

島根原子力発電所2号炉
防波壁及び1号放水連絡通路防波扉の
周辺斜面の安定性評価について
(コメント回答)

令和元年11月22日
中国電力株式会社

審査会合・現地調査における指摘事項

No.	コメント要旨	審査会合等	頁
1	防災科研調査結果の地滑り地形①の範囲については、開削面露頭上部の礫質土に認められる黒色の層や凝灰岩と思われる礫の分布も踏まえて観察事実を整理するとともに、より詳細なルートマップを作成した上で、地形・地質の観点から表層すべりの有無について整理すること。	令和元年9月20日 現地調査	4～23
2	防波壁(西端部)の地山における表層すべりの層厚について記載を適正化すること。	令和元年8月30日 第762回審査会合	
3	ボーリングコア及び露頭において確認された局所的に岩級の低い凝灰岩について、その性状や連続性を確認するとともに、斜面の安定性評価への反映について検討すること。	令和元年9月20日 現地調査	24～33
4	ボーリングコア(19W1等)及び開削面露頭において確認されたドレライトを露頭観察結果(スケッチ等)に反映すること。	令和元年9月20日 現地調査	34～38
5	防波壁(西端部)の開削面露頭及びボーリングコア(19W5)において確認された凝灰岩について、溶結構造の有無を確認すること。	令和元年9月20日 現地調査	39～42
6	ボーリングコア(303)の深度79.33m以深のドレライトの細脈については、高帯磁率を呈することから、その成因について地質学的な観点から整理し説明すること。	令和元年9月20日 現地調査	43～49

審査会合・現地調査における指摘事項

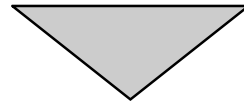
No.	コメント要旨	審査会合等	頁
7	防波壁(西端部)における礫質土及び粘性土の物性設定について, 妥当性を説明すること。	令和元年8月30日 第762回審査会合	50~60
8	東日本大震災, 新潟県中越沖地震等, 過去の地震や津波による斜面の崩落の事例を整理して示すこと。	令和元年8月30日 第762回審査会合	61~88
9	代表的な岩級の写真を示す等により, 岩級区分の妥当性を説明すること。	令和元年9月20日 現地調査	89~101
10	防波壁端部斜面の安定性上考慮する必要のある弱層の有無について, ボーリング, 露頭調査結果等の地質データを踏まえて説明すること。	令和元年8月30日 第762回審査会合	102~120
11	地質断面図について, シーム層準とシームの違いが分かるように適正化すること。	令和元年8月30日 第762回審査会合	
12	防波壁の西端部及び東端部の露頭においてスランプ褶曲が認められることから, 分布する層準について整理すること。	令和元年9月20日 現地調査	121~130
13	2号原子炉建物西側背後斜面に確認された過褶曲構造については, 追加観察結果を資料化すること。	令和元年9月20日 現地調査	

審査会合・現地調査における指摘事項

No.	コメント要旨	審査会合等	頁
14	今回の現地調査で説明したボーリングデータを提示すること。	令和元年9月20日 現地調査	ボーリング 柱状図・ コア写真集
15	安定性評価フローについて、防波壁(東端部)と防波壁(西端部)の斜面でそれぞれ評価対象斜面を選定するよう、適正化すること。	令和元年8月30日 第762回審査会合	次回以降 説明
16	防波壁(西端部)の斜面(⑥-⑥'断面)頂部のすべり方向について、地形だけでなく、地質構造(層理面沿いのすべり)も踏まえて検討すること。	令和元年8月30日 第762回審査会合	次回以降 説明
17	防波壁(東端部)の斜面(①-①'断面, ⑤-⑤'断面)について、ボーリング、露頭調査結果等の地質データを踏まえ、表層における低位岩級の分布の設定方法を詳細に説明すること。	令和元年8月30日 第762回審査会合	次回以降 説明
18	1号放水連絡通路防波扉の背後斜面(⑤-⑤'断面)について、急勾配部や1号炉放水連絡通路の斜面安定性への影響を確認するため、動的解析を実施すること。	令和元年8月30日 第762回審査会合	次回以降 説明
19	すべり安全率について、最小ケース以外も整理して示すこと。	令和元年8月30日 第762回審査会合	次回以降 説明

審査会合・現地調査における指摘事項(No.1・2)

No.	コメント要旨	審査会合等	頁
1	防災科研調査結果の地滑り地形①の範囲については、開削面露頭上部の礫質土に認められる黒色の層や凝灰岩と思われる礫の分布も踏まえて観察事実を整理するとともに、より詳細なルートマップを作成した上で、地形・地質の観点から表層すべりの有無について整理すること。	令和元年9月20日 現地調査	4～23
2	防波壁(西端部)の地山における表層すべりの層厚について記載を適正化すること。	令和元年8月30日 第762回審査会合	



回答方針
<ul style="list-style-type: none">・開削面露頭上部について露頭スケッチ範囲を拡大するとともに、礫質土の性状について観察事実を整理する。・宇中連絡道路付近では剥ぎ取り調査を実施し、地質データを拡充する。・防災科研調査結果の地滑り地形①の範囲について、ボーリングコアや露頭の状況を整理し、より詳細なルートマップを作成した上で、地形・地質の観点から表層すべりについて整理する。・地形判読結果及び露頭観察結果に基づく表層すべりの層厚について記載を適正化する。・調査結果を踏まえ、必要な対策工(撤去等)の実施を検討する。

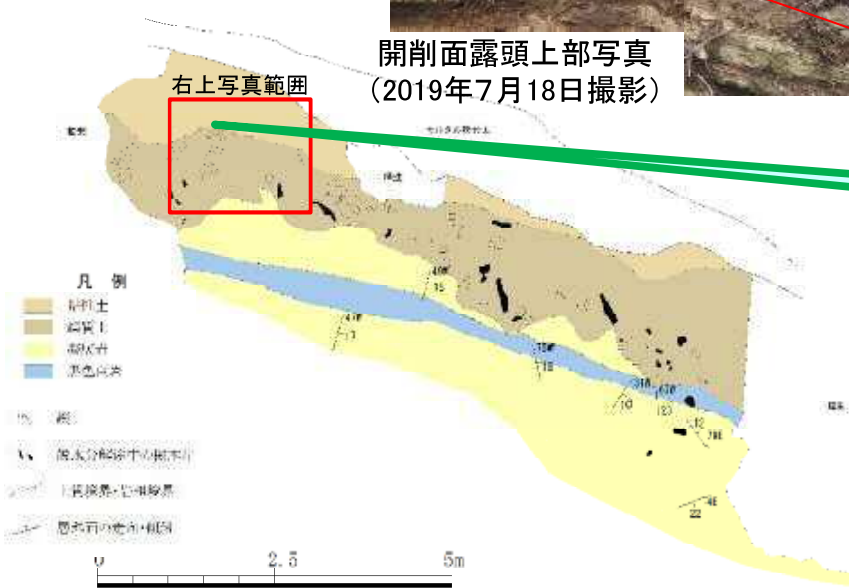
防波壁(西端部)の踏査結果 開削面露頭上部



開削面露頭上部写真
(2019年7月18日撮影)



露頭上部 拡大写真(第762回審査会合)

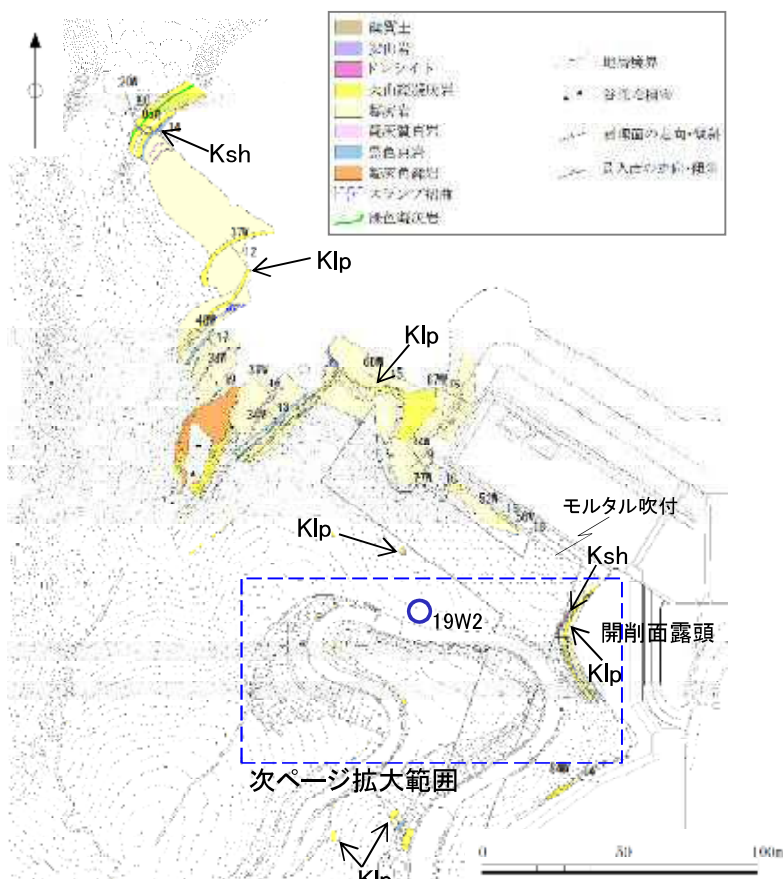


コメントNo. 1:
 防災科研調査結果の地滑り地形①の範囲については、開削面露頭上部の礫質土に認められる黒色の層や凝灰岩と思われる礫の分布も踏まえて観察事実を整理するとともに、より詳細なルートマップを作成した上で、地形・地質の観点から表層すべりの有無について整理すること。

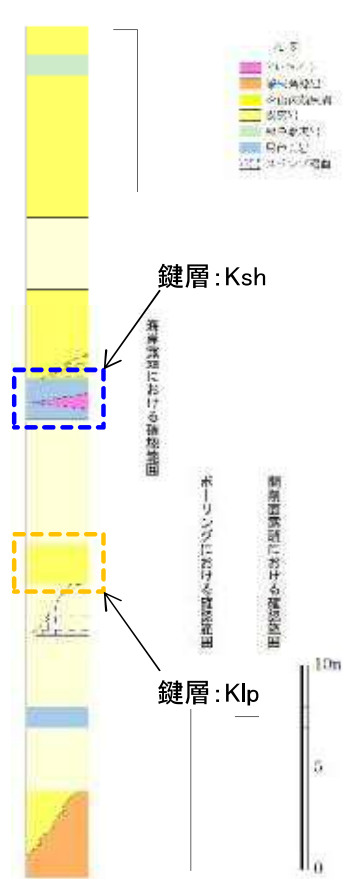
コメントNo. 2:
 防波壁(西端部)の地山における表層すべりの層厚について記載を適正化すること。

・開削面露頭上部で認められた礫質土及び粘性土は、表層すべりの要因となる表層土に相当する可能性が考えられる。これらは、空中写真判読で認められた表層すべりを想定した厚さ数mの土砂に相当する可能性が考えられる。

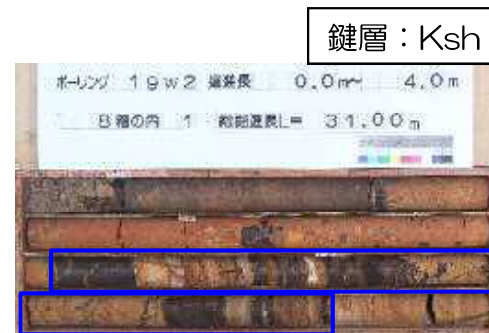
防波壁(西端部)周辺の詳細ルートマップ



防波壁(西端部)周辺 詳細ルートマップ

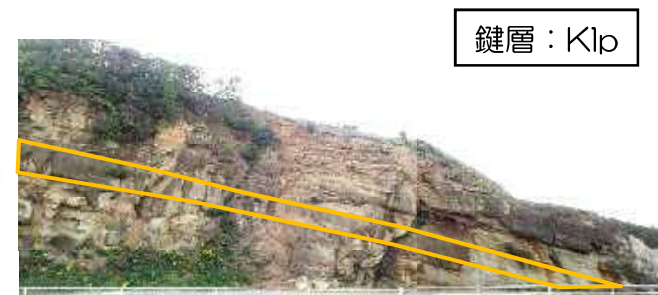


防波壁(西端部)周辺 模式柱状図



19W2孔コア写真(G.L.0.0~4.0m)

鍵層: Ksh
 黒色頁岩を主体とし、凝灰質頁岩と互層をなす。
 ドレライト岩床を伴う場合あり。層厚約1~1.5m。



開削面露頭写真(2019年11月6日撮影)

鍵層: Klp
 φ2cm程度の流紋岩質火山礫を多く含む。層厚約1~2m。

防波壁(西端部)周辺において、ボーリングコアや露頭の状況を整理し、より詳細なルートマップを作成した。また、これらの情報に基づき、この地域の詳細な模式柱状図を作成した。

- ・調査地点周辺は、凝灰岩及び火山礫凝灰岩を主体とし、凝灰角礫岩や黒色頁岩、ドレライトを挟む。西北西~北西走向、北東緩傾斜であり、局所的なスランプ褶曲が認められる。
- ・複数箇所を確認される特徴的な岩相を鍵層として整理した。この付近では、火山礫凝灰岩からなるKlpと黒色頁岩を主体とするKshを鍵層として扱う。

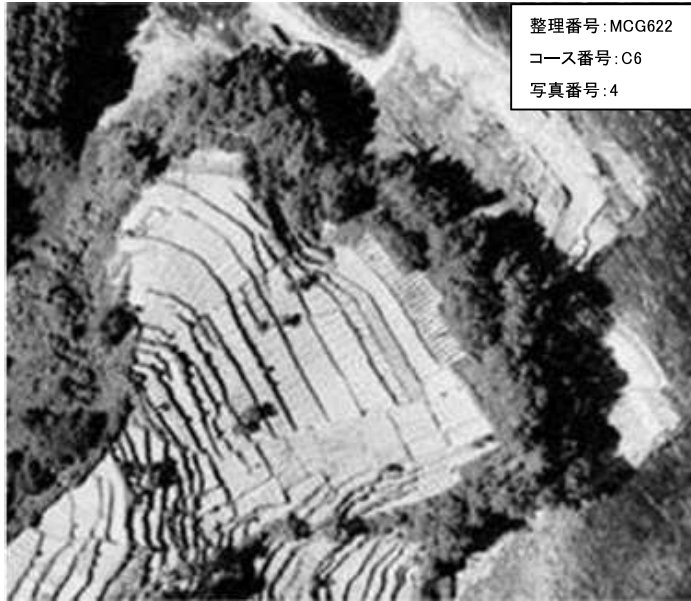
防波壁(西端部)周辺の詳細ルートマップ 剥ぎ取り調査地点



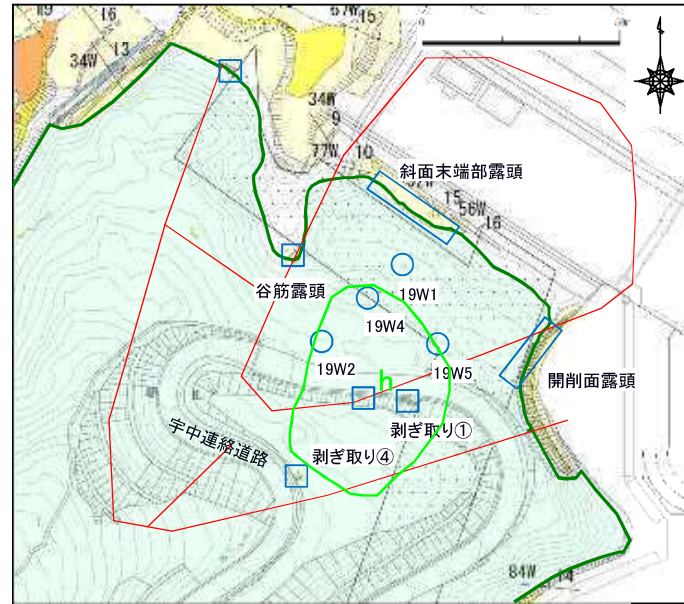
防波壁(西端部)周辺 詳細ルートマップ 剥ぎ取り調査地点拡大



No. 1・2 開削面露頭上部の性状
表層土の分布範囲



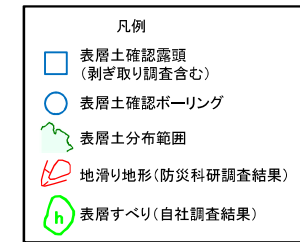
防波壁(西端部)周辺の空中写真
 撮影縮尺: 1万分の1, 1962年撮影



表層土の分布範囲



防波壁(西端部)位置図



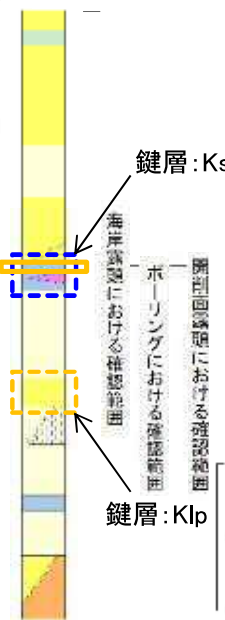
ボーリングコアや露頭の状況に基づき、表層土の分布範囲を作成した。ここで表層土とは表土、粘性土及び礫質土を指す。

- ・表土は防波壁(西端部)の地山全域に分布する。粘性土及び礫質土は防災科研調査結果の地滑り地形付近(当社の地形調査の表層すべり(h)を含む)に分布すると考えられる。
- ・海岸露頭や斜面の末端部の一部では露岩しており、表層土は分布していない。

宇中連絡道路付近における剥ぎ取り調査 ①地点



調査位置図



防波壁(西端部)周辺 模式柱状図



層準対比 19W2孔コア写真(G.L.0.0~-4.0m)

露頭で確認できる層準を橙四角で示す。



露頭写真(解釈線無, 2019年10月24日撮影)



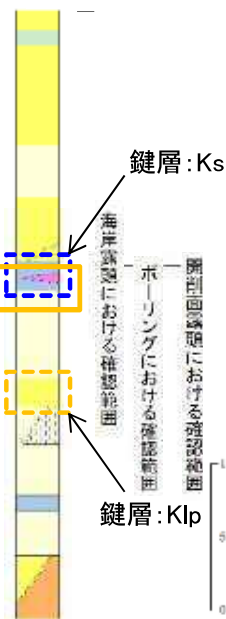
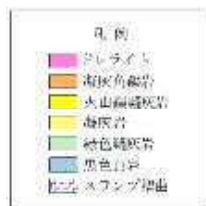
露頭写真(解釈線有, 2019年10月24日撮影)

- 剥ぎ取り調査①地点では、下位から葉理の発達した凝灰質頁岩、黑色頁岩、礫質土が認められる。
- これらは防災科研調査結果の地滑り地形の地滑り土塊とされる箇所において実施したボーリング19W2孔のG.L.-2.4m以浅の層準に対比される。また凝灰質頁岩と黑色頁岩は、鍵層Kshの上部に相当する。

宇中連絡道路付近における剥ぎ取り調査 ②地点



調査位置図

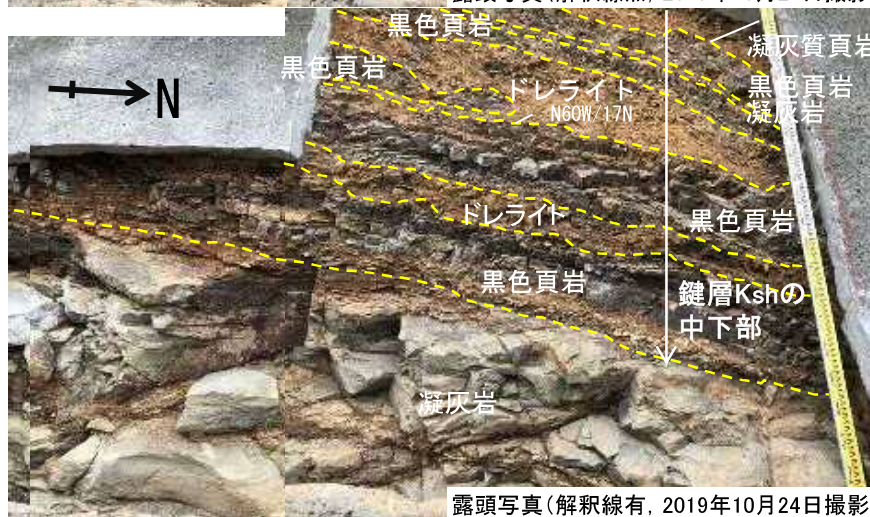


鍵層:Ksh

鍵層:Klp



露頭写真(解釈線無, 2019年10月24日撮影)



露頭写真(解釈線有, 2019年10月24日撮影)



層準対比 19W2孔コア写真(G.L.0.0~4.0m)

露頭で確認できる層準を橙四角で示す。

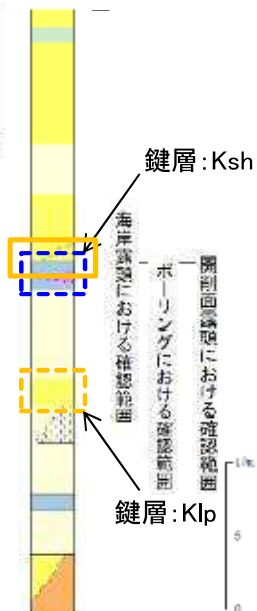
防波壁(西端部)周辺
模式柱状図

- 剥ぎ取り調査②地点では、下位から凝灰岩、黑色頁岩、ドレライト、凝灰岩及び黑色頁岩の互層、凝灰質頁岩が認められる。
- これらは防災科研調査結果の地滑り地形の地滑り土塊とされる箇所において実施したボーリング19W2孔のG.L.-4.0m以浅の層準に対比される。また凝灰岩より上位の黑色頁岩等は、鍵層Kshの中下部に相当する。

宇中連絡道路付近における剥ぎ取り調査 ③地点



露頭で確認できる層準を橙四角で示す。



防波壁(西端部)周辺 模式柱状図

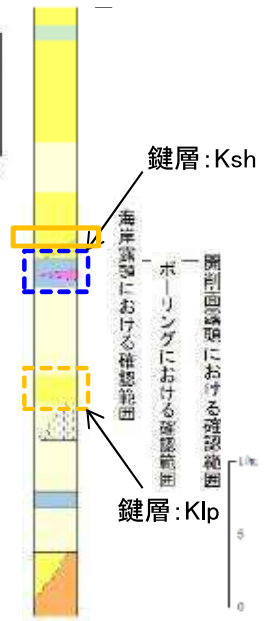
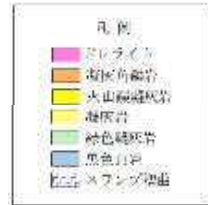


- 剥ぎ取り調査③地点では、下位からドレライト、凝灰岩及び黑色頁岩の互層、火山礫凝灰岩が認められる。
- これらは防災科研調査結果の地滑り地形の地滑り土塊とされる箇所において実施したボーリング19W2孔のGL-3.0m以浅の層準に対比される。また凝灰岩及び黑色頁岩の互層は、鍵層Kshの上部に相当し、最上部の火山礫凝灰岩は鍵層Kshの上位層の火山礫凝灰岩に相当する。

宇中連絡道路付近における剥ぎ取り調査 ④地点



調査位置図



防波壁(西端部)周辺
模式柱状図



露頭写真(解釈線無, 2019年10月24日撮影)



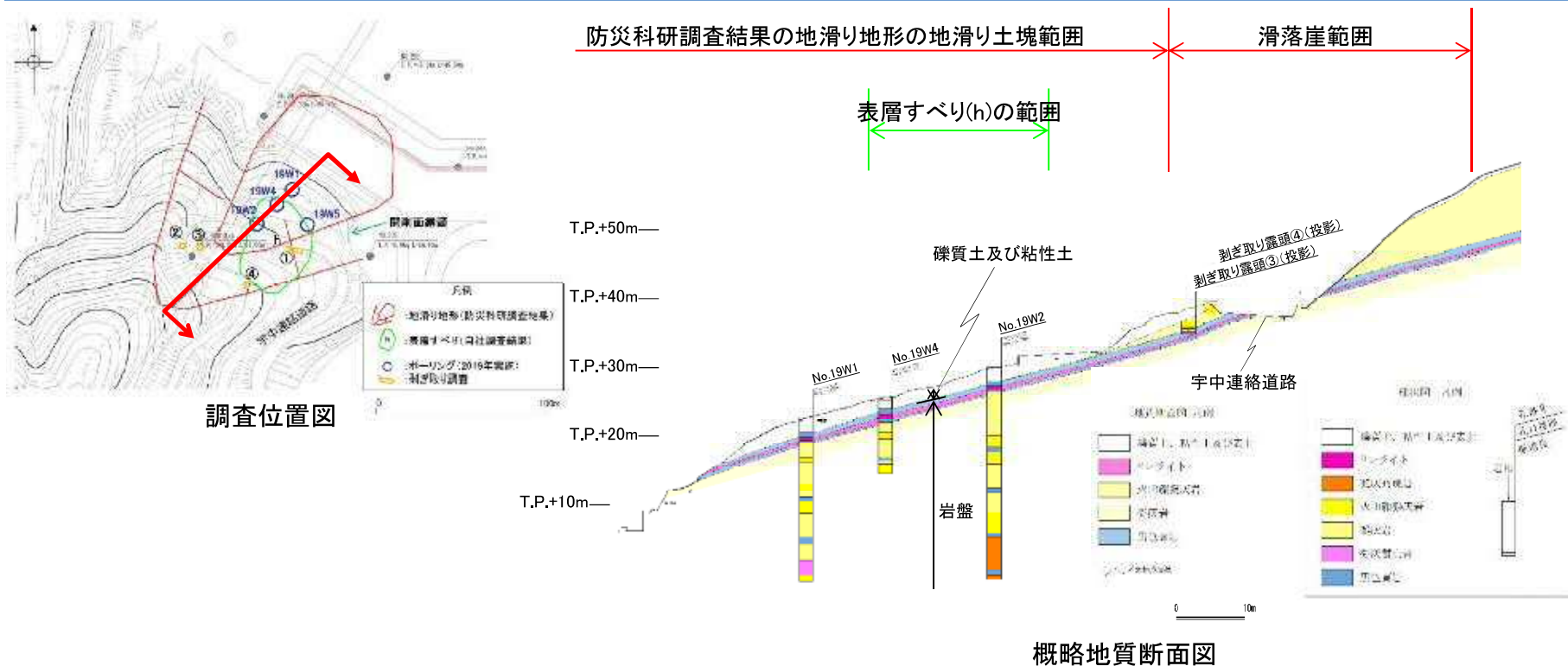
火山礫凝灰岩 拡大写真(2019年11月6日撮影)



露頭写真(解釈線有, 2019年10月24日撮影)

- ・剥ぎ取り調査④地点では、下位から火山礫凝灰岩、礫質土が認められる。
- ・礫質土は締りがよく、その層厚は40cmから15cmであり、標高が高くなるにつれて層厚が薄くなる。
- ・火山礫凝灰岩は、剥ぎ取り調査③地点で確認した鍵層Kshの上位層の火山礫凝灰岩に相当する。
- ・この地点において火山礫凝灰岩と礫質土の境界は不明瞭で漸移的であり、下位の火山礫凝灰岩が強風化したものと考えられる。また、開削面露頭で確認された礫質土の性状とは異なる。

防波壁(西端部)周辺の概略地質断面図



防波壁(西端部)周辺において、ボーリングコアや露頭の状況を整理したより詳細なルートマップに基づき、防災科研調査結果の地滑り地形の範囲における層準の連続性、開削面露頭で確認した礫質土及び粘性土の分布範囲に着目した地質断面図を作成した。

- ・防災科研調査結果の地滑り地形の範囲において、ボーリングコア及び開削面露頭上部に認められる層準が連続することが確認された。
- ・表層すべりの可能性が考えられる礫質土及び粘性土についても、宇中連絡道路直前(剥ぎ取り調査地点④)まで連続し、その範囲は防災科研調査結果の地滑り地形の地滑り土塊及び表層すべり(h)に概ね対応する。また、礫質土及び粘性土の層厚は約2mである。

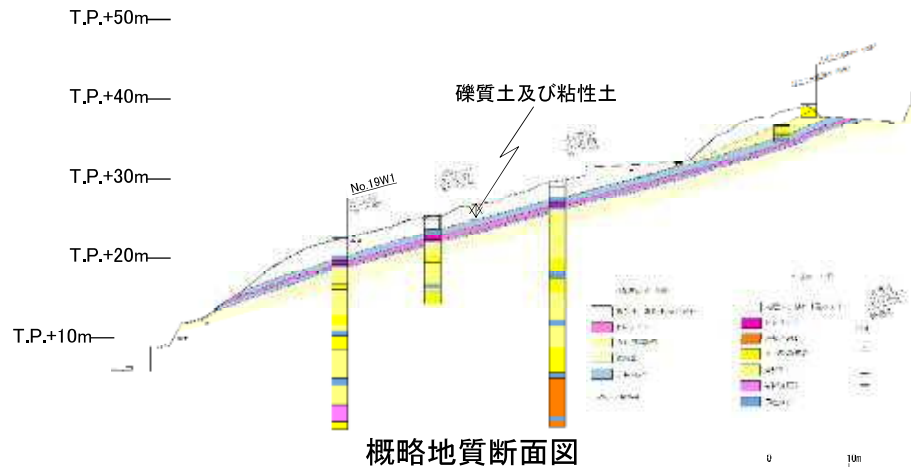
表層すべりを想定した礫質土及び粘性土の層厚



調査位置図



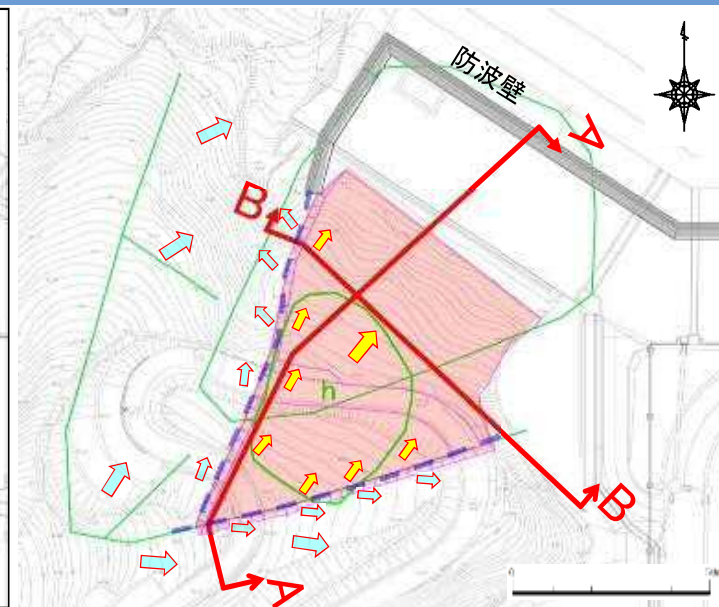
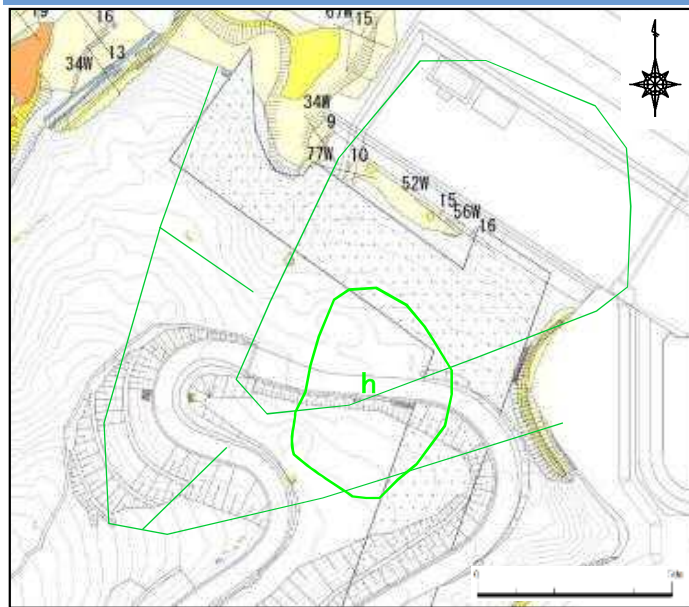
19W1孔 コア写真(G.L.0.0~8.0m)



概略地質断面図

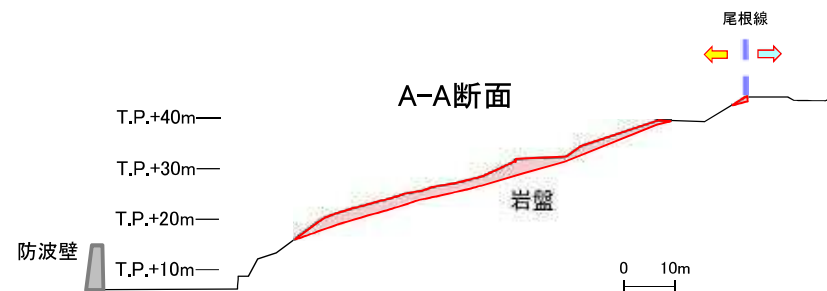
- ・空中写真判読で認められた表層すべりを想定した厚さ数mの土砂に相当する可能性が考えられる礫質土及び粘性土は、防災科研調査結果の地滑り地形の地滑り土塊及び当社の地形調査に基づく表層すべり(h)付近とされる箇所において認められる。
- ・礫質土及び粘性土の層厚は、ボーリングコアや露頭観察結果を踏まえると、約2mであることが確認された。

調査結果を踏まえた対策工の検討



防波壁(西端部)位置図

- 凡例
- 地滑り地形(防災科研調査結果)
 - 表層すべり(自社調査結果)
 - 撤去範囲
 - 尾根線
 - 防波壁に向かうすべり方向
 - 防波壁に向かわないすべり方向



対策工断面図

防災科研調査結果の地滑り地形付近において確認された礫質土及び粘性土については、過去の表層すべりの可能性が完全に否定できないことから、防波壁周辺斜面の安定性確保のため、撤去することとする。

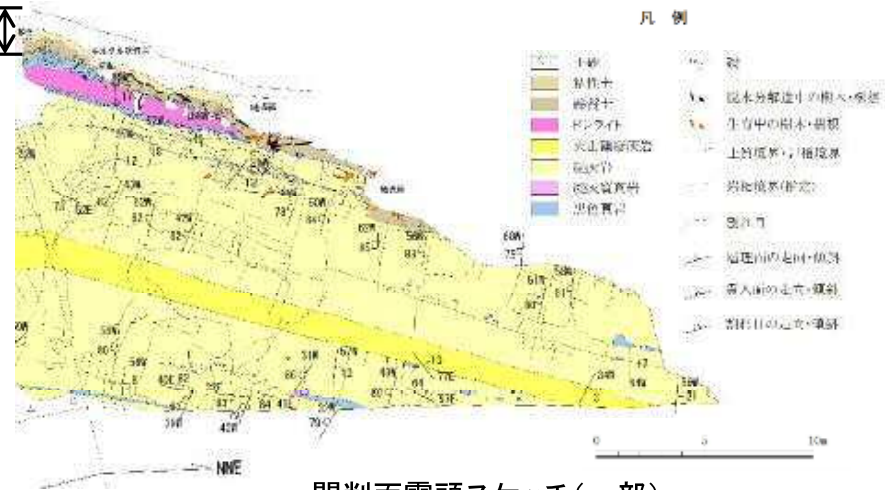
撤去範囲については、防波壁に与える影響を考慮し、尾根線に囲まれた内側の範囲について、岩盤部までの礫質土及び粘性土を全て撤去することとする。

(参考) 対策工による撤去範囲



対策工平面図

撤去範囲



開削面露頭スケッチ(一部)



19W1孔 コア写真 (G.L.0.0~-4.0m)

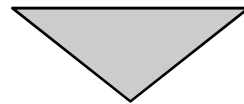


剥ぎ取り調査①地点

対策工では岩盤を確認できる深度まで礫質土及び粘性土を撤去する。

審査会合・現地調査における指摘事項(No.3)

No.	コメント要旨	審査会合等	頁
3	ボーリングコア及び露頭において確認された局所的に岩級の低い凝灰岩について、その性状や連続性を確認するとともに、斜面の安定性評価への反映について検討すること。	令和元年9月20日 現地調査	24～33



回答方針
ボーリングコアや露頭で確認された割れ目密集帯を伴う凝灰岩の性状や連続性について整理する。

開削面露頭 観察結果

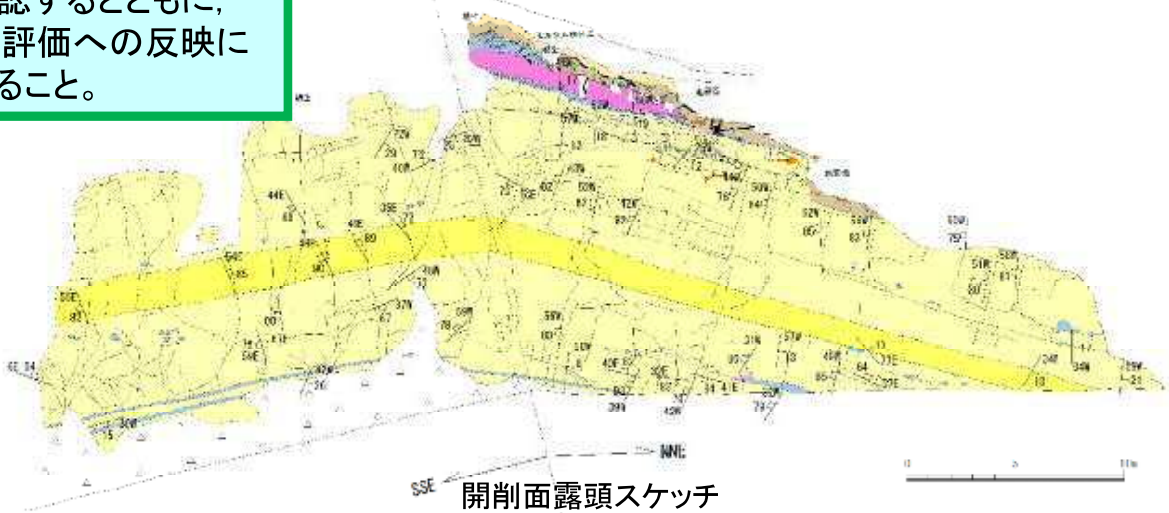


コメントNo. 3:
ボーリングコア及び露頭において確認された局所的に岩級の低い凝灰岩について、その性状や連続性を確認するとともに、斜面の安定性評価への反映について検討すること。

開削面露頭全景(2019年11月6日撮影)

凡 例

- 土砂
- 粘性土
- 礫質土
- ドレライト
- 火山礫凝灰岩
- 凝灰岩
- 凝灰質頁岩
- 黒色頁岩



- 礫
- 説水分解途中の樹木・樹根
- 生育中の樹木・樹根
- 土質境界・岩相境界
- 岩相境界(推定)
- 割れ目
- 層理面の走向・傾斜
- 貫入面の走向・傾斜
- 割れ目の走向・傾斜

- ・開削面露頭は凝灰岩を主体とし、最下部及び上部に黒色頁岩薄層、ほぼ中央に火山礫凝灰岩層が認められる。これらの岩相境界は明瞭で、ほぼ平滑な境界を有する。また上部には貫入したドレライトが認められる。露頭最上部には、粘性土及び礫質土が分布する。
- ・層理面は北へ緩く傾斜し、これに直交する高角度割れ目が認められる。露頭全体が弱変質により淡褐色を呈するが、岩盤は堅硬である。シームや断層、褶曲、深層崩壊に伴う地滑り面は認められない。

開削面露頭における凝灰岩の性状



露頭における凝灰岩の状況 (2019年10月24日撮影)



凝灰岩露頭写真



露頭拡大写真

開削面露頭の標高22m付近には、凝灰岩が分布しており、この一部は層厚約10cm程度の割れ目密集帯を伴う(右上写真)。この凝灰岩の性状について確認した。

- ・この凝灰岩の割れ目密集帯の連続性は乏しく、該当露頭の約1m右側において、割れ目間隔は6cm程度となる(右下写真)。右下写真の割れ目間隔の広い面は、表面の割れ目密集帯が、再観察時に観察面にほぼ平行な高角度節理で剥がれたものである。この面を見ると、割れ目のない岩盤となっている。
- ・この割れ目密集帯に粘土は認められない。
- ・露頭の割れ目密集帯は表面のみで認められ、岩盤内部では割れ目間隔の広い状態になっていると考えられる。
- ・割れ目密集帯を伴う凝灰岩はC_M級～C_L級岩盤と評価する。

剥ぎ取り調査②地点における凝灰岩の性状



凝灰岩露頭 割れ目なし (2019年11月6日撮影)



凝灰岩露頭 割れ目密集帯の厚さ4cm

- 剥ぎ取り調査②地点では、最下位の凝灰岩中に、割れ目密集帯の層準が出現する。露頭右側では割れ目密集帯の厚さは4cmであるが、露頭左側では同一層準に割れ目は認められない。
- 割れ目密集帯は連続しないと考えられる。
- 割れ目密集帯を伴う凝灰岩はC_M級～C_L級岩盤と評価する。

3.3 まとめ

ボーリングコアや露頭で確認された割れ目密集帯を伴う凝灰岩の性状や連続性について検討した結果、以下の特徴が明らかになった。

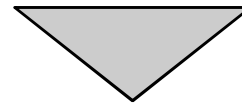
- ・開削面露頭の割れ目密集帯は表面のみで認められ、岩盤内部では割れ目間隔の広い状態になっていると考えられる。
- ・剥ぎ取り調査②地点では、割れ目密集帯は連続しない。
- ・ボーリングコアでは、周囲の凝灰岩に比べ粗粒で酸化変質が進行した箇所では岩片状～細礫状を呈している。しかし、コア形状(割れ目の頻度)はコアによってばらつきがある。

以上のことから、該当の凝灰岩は割れ目が密集する箇所もあるが、防波壁(西端部)の広範囲に連続するものではないと考えられる。複数のボーリングで割れ目密集帯が確認された箇所については、斜面の安定性評価においてC_L級岩盤と評価する。



凝灰岩(割れ目密集帯)の岩級確認結果

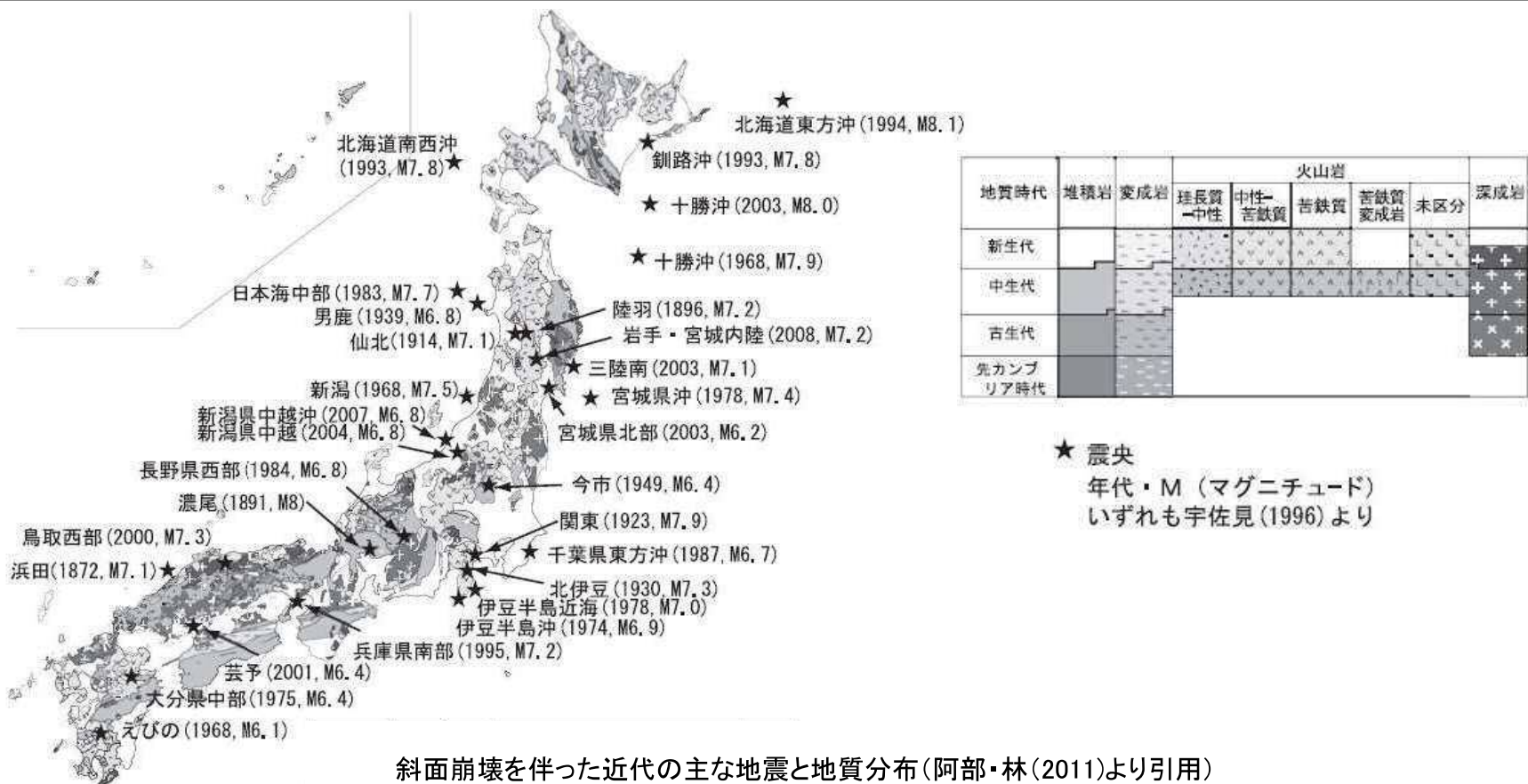
No.	コメント要旨	審査会合等	頁
8	東日本大震災, 新潟県中越沖地震等, 過去の地震や津波による斜面の崩落の事例を整理して示すこと。	令和元年8月30日 第762回審査会合	61~88



回答方針
過去の地震や津波によって発生した斜面崩壊について, 地質・地形的特徴等に着目して発生事例を整理する。

1. 地震に伴う斜面崩壊の記録

- ・宇佐美ほか(2013)⁽⁶⁾は、西暦599年から2012年までに発生した約870の地震についてその概要、被災状況等を取りまとめている。このうち、約200の地震について、「山崩れ」、「崖崩れ」等、地震に伴う斜面崩壊の発生に関連する記載がある。
- ・阿部・林(2011)⁽⁷⁾を参考とし、地震や斜面崩壊などの自然災害が科学的に記載されるようになった1868年以降の大規模地震に伴う斜面崩壊を対象に、①第四紀の未固結な火山噴出物の堆積域、②新第三紀～第四紀更新世における層理の発達した堆積岩域、③先第三紀の変成岩、堆積岩域、④花崗岩地帯、⑤火山岩類分布域、に大別し、その特徴を整理した。



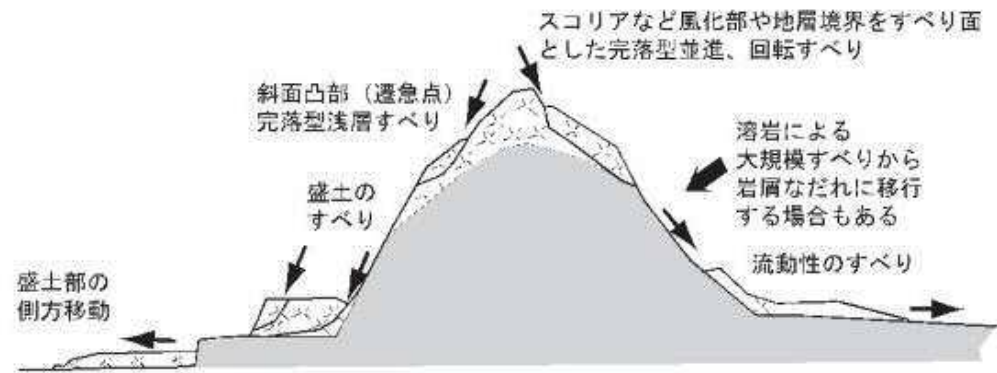
1.1 第四紀の未固結な火山噴出物の堆積域における斜面崩壊

【主な地震】

地震名	発生年	マグニチュード*
北伊豆地震	1930	7.3
今市地震	1949	6.4
新潟地震	1964	7.5
十勝沖地震	1968	7.9
えびの地震	1968	6.1
伊豆半島沖地震	1974	6.9
伊豆半島近海地震	1978	5.2
長野県西部地震	1984	6.8
釧路沖地震	1993	7.5
北海道東方沖地震	1994	8.2
十勝沖地震	2003	8.0
三陸南地震	2003	7.1
岩手・宮城沖地震	2008	7.2
北海道胆振東部地震	2018	6.7

【斜面崩壊の特徴】

- ・火山灰, シラス, スコリア等の未固結な火山噴出物による浅層の完落型すべり, 流動性すべりが多く発生する。
- ・昭和59年(1984年)長野県西部地震では、御岳山の大規模崩壊性すべりによる移動地塊が岩砕なだれとして12km程度流下した。
おんたけ



第四紀未固結火山噴出物堆積域の斜面崩壊の形状
(阿部・林(2011)より引用)

1.2(7) 新第三紀～第四紀更新世の堆積岩地域における斜面崩壊に関するまとめ

新第三紀～第四紀更新世の堆積岩分布域に発生した地震と斜面崩壊

地震名	発生年	対象地点	斜面の地質年代	斜面の主な地質	すべり面(傾斜角)	斜面崩壊の運動形態及び特徴	地形	文献
秋田仙北地震	1914	上戸川	鮮新世	シルト質泥岩・砂岩互層	泥岩中の砂岩層中(約10°)	層理面に沿った岩盤並進すべり	尾根部の先端	阿部ほか(2006) 阿部ほか(2011)
男鹿地震	1939	北浦町	鮮新世	砂岩・泥岩の互層	不明(約20°)	層理面に沿った岩盤並進すべり	海岸, 一部ケスタ	阿部ほか(2006) 阿部ほか(2011)
新潟県中越地震	2004	新潟県山古志村	鮮新世	砂岩・泥岩互層, 風化砂岩, 礫岩	砂岩中の泥質薄層部分を想定(0~5°)	岩盤型並進地すべり・完落型回転すべり	丘陵地尾根部, ケスタ受盤斜面	阿部ほか(2006) 阿部ほか(2011)
		小千谷市横渡	鮮新世	シルト岩~砂質泥岩と細粒砂岩の互層	凝灰岩または凝灰質砂岩(約25°)	浅層並進性岩すべり	ケスタ	大八木ほか(2008)
能登半島地震	2007	輪島市門前町	中新世	礫岩, 凝灰岩, 凝灰角礫岩等	傾斜40~70°の急斜面	斜面崩壊	急傾斜地	土木学会・地盤工学会(2007)
新潟県中越沖地震	2007	柏崎市聖ヶ鼻	中新世	砂岩・泥岩互層	既存の層面断層, 砂岩層の層理面(25~30°)	完落型岩盤並進すべり	尾根張出し地形	阿部ほか(2011) 野崎(2008) ⁽²¹⁾
岩手・宮城内陸地震	2008	栗原市荒砥沢ダム	更新世	砂岩・泥岩互層及び軽石質凝灰岩とこれを覆う溶結凝灰岩	砂とシルト層の互層からなる湖成堆積層(0~5°)	大規模岩盤並進すべり	過去の地すべり変動によって形成された地すべり地形	阿部ほか(2011) 井口ほか(2010) ⁽²²⁾ 山科ほか(2009) ⁽²³⁾

(阿部・林(2011)を参考に作成)

2. 津波に伴う斜面崩壊の記録

- ・渡辺(1998)⁽²⁹⁾は、西暦684年から1996年までに発生した約210の津波についてその概要、被災状況等を取りまとめているが、津波に伴う斜面崩壊については数例の記載があるものの詳細な記述は認められない。
- ・宇佐美ほか(2013)には、地震に伴う斜面崩壊の被害についての記載はあるものの、渡辺(1998)と同様に詳細な記述は認められない。
- ・上記地震及び津波のカタログ発刊以降発生した津波を対象に斜面崩壊の発生の有無について調査した結果、平成23年東日本大震災において発生した津波により、斜面崩壊が発生した事例が報告されているため、斜面崩壊事例について取りまとめた。

3. まとめ

[地震に伴う斜面崩壊の事例]

・阿部・林(2011)を参考として、地震や斜面崩壊などの自然災害が科学的に記載されるようになった1868年以降の大規模地震に伴う斜面崩壊を対象に、発生した斜面崩壊の地質・地形的特徴等を整理した結果、以下の通りとなった。

【①第四紀】

未固結な火山噴出物の堆積域では、火山灰、シラス、スコリア等の未固結な火山噴出物による浅層の完落型のすべり、流動性すべりが多く発生している。

【②新第三紀～第四紀更新世】

- A. 中新世の礫岩・砂岩・泥岩の互層等の堆積域では既存の層面断層及び砂岩層の層理面で発生している。
- B. 鮮新世の泥岩・砂岩・シルト岩の互層等の堆積域では岩盤並進すべりの発生が多い。これらの地すべりは地層の不連続面としての層理面や層理面の一部をすべり面とし、地震動の増幅しやすい尾根やケスタなど凸状地形で発生している。
- C. 更新世の砂岩・泥岩等の堆積する栗原市荒砥沢ダム地点では湖成堆積層をすべり面とし、傾斜が緩やかである。

【③先第三紀】

変成岩、堆積岩域では、発生事例が少なく、明確な特徴は認められなかったが、頁岩・砂岩互層上において、初生大規模岩盤並進すべりの事例が認められた。

【④花崗岩地帯】

地すべりの多くは砂状のマサによる表層完落型すべりや流動性すべりとして発生している。

【⑤火山岩類分布域】

大規模地震時に表層すべりとして発生している傾向がみられる。

[津波に伴う斜面崩壊の事例]

- ・渡辺(1998)及び宇佐美ほか(2013)によると津波に伴う斜面崩壊について数例の記載があるものの詳細な記述は認められない。
- ・上記文献発刊以降に発生した津波を対象に、斜面崩壊の有無を調査した結果、平成23年東北地方太平洋沖地震による引き津波により、斜面の一部が浸食された事例が確認されたものの、大規模な斜面崩壊の事例は認められなかった。

文献調査結果を踏まえた地盤の安定性検討方針

地盤の安定解析に当たっては、対象斜面の地形、分布する地質及び地質構造を把握した上で、上記の文献調査結果も踏まえた斜面崩壊形態を念頭においた安定性検討を行う。特に、敷地の地質は、新第三紀中新世の堆積岩(上記②-Aに該当)であることから、層理の発達した堆積岩域における斜面崩壊の特徴に留意し、下記の方針で斜面の安定性評価を実施する。

【弱層のモデル化】

層理面沿いの弱面(シーム等)の連続性検討結果を踏まえ、適切にモデル化を行う。

審査会合・現地調査における指摘事項(No.9)

No.	コメント要旨	審査会合等	頁
9	代表的な岩級の写真を示す等により, 岩級区分の妥当性を説明すること。	令和元年9月20日 現地調査	89~101



回答方針
・代表的な岩級の写真を示す等により, 岩級区分の妥当性を説明する。

No. 9 岩級区分の妥当性
岩盤分類方法

・岩盤分類は、電研式岩盤分類を基本とし、「風化程度」、「割れ目間隔」、「割れ目状態」を分類の指標として、岩種毎にC_H級、C_M級、C_L級、D級に分類した。

【岩級区分基準】

風化程度	
1	新鮮である。ハンマーの軽打で澄んだ金属音を発する。
2	概ね新鮮であるが、部分的に褐色の風化汚染が認められる。ハンマーの軽打で一部低い金属音を発する。
3	全体的にやや風化変質している。ハンマーの軽打でやや濁った金属音を発する。
4	岩芯まで風化変質している。ハンマーの軽打で容易に岩片状となる。
5	強風化を受け、砂～粘土状を呈する。

割れ目間隔	
I	30cm以上(コア形状は長柱状)
II	10cm～30cm(コア形状は柱状)
III	5cm～10cm(コア形状は短柱状)
IV	3cm～5cm(コア形状は岩片状(柱状に復元可能))
V	3cm以下(コア形状に短片状(柱状に復元不可能))
VI	割れ目として認識できない土砂状の岩盤(コア形状は土砂状)

割れ目状態	
α	新鮮
β	割れ目が汚染され、岩石組織が若干変質
γ	粘土、風化物質、外来物資を介在する

割れ目 間隔	風化程度 割れ目状態	風化程度				
		1	2	3	4	5
I	α	C _H	C _H			
	β	C _H	C _H	C _M		
	γ	C _H	C _H	C _M	C _L	
II	α	C _H	C _H	C _M		
	β	C _H	C _M	C _M	C _L	
	γ	C _M	C _M	C _L	C _L	
III	α	C _M	C _M	C _M	C _L	
	β	C _M	C _L	C _L	C _L	
	γ	C _M	C _L	C _L	C _L	
IV	α	C _L	C _L	C _L		
	β	C _L	C _L	C _L	C _L	
	γ	C _L	C _L	C _L	C _L	
V	α	C _L	C _L	C _L	D	
	β	C _L	D	D	D	
	γ			D	D	D
VI	α					
	β					
	γ				D	D

No.	コメント要旨	審査会合等	頁
10	防波壁端部斜面の安定性上考慮する必要のある弱層の有無について、ボーリング、露頭調査結果等の地質データを踏まえて説明すること。	令和元年8月30日 第762回審査会合	102～120
11	地質断面図について、シーム層準とシームの違いが分かるように適正化すること。	令和元年8月30日 第762回審査会合	



回答方針
<ul style="list-style-type: none"> ・防波壁端部斜面の安定性上考慮する必要のある弱層について、島根サイトの地質・地質構造を踏まえ、以下の項目をそれぞれ「性状」、「連続性」等の観点から個別に検討する。 <ul style="list-style-type: none"> ①破砕部, 断層 ②節理面 ③層理面(層理面沿いの弱層やシームを含む) ④地滑り面 ・地質断面図について、シーム層準とシームの違いが分かるように適正化する。

まとめ

①破砕部, 断層

- ・敷地の地質調査の結果, 連続する破砕部や断層は認められない。

②節理面

- ・露頭調査の結果, 防波壁端部の地山には, NNE-SSW系もしくはWNW-ESE系の節理が認められるが, いずれも高角であり, 連続性は低く, 密着している。

③層理面(層理面沿いの弱層やシームを含む)

- ・防波壁端部の地山の地質は, 概ね西北西-東南東の走向を示し, 北に約 10° ~ 20° 傾斜しており, その方向に層理面が発達する。
- ・ボーリング調査結果を踏まえ, 斜面部において層理沿いの弱層の可能性のある劣化部及びシームを抽出した結果, いずれも連続性がないことを確認した。なお, 地質断面図について, シーム層準とシームの違いが分かるように適正化している。
- ・露頭調査の結果, 層理面は密着しており, これに沿う弱層は認められない。

④地滑り面

- ・防災科研調査結果の地滑り地形①付近において確認された礫質土及び粘性土については, 過去の表層すべりの可能性が完全に否定できないことから, 防波壁周辺斜面の安定性確保のため, 撤去することとする。

以上のことから, 防波壁端部の斜面において, 安定性上考慮する必要のある弱層の有無を検討した結果, 「①破砕部, 断層」, 「②節理面」, 「③層理面」に関連する弱層は認められない。

また, 「④地滑り面」に関連して, 防災科研調査結果の地滑り地形①付近において確認された礫質土及び粘性土については, 過去の表層すべりの可能性が完全に否定できないことから, 防波壁周辺斜面の安定性確保のため, 撤去することとする。

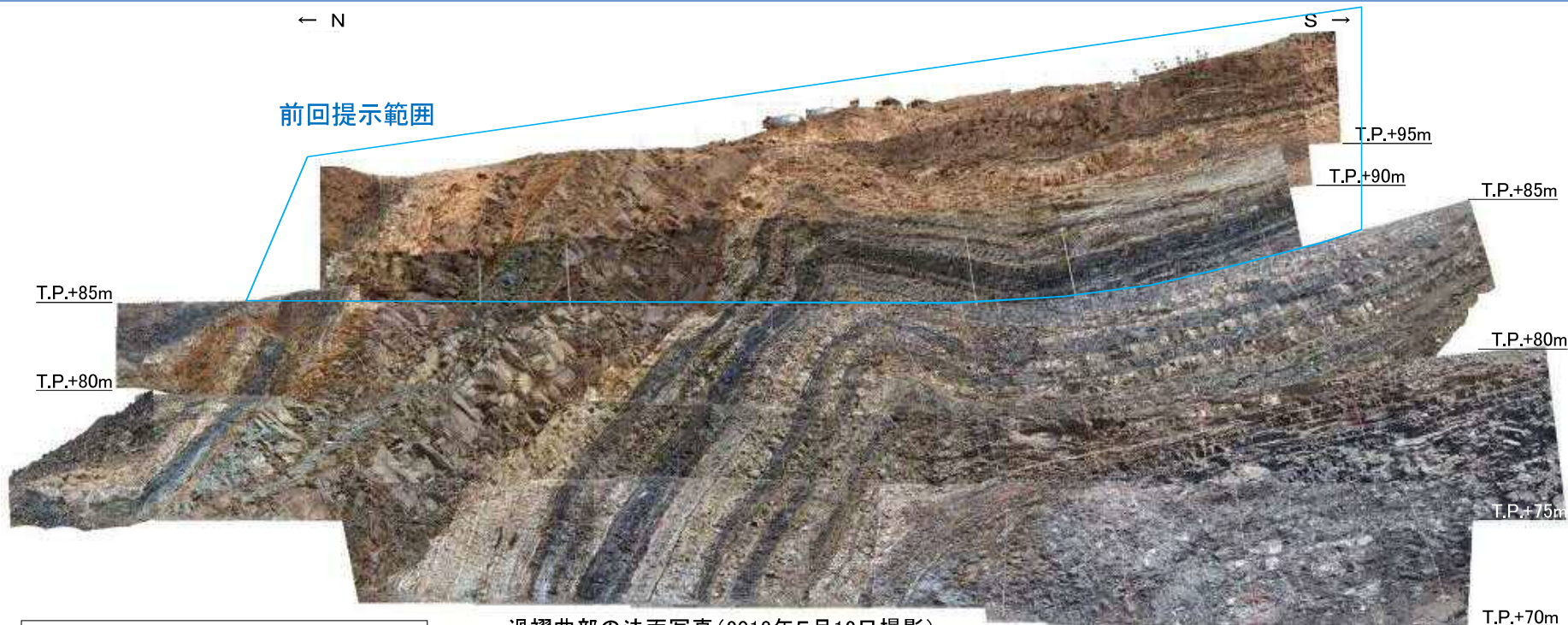
審査会合・現地調査における指摘事項(No.12・13)

No.	コメント要旨	審査会合等	頁
12	防波壁の西端部及び東端部の露頭においてスランプ褶曲が認められることから、分布する層準について整理すること。	令和元年9月20日 現地調査	121～130
13	2号原子炉建物西側背後斜面に確認された過褶曲構造については、追加観察結果を資料化すること。	令和元年9月20日 現地調査	

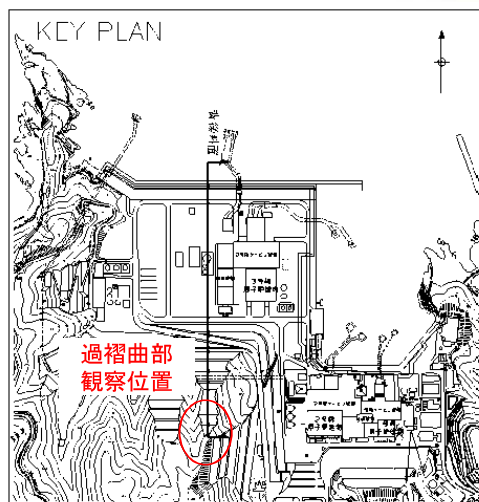


回答方針
<ul style="list-style-type: none"> ・敷地内で確認されたスランプ褶曲について、分布する層準を整理する。 ・2号原子炉建物西側背後斜面に確認された過褶曲構造については、追加観察結果を資料化する。

過褶曲部の法面写真



過褶曲部の法面写真(2018年5月12日撮影)



- ・過褶曲構造については、第318回審査会合(平成28年1月15日)において、青枠の範囲を示し、その成因は海底地すべり等のスランプ性のもので、深部に断層がないことを説明し、「概ね必要な検討がなされている」と評価されている。
- ・その後も、上記の確認のため、敷地造成工事の進捗に合わせて法面観察・スケッチを行い、連続写真及び地質観察スケッチを作成した。
- ・過褶曲の下位の地層は深部ほど緩やかな傾斜を示し、深部まで続く断層は認められないことから、断層起因による構造ではないことを確認した。

過褶曲部の地質観察スケッチ

