応答加速度分布とひずみ分布)

地盤工学会 実務者シリーズライブラリー5
切土の裏面の調査・設計から施工まで



単位: 1×10^{-3}



切土

切土上の盛土

墓地

低い位置
の墓地



斜面頂上
の墓地



まとめ

- 令和3年福島沖地震で宅地損傷が多かった新地町では見たところ、切土上の盛土の造成地点での被害ことも推測される。
- 道路を挟んで損傷が多かった地域に対し、自然地盤を切土したと思われる地域は殆ど被害はない。屋根の材質も異なる。被害家屋は瓦に対し、外見上無被害は、スレート。液状化痕跡はない。
- 斜面頂上の墓地は低い位置の墓地に比べ被害が大きく、墓地エリアも盛土造成したと思われるエリアは墓石の被害は大。

令和3年3月宮城県沖地震 塩竈市芦畔町法面崩壊

岩手県大船渡市に移動中、3月20日 18:09 頃宮城県沖の地震発生に遭遇、三陸道の石巻市内を移動していたが高速道路上で全く地震を感じなかった。急遽、予定を変更し、宮城県塩釜市崩壊地点の調査を計画し、3月22日に塩竈市芦畔町の法面崩壊現地に到着した。

3月20日18:21 近隣住民が撮影



法尻周辺住民へのヒアリングによると「45年ほど前に造成工事が行われ、斜面は緩勾配とせず、モルタル処理で行われた。3月20日の地震前にモルタル面が膨れている変状あった。崩壊は地震発生直後に生じた」。2月14日福島沖地震後、亀裂 がはいていたとの報道もあるが、未確認である。

左：土砂災害警戒区域指定告示資料 右：地理院地図(2013&2019)



土砂災害警戒区域指定告示資料（塩竈市）

<https://www.pref.miyagi.jp/soshiki/sabomizusi/kasyo-shiogama.html>

のNo.10地点（●破線）が崩壊

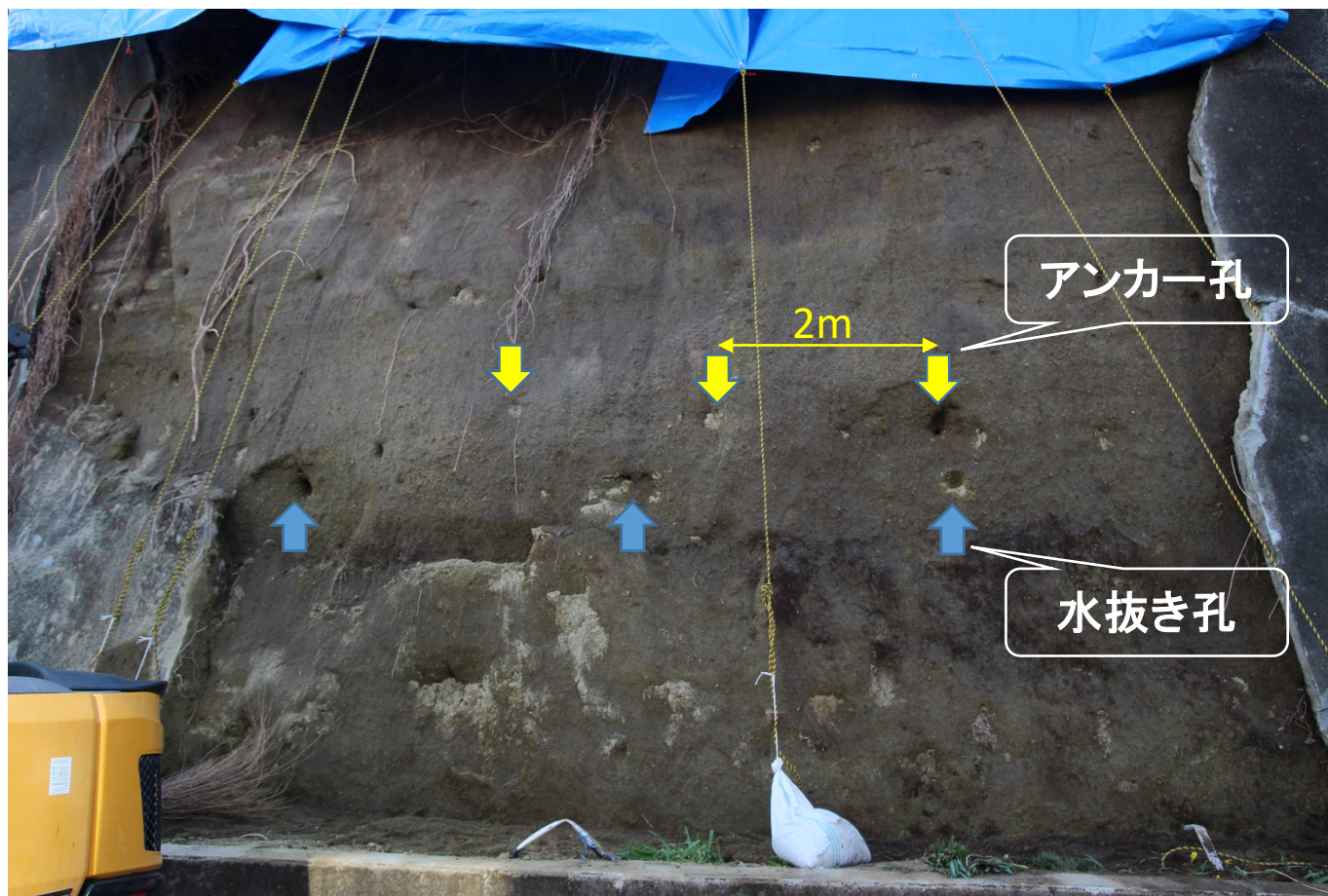
全景（3月22日撮影）



クローズアップ



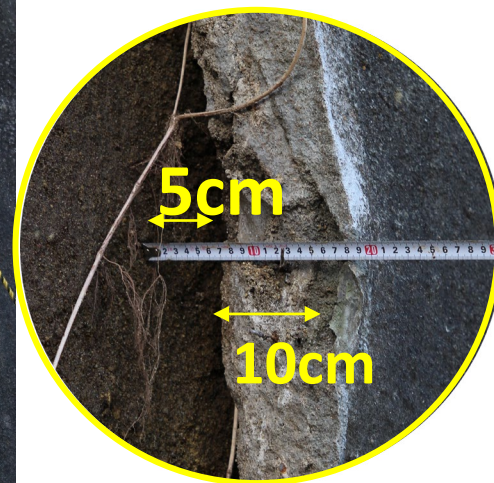
アンカー孔と水抜き孔痕



剥離面には、水抜き孔と一回り小さいアンカー孔が存在し、アンカー孔の間隔は2m程である。

左側モルタル切断面と
背後地盤との間の空隙
と雑草の根.

右側のモルタル切断面(10cm程度)
と背後地盤との間に5cm程度の空隙
破断面にはネットの鉄筋が見られる.



法面上部は住宅建設時と思われるコンクリートでの補強あり



まとめ#1

- 崩壊現場は宮城県塩竈市芦畔町で土砂災害警戒区域等指定箇所（塩竈市）の10番目付近に相当
- 法尻周辺住民へのヒアリングによると「45年ほど前に行われ、斜面は緩勾配とせず、モルタル処理で行われた」。
- 法面上部の住宅は土砂災害警戒区域等指定箇所がH22（2010）調査には法面上部の家屋が存在せず、2013年の地理院地図にも法面上部の家屋が存在しないので、2013年以降建設されたものと考えられる（2019年地理院地図には存在）。
- 2021年3月20日の地震まえにモルタル面が膨れている変状ありとの周辺住民からの情報。
- 崩壊は地震発生直後。

まとめ#2

- 剥離面には、水に抜き孔と一回り小さいアンカーの孔があり、アンカー孔の間隔は2 m。
- 剥離面の北側（向かって右手）のモルタル切断面（10 cm）と背後地盤との間に5 cmほどの空隙。
- 剥離面の南側（向かって左手）のモルタル切断面と背後地盤との間の空隙と雑草の根が伸びている。

まとめ#3

- NHK報道の「崩落した斜面に吹きつけられたモルタルとアンカー」にはモルタルは建設当時は地盤と密着していると思われる。
- Googleストリートビューでは2013年にはクラックははいっていないが、現在では上部は住宅が上載荷重となっている。
- 周辺住民の話では2月の地震では、変状（ふくらみ）が存在していたとのことで、このような現象が生じている法面は要注意。