

1.2 目的及び位置

本業務は、小谷村大字中土字太田で実施した令和7年度村単事業土谷地区移住定住促進住宅建設用地地盤調査業務の結果を取りまとめたものである。

調査地は村営住宅の建設が計画されている。計画地盤の支持力度を求めるための基礎資料として表面波探査を実施した。

当初、スクリーウエイト貫入試験を実施したが、表層は礫が多くスクリーウエイト貫入試験では貫入できなかった。そのため、スクリーウエイト貫入試験に代わり表面波探査（レイリー波探査）を実施した。



写真 1-1 土質は粘土質礫でマトリックスは軟弱であるが礫分が多く、SW 貫入試験では貫入出来ない



写真 1-2 県道側は礫質土（搬入土）が敷設されている

図 1-1 調査位置図

調 査 位 置 図
S=1:200



2. 方 法

2.1 表面波探査

2.1.1 概要

表面波探査は、物理探査の一種である。地震や振動は、実体波と表面波に分類される。地震や地盤面を打撃することによって発生する表面波は、硬い土質ほど速く伝わり、逆に軟らかい土質では遅く伝わるという性質がある。表面波探査は、この性質を応用して、地盤の速度構造を測定し、N値に換算して支持力 q_a (kN/m^2) を求めます。

2.1.2 方法

地面に起振機を設置して、地盤を上下に振動させ表面波（小規模な地震）を発生させる。同時に、二つの検出器（加速度センサーA, B）を設置し、地中を伝わる表面波の速度を計測する。

起振機から発生した表面波は、検出器 A, B の順番に伝わり、検出器 A に到達した時間と検出器 B に到達した時間との差（遅れ時間）から、検出器 AB 間を伝わる表面波速度（＝距離/時間）を計算する。

表面波は、周波数（振動数）によって、伝わる深さが変わる性質を持っている。高い周波数の表面波では浅い部分を、低い周波数の表面波は深い部分まで伝わる性質がある。

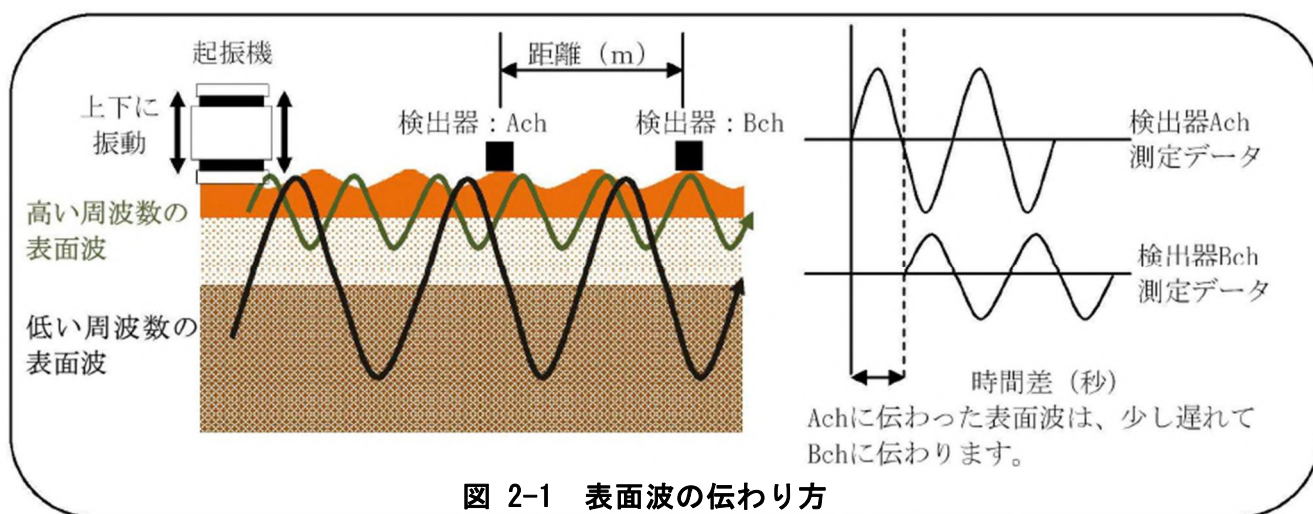
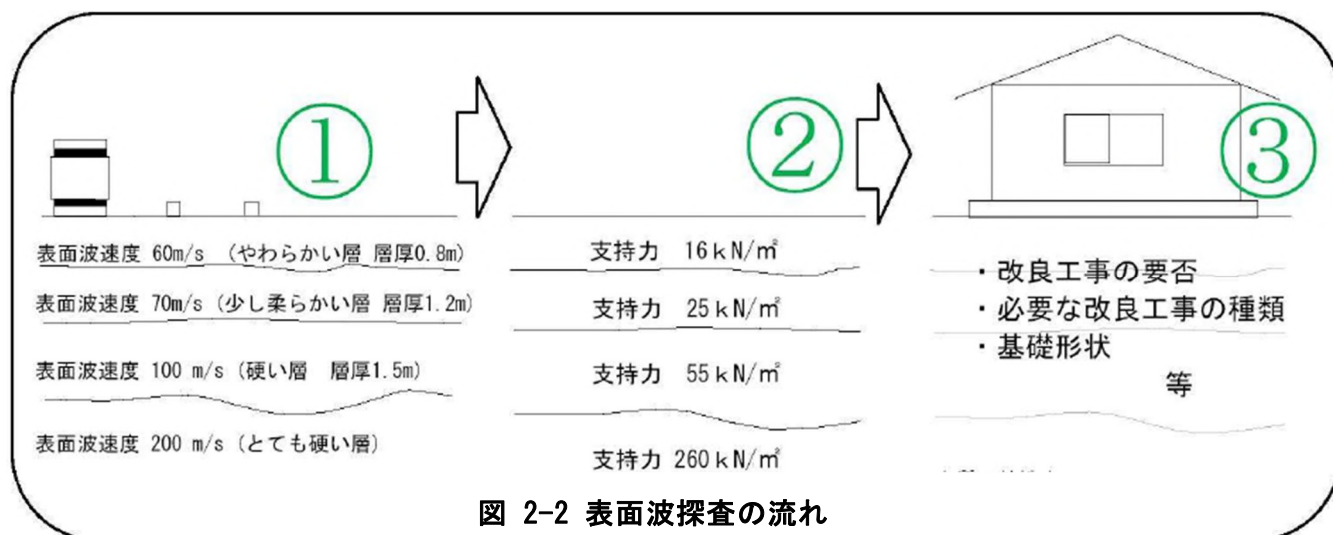


図 2-1 表面波の伝わり方

表面波探査は、コンピュータ制御により起振機の周波数（振動数）を細かく変化させて測定する。

調査の結果、測定位置毎に地盤の硬軟（速度値）、境界深度が得られる①。この結果から、支持力を算出する②。これらの情報が予定構造物の基礎構造設計並びに施工に関する基礎資料となる③。



表面波探査の結果に基づき、平成13年国土交通省告示 第1113号 第1に準じ、“支持力 qa ”を求める。

$$qa = 1/3 (i_c \cdot \alpha \cdot c \cdot N_c + i_\gamma \cdot \beta \cdot \gamma_1 \cdot B \cdot N_\gamma + i_q \cdot \gamma_2 \cdot Df \cdot N_q)$$

qa : 支持力（長期許容応力度）（ kN/m^2 ）

i_c, i_γ, i_q : 基礎に作用する荷重の鉛直方向に対する傾斜角に応じて以下の式によって計算した数値

$$i_c = i_q = (1 - \theta / 90)^2 \quad i_\gamma = (1 - \theta / \phi)^2$$

ϕ : 内部摩擦角 θ : 基礎に作用する荷重の鉛直方向に対する傾斜角

※長期の鉛直荷重を対象とするので 傾斜角 $\theta = 0^\circ$ と考えます。従って $i_c = i_\gamma = i_q = 1.0$ とします。

$$V_s = V_r / 0.954 \quad N = (V_s / 80)^3 \quad \phi = (20N)^{0.5+15}$$

V_s : 換算S波速度 V_r : 表面波速度 N : 換算N値

α, β : 基礎の形状係数

$$\alpha = 1.0 + 0.2(B/L) \quad \beta = 0.5 - 0.2(B/L)$$

L : 基礎荷重面の長辺(m) B : 基礎荷重面の短幅(m)

qu : 基礎底面下にある地盤の一軸圧縮強度（ kN/m^2 ）

c : 基礎底面下にある地盤の粘着力（ kN/m^2 ）

$$qu = (V_s / 134)^{(1/0.443)} \times 98 \quad c = qu / 2$$

N_c, N_γ, N_q : 基礎底面下にある地盤の内部摩擦角 ϕ に応じた支持力係数

γ_1 : 基礎底面下にある地盤の単位体積重量（ kN/m^3 ）

γ_2 : 基礎底面より上方にある地盤の平均単位体積重量（ kN/m^3 ）

※ γ_1, γ_2 の算定は、既存資料や踏査によって土質の概略判断を行い、砂地盤において行います。

$$\gamma_1 = (0.0019V_s + 1.44) \times 9.8 \quad (kN/m^3) \quad [\gamma_2 \text{も同様}]$$

Df : 基礎に近接した最低地盤面から基礎底面までの深さ(m)

土質について : 粘性土地盤では内部摩擦角 $\phi = 0$ とし、砂質土地盤においては粘着力 $c = 0$ とし算定を行います。

その他 : 根入れ効果は考慮していません($Df = 0$)。

※ 表面波探査法は、平成13年国土交通省告示 第1113号 第1・第六号に記載されている物理探査の一手法です。

※ 先端建設技術・技術審査証明事業実施法人（国土交通大臣認定）財団法人先端建設技術センターより「表面波探査法による地盤調査」として技術審査の証明を取得しました。

（技審証第0904号、平成9年取得、平成19年追加・更新）

平成19年の更新により、小規模建物を築造する際の沈下量予測情報取得が可能な技術であることが追加されました。

※ 表面波探査は、すべての住宅瑕疵担保責任保険法人の設計施工基準に則っています。

3. 地形地質概要

3.1 地 形

太田地区は、新潟県境に位置する長野県小谷村のほぼ中央部に位置する。小谷村中央部を北方向に流れる姫川の東側に位置し、東北東から合流する土谷川の右岸側斜面にあたる。

姫川の東側は、主稜線が北北東-南南西方向の、褶曲した新第三系堆積岩類からなる山地が存在する。北から奥西山(1,616m)、中西山(1,740m)、東山(1,849m)、黒花山(1,800m)及び柄山(1,339m)が連なるこの山地は、しばしば小谷山地と称される。この山地では大小の地すべり地形や崩壊地形が発達する。それらの中には滑動中、または最近滑動したものも多く、土砂災害が頻発している。

地すべり及び崩壊地形の素因として砂岩・泥岩を主とする新第三系堆積岩類の岩質と、それらの褶曲(地質構造)が重要である。また地すべり及び崩壊の誘因は主に集中豪雨や融雪水と考えられているが、糸魚川-静岡構造線活断層系などに起因する強震動も無視できないであろう。

(「白馬岳地域の地質」地質調査総合センター)

3.2 地 質

日本列島は、本州中央部を横断するフォッサマグナを境に、西南日本と東北日本に分けられる。西南日本は更に中央構造線により内帯と外帯に区分される。

調査地付近はフォッサマグナの西寄りに位置し、フォッサマグナの西縁は糸魚川-静岡構造線が南北に縦走している。この構造線を挟んだ東と西では地質がことなり、西側では中・古生層や第四紀の火山活動による噴出物・溶岩が、東側では新第三系の堆積岩類を主体とする地層が分布する。

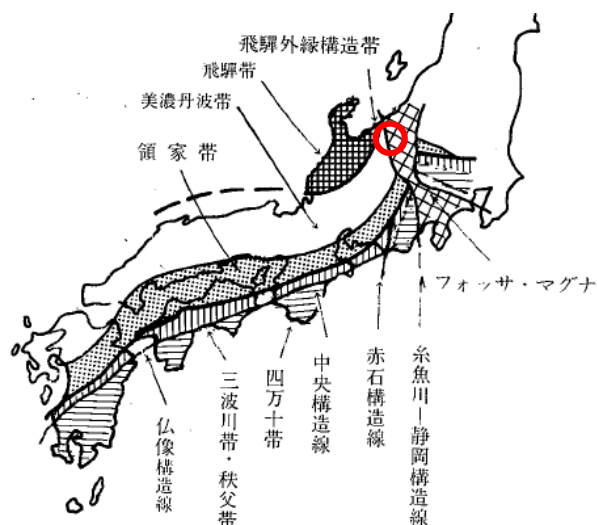


図 3-1 西南日本帯状構造分布図

「白馬岳地域の地質」地質調査総合センターによると、業務地付近には雨中層が分布する。主に中谷川から南方で、土谷川下流域、雨中にかけて分布し、層厚は約 1,100m である。

本層は一般に塊状の砂質泥岩-泥質砂岩からなり、中粒砂岩を狭在する。砂質泥岩-泥質砂岩はふつう暗灰-暗青灰色ときに灰緑色を呈し、一般にノジュールを含む。一般にほぼ塊状を呈するが、ほぼ平行の葉理があるときや細粒砂岩と互層することもある。最上部ではときに凝灰質になることがある。

一方、「小谷村誌」では、中土累層長崎砂岩泥岩層に分類されている。長崎砂岩泥岩層は砂岩泥岩の互層で、走向傾斜は NE-SW 方向で SE 方向に傾斜している。計画地の西側には中土破碎帯が走向方向に通っている。付近の岩盤はその影響で破碎されており、地すべり地形が連なっている。

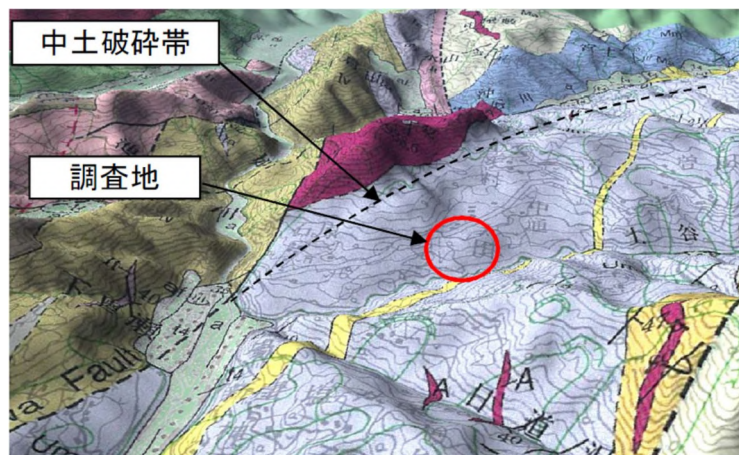


図 3-2 中土破碎帯

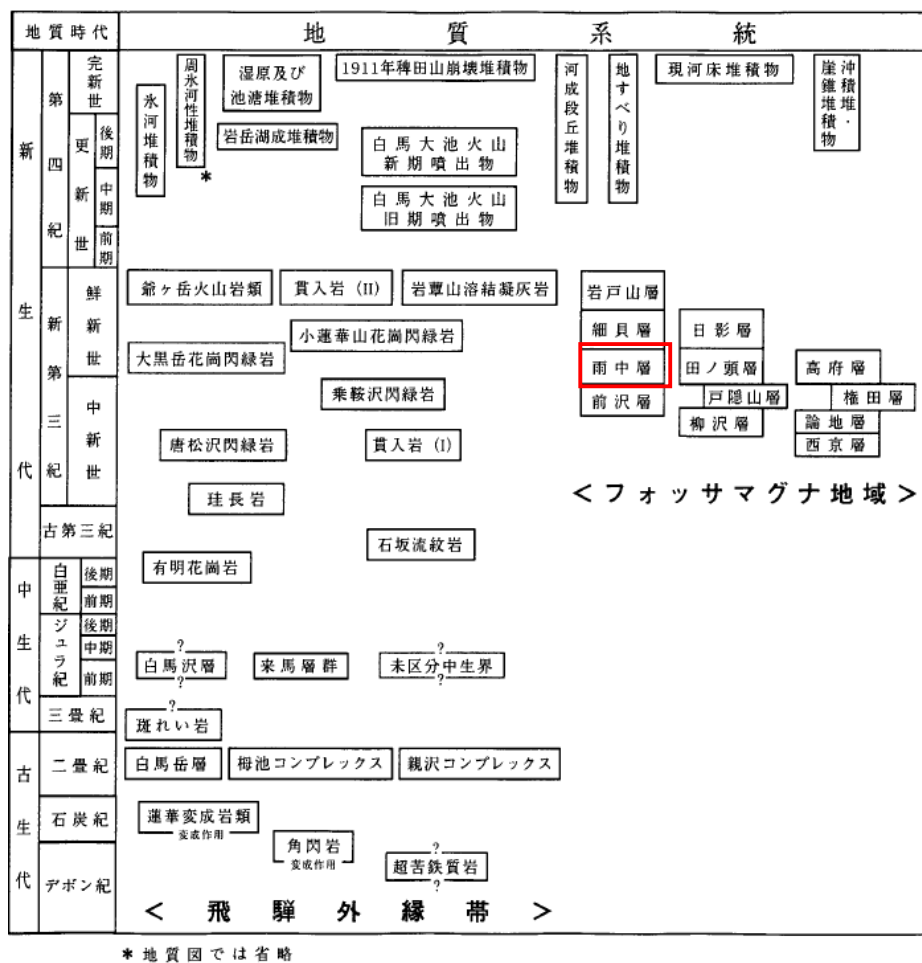


図 3-3 調査地付近の地質総括図

「白馬岳地域の地質-地質調査総合センター」より

表 3-1 第三系の層序比較

本報告	田中ほか(1971)					
岩戸山層			北城累層	通凝灰角礫岩溶岩層	浅間山凝灰角礫岩溶岩層	
				立ノ間凝灰岩質泥岩層	川内累層	
				高戸山凝灰角礫岩溶岩層	千国火山礫岩層	
				矢崎山凝灰岩溶岩層	平倉山凝灰角礫岩層	美麻累層
細貝層	奉納砂岩礫岩層	南小谷累層	岩戸山凝灰角礫岩溶岩層			新行凝灰岩礫岩層
			細貝凝灰岩礫岩層(上部)			峠砂質泥岩層
			細貝凝灰岩礫岩層(下部)			南谷地凝灰岩礫岩層
雨中層	六合泥岩砂岩層		雨中砂岩泥岩層			
	長崎砂岩泥岩層					
前沢層	小谷温泉泥岩層					

「白馬岳地域の地質」

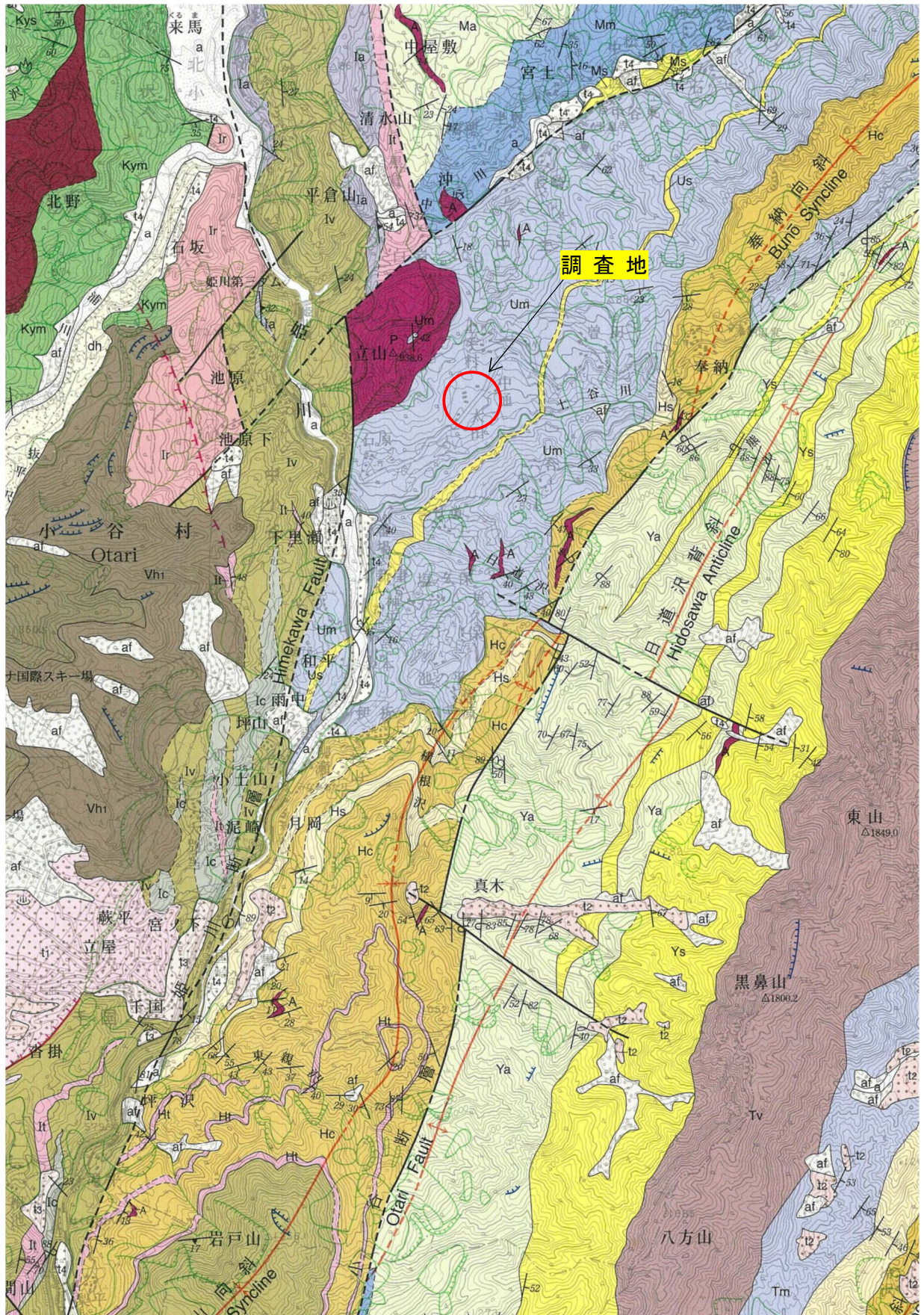


図 3-4 地質概要図 (S=1:50, 000)

「白馬岳地域の地質-地質調査総合センター」

第四紀 Quaternary	全新世 Holocene	現河床堆積物 Present river bed deposits	a	礫・砂・シルト Gravel, sand and silt
		1911 年稗田山崩壊堆積物 1911 Hiedayama Debris Avalanche Deposits	dh	礫・砂・シルト Gravel, sand and silt
		湿原及び池沼堆積物 Wetland or small pond deposits	pt	礫・砂・シルト・泥炭・黒泥 Gravel, sand, silt, peat and muck
		最低位河成段丘堆積物 Lowest fluvial terrace deposits	l4	礫・砂・シルト Gravel, sand and silt
	更新世—完新世 Pleistocene to Holocene	沖積錐堆積物 Alluvial fan or cone deposits	af	礫・砂・シルト Gravel, sand and silt
		崖堆積物 Talus deposits	tl	礫・砂・シルト Gravel, sand and silt
		低位河成段丘堆積物 Lower fluvial terrace deposits	l3	礫・砂・シルト Gravel, sand and silt
		中位河成段丘堆積物 Middle fluvial terrace deposits	l2	礫・砂・シルト Gravel, sand and silt
		高位河成段丘堆積物 Higher fluvial terrace deposits	l1	礫・砂・シルト Gravel, sand and silt
		岩岳湖成堆積物 Iwatake Glaciolacustrine Deposits	gl	砂・シルト・粘土・泥炭 Sand, silt, clay and peat
新第三紀 Neogene	鮮新世 Pliocene	小谷断層以西地域 Western Area from Otari Fault		
		岩戸山層 Iwatoyama Formation	It	黒雲母デイサイト及び黒雲母斜方輝石デイサイト凝灰岩(一部溶結) Biotite dacite and biotite-orthopyroxene dacite tuff (partly welded)
			Ic	デイサイト凝灰質砂岩礫岩互層 Alternating beds of dacite tuffaceous sandstone and conglomerate
			Ia	無斑晶安山岩溶岩・火山角礫岩 Aphyric andesite lava and volcanic breccia
			Iv	(かんらん石角閃石含有) 単斜輝石斜方輝石安山岩溶岩・火山角礫岩・凝灰角礫岩 (Olivine-hornblende bearing) clinopyroxene-orthopyroxene andesite lava, volcanic breccia and tuff breccia
		細貝層 Hosogai Formation	Ht	黒雲母デイサイト及び黒雲母斜方輝石デイサイト凝灰岩(一部溶結) Biotite dacite and biotite-orthopyroxene dacite tuff (partly welded)
			Hc	礫岩 Conglomerate
			Hs	中—粗粒砂岩(砂質泥岩を伴う) Medium- to coarse-grained sandstone (with sandy mudstone)
			Us	塊状—厚層理中—粗粒砂岩 Massive to thick-bedded medium- to coarse-grained sandstone
		雨中層 Uchū Formation	Um	塊状砂質泥岩—泥質砂岩(中粒砂岩を伴う) Massive sandy mudstone and muddy sandstone (with medium-grained sandstone)
			Ms	塊状—厚層理中—粗粒砂岩(砂質泥岩を伴う) Massive to thick-bedded medium- to coarse-grained sandstone (with sandy mudstone)
	後中新世 Late Miocene	前沢層 Maesawa Formation	Mm	塊状砂質泥岩 Massive sandy mudstone
			Ma	砂質泥岩細粒砂岩互層 Alternating beds of sandy mudstone and fine-grained sandstone
			Yt	安山岩凝灰質中—粗粒砂岩 Andesite tuffaceous medium- to coarse-grained sandstone
			Ys	塊状—厚層理中—粗粒砂岩(砂質泥岩を伴う) Massive to thick-bedded medium- to coarse-grained sandstone (with sandy mudstone)
後中新世 Late Miocene	日影向斜地域 Hikage Syncline Area	柳沢層 Yanagisawa Formation	Ym	塊状砂質泥岩 Massive sandy mudstone
			Ya	砂質泥岩中—粗粒砂岩互層 Alternating beds of sandy mudstone and medium- to coarse-grained sandstone

図 3-5 地質図凡例

4. 調査結果

4.1 調査地状況

太田地区は、農政の地すべり防止区域「上手村」地区内に位置する。資料や聞き取りから、上手村地区は明治34年と昭和8年に大規模な地すべりがあったといわれている。近年では平成24年3月に、計画地から100m程下里瀬の県道沿いで地すべりが発生した。

1/25000の地形図を見ると、計画地には大規模な地すべりブロックが読み取れる。下図に示すブロックは、地形図から読み取れる比較的大きな規模のブロックを抽出したもので、それぞれのブロックは更に細分化される。村営住宅計画地の東側には、丘状地形が存在する。この丘状地形も地すべり地形内に形成された丘であると見られる。

太田地区では地すべり防止事業や災害復旧事業による対策工事が実施され、地すべり滑動は収束している。

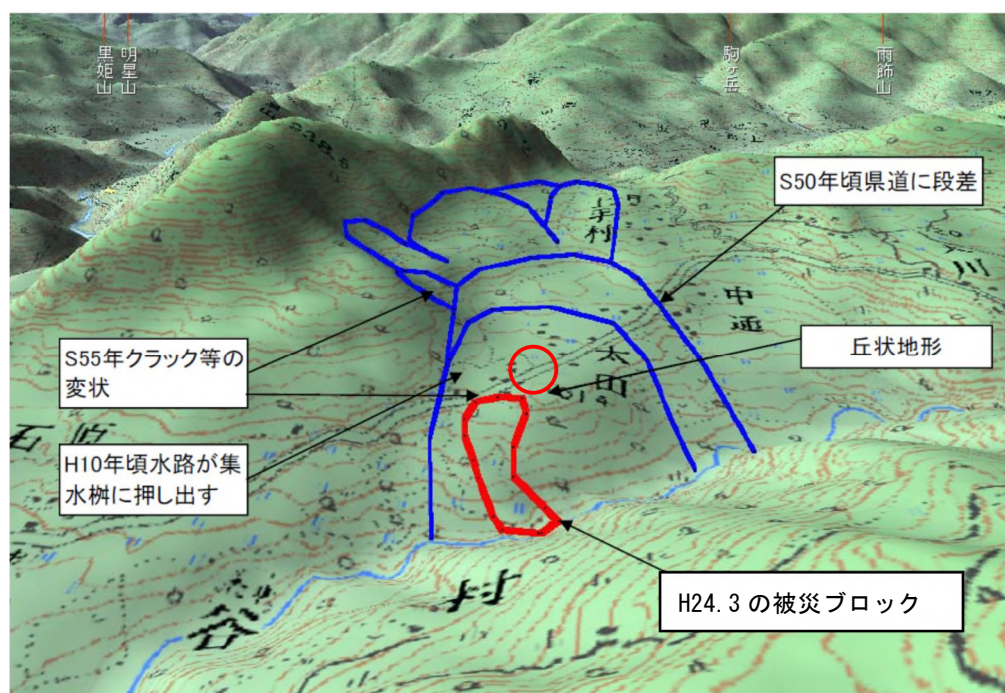


図 4-1 付近の地すべり地形

※青色の地すべり地形は地すべり防止事業で扱っているブロックとは異なる。

4.2 層区分グラフ（区間速度）

各地点の表面波区間速度は、以下のとおりである。

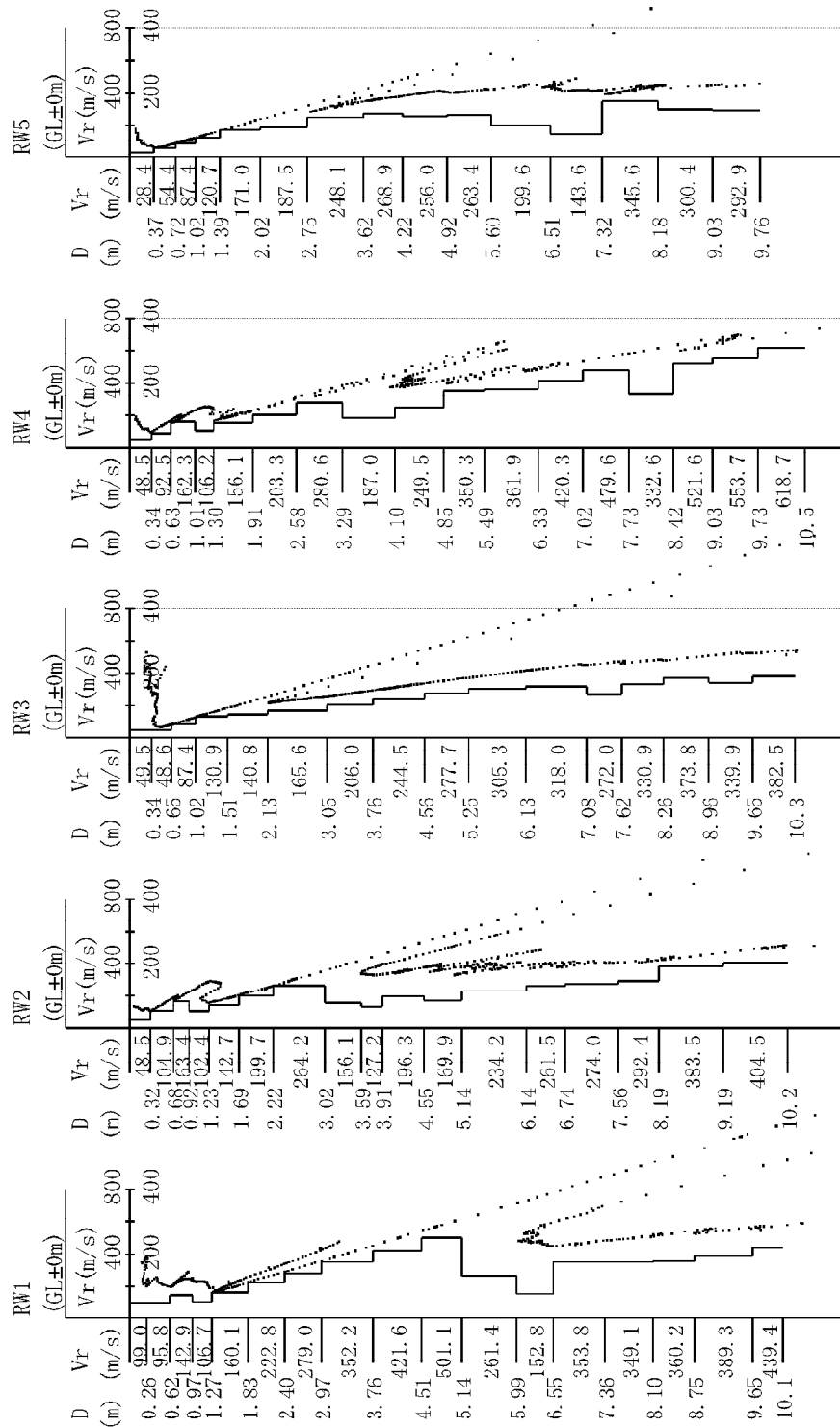


図 4-2 区間速度 V_r (m/s)

4.3 換算 N 値

表面波区間速度から換算 N 値を求めると、以下のようになる。

表 4-1 表面波区間速度 V_r から求めた換算 N 値

RW1		RW2		RW3		RW4		RW5	
D (m)	N 値	D (m)	N 値	D (m)	N 値	D (m)	N 値	D (m)	N 値
0.26	2.2	0.32	0.3	0.34	0.3	0.34	0.3	0.37	0.1
0.62	2.0	0.68	2.6	0.65	0.3	0.63	1.8	0.72	0.4
0.97	6.6	0.92	9.8	1.02	1.5	1.01	9.6	1.02	1.5
1.27	2.7	1.23	2.4	1.51	5.0	1.30	2.7	1.39	4.0
1.83	9.2	1.69	6.5	2.13	6.3	1.91	8.6	2.02	11.2
2.40	24.9	2.22	17.9	3.05	10.2	2.58	18.9	2.75	14.8
2.97	48.9	3.02	41.5	3.76	19.7	3.29	49.7	3.62	34.4
3.76	98.3	3.59	8.6	4.56	32.9	4.10	14.7	4.22	43.7
4.51	168.6	3.91	4.6	5.25	48.2	4.85	34.9	4.92	37.7
5.14	283.0	4.55	17.0	6.13	64.0	5.49	96.7	5.60	41.1
5.99	40.2	5.14	11.0	7.08	72.3	6.33	106.6	6.51	17.9
6.55	8.0	6.14	28.9	7.62	45.3	7.02	167.0	7.32	6.7
7.36	99.6	6.74	40.2	8.26	81.5	7.73	248.2	8.18	92.9
8.10	95.7	7.56	46.3	8.96	117.5	8.42	82.8	9.03	61.0
8.75	105.1	8.19	56.2	9.65	88.3	9.03	319.2	9.76	56.5
9.65	132.7	9.19	126.9	10.30	125.9	9.73	381.9		
10.10	190.8	10.20	148.9			10.50	532.8		

D
N 値

深度
換算 N 値

N < 2
2 ≤ N < 5
5 ≤ N

表 5.5.2 建物の荷重

階数	荷重 (kN/m ²)
1 階建て	7 (5 ~ 9)
2 階建て	10 (8 ~ 12)
3 階建て	14 (12 ~ 16)

一般的な木造・鉄骨造住宅の荷重 (総荷重/建築面積)

表 4-2 許容支持力度の目安

表 4-5 N 値と長期許容地耐力の関係 (単位: t/m²)

地盤の種別	砂質地盤	沖積粘性土	洪積粘性土	関東ローム
Dunham 式 (旧) 日本住宅公団他	N 0.8 N	1.17 N N	— (2~5) N	— 3 N

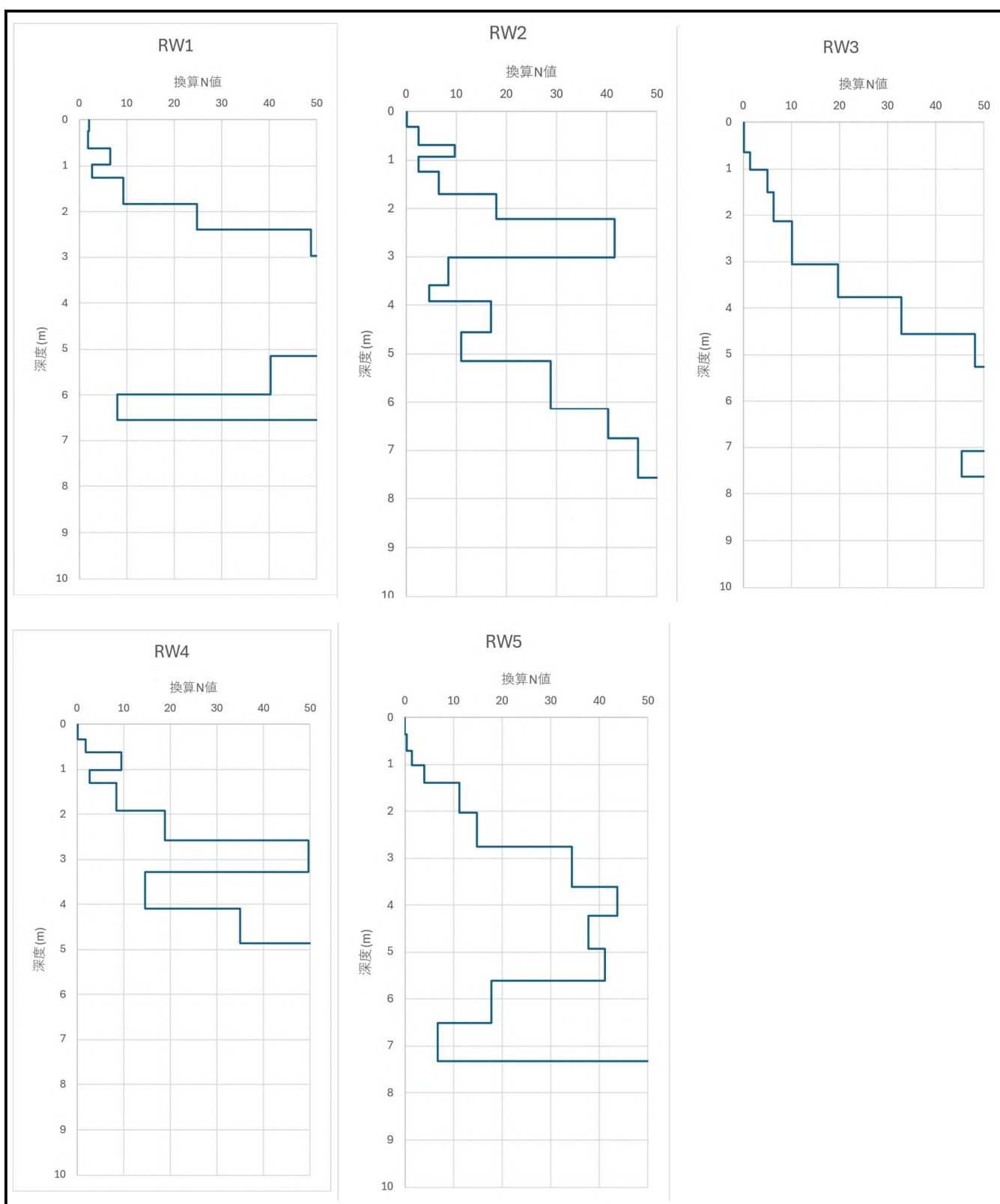


図 4-3 各地点の換算 N 値分布

換算 N 値より地盤支持力度を試算した。試算にあたり土質は砂質土とし、長方形のべた基礎として試算した。計画の基礎形状は現段階では未定のため、基礎形状に合わせて再検討する必要がある。

※根切り深度、突き棒貫入以外（深度、グランドレベル、ベンチマーク等）の単位は、メートルにて表示

-18-

5. 考 察

5.1 地盤状況

住宅計画地の東側は丘状地形となっているが、地すべり地内の丘状地形とみられる。

計画地は地すべり防止区域「上手村」内にあり、地すべり対策工事は概成しており、地すべりは休眠状態であるとみられる。

計画地の地盤は粘土質礫で、マトリックス（礫間充填物）は砂混じり～砂質粘土である。表層部は水を含むと軟弱化する。地下水位は低いとみられるが、地下水を含むと抜けにくい（乾きにくい）性質がある。

表層部約 1m までに N 値 2 以下の軟弱土が RW3～RW5 に分布する。

5.2 設計施工上の注意点

表層部約 1m までに N 値 2 以下の軟弱土が RW3～RW5 に分布するため、掘削時に基礎下に軟弱土が残る場合は、置換するなどの対策が必要になる。分布する土のマトリックス（礫間充填物）は水を含むと軟弱化して乾きにくい性質があるため、排水に留意する必要がある。

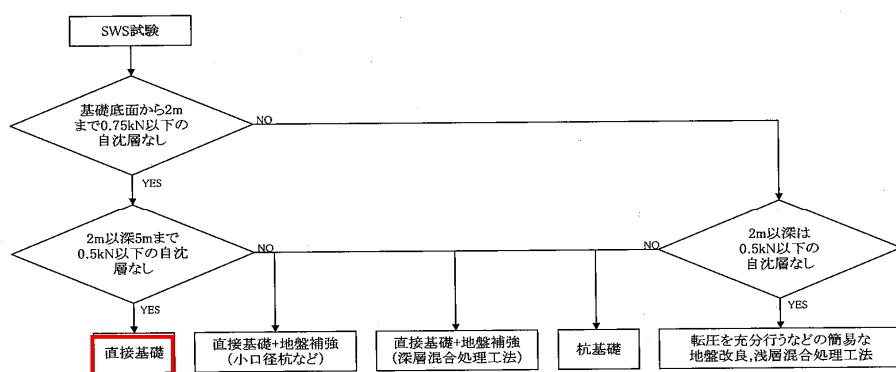


図 5.3.2 SWS 試験の貫入抵抗値による基礎形式の選定例 5.3.2) 一部修正・加筆

図 5-1 基礎形式選定例

小規模建築物基礎設計指針 P73