

2. 土地の安定性（地盤）

(1) 調査結果の概要

① 地盤の状況

a. 文献その他の資料調査

地盤の予測・評価にあたり、基礎資料として「やくらいゴルフ場 地盤リスク評価報告書」（株式会社環境地質、令和4年9月）を収集した（なお、この報告書では、「(仮称) やくらいリゾート開発事業に係る環境影響評価調書」（積水化学工業株式会社 平成4年12月）を参照している）。

同資料による対象事業実施区域とその周辺の地形判読結果は図 12.1.3.2-1 に、対象事業実施区域の地形判読結果は図 12.1.3.2-2 に、地質断面図は図 12.1.3.2-3 に、各地形が持つリスクは表 12.1.3.2-1 に示すとおりである。また、対象事業実施区域の地質層序を表 12.1.3.2-2 に、各地層の地盤の状況を表 12.1.3.2-3 に示す。

また、対象事業実施区域周辺の既往資料による地すべりと土石流のリスク図を図 12.1.3.2-4 に、対象事業実施区域の地盤リスク平面図を図 12.1.3.2-5 に示す。

資料調査の結果、対象事業実施区域の地形の状況は、西側がほぼ平坦な小起伏面からなるゴルフ場で、東側がやくらい山の山麓斜面となっており、現状で、地盤リスクに係る著しい斜面崩壊、地すべり、土石流等の形跡はないと言える。

表 12.1.3.2-1 地形判読の凡例とリスク

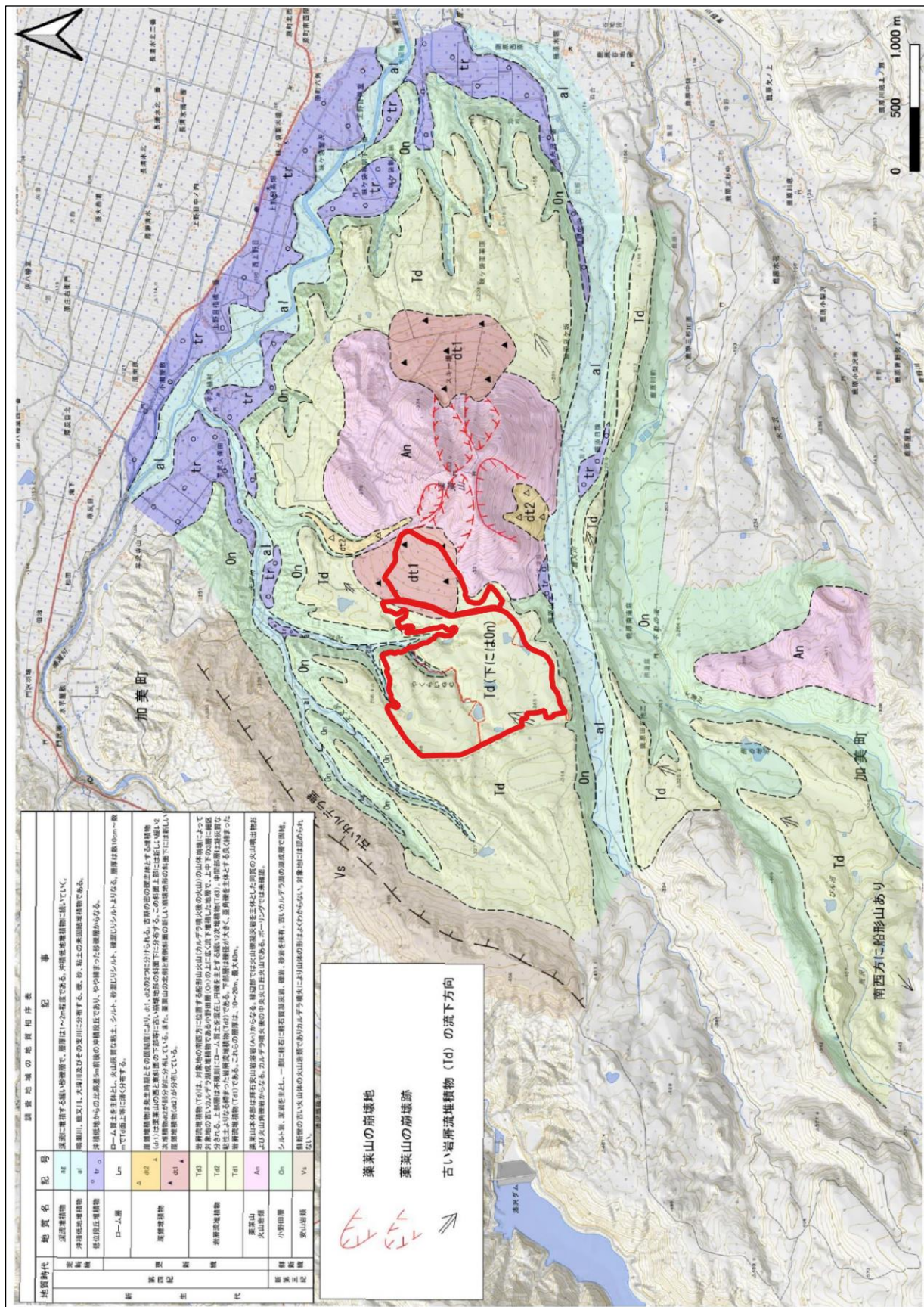
凡例		判読基準	リスク
	侵食前線	谷の下刻に関連した最も下位にある遷急線	斜面崩壊
	遷急線	侵食前線よりも上位にある遷急線	斜面崩壊
	ガリー	溝状の水路地形	土砂流出
	崩壊	崩壊で生じた馬蹄形の急斜面	崩壊拡大 隣接斜面の崩壊
	崩積土	土砂の堆積地形	崩壊 土石流
	地すべり	非変動域とは異なる崖、緩斜面が発達した斜面	地すべり 地すべり末端の崩壊
	段差	地すべり内部や滑落崖の背後、侵食前線背後に分布する小崖	崩壊 地すべり
	切土	切土による法面	法面の崩壊
	盛土	盛土による法面、盛土範囲	法面の崩壊盛土のすべり

〔「やくらいゴルフ場 地盤リスク評価報告書」（株式会社環境地質、令和4年9月）より作成〕

表 12.1.1.3.2-2 対象事業実施区域の地質層序

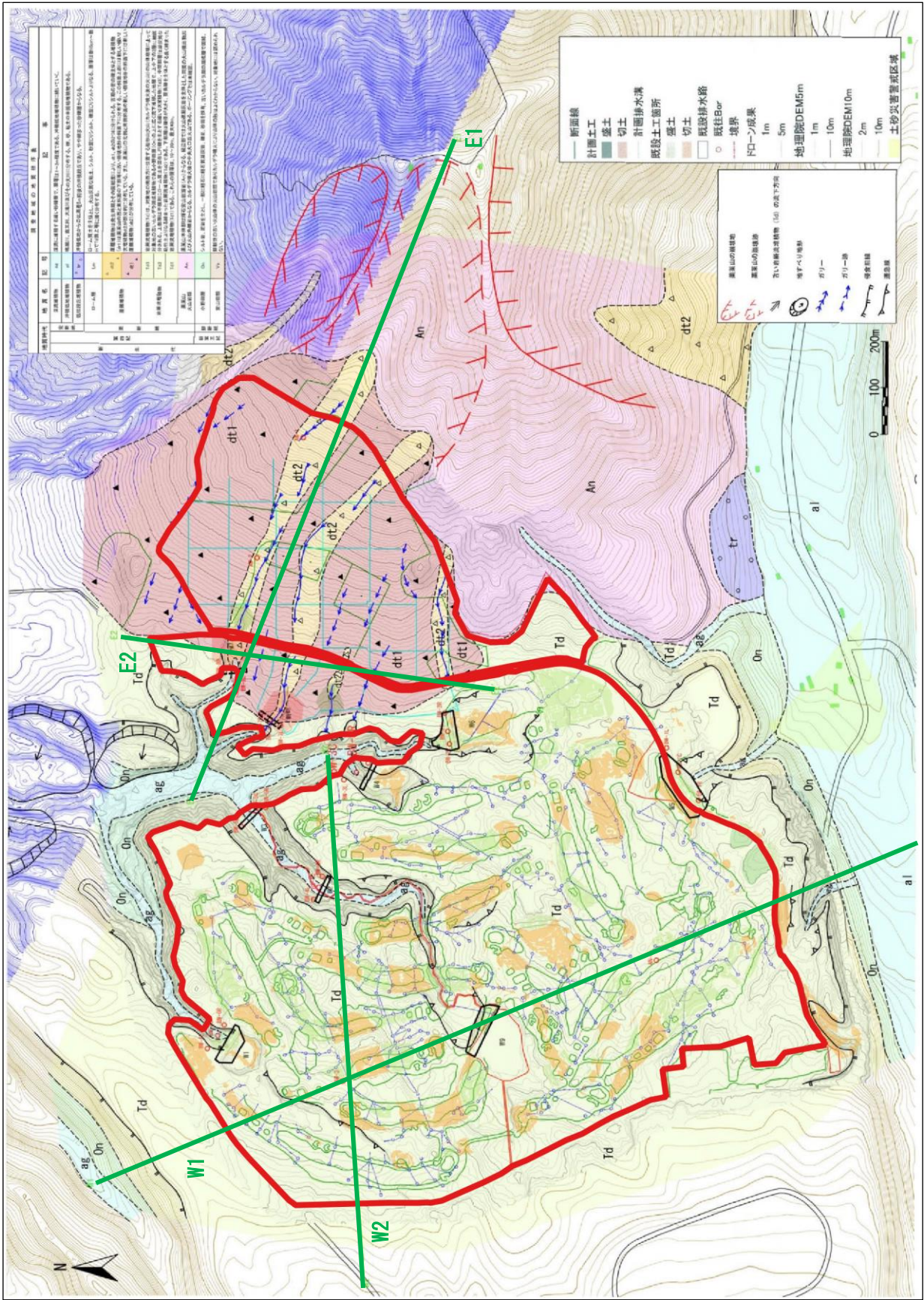
地質時代		地質名	記号	記事
新 生 代	完 新 統	溪流堆積物	ag	溪流に堆積する緩い砂礫層で、層厚は1~2m程度である。沖積低地堆積物に続いていく。
		沖積低地堆積物	al	鳴瀬川、鹿又川、大滝川及びその支川に分布する、礫、砂、粘土の未固結堆積物である。
		低位段丘堆積物	tr ^o	沖積低地からの比高差5m前後の沖積段丘であり、やや締まった砂礫層からなる。
	第 四 紀	ローム層	Lm	ローム質土を主体とし、火山灰質な粘土、シルト、砂混じりシルト、礫混じりシルトよりなる。層厚は数10cm~数mでTd面上等に薄く分布する。
			崖錐堆積物	▲ dt2 ▲
		▲ dt1 ▲		
		岩屑流堆積物	Td3	岩屑流堆積物(Td)は、対象地の南西方に位置する船形火山(カルデラ噴火後の火山)の山体崩壊によって対象地の古いカルデラ湖成堆積物である小野田層(On)の上に広く流下堆積した地層で、上中下の3層に細区分される。上部層は不規則にローム質土を混在し円礫を主とする緩い2次堆積物(Td3)。中間部層は凝灰質な粘性土よりなる締まった岩屑流堆積物(Td2)である。下部層は礫径が大きく、亜角礫を主体とする良く締まった岩屑流堆積物(Td1)である。これらの層厚は、10~20m、最大40m。
			Td2	
			Td1	
		鮮 新 統	葉菜山 火山岩類	An
小野田層	On		シルト岩、泥岩を主とし、一部に軽石に軽石質凝灰岩、礫岩、砂岩を挟有。古いカルデラ湖の湖成層で固結。	
安山岩類	Vs		鮮新世の古い火山体の火山岩類でありカルデラ噴火により山体の形はよくわからない。対象地には認められない。	

〔「やくらいゴルフ場 地盤リスク評価報告書」(株式会社環境地質、令和4年9月)より作成〕



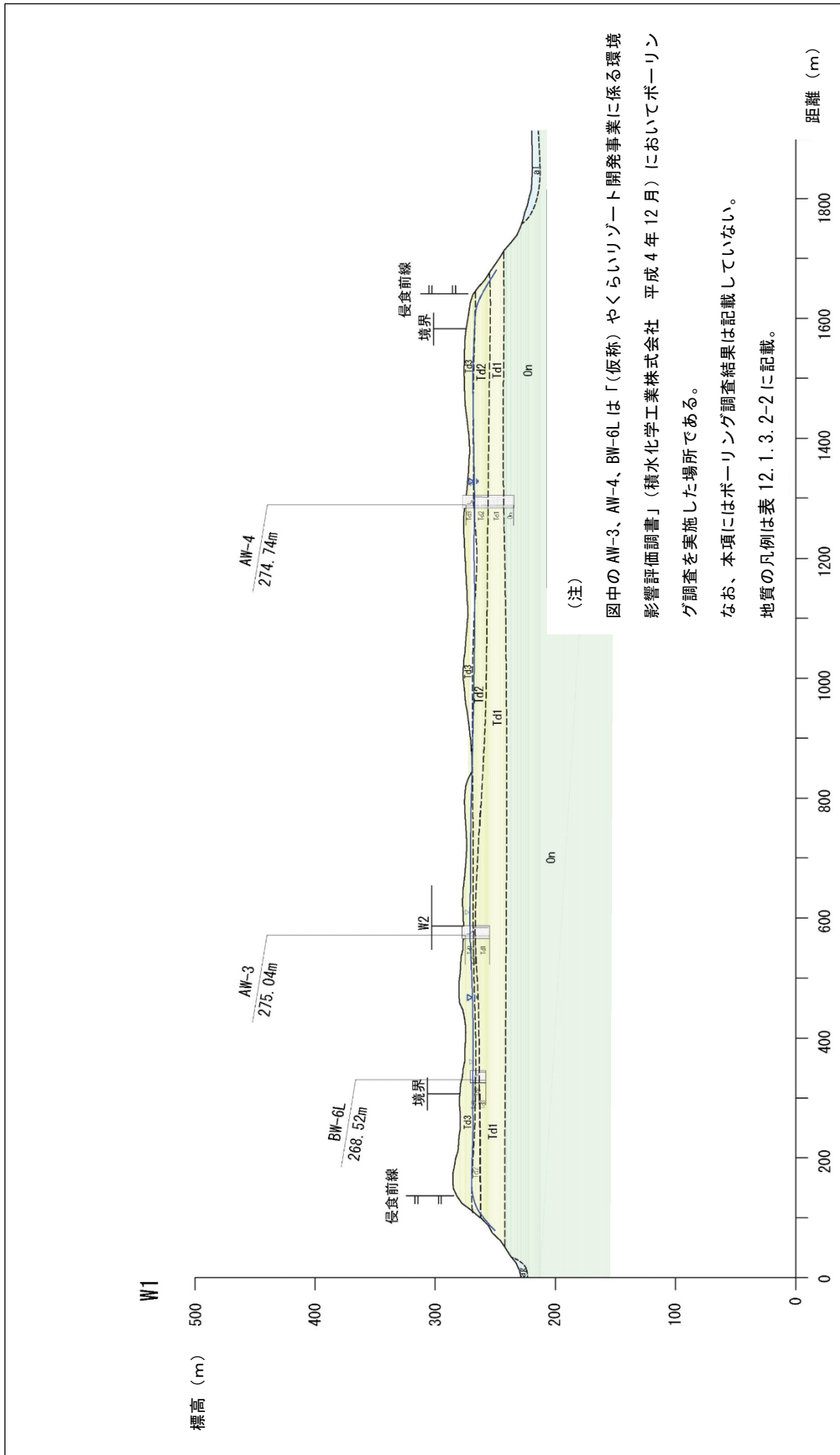
「[やくらいゴルフ場 地盤リスク評価報告書] (株式会社環境地質、令和4年9月) より作成)

図 12.1.3.2-1 対象事業実施区域とその周辺の地形判読結果



〔「やくらいゴルフ場 地盤リスク評価報告書」(株式会社環境地質、令和4年9月)より作成〕

図 12.1.3.2-2 対象事業実施区域の地形判読結果

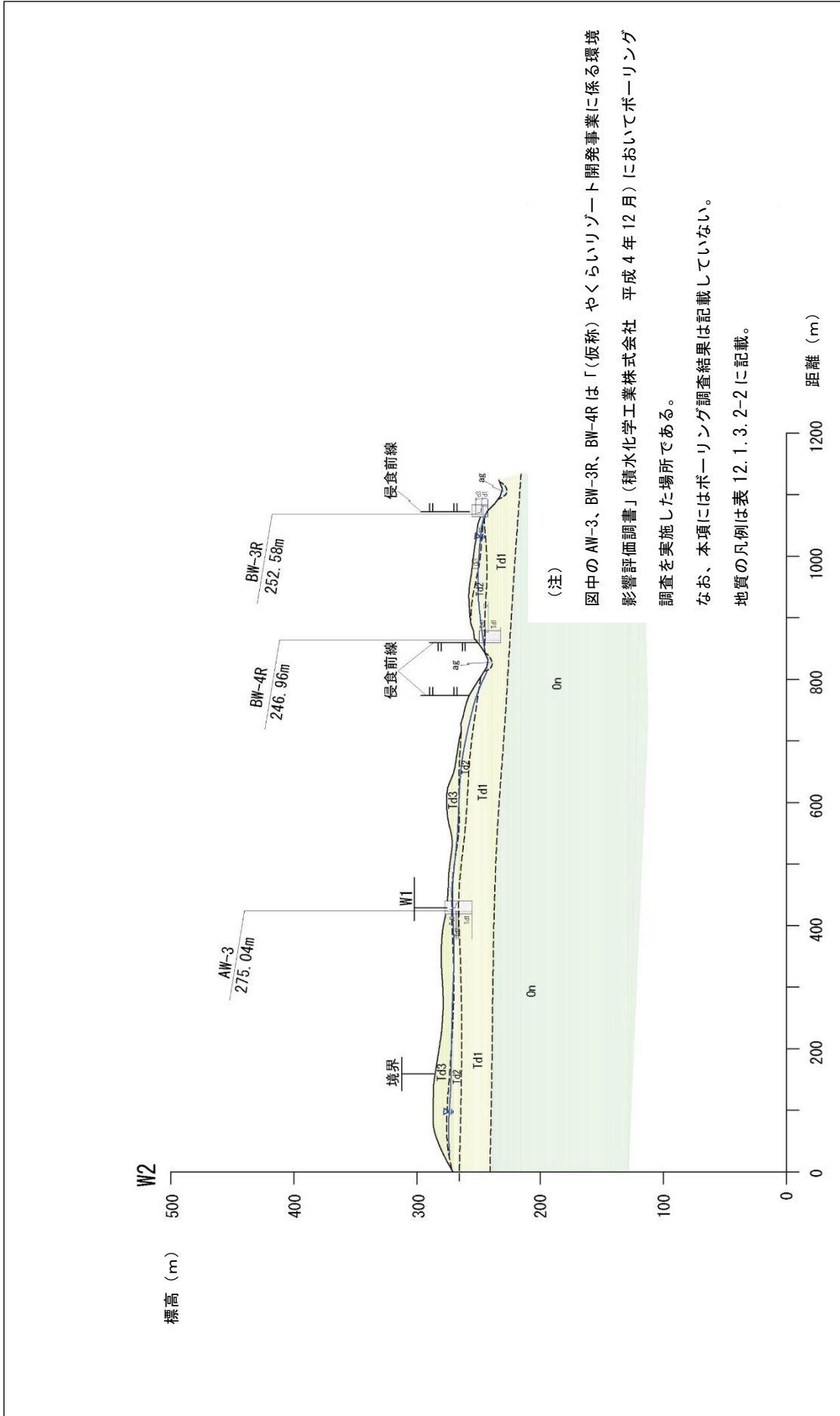


(注)

図中の AW-3、AW-4、BW-6L は「(仮称) やくらいリゾート開発事業に係る環境影響評価調査」(積水化学工業株式会社 平成 4 年 12 月) においてボーリング調査を実施した場所である。
 なお、本項にはボーリング調査結果は記載していない。
 地質の凡例は表 12.1.3.2-2 に記載。

〔「やくらいゴルフ場 地盤リスク評価報告書」(株式会社環境地質、令和 4 年 9 月) より作成〕

図 12.1.3.2-3(1) 対象事業実施区域の地質断面図 (図 12.1.3.2-2 の W1 断面)



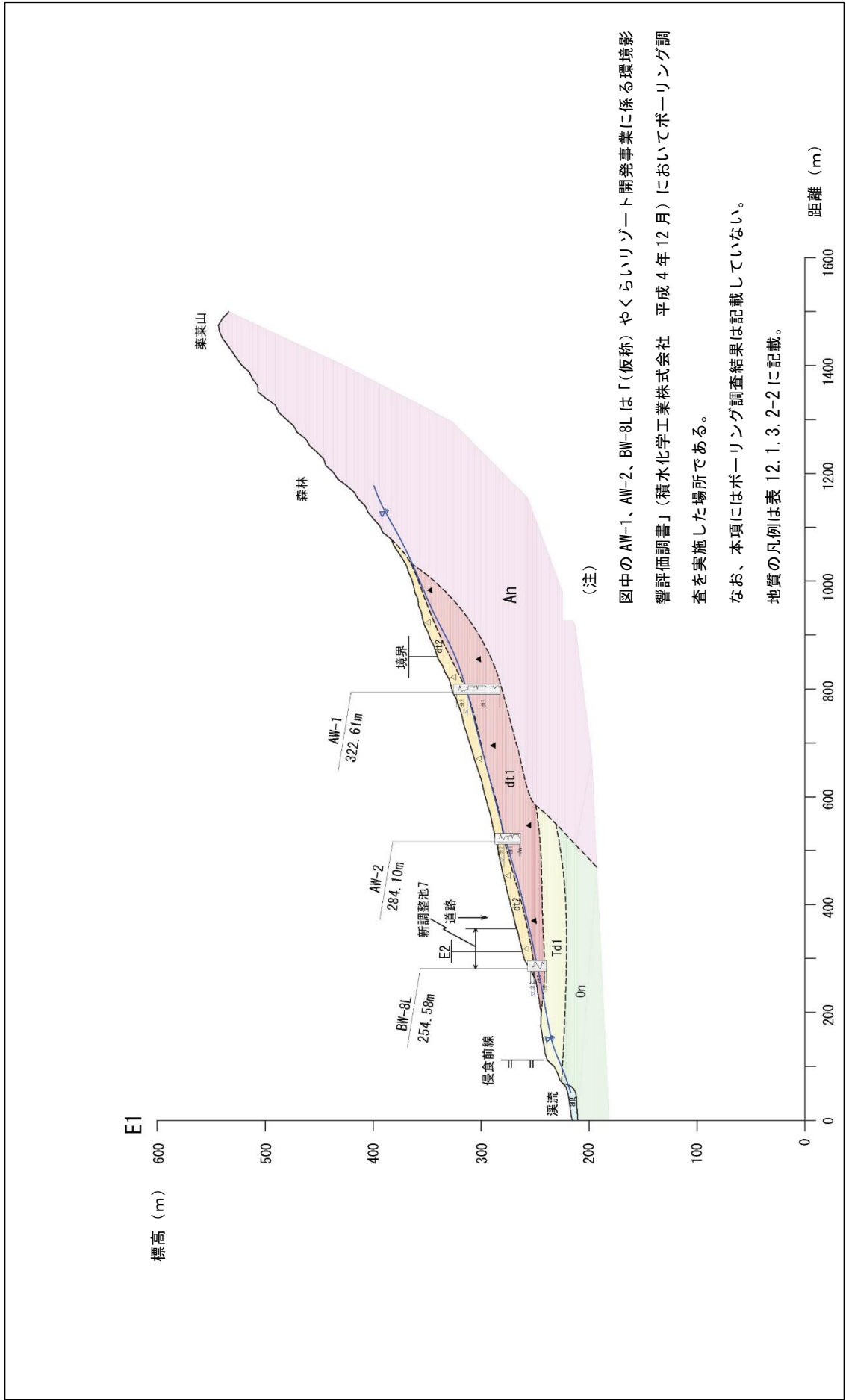
図中のAW-3、BW-3R、BW-4Rは「(仮称) やくらいリゾート開発事業に係る環境影響評価調査」(積水化学工業株式会社 平成4年12月)においてボーリング調査を実施した場所である。

なお、本項にはボーリング調査結果は記載していない。

地質の凡例は表 12.1.3.2-2に記載。

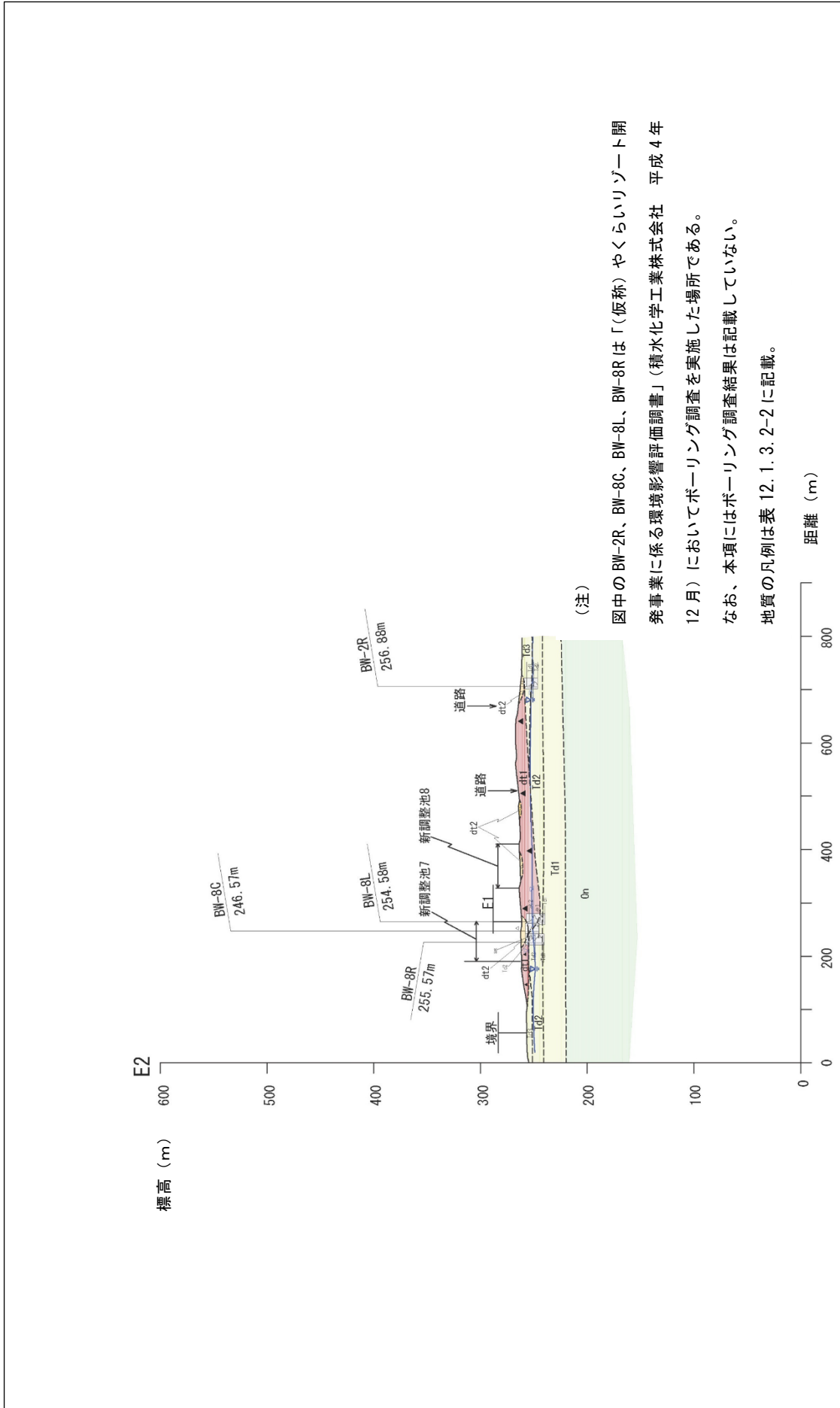
〔「やくらいゴルフ場 地盤リスク評価報告書」(株式会社環境地質、令和4年9月)より作成〕

図 12.1.3.2-3(2) 対象事業実施区域の地質断面図 (図 12.1.3.2-2 の W2 断面)



〔「やくらいゴルフ場 地盤リスク評価報告書」(株式会社環境地質、令和4年9月)より作成〕

図12.1.3.2-3(3) 対象事業実施区域の地質断面図(図12.1.3.2-2のE1断面)

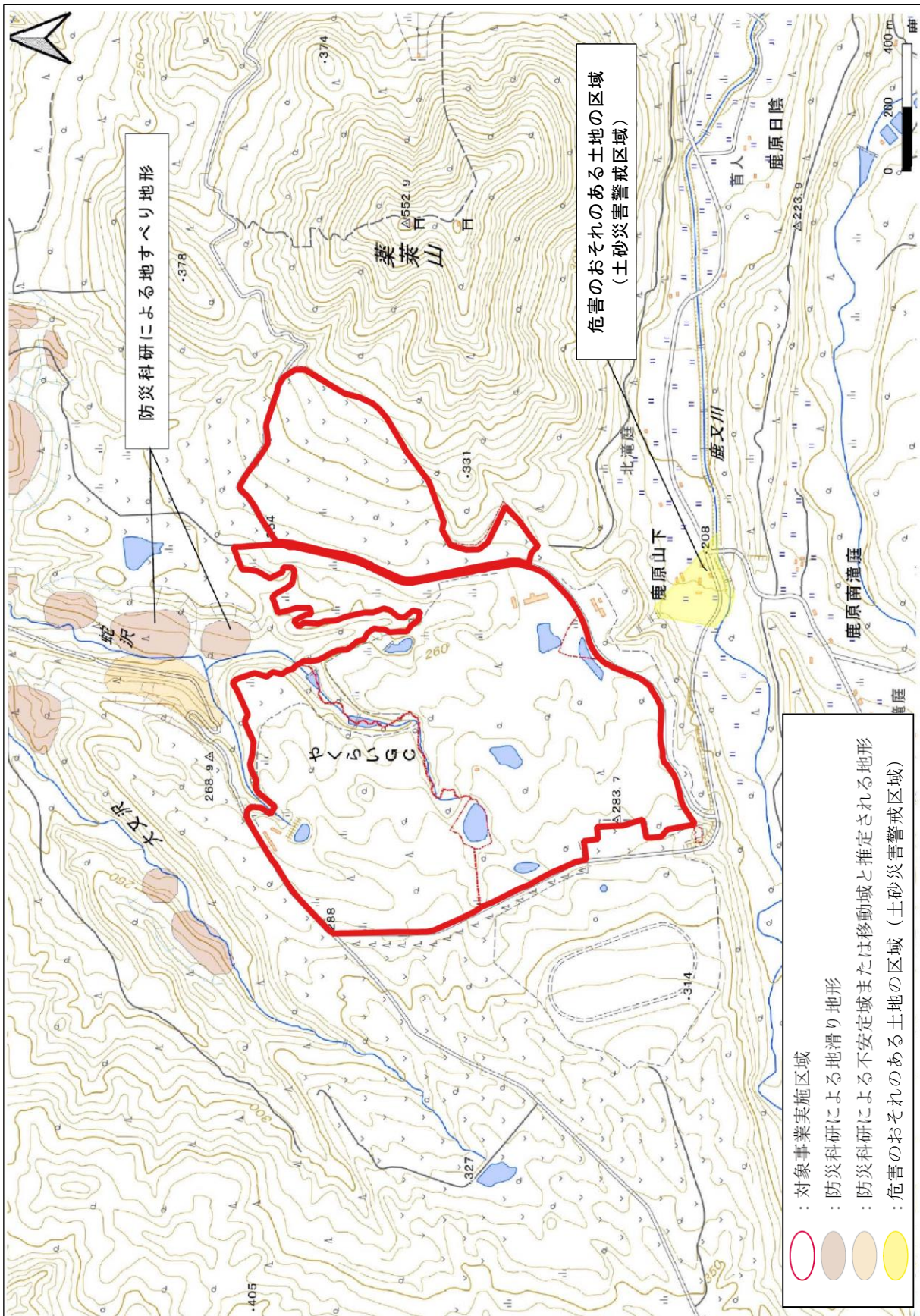


(注)

図中のBW-2R、BW-8C、BW-8L、BW-8Rは「(仮称)やくらいリゾート開発事業に係る環境影響評価調査」(積水化学工業株式会社 平成4年12月)においてボーリング調査を実施した場所である。
 なお、本項にはボーリング調査結果は記載していない。
 地質の凡例は表 12.1.3.2-2に記載。

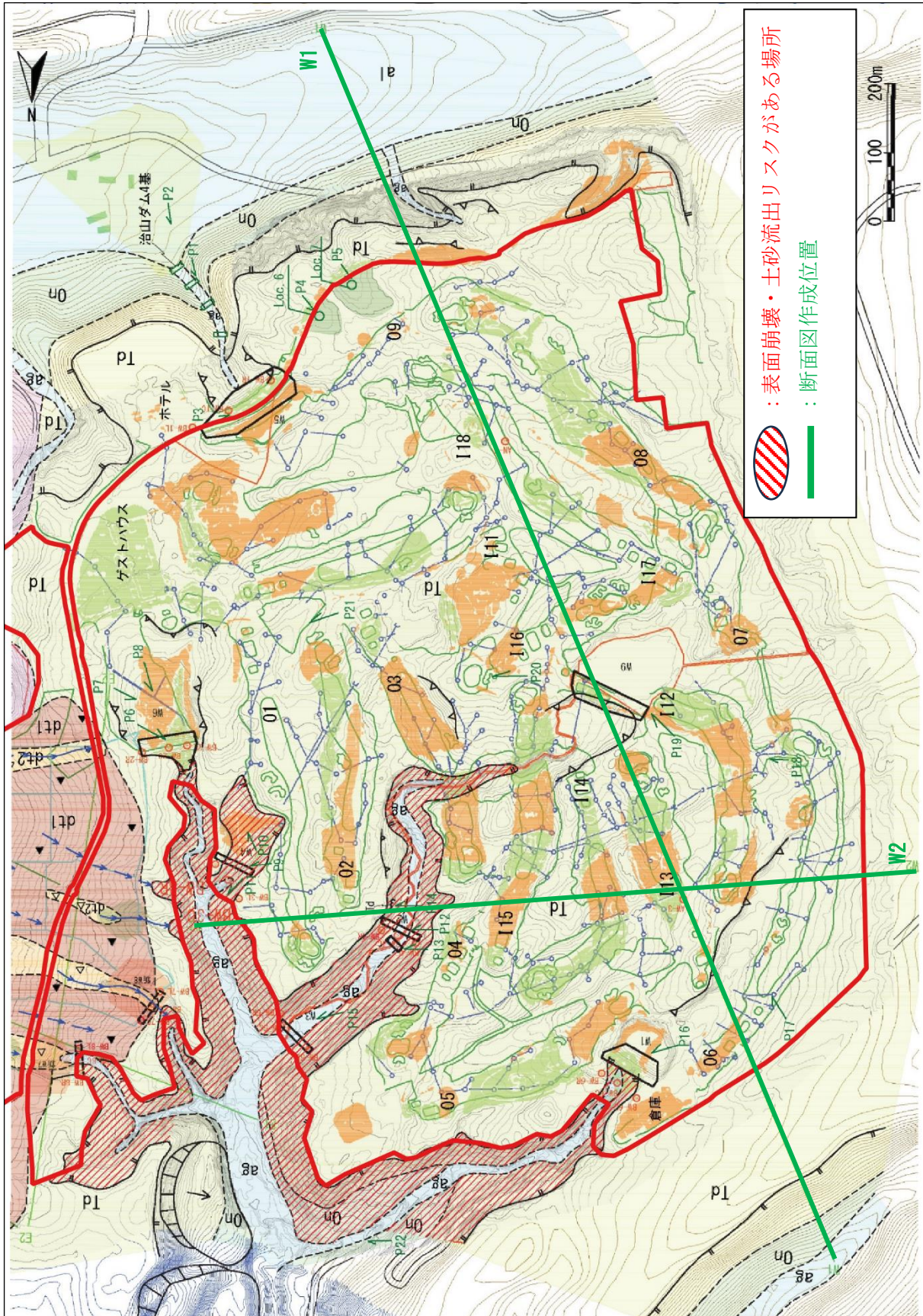
[[やくらいゴルフ場 地盤リスク評価報告書](株式会社環境地質、令和4年9月)より作成]

図 12.1.3.2-3(4) 対象事業実施区域の地質断面図 (図 12.1.3.2-2 の E2 断面)



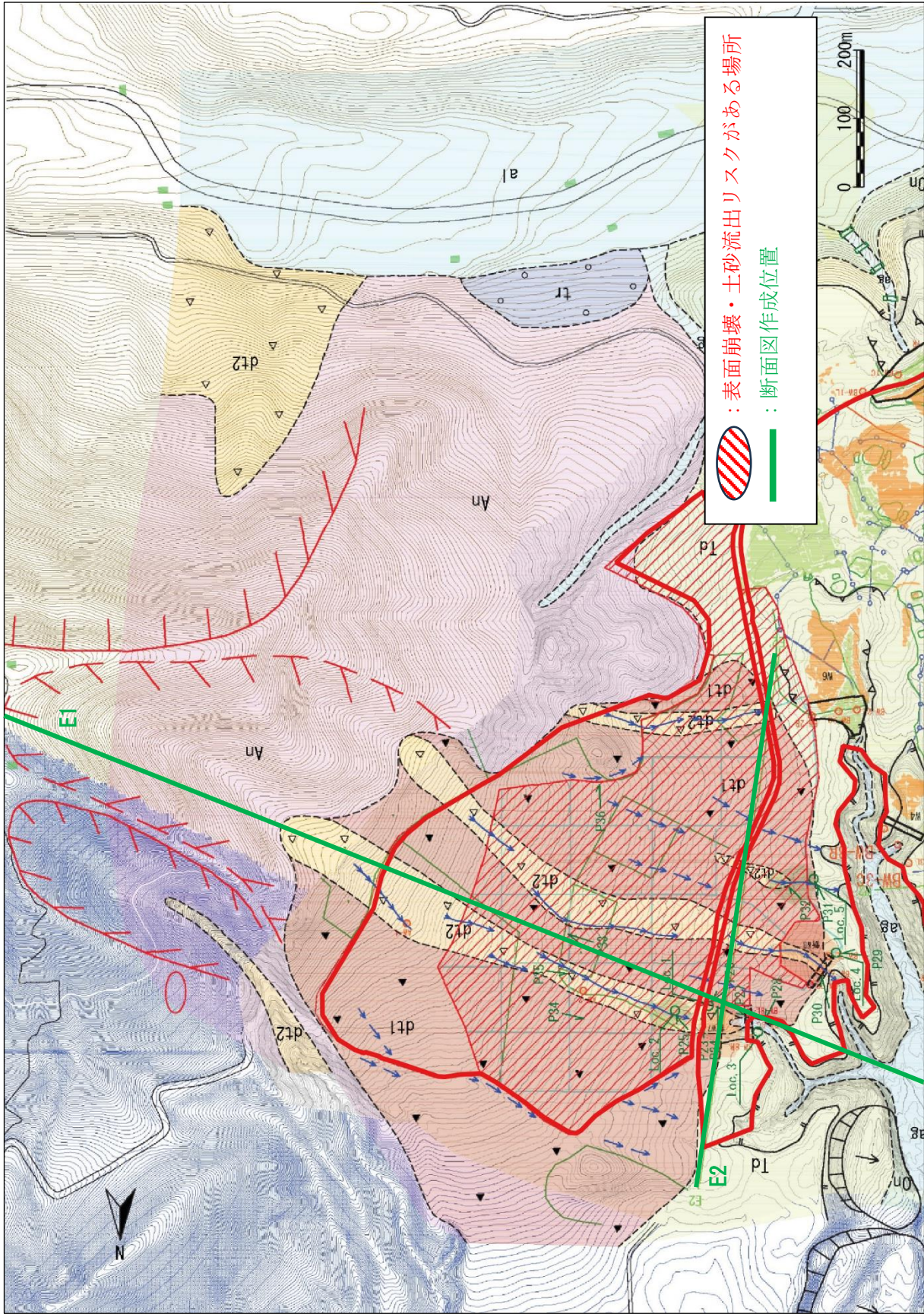
〔やくらいゴルフ場 地盤リスク評価報告書〕（株式会社環境地質、令和4年9月）より作成]

図 12.1.3.2-4 既往資料による地すべりと土石流のリスク図



〔「やくらいゴルフ場 地盤リスク評価報告書」(株式会社環境地質、令和4年9月)より作成〕

図 12.1.3.2-5(1) 地盤リスク平面図 (対象事業実施区域西側)



〔「やぐらいゴルフ場 地盤リスク評価報告書」(株式会社環境地質、令和4年9月)より作成〕

図 12.1.3.2-5(2) 地盤リスク平面図 (対象事業実施区域東側)

表 12.1.3.2-3 対象事業実施区域の各地層の地盤状況

地層	N値10までの土層深(m)	粘着力 (c=kN/m ²)	内部摩擦角 (φ =°)
dt2	0.4	11.0	25
dt1	0.2	17.0	38
Td3	0.6	14.0	20
Td2	0.5	20.0	44
Td1	0.05	23.0	44

注：地層の記号については表 12.1.3.2-2 に記載している。

(2) 予測及び評価の結果

① 土地又は工作物の存在及び供用

a. 施設の存在

(a) 環境保全措置

施設の存在に伴う地盤への影響を低減するため、以下の環境保全措置を講じる。

- ・ 太陽光パネル等設置に伴う造成を最小限にとどめる。
- ・ 土砂流出の恐れがある斜面では、土砂流出防止工を施工する。
- ・ 構造物は支持強度が十分な場所に設置する。

(b) 予測

7. 予測地域

対象事業実施区域内とした。

イ. 予測地点

対象事業実施区域で構造物を設置する場所とした。

ウ. 予測対象時期

施設が存在する時期とした。

エ. 予測手法

調査結果をもとに、対象事業実施区域での自然災害リスク、地盤リスクを回避または低減できる事業計画であるかを判断するとともに、対象事業実施区域内で太陽光パネルなどの構造物を支持するにあたり必要な強度があるか否かを判断する。

オ. 予測結果

(7) 対象事業実施区域の自然災害リスク

自然災害リスクとしては、対象事業実施区域には活断層はなく、地盤も N 値 50 以上で締まっており、地震動の過剰の増幅はないと判断する。火山噴火に対しても、近くに活火山はなく、火山噴火災害のリスクも少ないと判断する。さらに、対象事業実施区域は低地ではないので洪水リスクもないと判断する。したがって、自然災害リスクのうち留意すべきものは土砂災害リスクである。

土砂災害は、地すべり・土石流・斜面崩壊から成る。まず、地すべりについては、図 12.1.3.2-4 に示す防災科研による地すべり地形が対象事業実施区域付近北方にいくつか存在するが、図 12.1.3.2-2 に示すように対象事業実施区域に地すべり地形はなく、地すべりのリスクはないと予測する。

次に、土石流については、対象地内の北側の溪流は発電施設設置など改変の計画はなく、多くの既往・新規予定調整池があり、さらに、対象事業実施区域の南方の溪流には図 12.1.3.2-2 に示す危害の恐れのある土地の区域（土砂災害警戒区域）が認められるが、溪流上方の対象事業実施区域内に調整池があり、溪流内にも多くの砂防施設があることから問題はないものと予測する。

斜面崩壊については、地質図など既存の資料には記載がない。しかし、地形判読等によると図 12.1.3.2-1 に示すようにやくらい西側山麓斜面に古い崩壊跡が認められ、対象事業実施区域の山麓には古い崖錐堆積物（表 12.1.3.2-2 に示す dt1）と一部 2 次崖錐堆積物（表 12.1.3.2-2 に示す dt2）が存在する。したがって、対象事業実施区域の東側やくらい山麓斜

面では古い崩壊跡しかなく、大きな崩壊のリスクはないが、浸食や土砂流出の懸念がある。また、対象事業実施区域の西側、ゴルフ場として造成済みの区画では侵食前線より下方での表層崩壊や土砂流出の懸念があるが、侵食前線より下方には発電施設の建設予定はないので問題はないと予測する。浸食前線より上部では部分的に遷急線は認められるものの不明瞭であり、ここでの崩壊リスクもほとんどないと予測する。

(イ) 対象事業実施区域西側（現在ゴルフ場の場所）での地盤リスク

この区画は、本事業実施前にゴルフ場として造成された場所である。

本事業実施前のゴルフ場造成にあたっては、小起伏面を最小規模の土地造成にとどめた上で、地表排水や調整池を適性に配置している。それらについては現状では著しい変状はない。したがって、対象事業実施区域西側のゴルフ場区画での地盤リスクは、太陽光発電の際の追加造成を最小規模にすることから、ほとんどないと予測する。

(ロ) 対象事業実施区域東側（やくらい山麓斜面）での地盤リスク

対象事業実施区域東側のやくらい山麓斜面区画での土地造成は本事業実施前のゴルフ場造成時ほとんど行われていない。したがって、ここでは事業計画で新設予定のW7・W8調整池と排水路工を追加で施工する他に、斜面内に土砂流出留めのしごら工等を施工することにより地盤リスクは低減が可能であると予測する。

(イ) 発電施設設置場所での支持力

対象事業実施区域で発電施設の基礎地盤となる地層は西側のゴルフ場として改変済みの区画でTd層であり、東側のやくらい山麓斜面でdt1、dt2層である。

Td層は、Td1の表土は0.05mと薄く、粘着力 $C=23.0\text{kN/m}^2$ 、内部摩擦角 $\phi=44^\circ$ でN値50以上、Td2が表土は0.5m程度、粘着力 $C=20.0\text{kN/m}^2$ 、内部摩擦角 $\phi=44^\circ$ でN値50前後、地表付近にあるTd3で表土は0.6m程度、粘着力 $C=14.0\text{kN/m}^2$ 、内部摩擦角 $\phi=20^\circ$ 、N値10前後であり、いずれも礫質土であるため、パネル基礎として十分な支持力があると予測する。

dt1、dt2層についても礫質土であり、dt1層の表土は0.2m程度と薄く、粘着力 $C=17.0\text{kN/m}^2$ 、内部摩擦角 $\phi=38^\circ$ 、N値50以上である。dt2層も表土は0.4m程度、粘着力 $C=11.0\text{kN/m}^2$ 、内部摩擦角 $\phi=25^\circ$ 、N値は10～20程度であり、パネル基礎として十分な支持力があると予測する。以上より対象事業実施区域の地盤には問題となる地層がないと判断する。

(c) 評価の結果

7. 環境影響の回避、低減に係る評価

施設の存在に伴う地盤への影響を低減するため、以下の環境保全措置を講じる。

- ・ 太陽光パネル等設置に伴う造成を最小限にとどめる。
- ・ 土砂流出の恐れがある斜面では、土砂流出防止工を施工する。
- ・ 構造物は支持強度が十分な場所に設置する。

上記の環境保全措置を講じることにより、施設の存在による地盤に及ぼす影響は、実行可能な範囲内で回避・低減されているものと評価する。