

CS 宮城加美町令和 5 年地盤調査業務 報告書

2023 年 4 月

株式会社環境地質

目次

1. 業務概要.....	1
1.1. 業務目的.....	1
1.2. 業務対象範囲.....	1
1.3. 業務工程.....	1
1.4. 業務体制.....	2
2. 業務内容.....	3
2.1. 調査位置選定.....	3
2.2. 簡易動的コーン貫入試験.....	5
3. 調査結果.....	7
3.1. 地形地質概要.....	7
3.2. 調査位置選定結果.....	11
3.3. 簡易動的コーン貫入試験結果.....	14
3.4. 換算 N 値.....	19
4. まとめ.....	25

巻末資料

- a. 試験位置図
- b. データシート
- c. 試験写真集
- d. 換算 N 値計算結果

1. 業務概要

1.1. 業務目的

太陽電池パネル架台の基礎杭の設計に供するため、事業実施区域全域（ただし、樹木等の伐採を要しない場所）について、動的コーン貫入試験 60 ヶ所を実施する。

1.2. 業務対象範囲

業務対象範囲は図 1-1 に示す、やくらいサイズ GC 及び、その東側の薬菜山の山麓である。

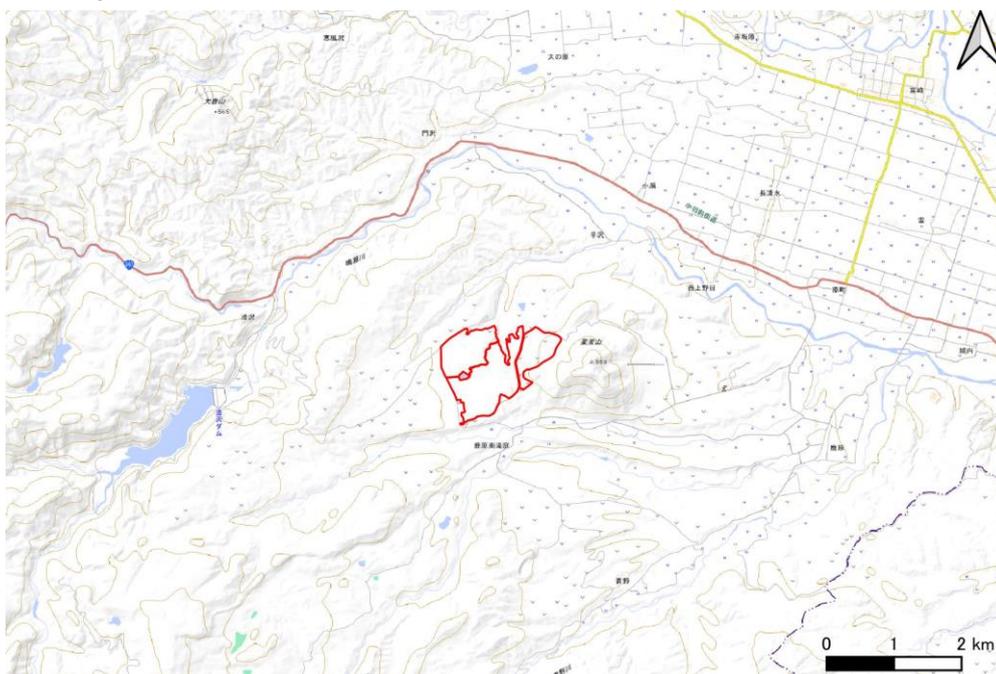


図 1-1 業務位置図

1.3. 業務工程

工期：2023年3月15日～4月30日

業務工程表を表 1-1 に示す。

表 1-1 業務工程表

	3月				4月				
	4	11	18	25	1	8	15	22	30
調査位置選定				■					
簡易動的コーン貫入試験					■	■	■		
調査結果まとめ							■	■	
報告書作成									■

1.4. 業務体制

会社名： 株式会社環境地質

所在地： 神奈川県川崎市川崎区貝塚 1-4-15-203

照査技術者：稲垣秀輝 博士（工学）、修士（理学）、技術士（総合技術監理・応用理学・建設・森林部門）、一級土木施工管理技士、地すべり防止工事士、地盤品質判定士、道路防災総点検技術者

主任技術者：小坂英輝 博士（理学）

現場代理人：鶴澤貴文 測量士、技術士補（応用理学）

調査員：下河敏彦 技術士（建設・応用理学・森林部門）、地すべり防止工事士、応用地形判読士

柚原隆英 職長教育

小松崎幹 応用情報処理技術者

2. 業務内容

2.1. 調査位置選定

開発区域（ゴルフ場内および薬菜山側 97.8ha）のパネル設置エリア全体（図 2-1）を、なるべく均等にカバーするように試験位置候補を選定した。なお、ゴルフ場内は、ゴルフコースのフェアウェイ、ティー、グリーン、バンカー、道路、建物用地、法面などをはずした、主としてラフの草地内を選定するとともに、令和 4 年測量業務成果をもとに、既設排水管等の位置は避けて試験位置の選定を行った。

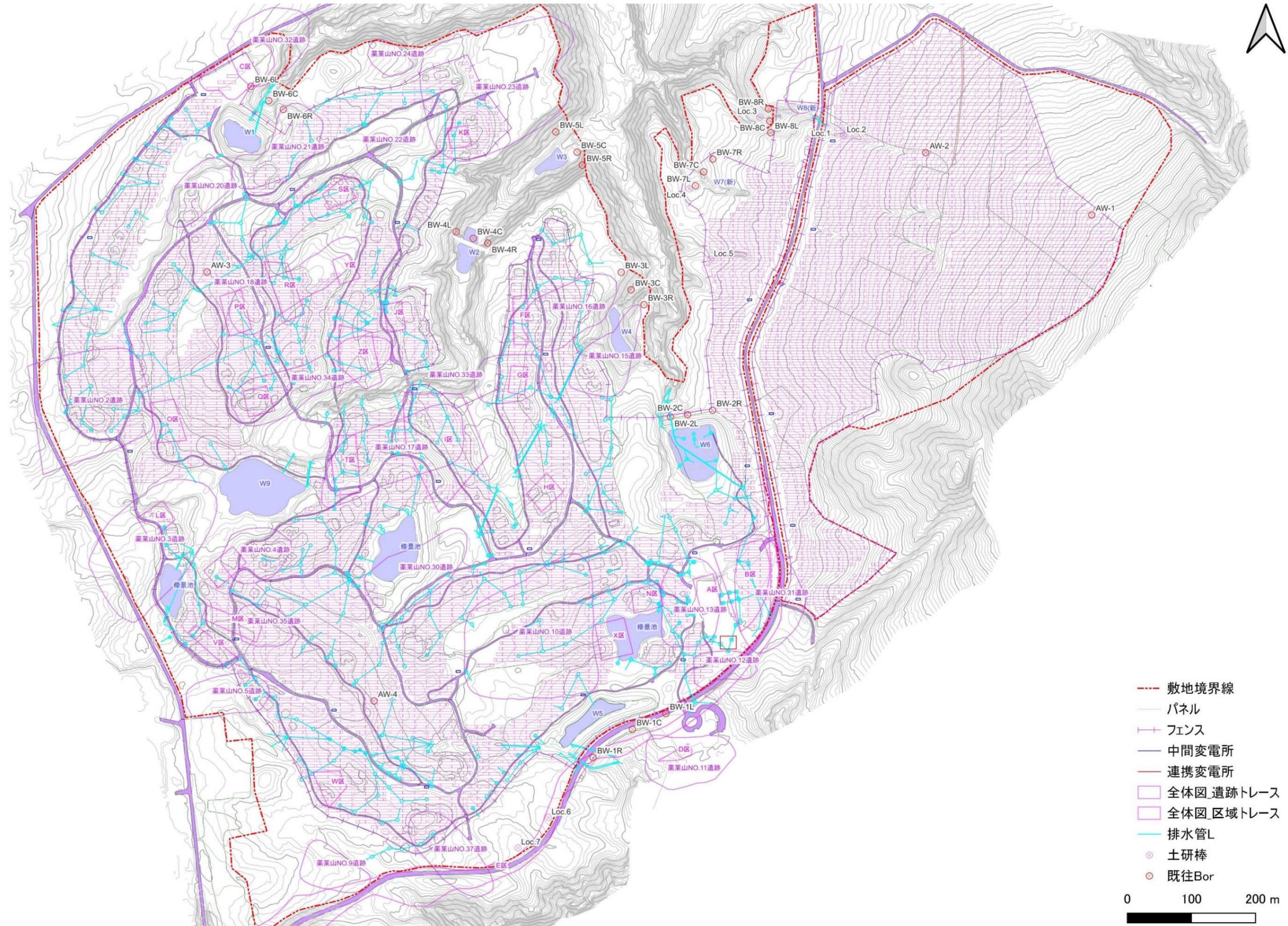
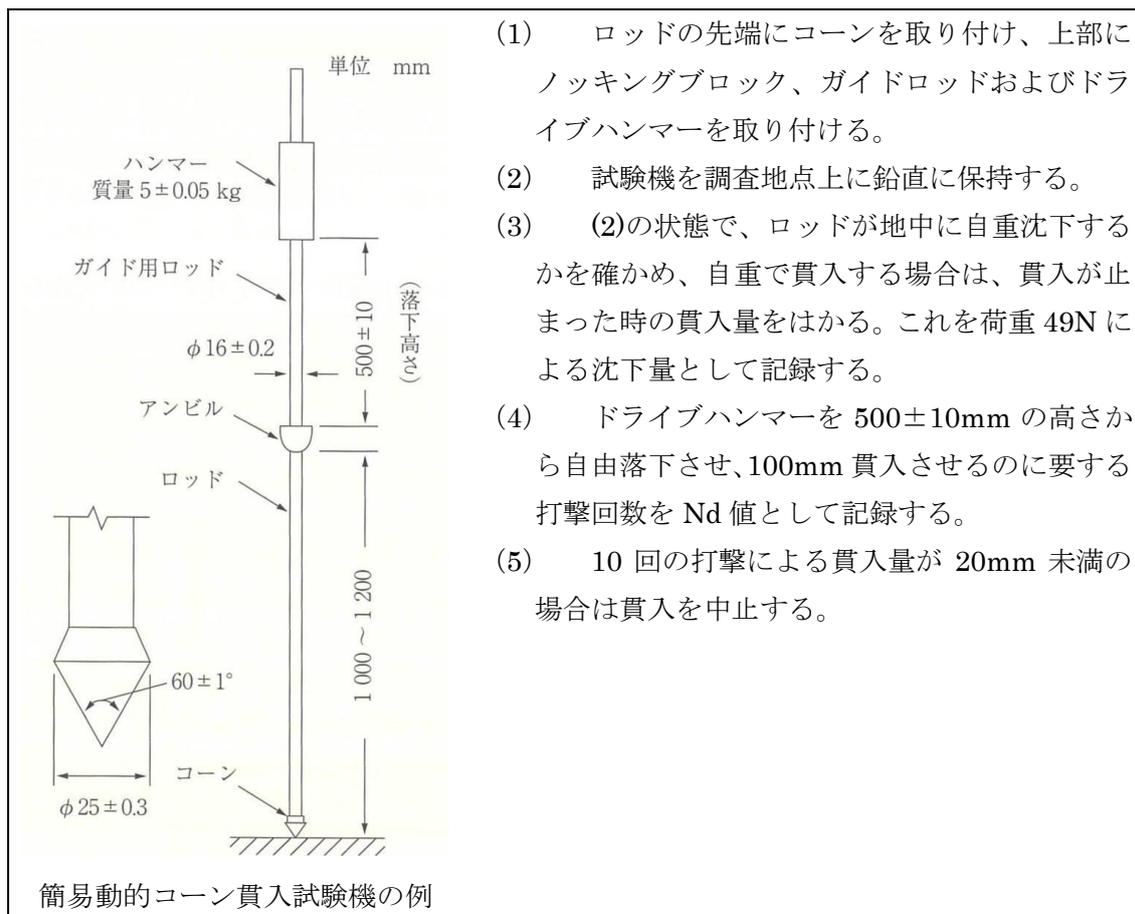


図 2-1 パネル配置エリアと既設排水工、ボーリング位置

2.2. 簡易動的コーン貫入試験

簡易動的コーン貫入試験は、質量 5 ± 0.05 kg のハンマーを 500 ± 10 mm の高さから自由落下させ、地盤の動的なコーン貫入抵抗を簡易に求めることを目的にしたものである。

試験方法は、地盤工学会基準 (JGS1433-2012) に準じ、調査深度は原則 5m までとし、良好な地盤を確認した場合 (換算 N 値 10 相当を 30cm 確認) には試験を終了した。試験方法を図 2-2 に、データシートの例を図 2-3 に示す。



- (1) ロッドの先端にコーンを取り付け、上部にノッキングブロック、ガイドロッドおよびドライブハンマーを取り付ける。
- (2) 試験機を調査地点上に鉛直に保持する。
- (3) (2)の状態、ロッドが地中に自重沈下するかを確かめ、自重で貫入する場合は、貫入が止まった時の貫入量をはかる。これを荷重 49N による沈下量として記録する。
- (4) ドライブハンマーを 500 ± 10 mm の高さから自由落下させ、100mm 貫入させるのに要する打撃回数を Nd 値として記録する。
- (5) 10 回の打撃による貫入量が 20mm 未満の場合は貫入を中止する。

図 2-2 簡易動的コーン貫入試験

3. 調査結果

3.1. 地形地質概要

図 3-1 に地形概要図を示す。対象地は、西側がほぼ平坦な小起伏面からなるゴルフ場で、東側が薬菜山の山麓斜面となっている。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。

図 3-2 に対象地の地質図を示す。対象地の西側のゴルフ場には、新生代鮮新世の泥岩・砂岩からなる小野田層 (Mt; 今回の調査では On) とその上位に新生代第四紀更新世～完新世の火山性岩屑流堆積物 (Vd: 今回の調査では Td) が分布していることがわかる。この火山性岩屑流堆積物は、対象地の南西方に位置する船形山の山体崩壊によって堆積した地層で礫混じり土砂を主体としており、大部分はよく締まっており、上部はやや緩い部分もある。ただし、パネル基礎としては十分な支持力は期待できる。対象地での東側の薬菜山山麓には、薬菜山を形成する硬い安山岩・火砕岩 (Vp) 等とその上位に崩積土となる崖錐堆積物 (今回の調査では dt) が被覆しているようである。ゴルフ場の造成時には、多くのボーリング調査や環境調査が行われており、環境や防災に考慮した最小限の造成工事と効果のある防災工事が行われていると判断できる。

既往調査による開発区域内の地質平面図を図 3-3、ゴルフ場の地質断面図を図 3-4、薬菜山山麓の地質断面図を図 3-5 に示す。ゴルフ場には岩屑流堆積物 (Td)、薬菜山山麓には崖錐堆積物 (dt) が主に分布する。Td は円礫混じりの粘性土 (ローム質土) からなる。ゴルフ場では緩い 2 次堆積物である Td3 が層厚 5m 以上分布する。Td3 基質の N 値は 5 程度 (図 3-6) である。dt は礫混じり砂質粘性土からなり、発生時期とその固結度により dt1 と dt2 に分けられる (図 3-7)。基質の N 値は 10 前後である。

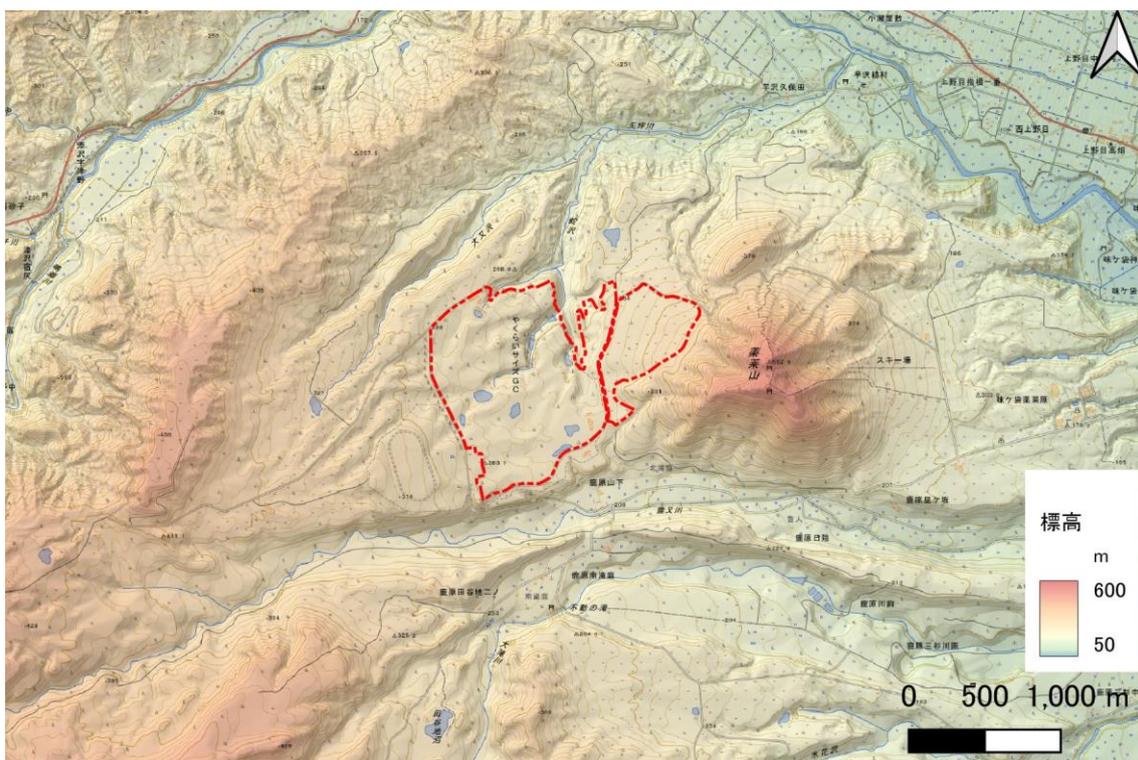


図 3-1 調査地域の地形

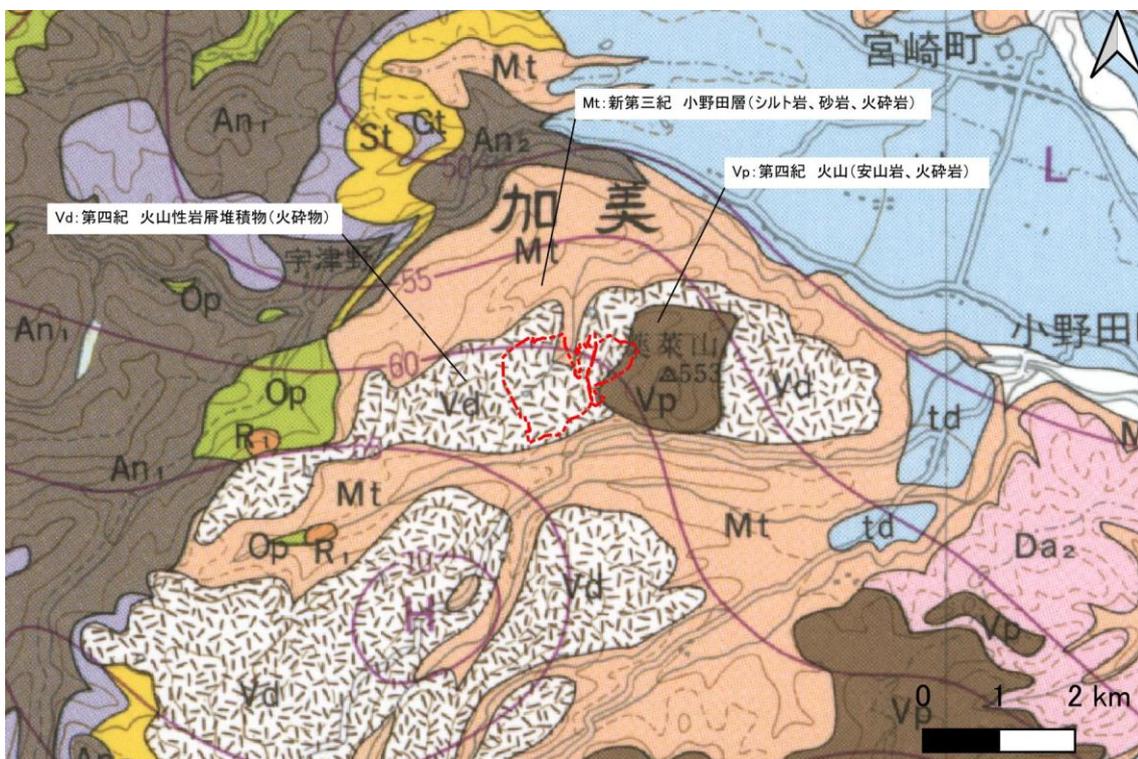


図 3-2 調査地域の地質図
(20 万分の 1 地質図幅「仙台」より)

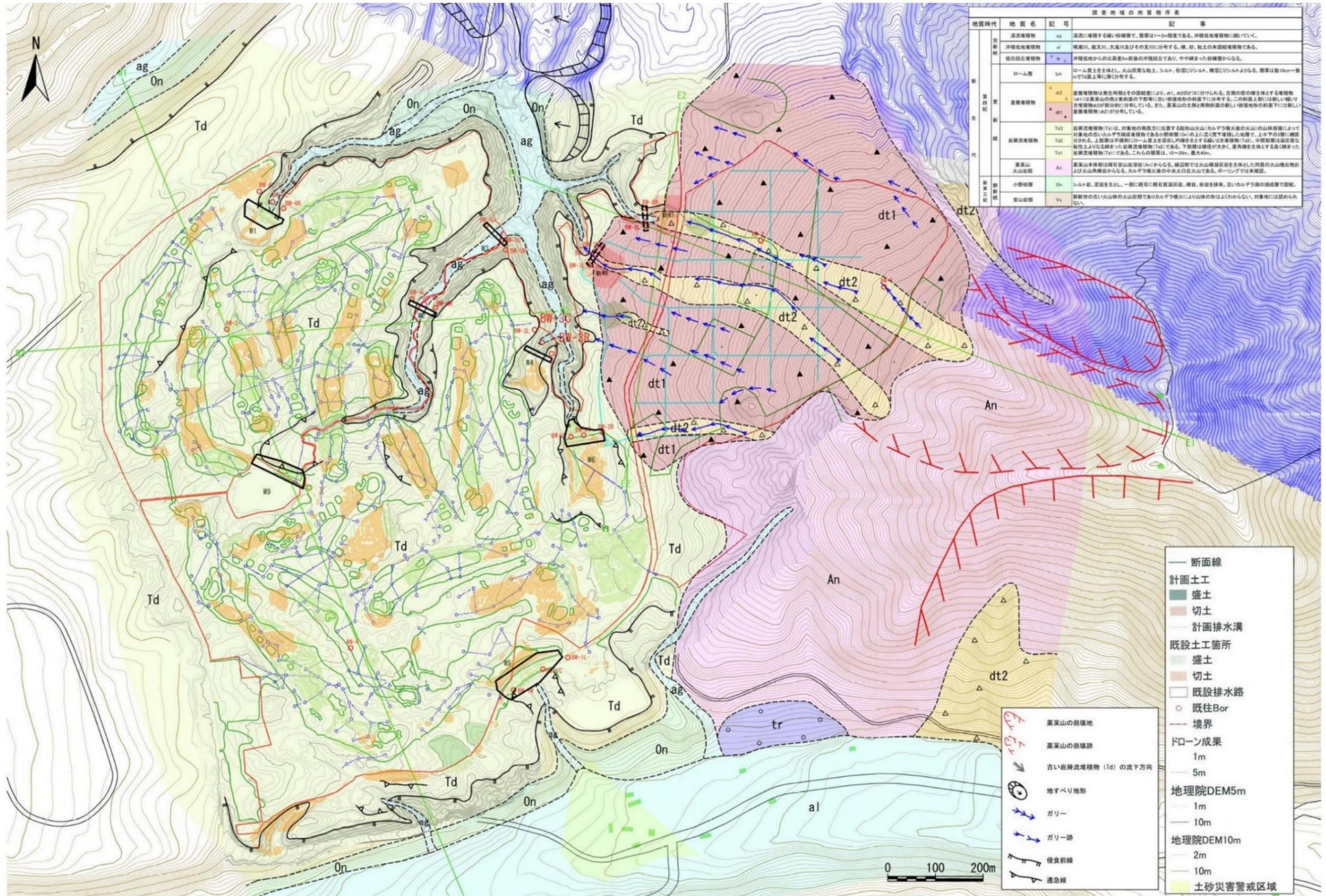


図 3-3 開発区域内の地質平面図（やくらいゴルフ場 地盤リスク評価報告書より）

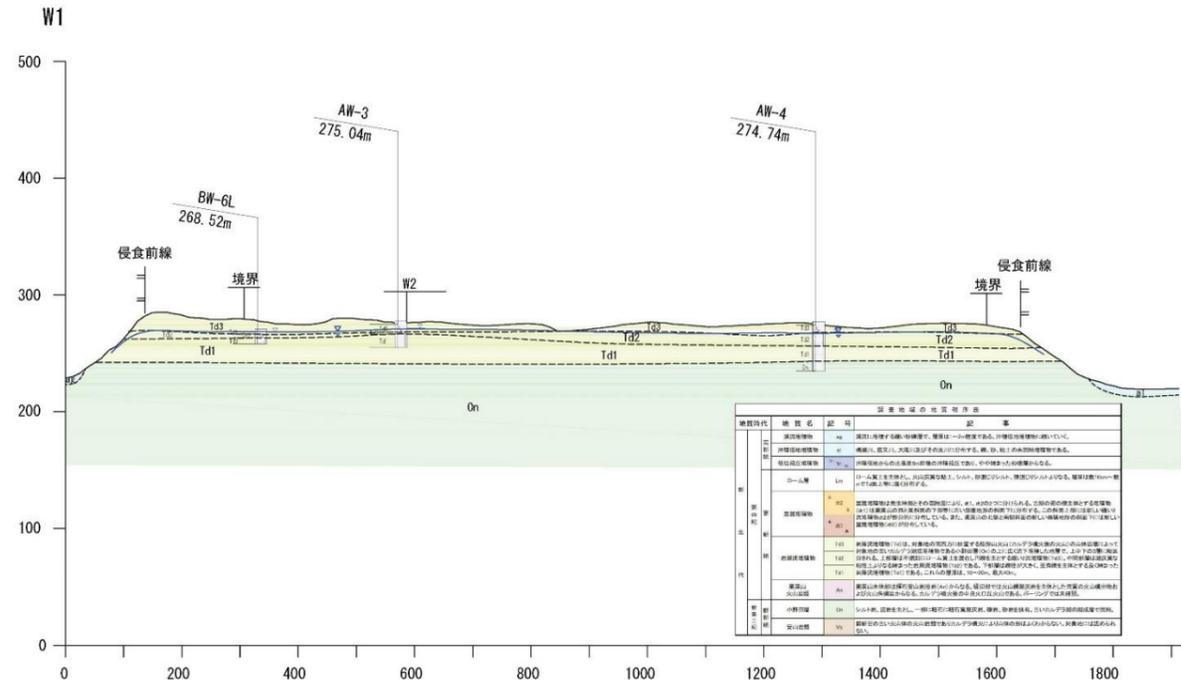


図 3-4 ゴルフ場の地質断面図

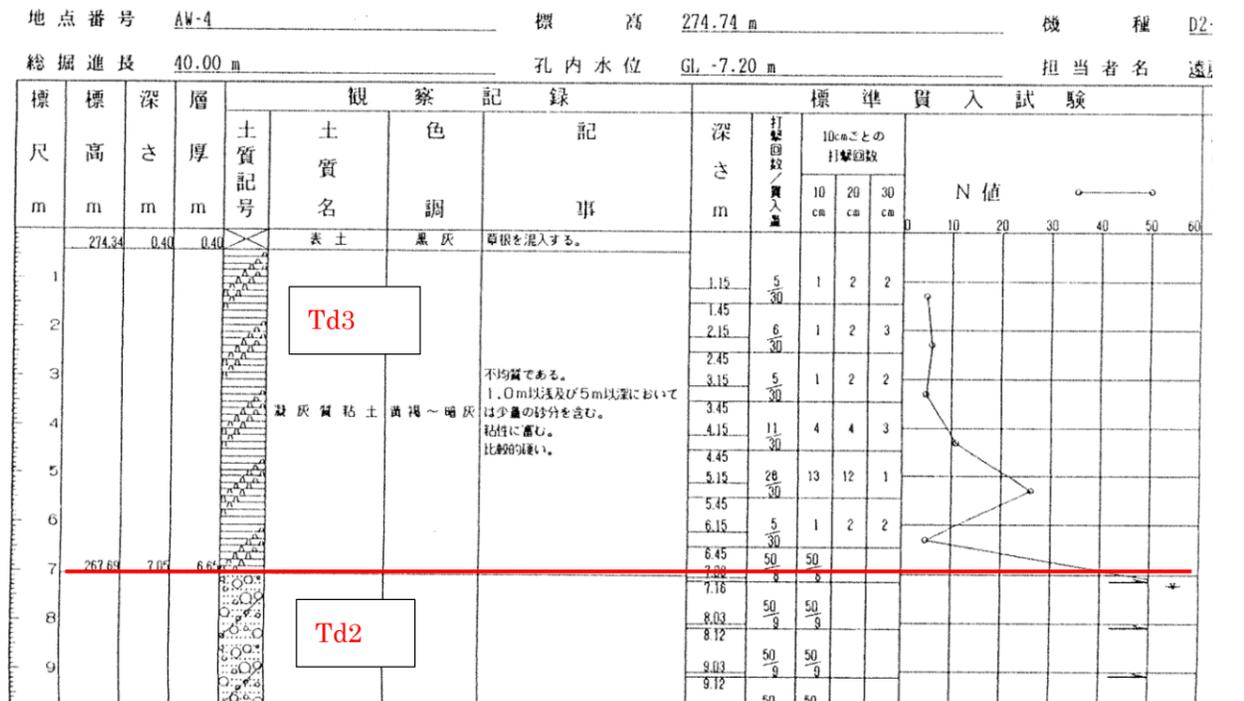


図 3-6 既往ボーリング結果 (AW-4) ((仮称) やくらいリゾート開発事業に係る環境影響評価調書より)

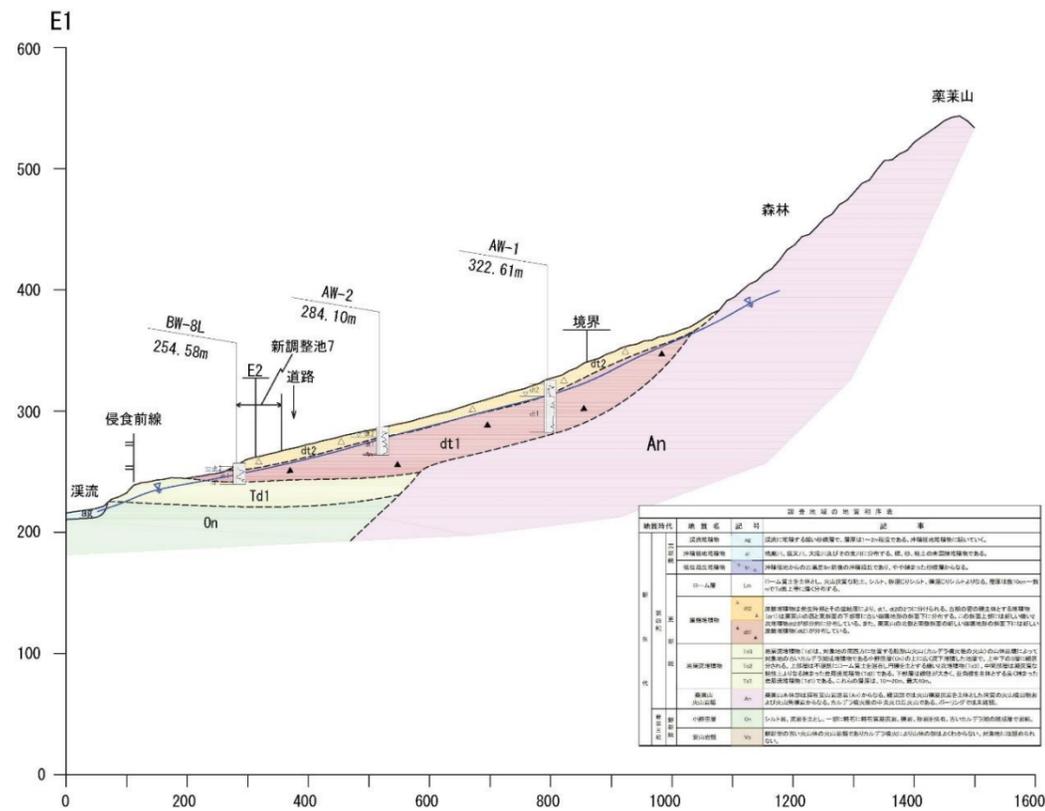


図 3-5 薬業山山麓の地質断面図

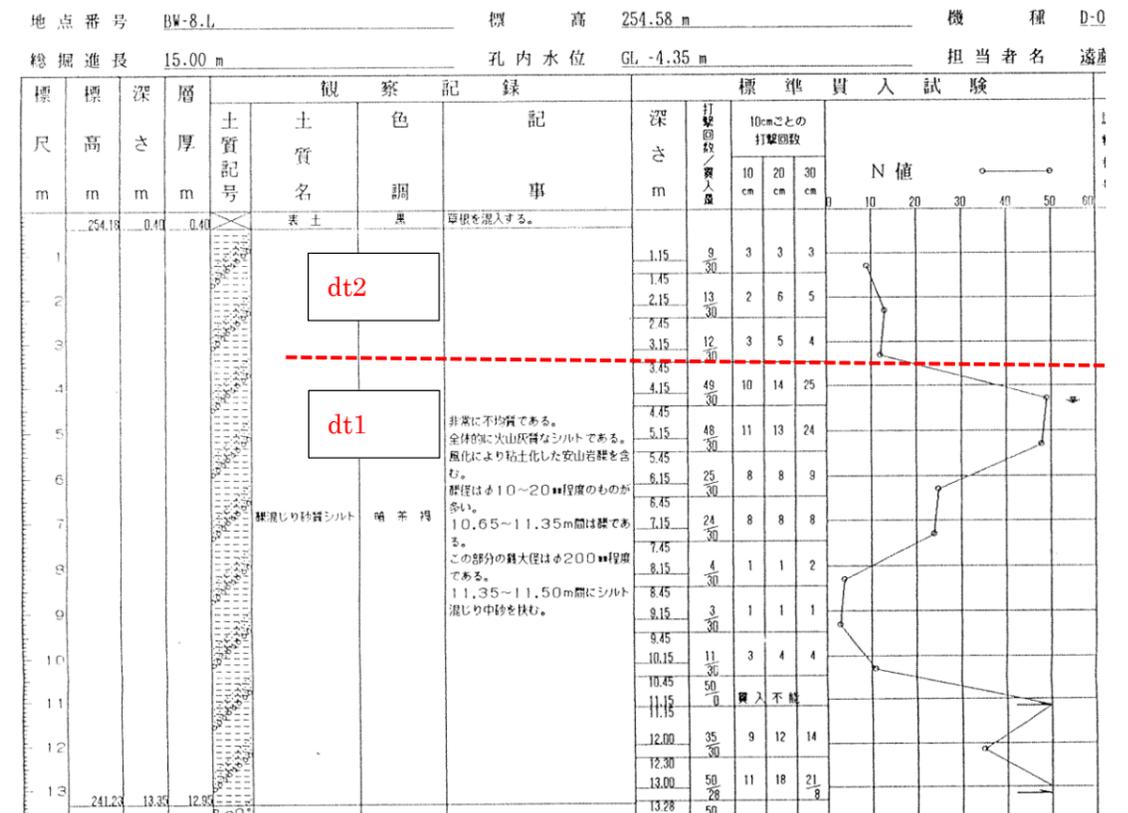


図 3-7 既往ボーリング結果 (BW-8L) ((仮称) やくらいリゾート開発事業に係る環境影響評価調書より)

3.2. 調査位置選定結果

机上調査により試験位置を選定し、現地で排水管や地表状況を確認して試験位置を微調整した。試験位置の一覧を表 3-1 に、試験位置図を図 3-8 に示す。

試験位置は、ゴルフ場内が 54 箇所、薬菜山山麓が 6 箇所の合計 60 箇所である。ゴルフ場内の土工は、「(仮称) CS 宮城加美町造成図デジタル化業務」の差分解析結果から、土工なし、盛土、切土に分類できる。従って、選定箇所はそれぞれの土工のサンプル数が同程度になるように選定した。土工なし箇所が 16 箇所、盛土箇所が 20 箇所、切土箇所が 18 箇所である。

なお、試験位置の標高値は「(仮称) CS 宮城加美町造成図デジタル化業務」の DEM から計測した。

表 3-1 選定箇所一覧

No	土工	標高 (m)
1	盛土	273.7
2	切土	280.2
3	盛土	281.8
4	土工なし	284.6
5	盛土	263.7
6	土工なし	267.0
7	切土	270.8
8	土工なし	261.1
9	切土	258.9
10	盛土	259.2
11	盛土	265.3
12	切土	265.7
13	土工なし	267.7
14	切土	266.0
15	切土	263.4
16	盛土	270.7
17	切土	275.6
18	土工なし	272.4
19	盛土	276.0
20	切土	278.1
21	切土	278.8
22	土工なし	280.6
23	盛土	278.3
24	切土	277.8
25	土工なし	273.6
26	切土	275.0
27	土工なし	277.9
28	盛土	262.2
29	盛土	255.9
30	土工なし	254.7
31	切土	255.9
32	盛土	259.7
33	切土	261.5
34	盛土	262.6
35	切土	260.4
36	土工なし	264.5
37	盛土	265.1
38	盛土	263.5
39	切土	265.9
40	土工なし	266.9
41	盛土	269.5
42	切土	272.1
43	土工なし	270.8
44	盛土	272.5
45	土工なし	268.4
46	切土	263.4
47	盛土	265.9
48	土工なし	265.4
49	土工なし	270.0
50	盛土	268.8
51	切土	278.3
52	盛土	277.5
53	土工なし	272.6
54	盛土	276.6
55	山麓	282.3
56	山麓	288.5
57	山麓	278.1
58	山麓	271.5
59	山麓	265.5
60	山麓	267.5

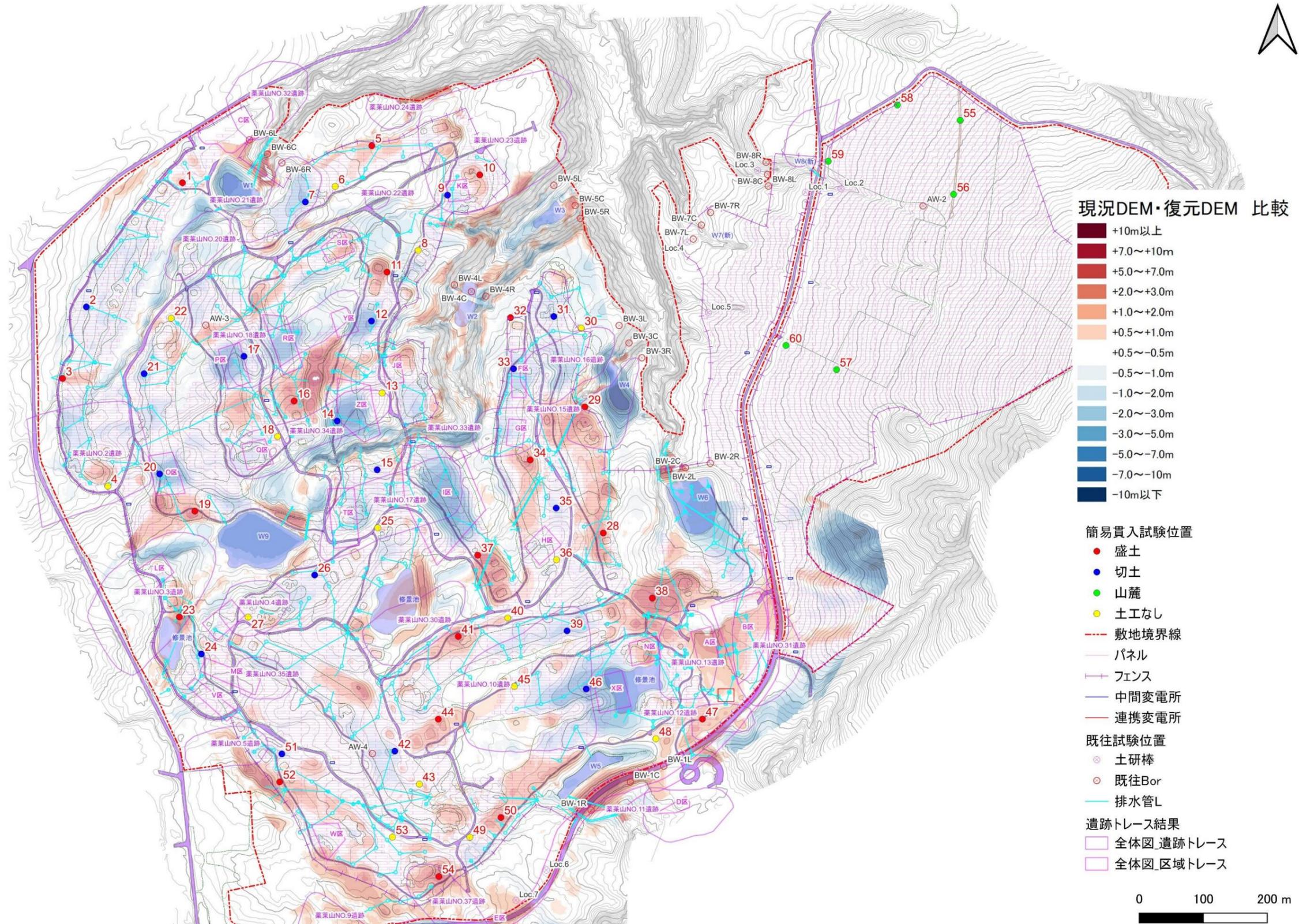


図 3-8 試験位置図

3.3. 簡易動的コーン貫入試験結果

試験箇所の選定結果に基づき、開発区域内で簡易動的コーン貫入試験を実施した。代表的な試験結果を図 3-9～図 3-12 に示す。各箇所の試験結果データシートは巻末資料 b に、試験写真集は巻末資料 c にまとめた。

Nd 値および土質から、開発区域内の表層地質を細分類した。各地質の特徴を表 3-2 に、模式図を図 3-13 に示す。また、試験位置における地質分布を図 3-14 に示す。

ゴルフ場内の表層地質は下位から、岩屑流堆積物 (Td3g、Td3m)、溪流堆積物 (ag : 谷埋盛土の下位のみ)、盛土 (B)、表層砂 (S) に分類できる。Td3 は今回調査により、礫の多い下部層 (Td3g) と、礫の少ない上部層 (Td3m) に分けた (写真-1、2)。Td3g は礫混じり砂質粘性土で、基質の Nd 値は 5~10 程度であり、下位ほど Nd 値が高くなる。層厚は 5m 程度である。Td3c は砂質粘性土からなり、礫は少ない。Nd 値は 5 程度、層厚は 1~2m であり、切土範囲では除去されるため層厚が薄くなる。ag は谷埋盛土の下位に分布する礫混じり砂質土で、Nd 値は 5~10 程度、層厚は 1m 程度である。B はティーイングエリア、谷埋造成した箇所に分布する礫を含む粘性土である。Nd 値は 5 未満で軟質であるが、一部で礫が集積しているため、貫入が困難な場合がある。層厚と差分解析結果比較すると、表 3-3 となる。盛土分布範囲は、差分解析と整合し、差分値が 1~2 の範囲では盛土の層厚と差分値が近い値となっている。差分値が大きい部分で誤差が大きくなるのは、復元図の谷筋位置と実際の谷筋位置の差によると考える。S はゴルフ場表面にある砂層で、Nd 値は 3~10 程度あり、層の中部が締まっている。層厚は 0.5m 程度である。

菓菜山山麓の表層地質は崖錐堆積物 (dt1、dt2、dt3) に分類できる。dt1 は礫混じり砂質粘性土で礫が多い。基質の Nd 値は 15 程度、層厚 5m 以上である。dt2 は dt1 の上位に部分的に分布する再堆積した崖錐堆積物で、dt1 と同様に礫混じり砂質粘性土で礫が多い。基質の Nd 値は 10 程度、層厚 5m 以上である。dt3 は今回調査結果により細分した層で、菓菜山山麓の表層にある軟質な粘性土である。礫は少なく、Nd 値は 5 未満、層厚は 1~2m で、山側の層厚が薄い傾向がある。



写真 3-1 ゴルフ場表層の Td3m
礫が比較的少ない砂質粘性土



写真 3-2 ゴルフ場内の Td3g
部分的に礫が多い

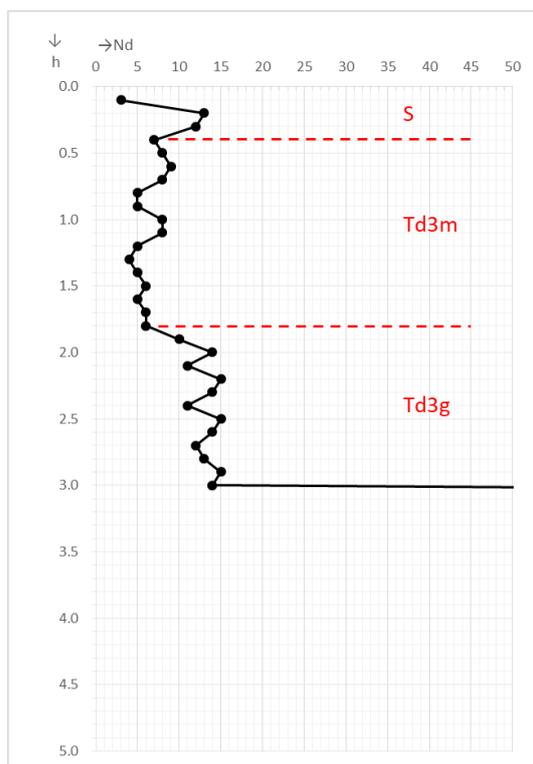


図 3-9 ゴルフ場・土工なしの試験結果例
(No.18)

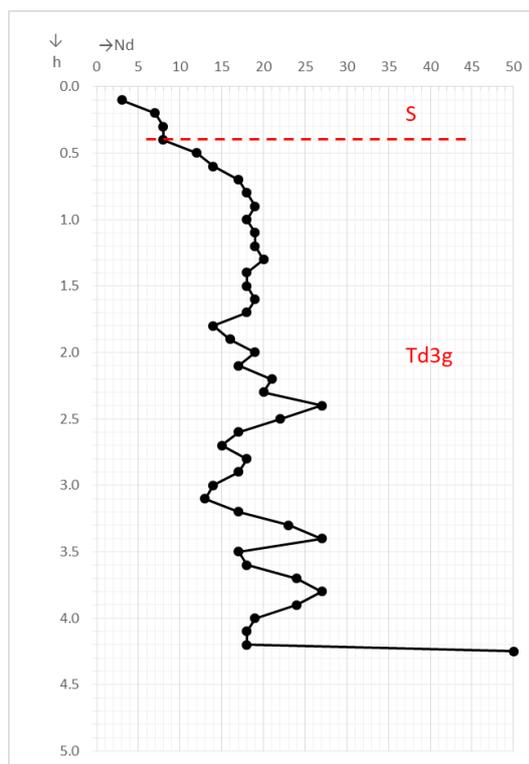


図 3-10 ゴルフ場・切土の試験結果例
(No.17)

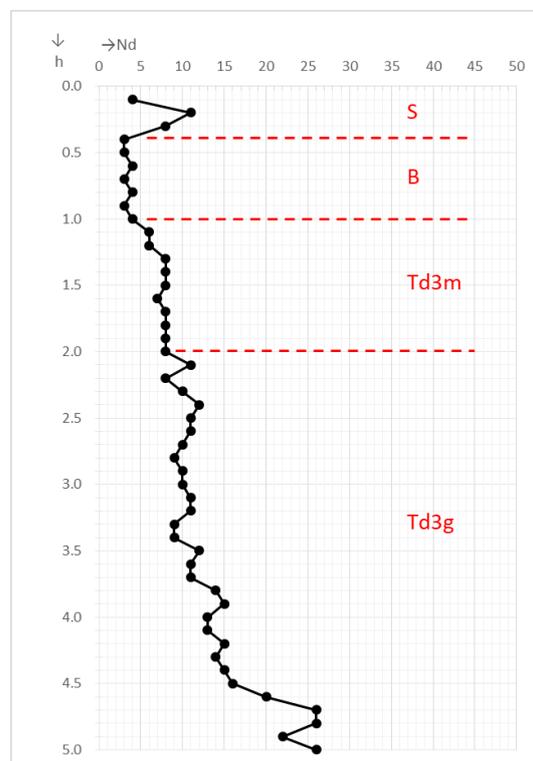


図 3-11 ゴルフ場・盛土の試験結果例
(No.10)

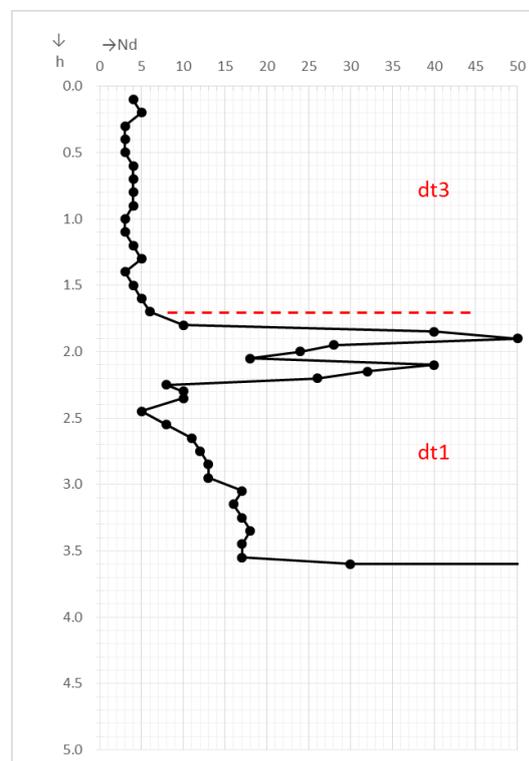


図 3-12 薬菜山山麓の試験結果例
(No.57)

表 3-2 開発区域内の表層地質

位置	地質	記号	特徴	層厚	Nd値
ゴルフ場	表層砂層	S	ゴルフ場の最上位にある砂層。中部が締まっている。	0.5m程度	3~10程度
	盛土	B	ティーイングエリア、谷埋造成した箇所に分布する礫を含む粘性土。一部で礫が集積しているため、貫入が困難な場合がある。	差分解析結果とほぼ同じ	5未満
	溪流堆積物	ag	谷埋盛土の下位に分布する礫混じり砂質土。	1m程度	5~10程度
	岩屑流堆積物	Td3c	Td3上部の砂質粘性土。礫は少ない。	1~2m程度	5程度
		Td3g	Td3下部の礫混じり砂質粘性土。下位ほど基質が締まっている。	5m程度	5~10程度
Td2		締まった礫層で、試験範囲には出現しない。既往ボーリング結果では、N値は50以上。	5m程度	50以上	
葉菜山山麓	崖錐堆積物	dt3	dt最上位にある軟質な粘性土。礫は少ない。	1~2m程度	5未満
		dt2	礫混じり砂質粘性土。礫が多い。	5m以上	10程度
		dt1	礫混じり砂質粘性土。礫が多い。	5m以上	15程度

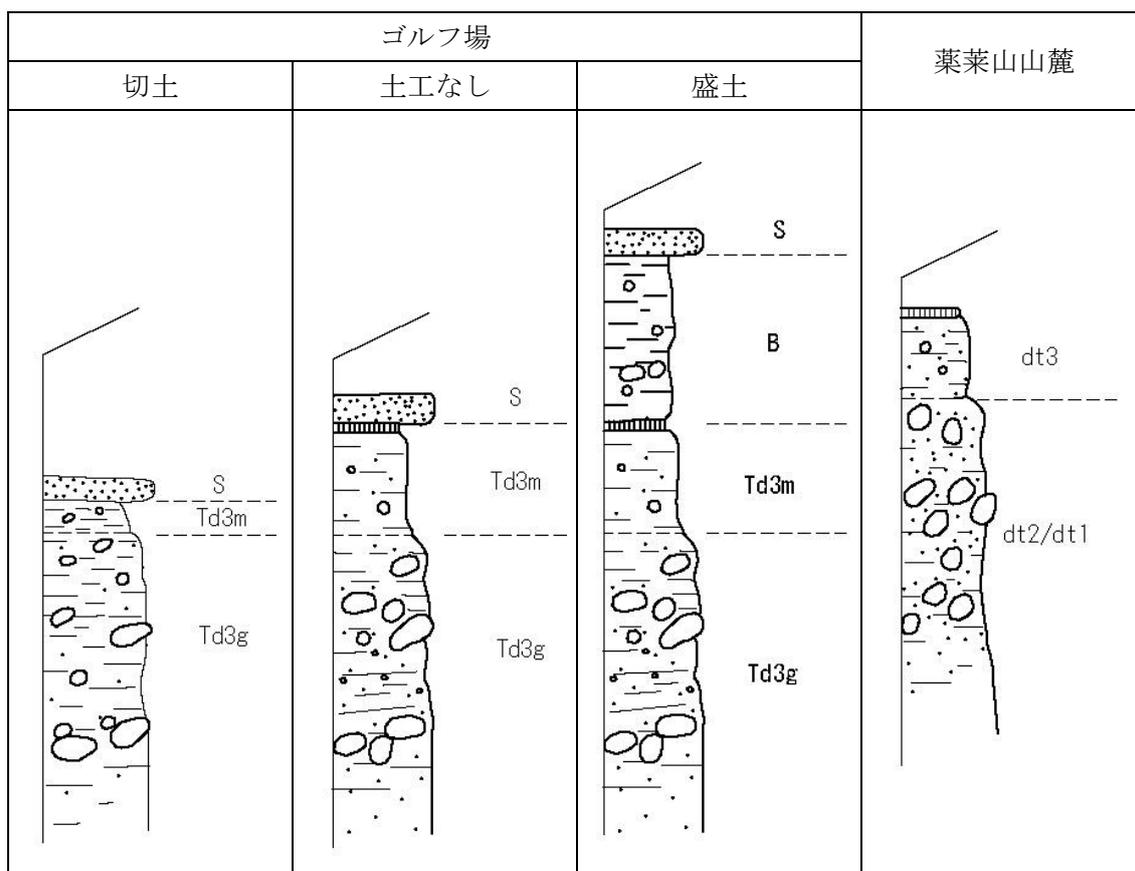


図 3-13 土工 (差分結果) と表層地質区分の模式図

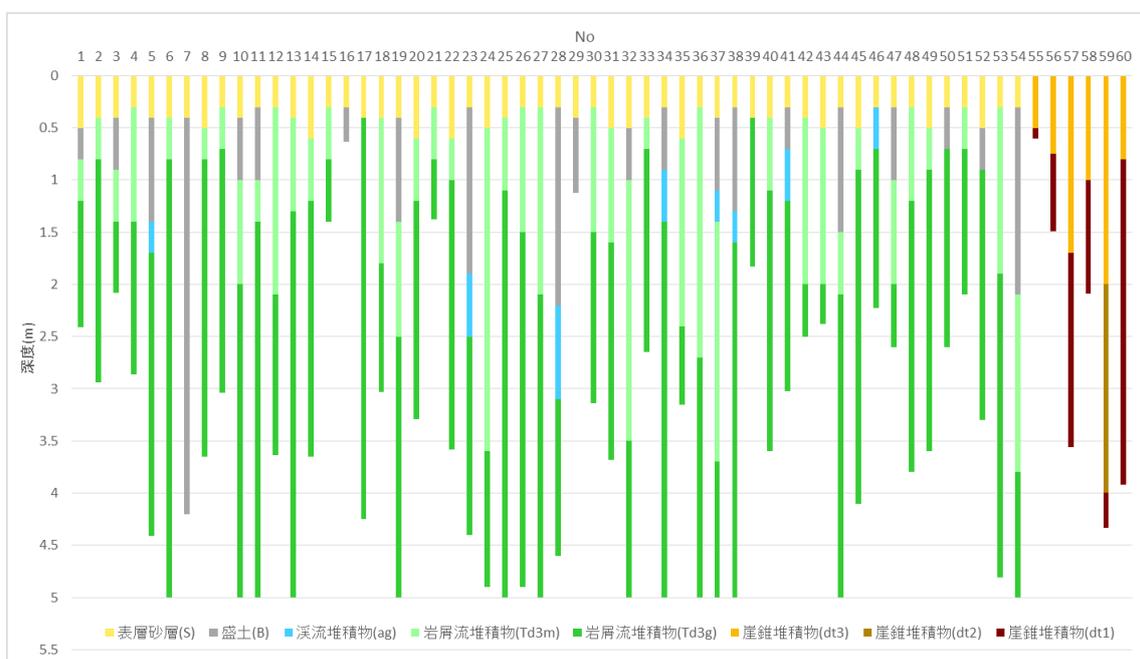


図 3-14 試験位置における地質分布

表 3-3 差分結果と盛土の厚さ

No	土工	S+B (m)	差分値 (m)	差	
1	盛土	0.8	0.5	0.3	38%
3	盛土	0.9	2.0	1.1	122%
5	盛土	1.4	1.6	0.2	14%
10	盛土	1.0	1.4	0.4	40%
11	盛土	1.0	2.2	1.2	120%
16	盛土	0.63以上	3.0	-	-
19	盛土	1.4	2.7	1.3	93%
23	盛土	1.9	3.5	1.6	84%
28	盛土	2.2	2.5	0.3	14%
29	盛土	1.12以上	2.0	-	-
32	盛土	1.0	-0.1	1.1	110%
34	盛土	0.9	3.1	2.2	244%
37	盛土	1.1	1.7	0.6	55%
38	盛土	1.3	5.5	4.2	323%
41	盛土	0.7	4.3	3.6	514%
44	盛土	1.5	1.8	0.3	20%
47	盛土	1.0	0.9	0.1	10%
50	盛土	0.7	3.0	2.3	329%
52	盛土	0.9	1.3	0.4	44%
54	盛土	2.1	4.4	2.3	110%

3.4. 換算 N 値

得られた Nd 値は、岡田の式により N 値へ換算した。B、Td3m、Td3g、dt3、dt2、dt1 は粘性土で換算し、S、ag は砂質土で換算した。

$$Nd > 4$$

$$N = 0.7 + 0.34Nd \text{ (粗粒土)}$$

$$N = 1.1 + 0.30Nd \text{ (砂質土)}$$

$$N = 0.7 + 0.34Nd \text{ (粘性土)}$$

$$Nd \leq 4$$

$$N = 0.7 + 0.50Nd \text{ (粗粒土)}$$

$$N = 0.7 + 0.66Nd \text{ (砂質土)}$$

$$N = 0.7 + 0.75Nd \text{ (粘性土)}$$

地質毎の換算結果をヒストグラムにまとめた(図 3-15～図 3-22)。地質毎の換算 N 値の一覧を表 3-4 に示す。

表層砂 S の N 値ヒストグラムを図 3-15 に示す。グラフのピークは N 値 3～4 に現れる。N 値が 5 以上になるものは少ない。累積相対頻度は、N 値 2～4 で急勾配になり 9 割に達する。均質な緩い砂層であり、侵食に弱く流出しやすいが、ゴルフ場の芝と排水工が機能して変状はない。

盛土 B の N 値ヒストグラムを図 3-16 に示す。グラフのピークは N 値 2 に現れる。右裾が長い分布は、盛土に含まれる礫の影響である。累積相対頻度は、N 値 1～3 で急勾配になり 7 割以上になる。したがって、軟質な粘性土主体の盛土であり、一般的なスクリー杭での対応は難しい。

溪流堆積物 ag の N 値ヒストグラムを図 3-17 に示す。グラフのピークは N 値 3～4 に現れる。累積相対頻度も N 値 3～4 で急勾配になり、7 割以上になる。礫当りは比較的少ない。

岩屑流堆積物 Td3m の N 値ヒストグラムを図 3-18 に示す。グラフのピークは N 値 4 に現れる。累積相対頻度は N 値 2～4 で急勾配になり、7 割以上になる。礫当りの頻度は 1 割程度であり、比較的均質でやや軟質な粘性土層であり、一般的なスクリー杭で対応可能である。

岩屑流堆積物 Td3d の N 値ヒストグラムを図 3-19 に示す。グラフのピークは N 値 6～7 に現れる。累積相対頻度は N 値 5～7 で急勾配になるが、全体として N 値 3～9 まで比較的滑らかに上昇する。また、礫当りの頻度が 2 割程度認められる。一部で礫が密集するが、その頻度は低く、一般的なスクリー杭で対応可能である。

崖錐堆積物 dt3 の N 値ヒストグラムを図 3-20 に示す。グラフのピークは N 値 2 に現れる。累積相対頻度も N 値 2 で急勾配であり、礫が少ない比較的均質な粘性土である。軟質であり、一般的なスクリー杭での対応は難しい。

崖錐堆積物 dt2 の N 値ヒストグラムを図 3-21 に示す。グラフのピークは N 値 4 に現れる。累積相対頻度も N 値 4 で急勾配になる。

崖錐堆積物 dt1 の N 値ヒストグラムを図 3-22 に示す。グラフに明瞭なピークはなく、不均質な地質である。累積相対頻度は N 値 4 から緩やかに上昇する。礫当りの頻度が 5 割程度認められ、杭の施工では先行掘削が必要になる場合が考えられる。

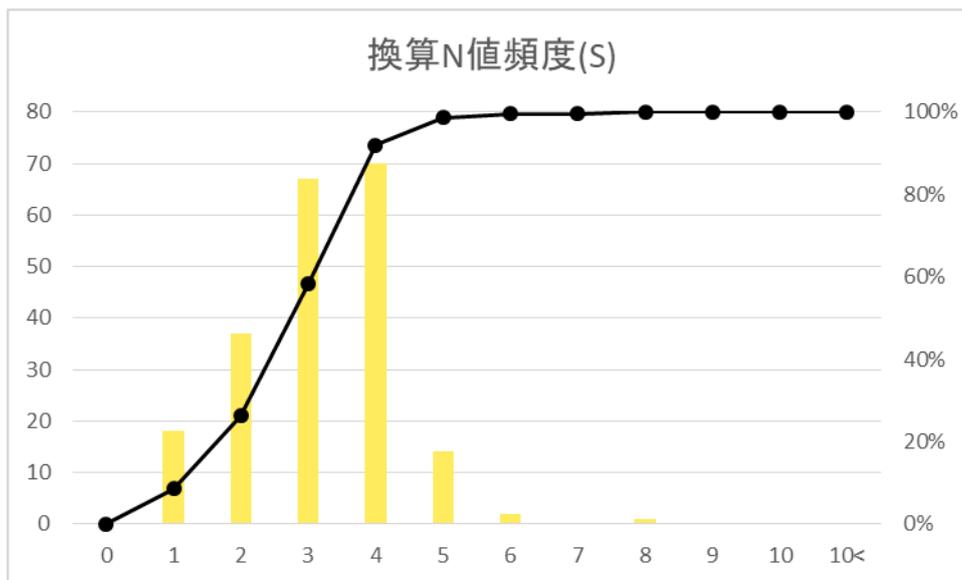


図 3-15 換算 N 値のヒストグラム (表層砂 S)

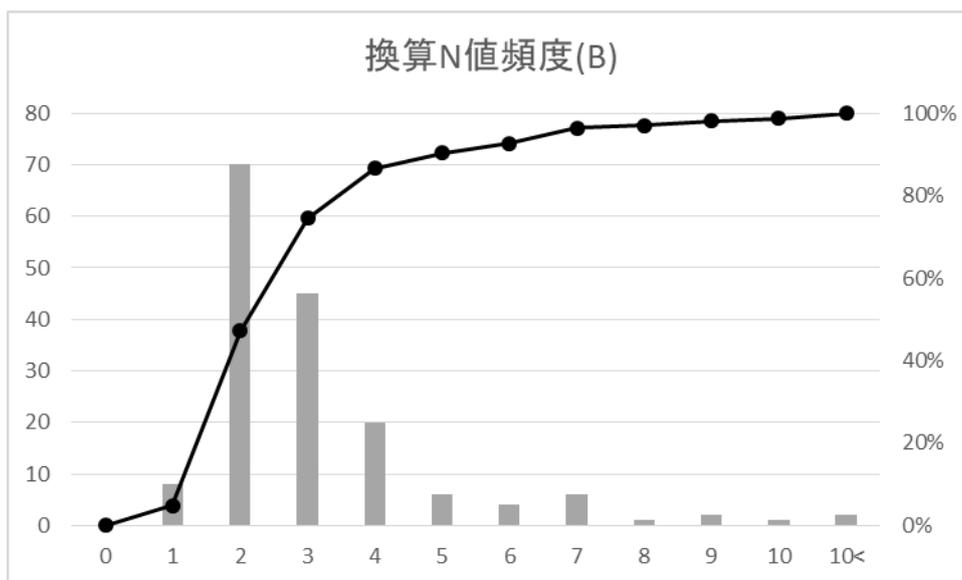


図 3-16 換算 N 値のヒストグラム (盛土 B)

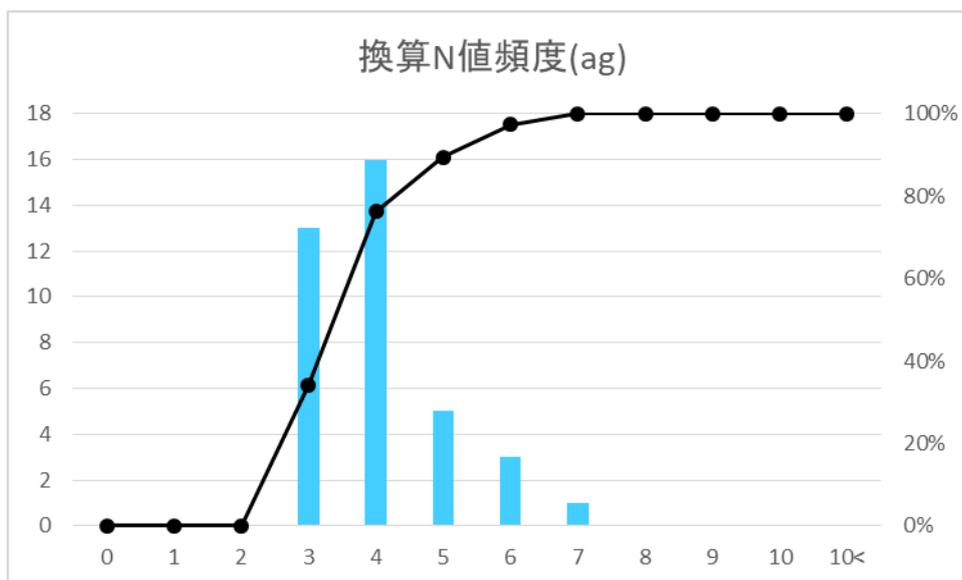


図 3-17 換算 N 値のヒストグラム (溪流堆積物 ag)

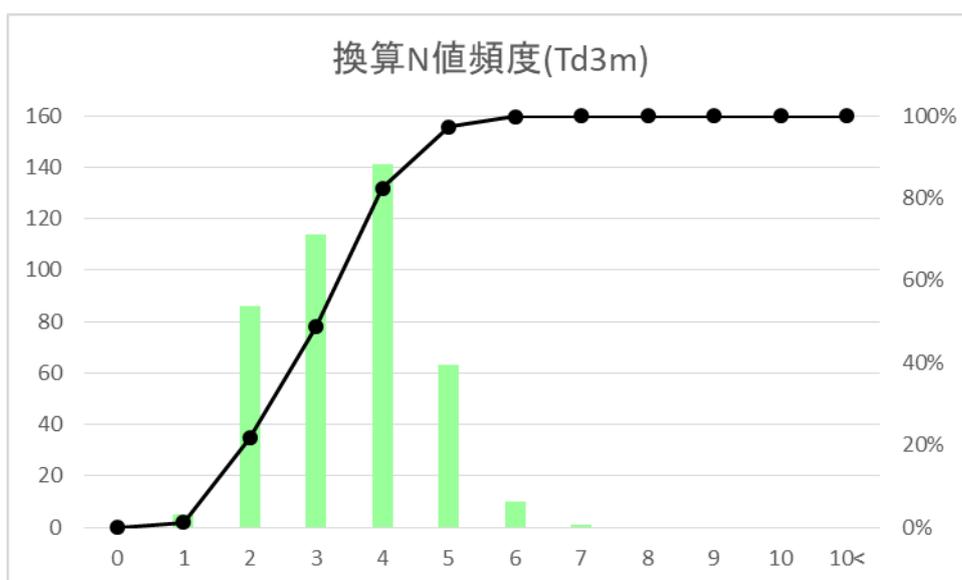


図 3-18 換算 N 値のヒストグラム (岩屑流堆積物 Td3m)

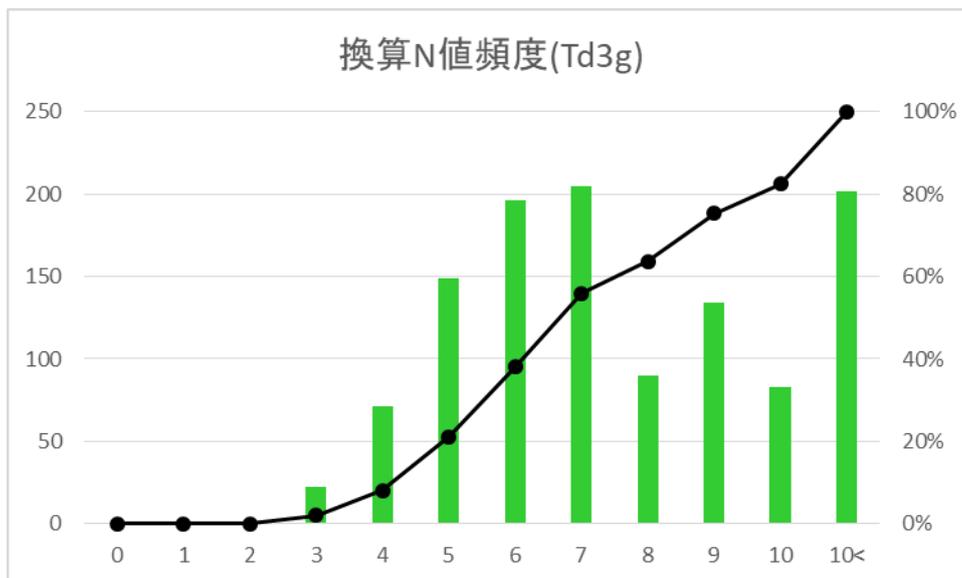


図 3-19 換算 N 値のヒストグラム (岩屑流堆積物 Td3g)

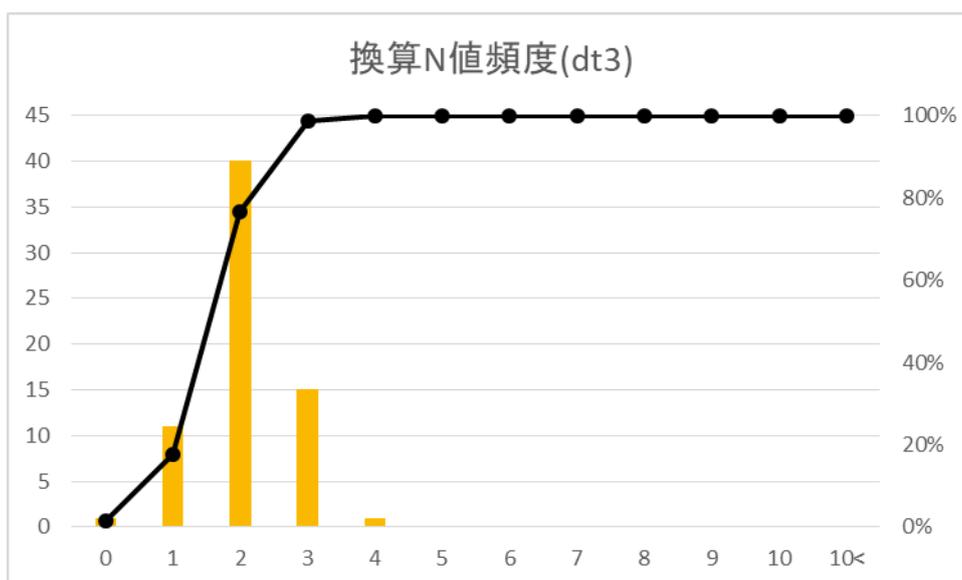


図 3-20 換算 N 値のヒストグラム (崖錐堆積物 dt3)

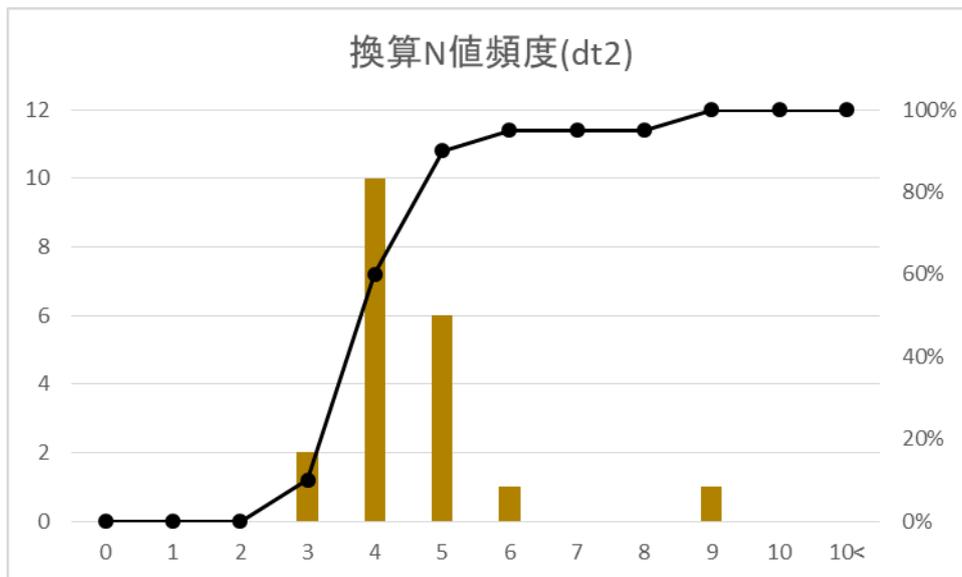


図 3-21 換算 N 値のヒストグラム (崖錐堆積物 dt2)

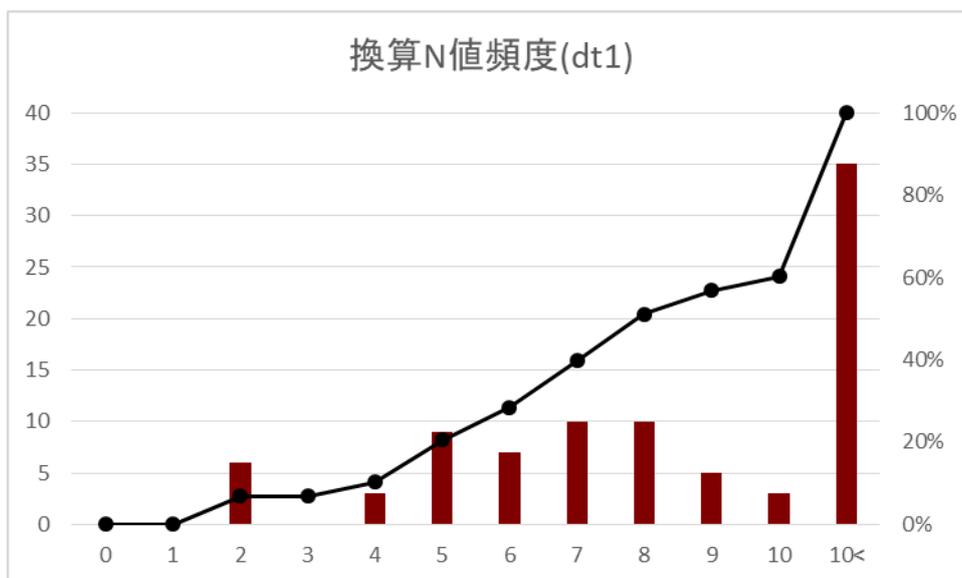


図 3-22 換算 N 値のヒストグラム (崖錐堆積物 dt1)

表 3-4 地質毎の換算 N 値

地質		換算N値		
		最小値	最大値	最頻値
ゴルフ場	表層砂(S)	1	8	4
	盛土(B)	1	10	2
	溪流堆積物(ag)	3	7	4
	岩屑流堆積物(Td3m)	1	15	4
	岩屑流堆積物(Td3g)	1	19	7
薬菜山山麓	崖錐堆積物(dt3)	0	4	2
	崖錐堆積物(dt2)	3	9	4
	崖錐堆積物(dt1)	2	19	8

4. まとめ

開発区域内で簡易動的コーン貫入試験を実施し、以下のことがわかった。

- ・ゴルフ場内の表層地質は下位から、岩屑流堆積物 (Td3g、Td3m)、溪流堆積物 (ag)、盛土 (B)、表層砂 (S) に分類できる。
- ・岩屑流堆積物 (Td3g、Td3m) は一般的なスクリー杭で対応可能である。
- ・盛土 (B) の分布は差分解析結果と整合する。盛土は N 値 1~3 の軟弱な粘性土であり、一般的なスクリー杭での対応は難しい。また、一部は礫が集積しているため、貫入が困難な場合がある。
- ・薬菜山山麓の表層地質は崖錐堆積物 (dt1、dt2、dt3) に分類できる。
- ・崖錐堆積物 (dt1) は礫混じり粘性土で不均質である。基質の N 値は 4 以上あるが、礫が多く、杭の施工では先行掘削が必要になる場合が考えられる。
- ・崖錐堆積物 (dt3) は礫が少ない比較的均質な粘性土である。N 値 2 程度の軟弱な粘性土であり、一般的なスクリー杭での対応は難しい。