

平成27年度 委託 第6号

新環境工場等建設に伴う地下水観測業務委託

報 告 書

平成 27 年 9 月

菊池環境保全組合

八洲開発株式会社

目 次

1 . 業務概要	1
2 . 地形・地質概要	6
3 . 調査方法	9
3 . 1 調査ボーリング	9
3 . 2 地下水流向流速測定	10
4 . モニタリング孔設置	14
4 . 1 塩ビ管挿入・仕上げ	15
4 . 2 孔内洗浄・孔口保護	16
5 . 調査結果	21
5 . 1 調査ボーリング	21
5 . 2 孔内水位	24
5 . 3 地下水流向流速測定	28
6 . 調査結果の検討	30
6 . 1 地形地質概要	30
(1) 広域的な地形地質	
(2) 調査地の地形地質	
6 . 2 敷地内の地質分布	35
(1) 南北方向の地質断面図	
(2) 東西方向の地質断面図	
(3) 固結シルト上面等高線図	
6 . 3 地下水状況	42
(1) 広域的な地下水状況	
(2) 調査地の地下水状況	
6 . 4 今後の調査計画について	48

< 巻末資料 >

- 1 ボーリング柱状図
- 2 地下水流向流速測定データシート
- 3 現場工事写真集

< 別途提出 >

- 電子媒体(CD-R)・・・1枚

<参考文献リスト>

- ・「ボーリング柱状図作成要領(案) 解説書」建設大臣官房技術調査室監修
(財)日本建設情報総合センター 平成11年
- ・「地盤調査の方法と解説」地盤工学会 平成25年
- ・「地盤材料試験の方法と解説」地盤工学会 平成22年
- ・「設計要領 第一集 土工編」NEXCO 平成18年
- ・「熊本県地質図(10万分の1)」熊本県地質図編纂委員会 平成20年
- ・「熊本市周辺地盤図」熊本県地質調査業協会地盤図編纂委員会 平成15年

1. 業務概要

本業務は、菊池環境保全組合が新環境工場等の建設に伴い実施する環境影響評価の一環として、地下水の水位及び流向、流速を継続的に把握するための観測孔を設置し、地下水流向流速測定を実施することを目的とする。

以下に、業務の概要について記す。

(1) 委 託 名 : 平成 27 年度 委託第 6 号 新環境工場等建設に伴う地下水観測業務委託

(2) 業 務 場 所 : 菊池環境保全組合事務局及び合志市幾久富地内

(図 1.1 調査地案内図参照)

(3) 業 務 期 間 : 自 平成 27 年 6 月 19 日

至 平成 27 年 9 月 30 日

(4) 業 務 内 容 : 地質調査業務

調査ボーリング

(φ 66mm: ノンコア) 4 孔 延 203.4m

(図 1.2 調査位置平面図参照)

観測孔仕上げ (モニタリング孔設置) 4 孔

地下水流向流速 4 回

解析等調査 一式

(詳細は、表 1.1 実施調査数量表参照)

(5) 発 注 者 : 菊池環境保全組合

監督員 : 建設推進課 主査 川俣 洋一郎

(6) 受 託 者 : 八洲開発株式会社

熊本市東区月出 1 丁目 1 番 52 号

TEL 096(384)3225 FAX 096(382)7039

管理技術者 井形 秀一

(技術士・応用理学部門 (地質) , 地質調査技士)

ボーリング責任者 矢住 文博

(地質調査技士, 一級さく井技能士)

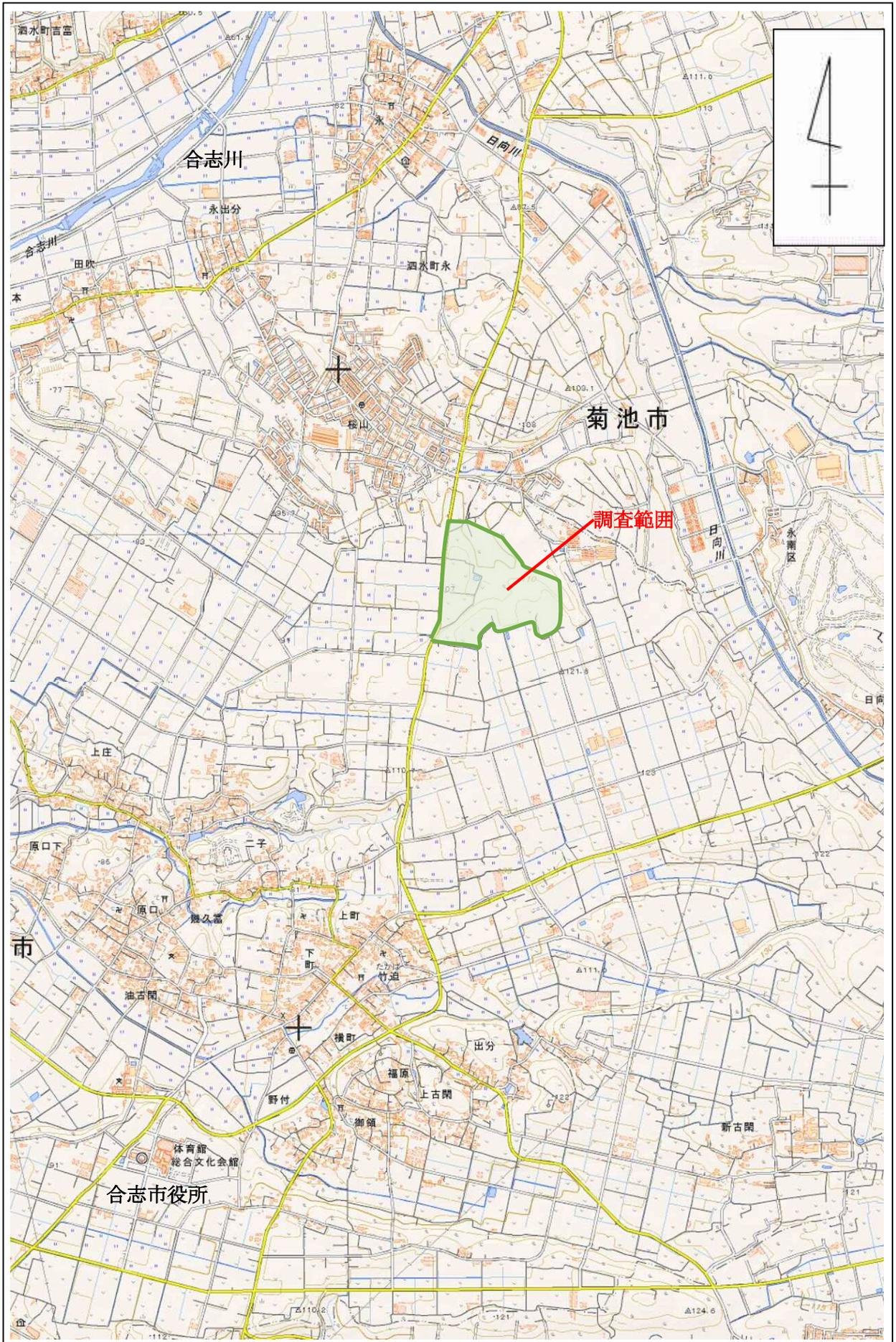


图 1.1 調査地案内図 (S=1:25,000)

凡例

- 本年度の調査ボーリング
- 平成26年度の調査ボーリング
- 地質断面線

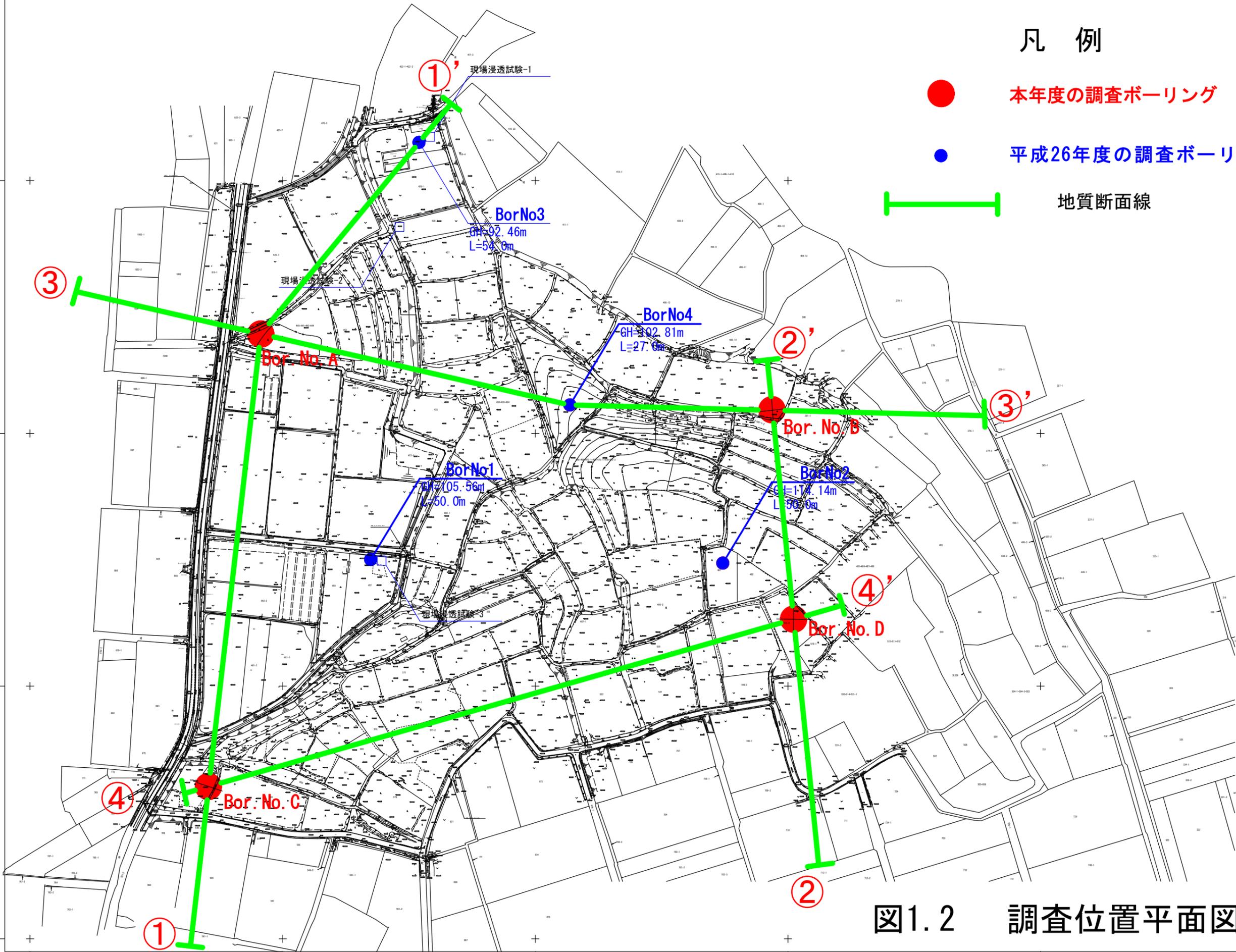
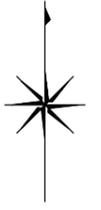


図1.2 調査位置平面図

工事名	平成	年度	工事
路線名	新築地工事地盤調査工事		
工事箇所	自治体 緑大宮地区		
図面種類	平面図		
縮尺	S=1:1,000		
図面	全1巻 第1号		
図次番号	地質調査報告書		

表 1.1 実施調査数量表

平成27年度 委託第6号 新環境工場等建設に伴う地下水観測業務委託						当初：下段黒書き 変更：上段赤書き		
項目	区分	ノンコアボーリング(m)				合計	単位	
		Bor. No. A	Bor. No. B	Bor. No. C	Bor. No. D			
調査ボーリング・原位置試験等	土質区分 (φ66mm)	粘性土	17.50	16.00	15.70	16.50	65.70	m
			20.00	20.00	20.00	20.00	80.00	
		砂質土	28.50	26.00	26.85	30.50	111.85	m
			26.00	26.00	26.00	26.00	104.00	
		礫質土	7.50	6.30	11.55	0.50	25.85	m
			3.00	3.00	3.00	3.00	12.00	
		固結シルト	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	m
			1.00	1.00	1.00	1.00	4.00	
	計		53.50	48.30	54.10	47.50	203.40	m
			50.00	50.00	50.00	50.00	200.00	
地下水流向流速測定(回)		1.00	1.00	1.00	1.00	4.00	回	
		1.00	1.00	1.00	1.00	4.00		
保孔管挿入	有孔管2m/本	2.00	2.00	3.00	1.00	8.00	本	
		2.00	2.00	2.00	2.00	8.00		
	無孔管2m/本	26.00	23.00	25.00	24.00	98.00	本	
		23.00	23.00	23.00	23.00	92.00		
	無孔管1m/本	1.00	1.00	1.00	1.00	4.00	本	
		1.00	1.00	1.00	1.00	4.00		
	底キャップ	1.00	1.00	1.00	1.00	4.00	個	
		1.00	1.00	1.00	1.00	4.00		
	上キャップ	1.00	1.00	1.00	1.00	4.00	個	
		1.00	1.00	1.00	1.00	4.00		
上キャップソケット	1.00	1.00	1.00	1.00	4.00	個		
	1.00	1.00	1.00	1.00	4.00			
仮設工	運搬工		2.0		2.0		2.0	回
			2.0				2.0	
	現場内小運搬クローラ(t)100~500m		1.3				1.3	回
			1.3				1.3	
	準備及び跡片付け		1.0				1.0	回
			1.0				1.0	
	給水費		1.0	1.0	1.0	1.0	4.0	回
1.0			1.0	1.0	1.0	4.0		
足場仮設平坦地		1.0	1.0	1.0	1.0	4.0	箇所	
		1.0	1.0	1.0	1.0	4.0		
搬入路伐採		100.0				100.0	m	
		100.0				100.0		
解析等調査業務費	既存資料の収集		1.0				1.0	式
			1.0				1.0	
	資料整理とりまとめ		1.0				1.0	式
			1.0				1.0	
	断面図等の作成		1.0				1.0	式
			1.0				1.0	
	総合解析とりまとめ		1.0				1.0	式
			1.0				1.0	
	打合せ協議		1.0				1.0	式
			1.0				1.0	

(7) 使用機器

表 1.2 使用機械・機器一覧表

名 称	規格・性能	数 量	適用
ロータリー式試錐機	掘削能力 100m 級	3 台	ボーリング
エンジン	YANMAR NFD-8	3 台	試錐機駆動
送水ポンプ	毎分 30 L	3 台	掘削用水
ロッド	3.0 m、2.0 m、1.0 m、0.5 m	3 式	
ケーシング	φ86 mm～ 116 mm	3 式	
コアチューブ	φ66、86 mm	3 式	シングル、ダブル
三又櫓	4.0 m	3 基	
標準貫入試験器	JIS A 1219	3 組	N 値測定
手動式水位計	ポータブル	3 台	水位測定
地下水流向流速計	G F D4	1 台	流向流速測定
モニタリングポンプ	MP1	1 台	採水機
足場仮設資材	足場パイプ、床板、角材、雑材 料	3 組	平坦足場
測量器具	レベル、光波等	1 式	
トラック	2t 車, 3t ユニック車	1 式	資材運搬
不整地運搬車		1 台	資材運搬
その他機材		1 式	

2. 地形・地質概要

調査地は、図 1.1「調査位置案内図」に示す合志市幾久富地内にあり、合志市役所より北北東約 3.0km の地点にあたる。当地は、北の合志川と南の堀川に挟まれた合志台地上に位置している。

以下、調査地の地形・地質概要について述べる。

(1) 地形

この地域には、標高 80m～110m に広い平坦面を有する合志台地が広がっている。これらは、阿蘇火砕流堆積物の堆積面で、東側の阿蘇外輪山から西側に下る緩斜面の一画をなすものである。白川、合志川などの主要河川はほぼ東から西に流下している。合志川の支流である日向川や峠川は合志台地を開析して、上流部では東から西に流下するが、途中で北西に流路を変えて本流の合志川に合流している。台地上部は畑地となっていることが多いが、河川に面した低地部は水田として利用されている。集落は台地縁辺部から低地部にかけての箇所に見られる。

(2) 地質

調査地周辺の地質層序を表 2.1 に、地質図を図 2.1 に示す。

調査地付近の地質は、台地主部を構成する阿蘇 4 火砕流堆積物 (A4)、台地縁辺部に分布する中位段丘堆積物 (t2) と低位段丘堆積物 (t1) 及び低地部に分布する沖積層 (a) からなる。さらに、阿蘇 4 火砕流堆積物 (A4) の下位には、阿蘇 3 火砕流堆積物 (A3) が分布し、阿蘇 3 火砕流堆積物 (A3) と阿蘇 4 火砕流堆積物 (A4) の間には泥、砂、礫、火山灰からなる布田層 (FH) が挟まれている。なお、地表部は、黒ボクや赤ボクのローム層に広く覆われている。

以下に、下位から各層の特徴を記す。

調査地内の深部に分布する阿蘇 3 火砕流堆積物 (A3) は、『中溶結相の溶結凝灰岩から非溶結黒色スコリア流堆積物、白色軽石流堆積物まで変化に富む。多斑晶質スコリアを含むものの分布が最も広い。岩質は、石英安山岩質から安山岩質まで変化する。』という特徴を有している。

阿蘇 3 火砕流堆積物 (A3) と阿蘇 4 火砕流堆積物 (A4) に挟まれた布田層 (FH) は、湖水性の薄い堆積物であり、下位の火山砕屑物からの礫、砂、泥及び火山灰層からなる。

調査地内の台地部に広く分布する阿蘇 4 火砕流堆積物 (A4) は、『角閃石斑晶を含む白～灰色軽石（一部黒色スコリア）、火山灰及び角礫からなる淘汰不良の火砕流堆積物である。角礫として安山岩以外に変成岩類を特徴的に含み、カルデラ縁付近ではそれらの濃集した角礫層を形成する。岩質は流紋岩質を主とするが、塩基性安山岩質の部分も少量存在する。』という特徴を有している。現地では、安山岩質主体の角礫を含む灰色軽石及び火山灰からなる非溶結凝灰岩として確認している。

中位段丘堆積物 (t2) は、『低位段丘堆積物より一段高い面をなして分布する安山岩や溶結凝灰岩の巨礫を含む砂礫層で、更新世の託麻砂礫層に対比されている。』

低位段丘堆積物 (t1) は、『沖積面より一段高い面を形成する砂礫層』で、更新世の保田窪砂礫層に対比されている。低地堆積物である沖積層 (a) は、合志川等の主要河川とその支流沿いに分布する『礫、砂及び泥よりなる薄い現世の堆積物』である。

表 2.1 調査地周辺の地質層序

地質時代			地 層 名	地質記号	構 成 物
新 生 代	第 四 紀	完 新 世	沖積層	a	未固結の礫、砂、泥
		更 新 世	低位段丘堆積物	t 1	未固結の礫、砂、泥
	中位段丘堆積物		t 2	未固結の礫、砂、泥	
	阿蘇 4 火砕流堆積物		A4	非溶結～弱溶結の軽石、凝灰角礫岩、 溶結凝灰岩 (第 1 帯水層)	
	布田層		FH	未固結の礫、砂、泥	
		阿蘇 3 火砕流堆積物	A3	軽石、凝灰角礫岩、溶結凝灰岩 (第 2 帯水層)	
中 生 代	白 亜 紀	熊本層群	Kum	礫岩、砂岩、泥岩	

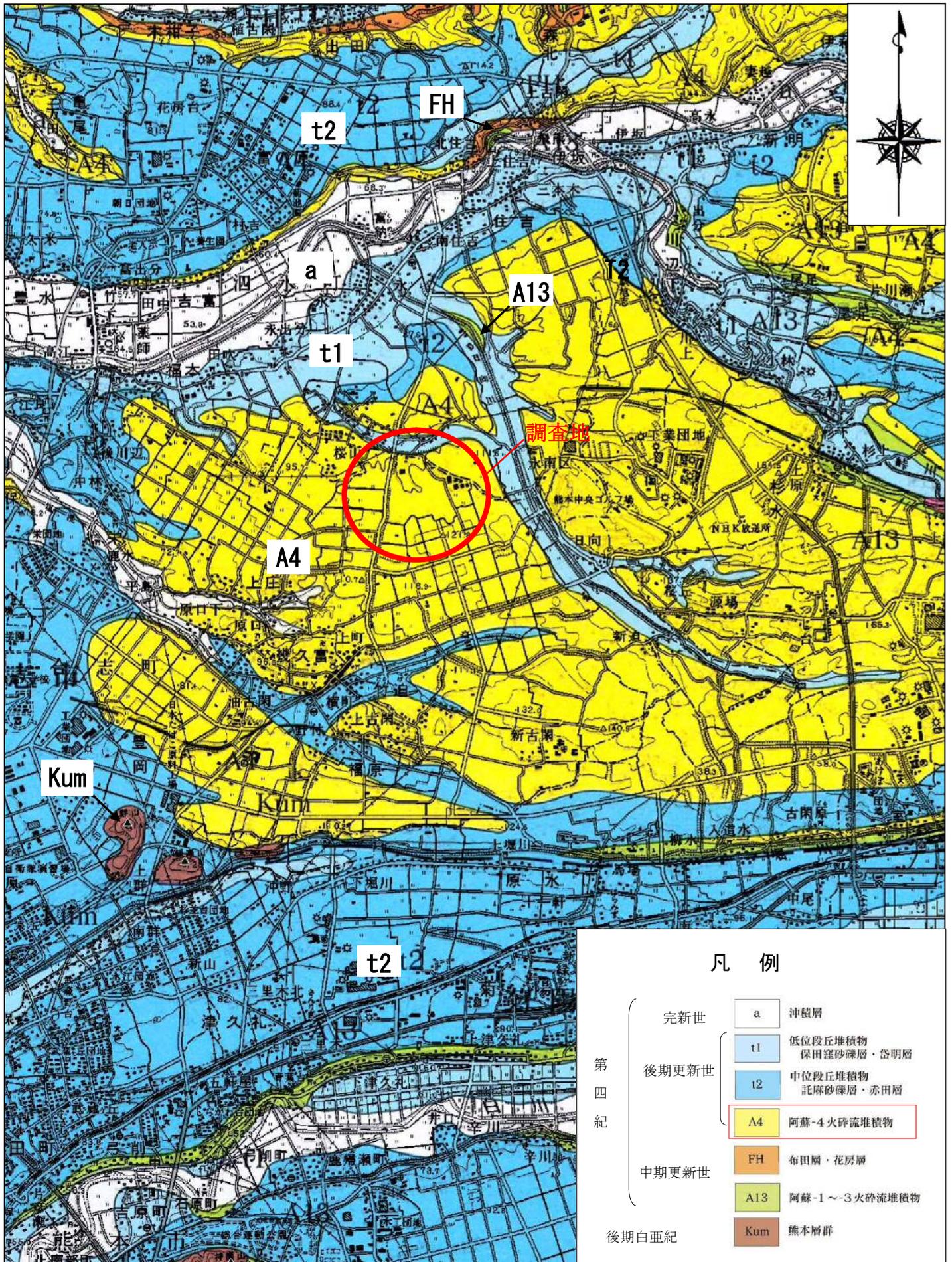


図 2.1 調査地周辺の地質図 1/5,000

熊本県地質図(10万分の1),熊本県地質図編纂委員会,2008

3. 調査方法

3.1 調査ボーリング (ノンコアボーリング)

調査ボーリングは、ロータリー式試錐機を使用して実施した。図 3.1 に試錐機の一般図を示す。

まず、ボーリング機械を組み立ててボーリングロッド先端に取り付けたコアチューブに掘削用のメタルクラウン等（錐環）を装着し、回転を与えつつ油圧等によってコアチューブを地中に押し込んで掘削する。

掘削作業中には、押し込み抵抗、循環泥水の色調の変化、それにより排出されるスライムの性状あるいはロッドを介して伝わってくるコアチューブと土層の摩擦音等で土質あるいはその変化が推定できる。

孔径はφ66mmとし、ボーリング作業時には自然地下水位あるいは翌朝の水位・作業終了時の水位等を測定した。

また、孔壁崩壊防止の際は、地下水の水質(pH・電気伝導度等)に影響を与えないようにするため、ベントナイトの使用は避け、ケーシング挿入もしくはバイオ泥水剤を用いた。

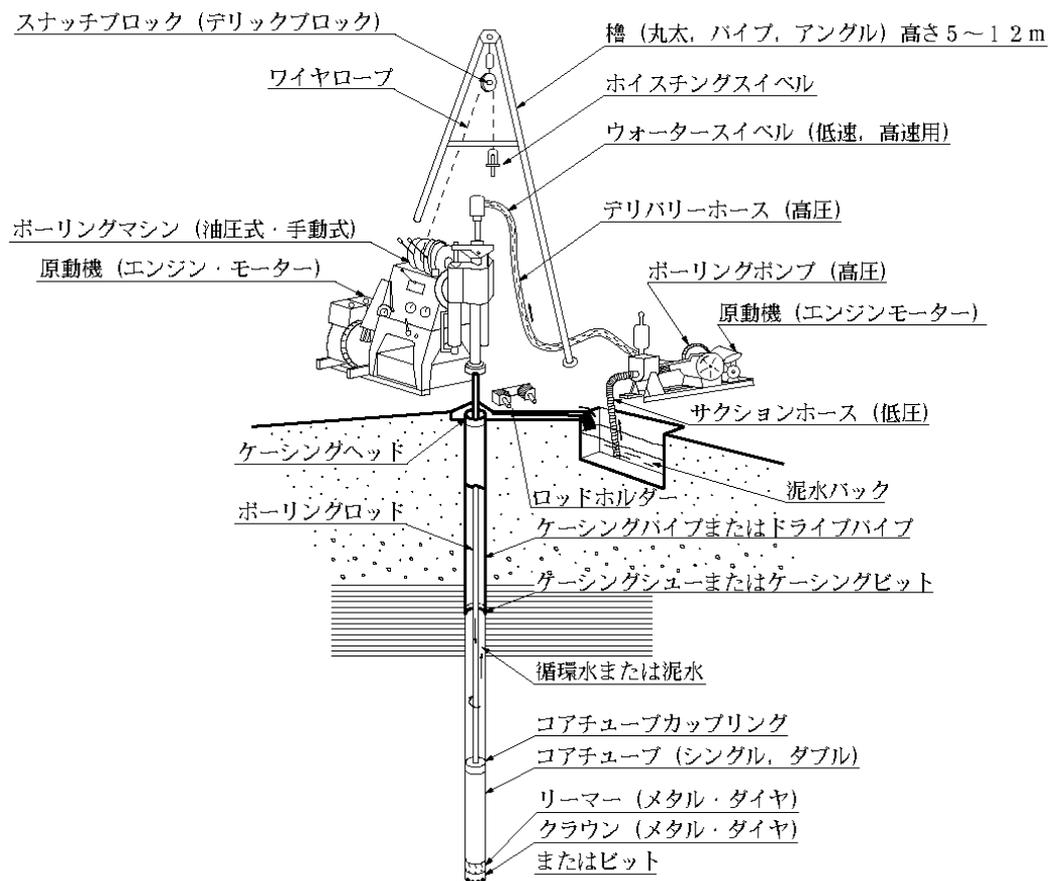


図 3.1 ロータリー式試錐機の一般図

3.2 地下水流向流速測定

1)測定方法

ボーリング孔を用いた地下水の流向流速測定には複数の方法があるが、今回は以下に示す理由で熱量式を採用した。

- ① 地下水が多少懸濁していても測定できる。
- ② 比較的小さい孔径で測定できる。(φ50mm以上で測定可能)
- ③ 比較的短時間で測定できる。(1ヶ所あたり2時間以内)

※ただし、適用できる流速範囲が狭い。

$$(0.01\sim 1\text{cm/分} = 1.6\times 10^{-4} \sim 1.6\times 10^{-2} \text{ cm/s})$$

図 3.2.1 に示す熱量式の地下水流向流速計を用いて、第一帯水層（想定深度 GL-46～49m）を対象に、1孔につき1回（1深度～3深度：Aso4 砂礫層の層厚に応じて最大3深度で測定した）の地下水流向流速測定を実施した。

センサー部の中央にヒーターがあり、ヒーターの加熱により地下水を一様に温めヒーターの外周に同心円状に配置された16個の温度センサーにより、地下水の温度を計測する。

流速は温度の標準偏差と平均水温から得られ、流向はセンサーに搭載されている磁気方位センサーにより計測される。



写真-1 パソコン設置状況

表-4.4.1 流向流速測定方法の比較表

種類	A (粒子)	B (画像)	C (熱流)	D (電位)	E (加熱)
1. 試験孔	(1) 仕様 <ul style="list-style-type: none"> ・孔構造：裸孔、観測井戸 ・掘削径：(裸孔) 土砂φ100 mmを推奨、岩盤φ100 mmを推奨 (観測井戸) 土砂・岩盤φ116 mmを推奨 ・仕上がり径 (試験区間)：(裸孔) 土砂φ100 mmを推奨、岩盤φ100 mmを推奨 (観測井戸) 土砂・岩盤φ100の観測井戸を推奨 	<ul style="list-style-type: none"> ・孔構造：裸孔、観測井戸 ・掘削径：推奨105 mm ・仕上がり径 (試験区間)：内径75 mmを推奨 	<ul style="list-style-type: none"> ・孔構造：観測井戸 ・掘削径：(Type-A型) φ50~100 mm程度 (Type-B型) φ50~66 mm程度 ・仕上がり径 (試験区間)：(Type-A型) φ50~100 mm程度 (Type-B型) φ50~66 mm程度 	<ul style="list-style-type: none"> ・孔構造：裸孔、観測井戸 ・掘削径：(裸孔) φ66~116 mm程度 (観測井戸) φ116 mmを推奨 ・仕上がり径 (試験区間)：(裸孔) φ66~116 mm程度 (観測井戸) VP75の観測井戸 	<ul style="list-style-type: none"> ・孔構造：観測井戸 ・掘削径：φ86 mm~112 mm程度 ・仕上がり径 (試験区間)：φ50 mm~100 mm程度
	(2) 試験孔設置 <ul style="list-style-type: none"> ・掘削方法：試験区間は清水掘削 ・洗浄方法：十分な洗浄が必要 (揚水洗浄) ・裸孔の場合：孔壁の安定が望めない場合には保護管による保孔が必要 ・観測井戸の場合：開孔率30%以上のスクリーン挿入、孔壁とスクリーン間には流入阻害や細粒分の流入を抑えるフィルター材が必要、鉛直方向の流れを抑える進水が必要 	<ul style="list-style-type: none"> ・掘削方法：清水掘削 ・洗浄方法：十分な洗浄が必要 (揚水洗浄) ・裸孔の場合：孔壁の安定が望めない場合には保護管による保孔が必要 ・観測井戸の場合：流速重視の場合、開孔率30%以上の巻き線型スクリーンの使用推奨、孔壁とスクリーン間には流入阻害や細粒分の流入を抑えるフィルター材が必要 	<ul style="list-style-type: none"> ・掘削方法：試験区間は清水掘削 ・洗浄方法：十分な洗浄が必要 (揚水洗浄) ・観測井戸の場合：開孔率10%以上のスクリーン加工した塩ビ管挿入、孔壁とスクリーン間には流入阻害や細粒分の流入を抑えるフィルター材が必要 	<ul style="list-style-type: none"> ・掘削方法：試験区間は清水掘削 ・洗浄方法：十分な洗浄が必要 (揚水洗浄) ・裸孔の場合：孔壁の安定が望めない場合には保護管による保孔が必要 ・観測井戸の場合：開孔率30%以上のスクリーン挿入、孔壁とスクリーン間には流入阻害や細粒分の流入を抑えるフィルター材が必要、鉛直方向の流れを抑える進水が必要 	<ul style="list-style-type: none"> ・掘削方法：試験区間は清水掘削 ・洗浄方法：十分な洗浄が必要 (揚水洗浄) ・観測井戸の場合：開孔率13%のスクリーン加工した塩ビ管挿入、孔壁とスクリーン間には流入阻害や細粒分の流入を抑えるフィルター材が必要
(3) 測定器の設置方法	<ul style="list-style-type: none"> ・方位の設定：内蔵方位計・定方位ロッドにて設定 ・測定器の固定：ロッドホルダー ・測定器と地盤の間隙：充填物なし 	<ul style="list-style-type: none"> ・方位の設定：定方位ロッドにて設定 (内蔵方位計でも確認) ・測定器の固定：ゴムパッカーにて固定 (下端部はゴムリング) ・測定器と地盤の間隙：充填物なし 	<ul style="list-style-type: none"> ・方位の設定：(Type-A型) 磁石で設定 (Type-B型) 内蔵方位計で設定 ・測定器の固定：(Type-A型) 支持棒押えて固定 (Type-B型) パッカーにて固定 ・測定器と地盤の間隙：スポンジフィルターを装着 	<ul style="list-style-type: none"> ・方位の設定：定方位ロッドにて設定 ・測定器の固定：ロッド、パッカー (進水) ・測定器と地盤の間隙：珪砂 (5号) を充填 	<ul style="list-style-type: none"> ・方位の設定：内蔵方位計で設定 ・測定器の固定：孔口ケーブルで固定 ・測定器と地盤の間隙：充填物なし
2. 測定	(1) 仕様 <ul style="list-style-type: none"> ・測定方式：粒子追跡型 ・トレーサー材：人工微粒子 ・測定対象：土砂、岩盤 ・流向測定範囲：3次元 ・流速測定範囲：$1.0 \times 10^{-5} \sim 1.0 \times 10^{-9}$ m/s (ダルシー流速) ・測定誤差：流速$\pm 5\%$以内、流向$\pm 12.5^\circ$以内 	<ul style="list-style-type: none"> ・測定方式：画像計測法 ・トレーサー材：専用固体トレーサー (密度調整型固体トレーサー) ・測定対象：土砂、岩盤 ・流向測定範囲：3次元、360° (水平・鉛直) ・流速測定範囲：$1.0 \times 10^{-3} \sim 1.0 \times 10^{-6}$ m/s (上下限值とも検証出来ていないが更に測定可能) ・測定誤差：流速 (水平方向) $\pm 2\%$以内、(鉛直方向) $\pm 7\%$以内 (回数数による) 	<ul style="list-style-type: none"> ・測定方式：熱流式による温度測定法 ・トレーサー材：温度 ・測定対象：土砂 ・流向測定範囲：2次元、360° ・流速測定範囲：$1.7 \times 10^{-4} \sim 1.7 \times 10^{-8}$ m/s (ダルシー流速) ・測定誤差：流速$\pm 10\%$以内、流向$\pm 10^\circ$以内 	<ul style="list-style-type: none"> ・測定方式：電位測定法 ・トレーサー材：精製水 (蒸留水) ・測定対象：土砂、岩盤 ・流向測定範囲：2次元、360° ・流速測定範囲：$1.0 \times 10^{-4} \sim 1.0 \times 10^{-7}$ m/s (ダルシー流速) ・測定誤差：流速$\pm 5\%$以内、流向$\pm 7.5^\circ$以内 ・その他：センサー部 (空隙) にガラスビーズ充填 	<ul style="list-style-type: none"> ・測定方式：加熱型による温度測定法 ・トレーサー材：温度 ・測定対象：土砂 ・流向測定範囲：2次元、360° ・流速測定範囲：$1.0 \times 10^{-2} \sim 1.0 \times 10^{-5}$ m/s ・測定誤差：流速$\pm 5\%$以内、流向$\pm 22.5^\circ$以内
	(2) 測定方法・結果	<ul style="list-style-type: none"> ・流向：3次元 ・流速：測定流速およびダルシー流速 	<ul style="list-style-type: none"> ・流向：3次元 (2次元が主で、適切なトレーサーを選定) ・流速：測定流速 	<ul style="list-style-type: none"> ・流向：2次元 ・流速：測定流速 	<ul style="list-style-type: none"> ・流向：2次元 ・流速：測定流速およびダルシー流速
3. 解析	<ul style="list-style-type: none"> ・流向：人工微粒子の移動方向より ・流速：流向を求めた人工微粒子の時間変化より、補正係数を用いてダルシー流速へ変換 ・報告事項：流向・流速 	<ul style="list-style-type: none"> ・流向：専用トレーサーの軌跡を写真測量理論で解析 ・流速：専用トレーサーの軌跡を写真測量理論で解析 (2枚の視差の異なる画像使用。流向流速とも経時変化画像が必要) ・報告事項：流向・流速、解析時の使用画像 	<ul style="list-style-type: none"> ・流向：16個の温度センサーの温度分布より ・流速：平均上昇温度と流速との相関式より流速へ変換 ・報告事項：流向・流速 	<ul style="list-style-type: none"> ・流向：12本の電極の比抵抗値より ・流速：流向を求めた比抵抗の時間変化より、補正係数を用いてダルシー流速へ変換 ・報告事項：流向・流速 	<ul style="list-style-type: none"> ・流向：8個の温度センサーの温度分布より ・流速：平均上昇温度と流速との相関式より流速へ変換 ・報告事項：流向・流速

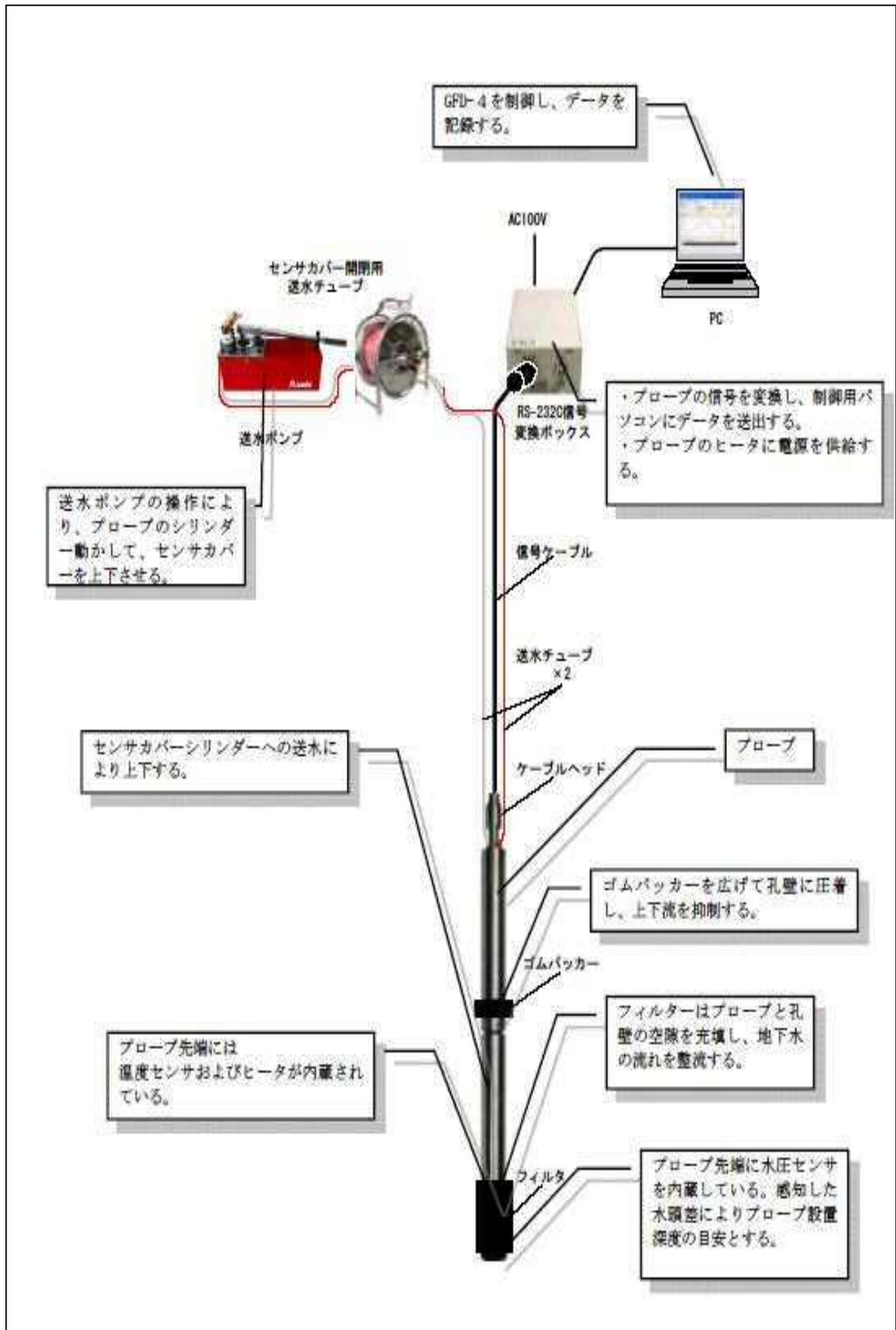


図 3.2.1 熱量式地下水流向・流速測定器の構造図

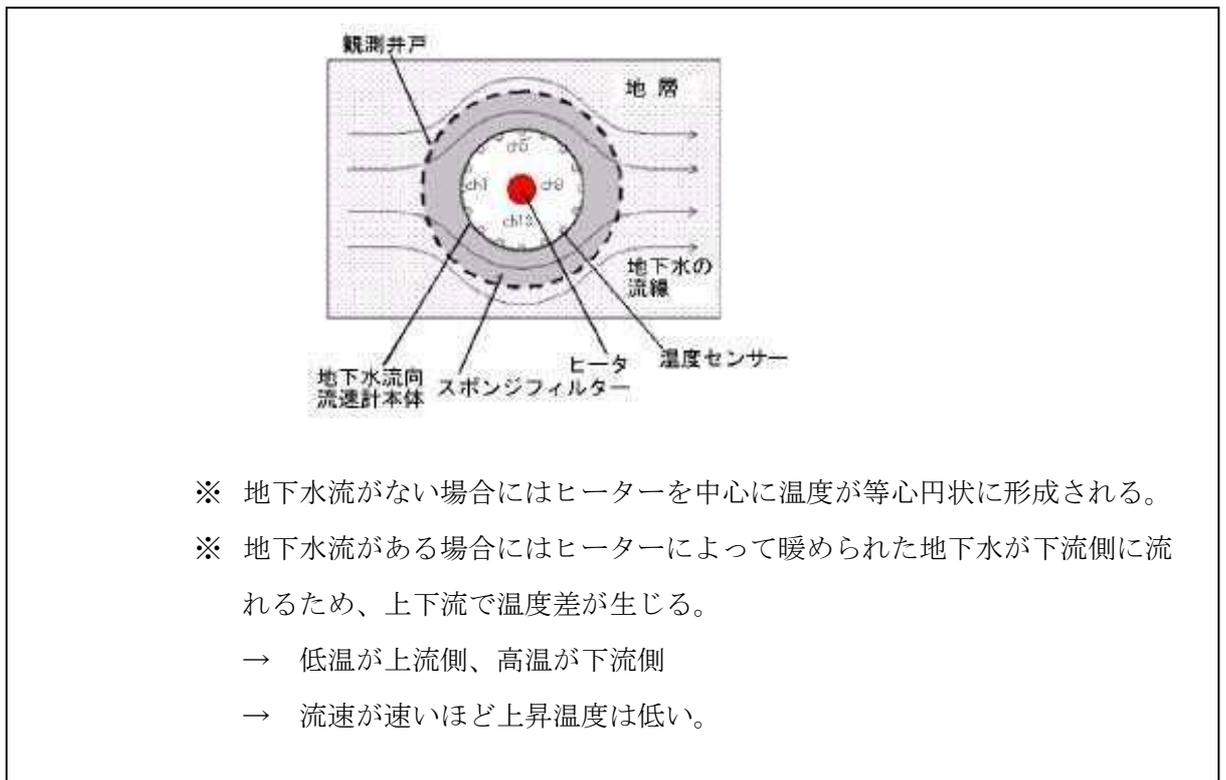


図 3. 2. 2 熱量式地下水流向・流速測定器の構造図

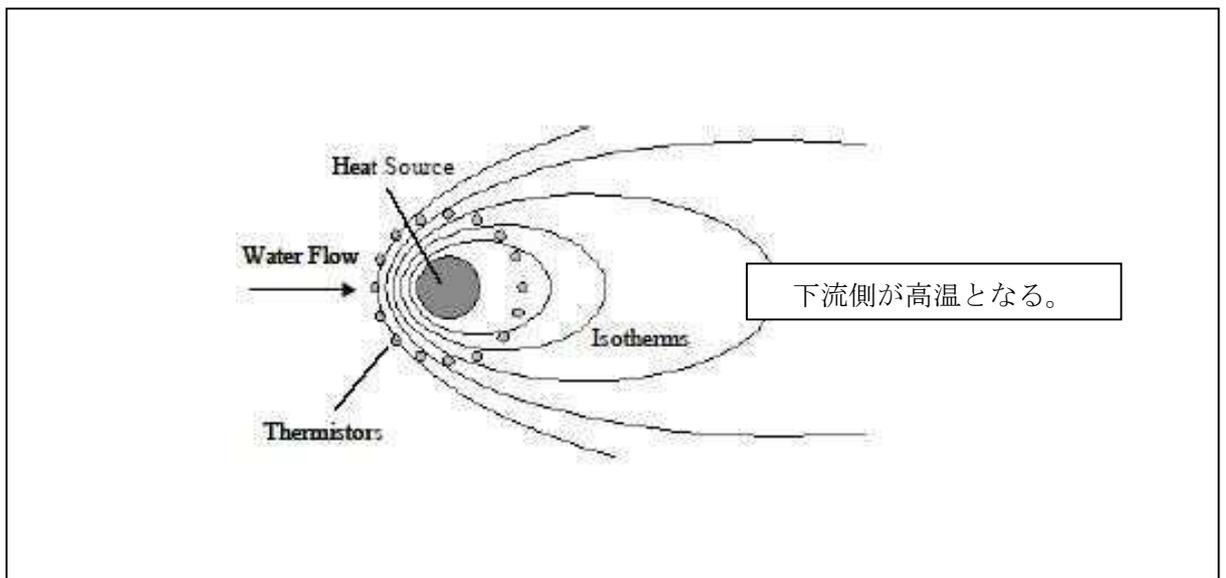


図 3. 2. 3 温度分布と流動方向

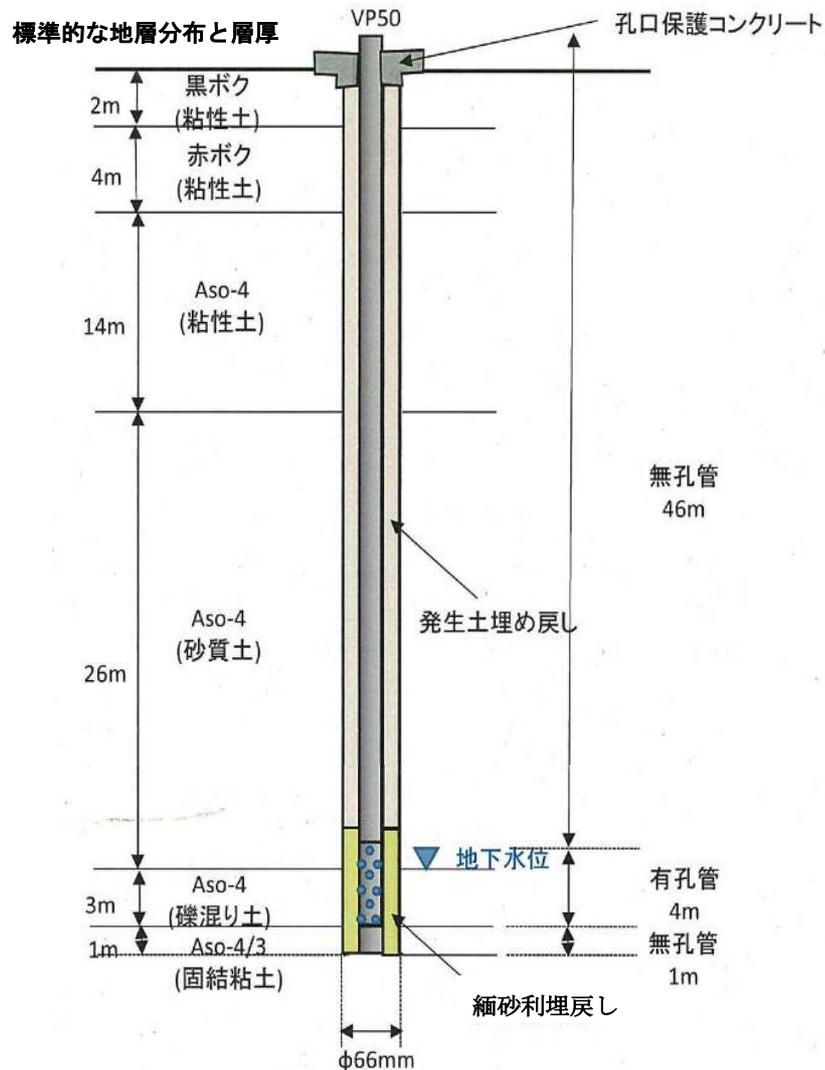
4. モニタリング孔設置

掘削した調査ボーリング孔は、図 4.1 に示す仕様に従い、地下水モニタリング孔として仕上げた。なお、塩化ビニール管の接続についてはねじ切り加工とした。

地表部の立ち上げ部は、1 m 程度とした。

また、地下水位と水質のモニタリング孔とするため、孔口にはキャップを取り付け、開閉しやすい構造とした。

モニタリング孔設置後には、地上からのポンプ送水もしくは小型小口径揚水ポンプにより管内を洗浄し、無色透明で濁りのない孔内水を確認した。洗浄後の孔内水の状況は、写真に撮影して巻末写真集に整理した。



※ 地下水の流向流速が適切に測定できる構造とすること。

※ ストレーナー開口率：10%以上（地盤工学会）

図 4.1 地下水モニタリング孔仕様

4.1 塩ビ管挿入・仕上げ

調査ボーリング孔に塩ビ管（HIVP(耐衝撃性塩化ビニル管)内径φ50mm)を挿入して地下水モニタリング孔として仕上げた。なお、塩化ビニル管の接続については地下水水質に影響がでる有機溶剤等の接着剤は不適とし、ねじ切り加工とした。

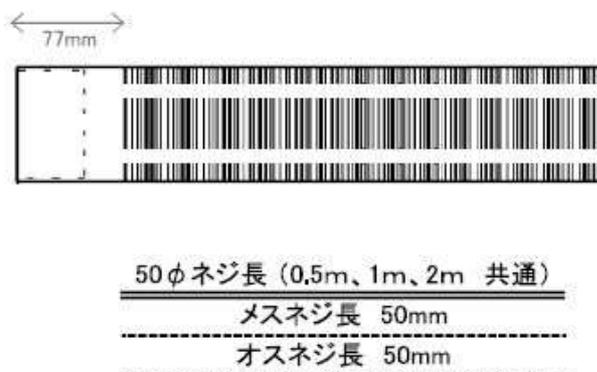


図 4.2 ねじ切り加工図

なお、塩ビ管の上下にはねじ加工したキャップを装着した。塩ビ管は地表上に約1m立ち上げ、上部のソケットを載せキャップをはめる構造とした。



図 4.3 キャップ・ソケット写真

今後の地下水計測及び採水時の利便性を勘案して地下水面下にはストレーナー加工を施した塩ビ管（HIVP(耐衝撃性塩化ビニル管)内径φ50mm)を設置した。

なお、地下水の流向流速が適切に測定できる構造上の必要性も考慮して、ストレーナー管は開口率12.06%（スリット幅 W=0.5mm）とした。



図 4.4 ストレーナー加工状況

4.2 孔内洗浄・孔口保護

ストレーナー管挿入後、地上からのポンプ送水もしくは、小型小口径揚水ポンプにより管内を洗浄し、無色透明で濁りの少ない孔内水を確認した。洗浄後の孔内水は試料ビンに収め、写真を撮影した。

また観測孔仕上げとして、立ち上がり部周囲からの表面水の浸透を防止するためコンクリートで孔口保護を行った。

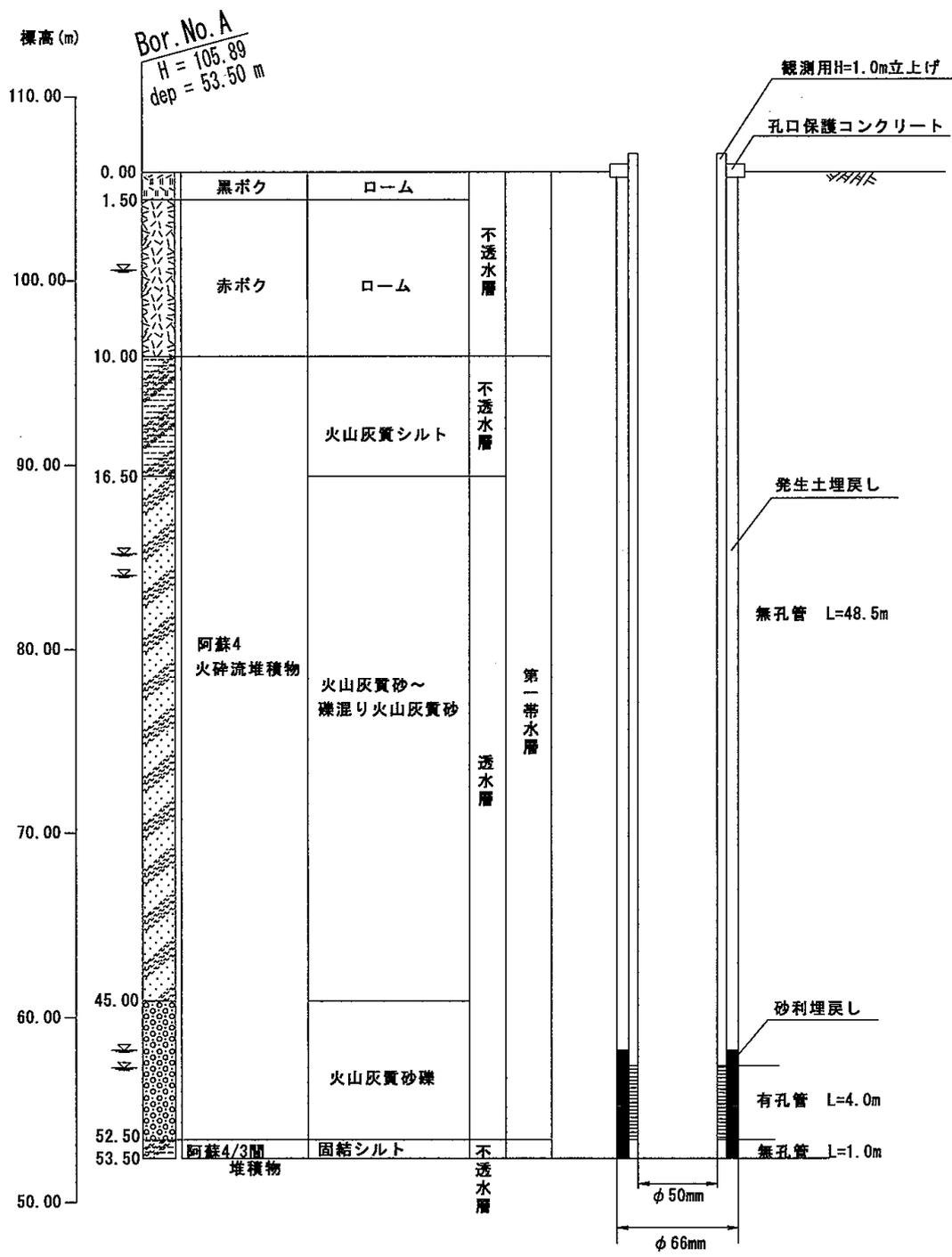


写真-2 コンクリート孔口保護の状況

次頁以降に井戸構造図を示す。

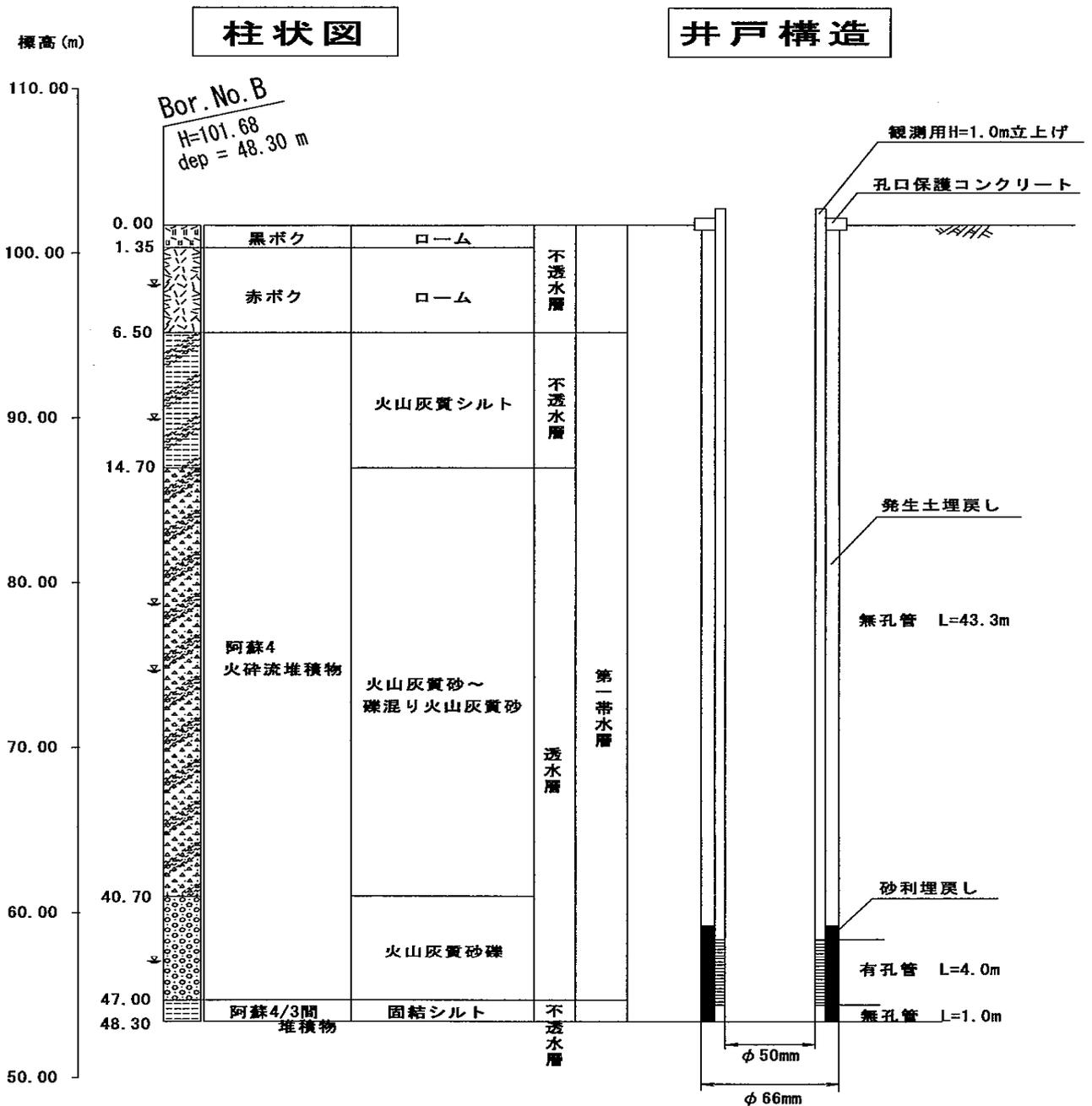
柱状図

井戸構造



※ 有孔管・無孔管はHIVP(耐衝撃性塩化ビニール管内径 $\phi 50\text{mm}$)

図 4.5 No. A 孔 井戸構造図

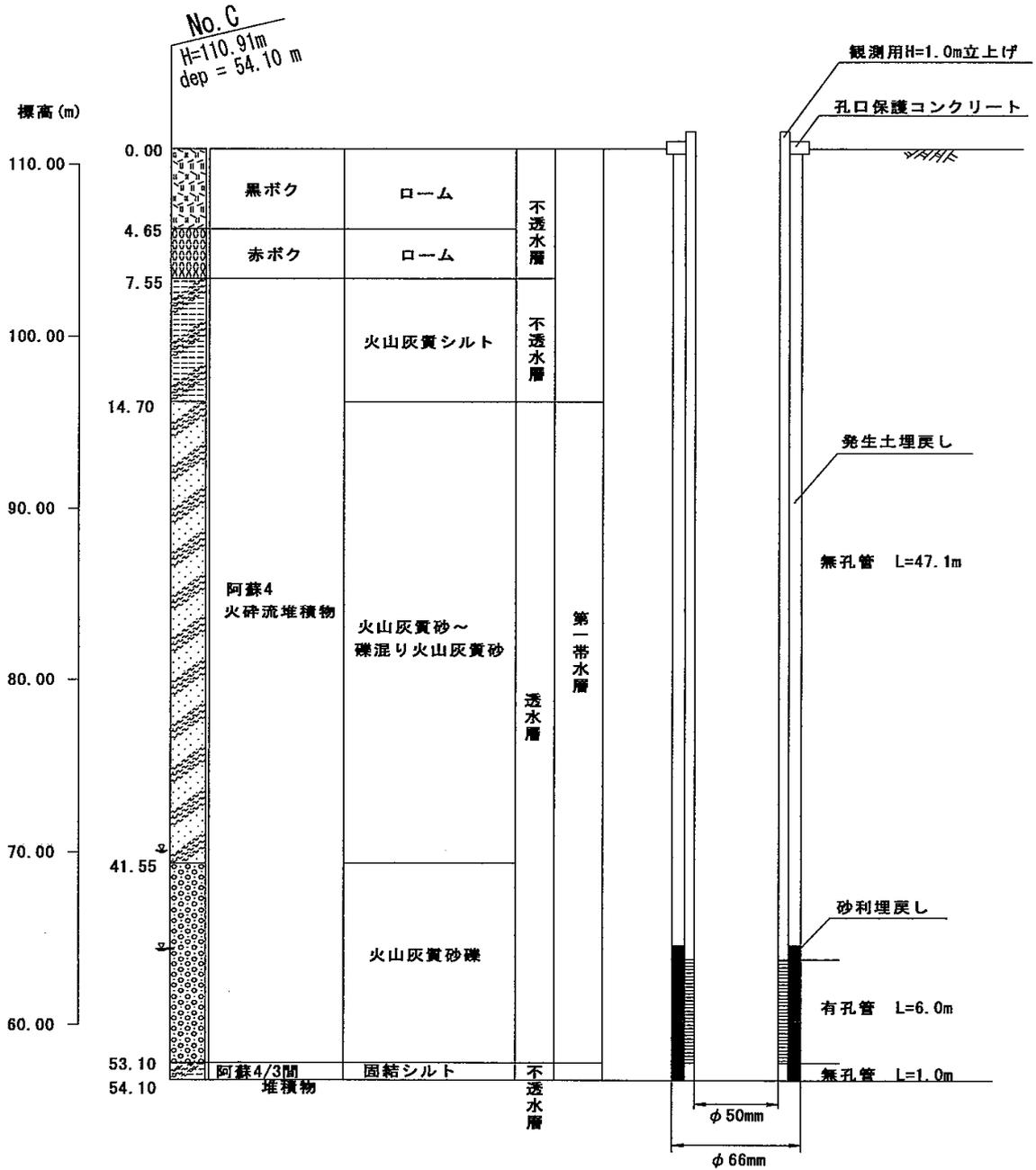


※ 有孔管・無孔管はHIVP(耐衝撃性塩化ビニール管内径φ50mm)

図 4.6 No. B 孔 井戸構造図

柱状図

井戸構造

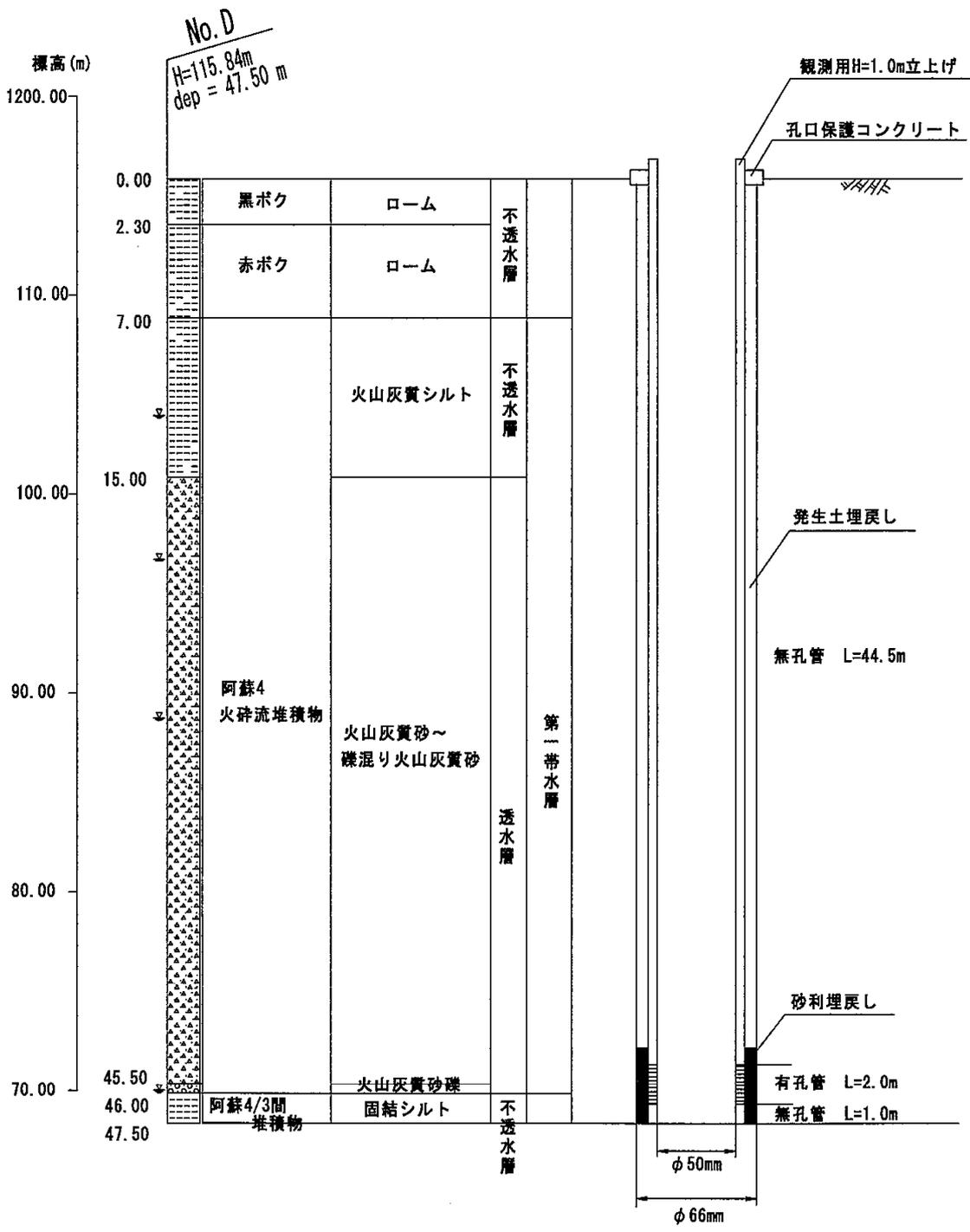


※ 有孔管・無孔管はHIVP(耐衝撃性塩化ビニール管)内径φ50mm

図 4.7 No. C 孔 井戸構造図

柱状図

井戸構造



※ 有孔管・無孔管はHIVP(耐衝撃性塩化ビニール管)内径φ50mm

図 4.8 No. D 孔 井戸構造図

5. 調査結果

5.1 調査ボーリング

調査ボーリングは、図 1.2 調査位置平面図に示した BorNo. A～BorNo. D の 4 箇所を実施した。その概要を表 5.1.1 に示す。

表 5.1.1 調査ボーリングの概要

孔番	掘進深度 (m)	孔口標高 (m)	Aso-4 砂礫層 層厚(m)	流向流速 測定(深度)
No. A	53.50	105.89	7.50	3
No. B	48.30	101.684	6.30	3
No. C	54.10	110.91	11.55	3
No. D	47.50	115.84	0.50	1
計	203.40	—	—	10

なお、ボーリング結果の詳細は、巻末の「ボーリング柱状図」に示す。また、BorNo. A～BorNo. D で確認された各地層の性状は、表 5.1.2 の地質状況一覧表の通りである。

表 5.1.2 地質状況一覧表

地質時代	地層名	土質	記号	N値	特 徴	
新生代	完新世	黒ボク	ローム	Kb	2～6	黒褐色から暗褐色を呈する有機質の火山灰質粘性土で、粘性は中位。植物根を混入する。 「軟らかい粘性土」地盤。
		赤ボク	ローム	Ab	2～5	褐色から赤褐色を呈する不均質な火山灰質粘性土で、粘性は中位から強い。砂分は細粒砂からなる。 「軟らかい粘性土」地盤。
	第四紀	阿蘇4火砕流堆積物	火山灰質シルト	A4-c	0～4	褐灰色や明褐灰色を呈する火山灰質粘性土で、粘性は中位から強く、小礫や軽石を若干混入する。砂分は細～中粒砂からなる。 「非常に軟らかい粘性土」地盤。
			火山灰質砂～礫混り火山灰質砂	A4-s	1～39	灰色や褐灰色等を呈する細粒砂主体の火山灰質砂で、小礫や軽石を若干混入する。軽石を多く混入する所もある。 「中くらい～密な砂質土」地盤。
			火山灰質砂礫	A4-g	25～50/26	暗褐灰色や褐灰色等を呈する中～粗粒砂主体の砂とφ4cmまでの角礫からなる火山灰質の砂礫。スコリアや軽石を多く混入する。 「中くらい～非常に密な礫質土」地盤。
	更新世	阿蘇4/3間堆積物	固結シルト	A4/3-h	31～50/10	褐灰色や茶褐色等を呈する固結した火山灰質粘性土で、棒状コアとして採取される。砂分や小礫を混入する。 「固結した粘性土」地盤。
			火山灰質シルト	A4/3-l	1～17	褐色や赤褐色を呈する火山灰質粘性土で、粘性は中位で含水量が多い。 「かたい粘性土」地盤。
		阿蘇3火砕流堆積物	火山灰質砂	A3-s	13～20	褐灰色から暗褐灰色を呈する中～粗粒砂主体の火山灰質砂で、φ3cmまでの角礫を混入する。部分的にシルト分を多く混入する所もある。 「中くらい砂質土」地盤。
			火山灰質砂礫	A3-g	50～50/10	暗褐灰色を呈する中～粗粒砂主体の砂とφ3cmまでの角礫からなる火山灰質の砂礫。φ1cm程度の軽石が点在する。 「中くらい～非常に密な礫質土」地盤。

※ 平成 26 年度 委託 第 10 号 新環境工場等建設に伴う地質調査報告書参照

以下に、各層の分布状況とその性状について述べる。

(1) 黒ボク (Kb) : ローム

孔 番	分布深度 (m)	分布標高 (m)	層 厚 (m)
NoA	0.00~1.50	105.89~104.39	1.50
NoB	0.00~1.35	101.68~100.33	1.35
NoC	0.00~4.65	110.91~106.26	4.65
NoD	0.00~2.30	115.84~113.54	2.30

調査地付近の地表面を覆うように分布する地層で、層厚 1.35~4.65mを有している。

土質は、中位の粘り気を有する火山灰質粘性土で、含水量は中位である。色調は黒褐~暗褐色を呈する。最上部には植物根を含んでいる。

(2) 赤ボク (Ab) : ローム

孔 番	分布深度 (m)	分布標高 (m)	層 厚 (m)
NoA	1.50~10.00	104.39~95.89	8.50
NoB	1.35~6.50	100.33~95.18	5.15
NoC	4.65~7.55	106.26~103.36	2.90
NoD	2.30~7.00	113.54~108.84	4.70

Kb層の下位に分布する地層で、層厚 2.90~8.50mを有している。

土質は、中位~やや強い粘り気を有する火山灰質粘性土で、含水量は中位~やや多い状態である。色調は黄褐~褐色を呈する。部分的に白色の小軽石を含んでいる。

(3) 阿蘇 4 火砕流堆積物 (A4-c) : 火山灰質シルト

孔 番	分布深度 (m)	分布標高 (m)	層 厚 (m)
NoA	10.00~16.50	95.89~89.39	6.50
NoB	6.50~14.70	95.18~86.98	8.20
NoC	7.55~14.70	103.36~96.21	7.15
NoD	7.00~15.00	108.84~100.84	8.00

Ab層の下位に分布する地層で、層厚 6.50~8.20mを有しており、北へ行くほど層厚が薄くなる傾向がある。

中位~やや強い粘り気を有する火山灰質粘性土様を呈し、含水量は中位~やや多い状態である。特に下部では含水量が多くなる傾向がある。炭化物やくされ軽石、角閃石などを含ん

でいる。

(4)阿蘇4火砕流堆積物(A4-s)：火山灰質砂～礫混り火山灰質砂

孔 番	分布深度(m)	分布標高(m)	層 厚(m)
NoA	16.50～45.00	89.39～60.89	28.50
NoB	14.70～40.70	86.98～60.98	26.00
NoC	14.70～41.55	96.21～69.36	26.85
NoD	15.00～45.50	100.84～70.34	30.50

A4-c層の下位に分布する地層で、層厚26.00～30.50mを有しており、北へ行くほど層厚が薄くなる傾向がある。

細粒砂主体の火山灰質砂様を呈し、含水量は少ない状態である。φ数mm～2cm程度の軽石やスコリアを含んでおり、下部でやや軽石などの含有量が多くなる傾向がある。

(5)阿蘇4火砕流堆積物(A4-g)：火山灰質砂礫

孔 番	分布深度(m)	分布標高(m)	層 厚(m)
NoA	45.00～52.50	60.89～53.39	7.50
NoB	40.70～47.00	60.98～54.68	6.30
NoC	41.55～53.10	69.36～57.81	11.55
NoD	45.50～46.00	70.34～69.84	0.50

A4-s層の下位に分布する地層で、層厚0.50～11.55mを有しており、北東へ行くほど層厚が薄くなる傾向がある。

中粒砂～粗粒砂主体の砂とφ0.5～3cm程度の礫からなる火山灰質砂礫様を呈する。含水量はやや少ない～やや多い状態である。スコリアや軽石を多く含んでいる。

(6)阿蘇4/3間堆積物(A4/3-h)：固結シルト

孔 番	分布深度(m)	分布標高(m)	確認層厚(m)
NoA	52.50～53.50	53.39～52.39	1.00
NoB	47.00～48.30	54.68～53.38	1.30
NoC	53.10～54.10	57.81～56.81	1.00
NoD	46.00～47.50	69.84～68.34	1.50

A4-g層の下位に分布する地層で、層厚1.00～1.50mを確認しており、北へ行くほど層厚が薄くなる傾向がある。土質は、固結した火山灰質の粘性土からなり、含水量は少ない状態である。φ0.5～2cm程度の礫を含んでいる。

5. 2 孔内水位

ボーリング掘進中には、毎日作業開始前に孔内水位を測定した。

以下に各孔の孔内水位の状況について記述する。

(1) BorNo. A 孔

深度 9.0m まで無水掘りにより掘削を行ったが、孔内水位は測定されていない。

その後、ケーシングを挿入しつつ送水掘りを行ったが、自然水位は確認できず、深度 30.0m まで掘進した。7/30～8/1 の作業前に GL-5.30m, GL-21.87m, GL-20.70m に孔内水位が確認されたが、孔底までケーシングを挿入したことにより作業用水が残存したものと判断される。

No. A 孔の地下水位は塩ビ管挿入後に Aso-4 砂礫層中の GL-47.66m～GL-48.62m で確認された。

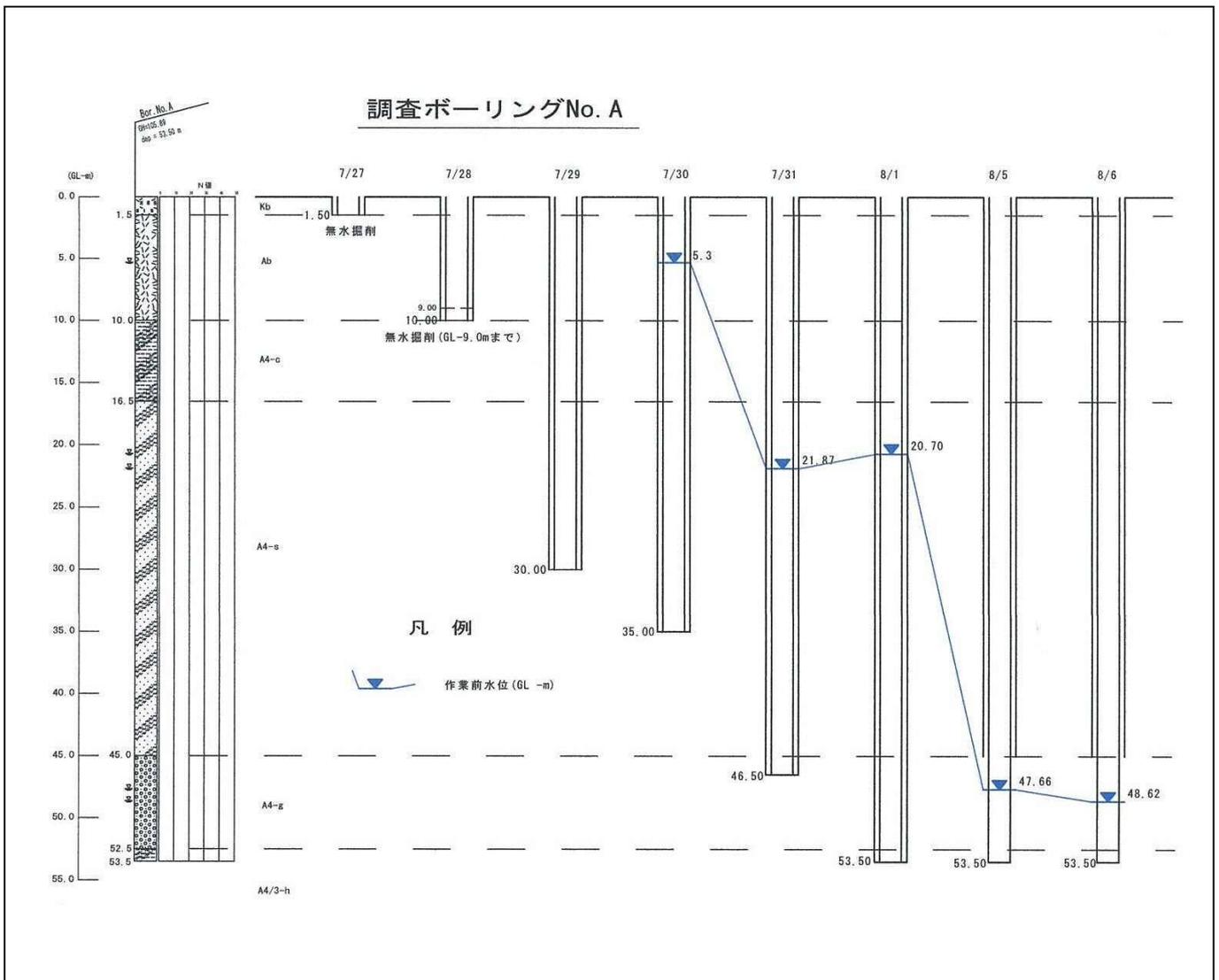


図 5.2.1 No. A 掘進深度と孔内水位変化図

(2) BorNo. B 孔

掘削当初よりケーシングを挿入しつつ送水掘りを行ったため、掘進深度が深くなるにつれて孔内水位が次第に低下した。

GL-48.3mで固結シルトを確認した時点でケーシング先端の地質が不透水性であるため孔内水位が上昇したが、これは作業用水が残存したものと判断される。

No. B 孔の地下水位は、Aso-4 砂礫層のケーシングを抜管した時点で、GL-43.35m～GL-44.66mで確認された。

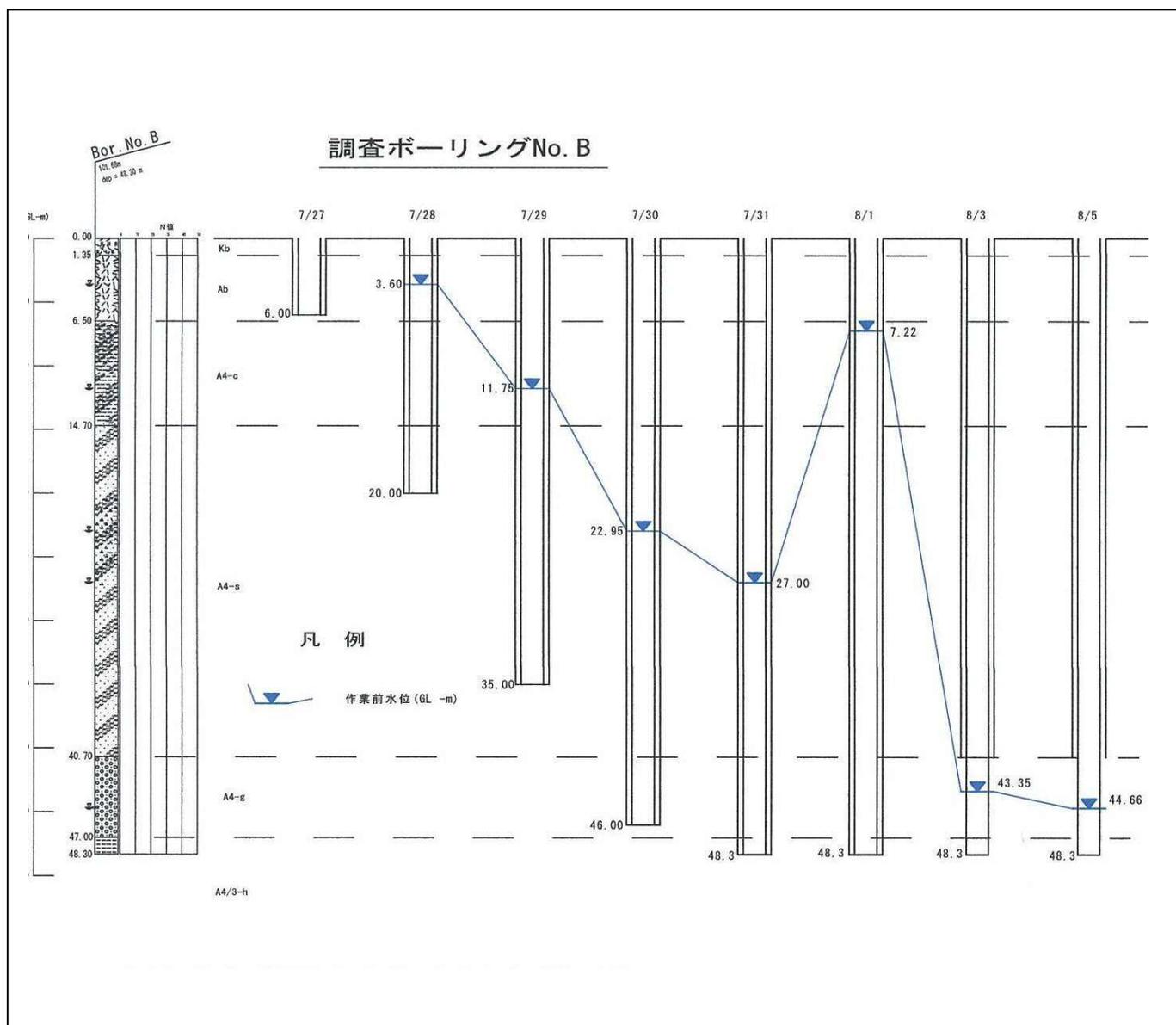


図 5. 2. 2 No. B 掘進深度と孔内水位変化図

(3) BorNo. C 孔

掘削当初よりケーシングを挿入しつつ送水掘りを行ったため掘進にともない孔内水位が変動し、自然水位は確認できなかった。

GL-53.10m で固結シルトを確認した時点で、ケーシング先端の地質が不透水層であるため孔内水位が上昇したが、これは作業用水が残存したものと判断される。

No. C 孔の地下水位は、Aso-4 砂礫層のケーシングを抜管した時点で、GL-46.50m で確認された。

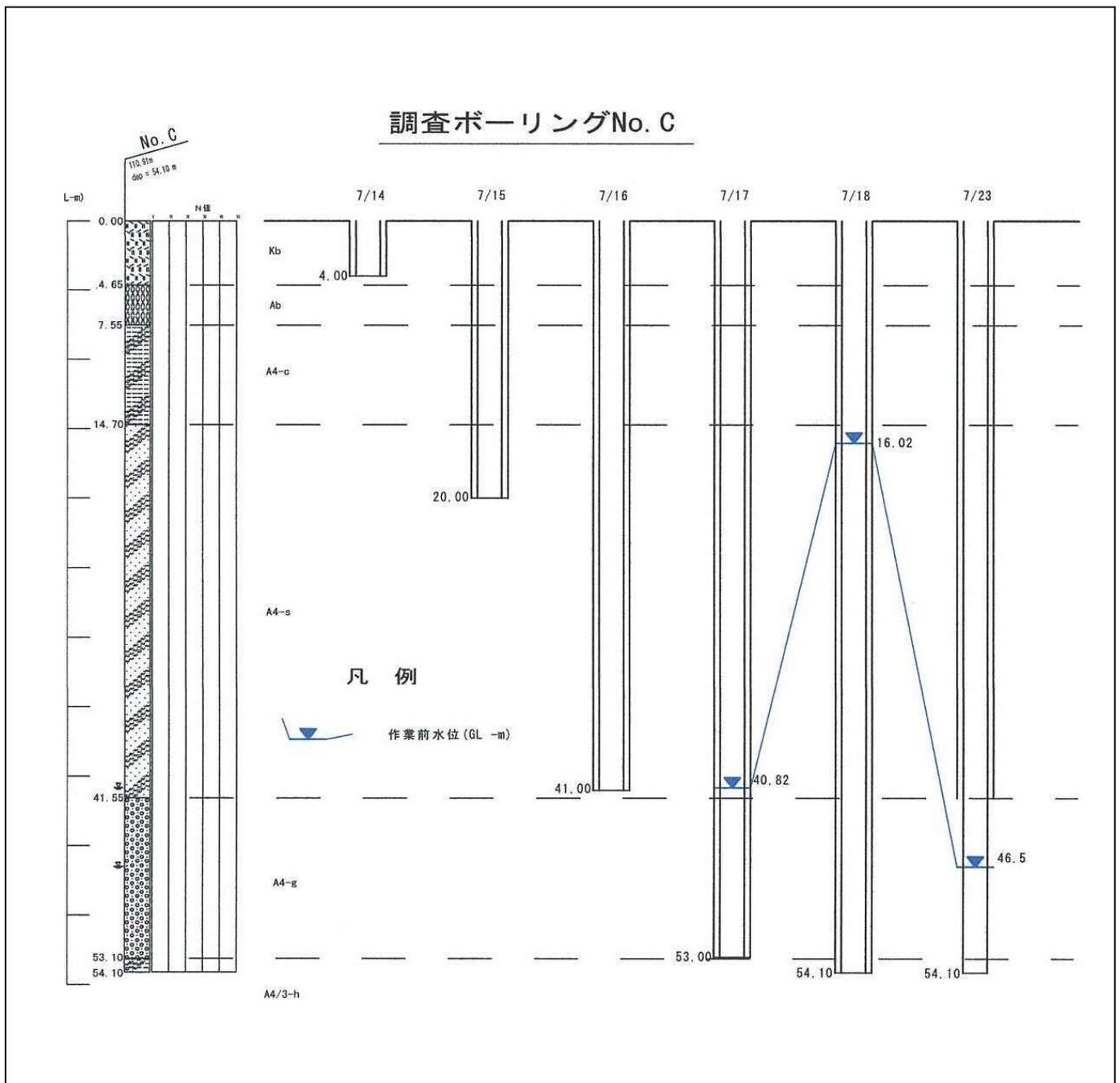


図 5. 2. 3 No. C 掘進深度と孔内水位変化図

(4) BorNo. D 孔

掘削当初よりケーシングを挿入しつつ送水掘りを行ったため、掘進とともに次第に孔内水位が低下したが、これはボーリング作業水が残存したものである。

No. C 孔の地下水位は、Aso-4 砂礫層のケーシングを抜管した時点で、GL-45.85m で確認された。

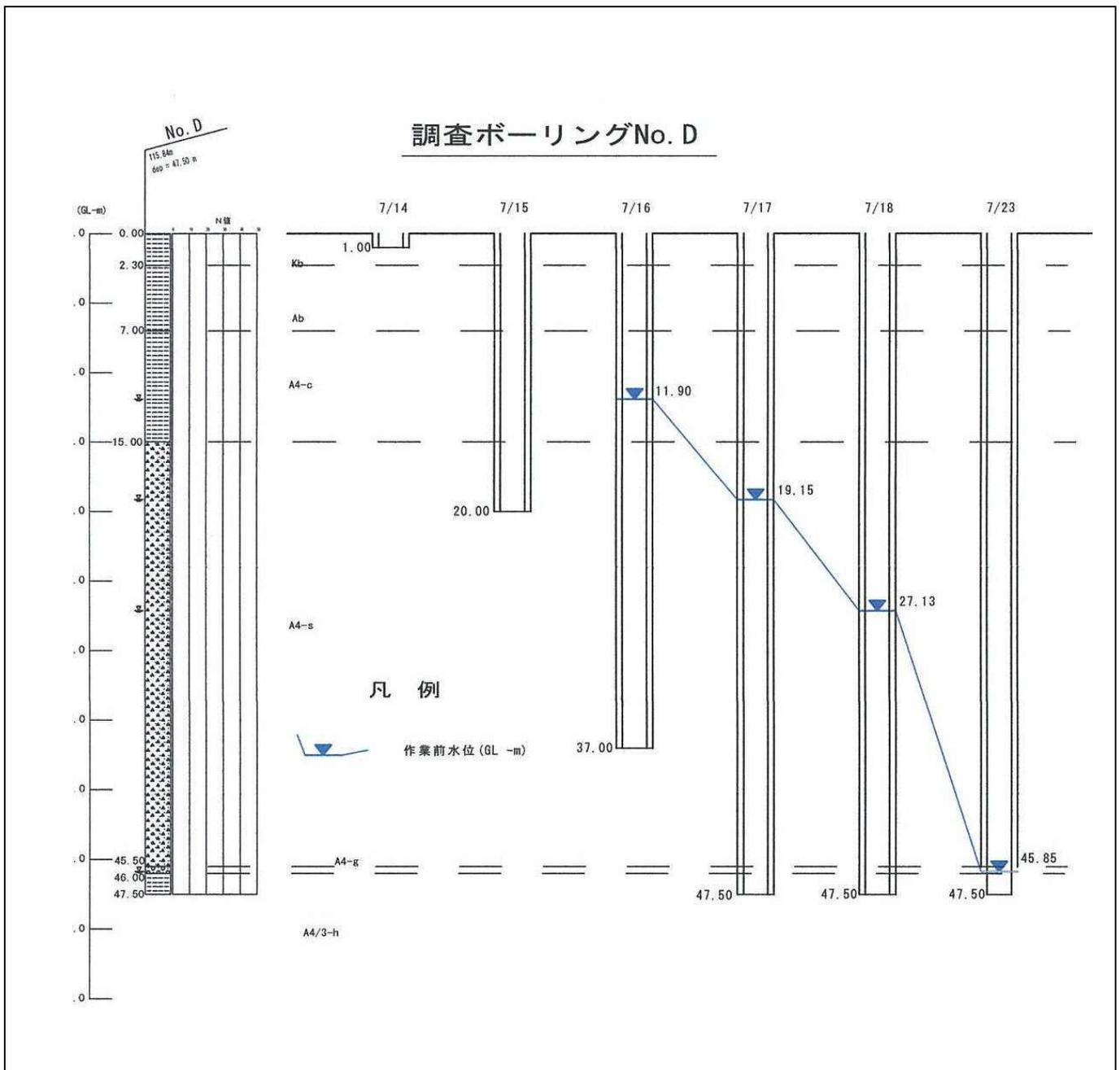


図 5.2.4 No. D 掘進深度と孔内水位変化図

5. 3 地下水流向流速測定

本調査で確認された阿蘇4火砕流堆積物（第1帯水層）の下部に分布する砂礫層様のA4-g層中において地下水流向流速測定を実施した。

測定結果を表5.3.1にまとめて示した。

表 5.3.1 地下水流向流速測定結果一覧表

孔名	測定深度 (GL-m)	流速		流向 北から時計方向の角度(°) (流れの方向)
		(cm/min)	(m/sec)	
No. A	49.0	0.024	4.0×10^{-6}	156.5 (北→南)
	50.0	0.010	1.7×10^{-6}	138.9 (北西→南東)
	51.0	0.006	1.0×10^{-6}	121.7 (西北西→東南東)
No. B	43.7	0.155	2.6×10^{-5}	284.5 (東→西)
	45.0	0.005	8.3×10^{-7}	272.3 (東→西)
	46.5	0.007	1.2×10^{-6}	78.3 (西→東)
No. C	48.0	0.009	1.5×10^{-6}	128.8 (北西→南東)
	50.0	0.005	8.3×10^{-7}	64.9 (西南西→東北東)
	52.0	0.020	3.3×10^{-6}	155.3 (北西→南東)
No. D	45.9	0.003	5.0×10^{-7}	175.7 (北→南)

(1) 地下水の流速

地下水の流速は $K=5.0 \times 10^{-7} \sim 2.6 \times 10^{-5}$ (m/sec) とかなりばらついている。下表によれば、阿蘇4火砕流堆積物の砂礫状の部分としては透水性がやや低いものと判断される。

表 5.3.2 透水性と土質区分

透水性	透水係数 k (m/s)											
	10^{-11}	10^{-10}	10^{-9}	10^{-8}	10^{-7}	10^{-6}	10^{-5}	10^{-4}	10^{-3}	10^{-2}	10^{-1}	10^0
透水性	実質上不透水	非常に低い			低い	中	位	高い				
対応する土の種類	粘性土 {C}	微細砂, シルト, 砂-シルト-粘土混合土 {SF} [S-F] {M}				砂および礫 (GW) (GP) (SW) (SP) (G-M)		清浄な礫 (GW) (G P)				
透水係数を直接測定する方法	特殊な変水位透水試験	変水位透水試験					定水位透水試験		特殊な変水位透水試験			
透水係数を間接的に推定する方法	圧密試験結果から計算		なし			清浄な砂と礫は粒度と間隙比から計算						

「地盤調査の方法と解説」P.488

(2) 地下水の流向

表 5.3.1 に示すように、No. A, C, D 孔では北西→南東または北→南への地下水流が確認された。
また No. B 孔では東-西方向への地下水の流れが確認された。

6. 調査結果の検討

6. 1 地形地質概要

(1) 広域的な地形地質

調査地は、合志市役所の北北東約 3.0km に位置しており、北の合志川と南の堀川に挟まれた合志台地にある。

①地 形

調査地の合志台地は、阿蘇火砕流堆積物の堆積面で、東側にある阿蘇外輪山から西側に下る緩斜面の一面をなすものである。白川、合志川などの主要河川はほぼ東から西に流下している。合志川の支流である日向川や峠川は、上流部では東西に流下するが、途中で北西に流路を変えて本流の合志川に合流している。



図 6. 1. 1 調査地周辺の地質平面図

②地 質

調査地周辺の地質は、台地主部を構成する阿蘇 4 火砕流堆積物 (A4: 第 1 帯水層)、台地縁部に分布する中位段丘堆積物 (t2) 及び低地部に分布する低位段丘堆積物 (t1) と沖積層 (a) からなる。

阿蘇 4 火砕流堆積物 (A4) の下位には、阿蘇 3 火砕流堆積物 (A3: 第 2 帯水層) が分布し、阿蘇 3 火砕流堆積物 (A3) と阿蘇 4 火砕流堆積物 (A4) の間には泥、砂、礫、火山灰からなる布田

層(FH)が挟まれている。布田層(FH)は、湖水性の薄い堆積物であり、下位の火山砕屑物から供給された礫、砂、泥からなる堆積物及び火山灰層からなる。

調査地内の台地部に広く分布する阿蘇4火砕流堆積物(A4)は、火山灰と角礫からなる淘汰不良の火砕流堆積物である。角礫として安山岩以外に変成岩類を特徴的に含み、カルデラ縁付近ではそれらの濃集した角礫層を形成することがある。岩質は流紋岩質を主とするが、塩基性安山岩質の部分も少量存在する。

表 6.1.1 調査地周辺の地質層序

地質時代		地 層 名	地質記号	構 成 物	
新 生 代	第 四 紀	完 新 世	沖積層	a	未固結の礫、砂、泥
		更 新 世	低位段丘堆積物	t1	未固結の礫、砂、泥
	中位段丘堆積物		t2	未固結の礫、砂、泥	
	阿蘇4火砕流堆積物		A4	非溶結～弱溶結の軽石、凝灰角礫岩、 溶結凝灰岩 (第1帯水層)	
	布田層	FH	未固結の礫、砂、泥		
阿蘇3火砕流堆積物	A1～3	軽石、凝灰角礫岩、溶結凝灰岩(第 2帯水層)			
中 生 代	白 亜 紀	熊本層群	Kum	礫岩、砂岩、泥岩	

(2) 調査地の地形地質

① 調査地の地形

調査地周辺の地形を、図 6.1.2、図 6.1.3 に示す。

調査地は、標高 120m程度を有する台地地形の北縁付近にあたり、敷地全体が北側に向かって緩やかに傾斜している。敷地の南東端付近の標高は 120m程度、北端付近の標高は 100m弱となっている。

また、敷地中央付近に南北に延びる緩い谷地形があり、表流水は北北西に向かって流下している。

調査地北西の敷地近傍に「シラスドリーネ」と呼ばれる難透水性地盤上の透水層におけるパイピングを原因とした陥没地形が確認される(写真 6-1)。

これは、本地区阿蘇4/3間堆積物である布田層の固結シルト層(難透水層)上に分布する阿蘇4火砕流堆積物の浸透性が比較的高いことを主因として最下端の砂礫様の部分にいわゆるパイプ流が発生して浸食穴が陥没してシラスドリーネが形成されていると推定される。

(図 6.1.4 参照)

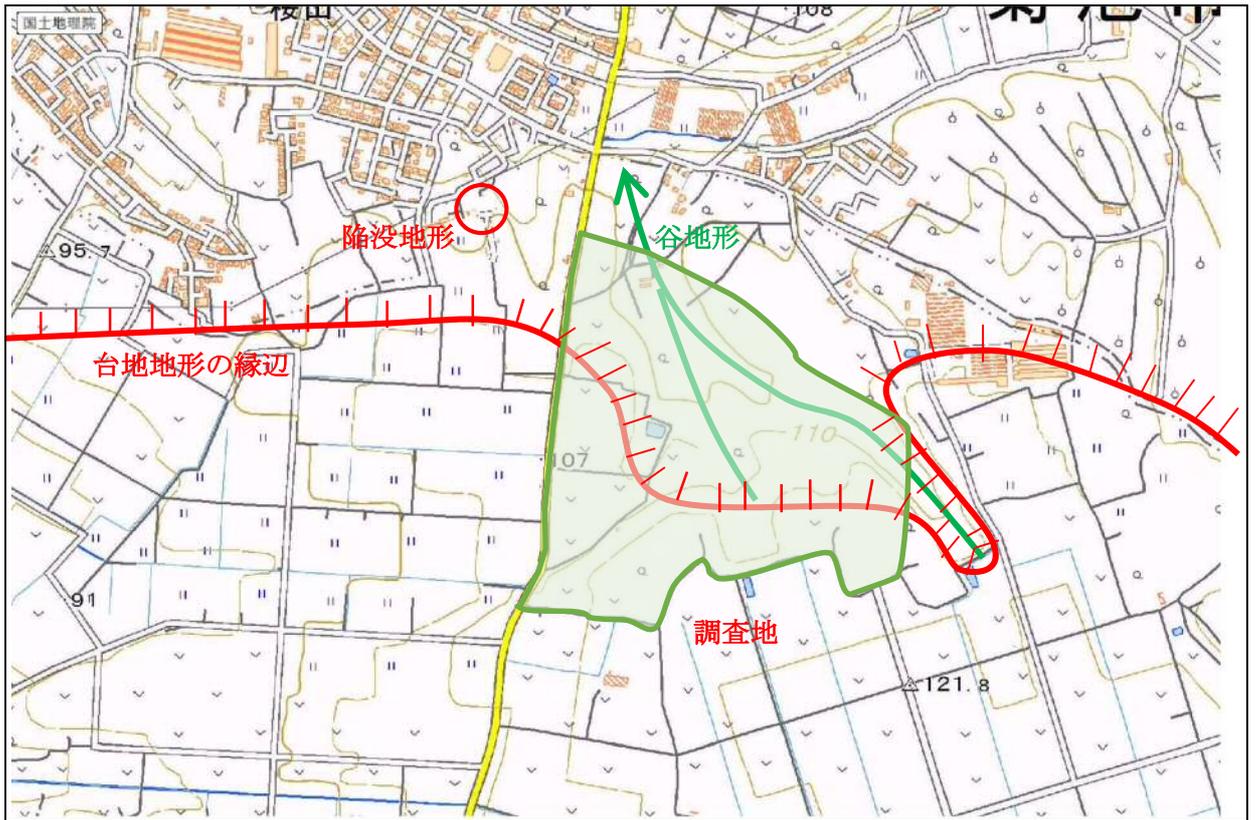


図 6.1.2 調査地周辺の地形

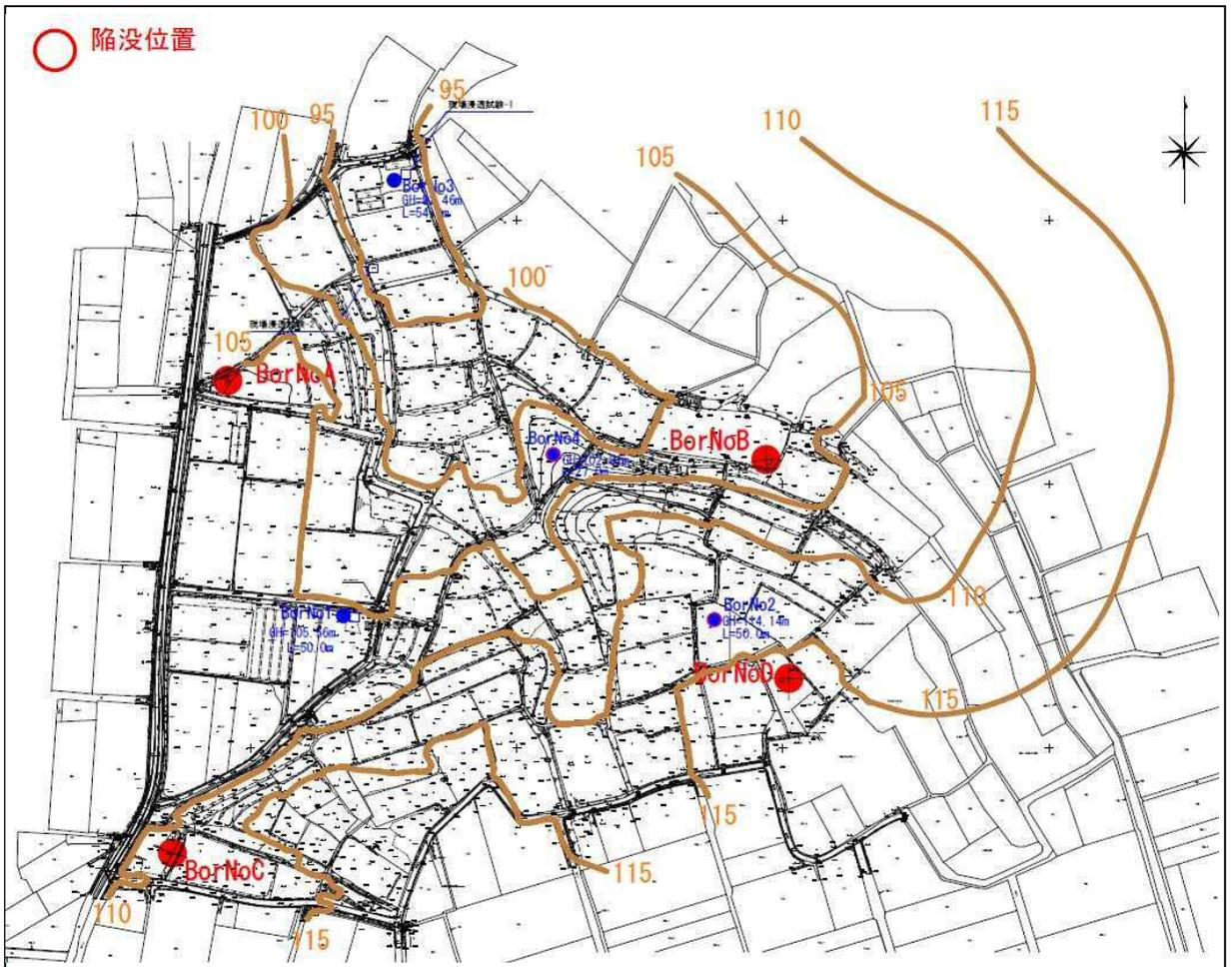
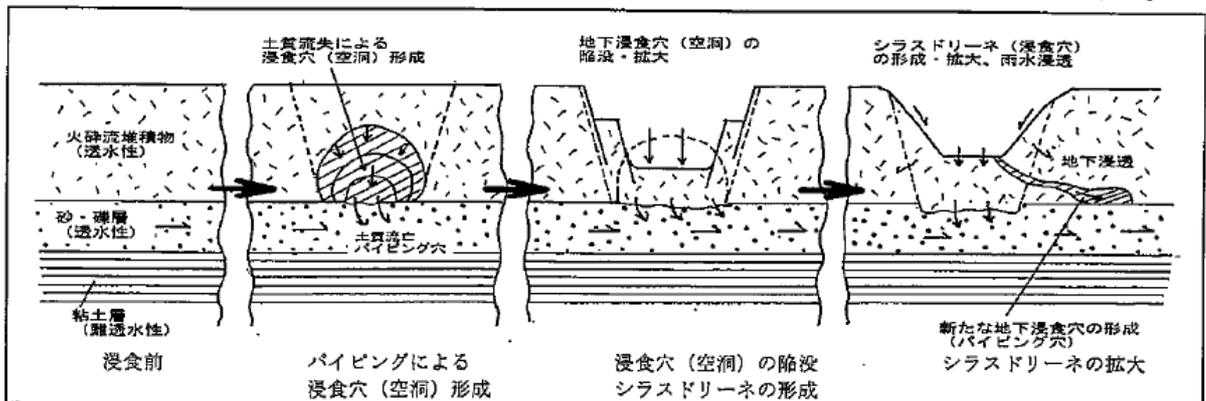


図 6.1.3 調査地周辺の現地形の等高線図



写真 6-1 地表の陥没状況



地中の浸食によるシラスドリーネの形成モデル図

第 11 回(平成 14 年度)熊本自然研究会研究発表会要旨集 P. 61

図 6. 1. 4 シラスドリーネの形成モデル図

② 調査地の地質

これまでの調査ボーリングにより、表 6.1.2 の地質層序表に示す 9 層が確認されている。

表 6.1.2 調査ボーリング結果による地質層序表

地質時代	地層名	土質	記号	N値	特 徴	
新生代	完新世	黒ボク	ローム	Kb	2~6	黒褐色から暗褐色を呈する有機質の火山灰質粘性土で、粘性は中位。植物根を混入する。 「軟らかい粘性土」地盤。
		赤ボク	ローム	Ab	2~5	褐色から赤褐色を呈する不均質な火山灰質粘性土で、粘性は中位から強い。砂分は細粒砂からなる。 「軟らかい粘性土」地盤。
	第四紀	阿蘇4火砕流堆積物	火山灰質シルト	A4-c	0~4	褐灰色や明褐灰色を呈する火山灰質粘性土で、粘性は中位から強く、小礫や軽石を若干混入する。砂分は細~中粒砂からなる。 「非常に軟らかい粘性土」地盤。
			火山灰質砂~ 礫混り火山灰質砂	A4-s	1~39	灰色や褐灰色等を呈する細粒砂主体の火山灰質砂で、小礫や軽石を若干混入する。軽石を多く混入する所もある。 「中くらい~密な砂質土」地盤。
			火山灰質砂礫	A4-g	25~50/26	暗褐灰色や褐灰色等を呈する中~粗粒砂主体の砂とφ4cmまでの角礫からなる火山灰質の砂礫。スコリアや軽石を多く混入する。 「中くらい~非常に密な礫質土」地盤。
	更新世	阿蘇4/3間堆積物	固結シルト	A4/3-h	31~50/10	褐灰色や茶褐色等を呈する固結した火山灰質粘性土で、棒状コアとして採取される。砂分や小礫を混入する。 「固結した粘性土」地盤。
			火山灰質シルト	A4/3-l	1~17	褐色や赤褐色を呈する火山灰質粘性土で、粘性は中位で含水量が多い。 「かたい粘性土」地盤。
	阿蘇3火砕流堆積物	火山灰質砂	A3-s	13~20	褐灰色から暗褐灰色を呈する中~粗粒砂主体の火山灰質砂で、φ3cmまでの角礫を混入する。部分的にシルト分を多く混入する所もある。 「中くらい砂質土」地盤。	
		火山灰質砂礫	A3-g	50~50/10	暗褐灰色を呈する中~粗粒砂主体の砂とφ3cmまでの角礫からなる火山灰質の砂礫。φ1cm程度の軽石が点在する。 「中くらい~非常に密な礫質土」地盤。	

平成 26 年度 地質調査報告書より引用

6. 2 敷地内の地質分布

(1) 南北方向の地質断面図

a. ①-①' 地質断面図(No. C~No. A~No. 3 断面)

①-①断面は、敷地西側を南北方向に切った地質断面図である(図 1. 2、図 6. 1. 5 参照)。

この断面図では、地表部付近に層厚 7m~10mのローム層(Ab層、Kb層)が現地形にそって分布しており、その下位に阿蘇 4 火砕流堆積物が分布している。阿蘇 4 火砕流堆積物は南側で 48mと厚く、北側で 25mと薄い。阿蘇 4 火砕流堆積物は、層相により下位から火山灰質砂礫(A4-g)、火山灰質砂~礫混り火山灰質砂(A4-s)、そして火山灰質シルト(A4-c)に3区分される。それぞれの層厚は、A4-g層で 1.6~13m、A4-s層で 17~27m、A4-c層で 6.5~7m程度となっている。

阿蘇 4 火砕流堆積物の下部にある火山灰質砂礫(A4-g)の下位には阿蘇 4/3 間堆積物の固結シルト(A4/3-h)が分布しており、その上面はやや起伏に富んだ形状をしている。

北側のNo.3孔では阿蘇 4/3 間堆積物の下位で阿蘇 3 火砕流堆積物の火山灰質砂(A3-s)と火山灰質砂礫(A3-g)を確認している。

地下水位は、難透水層である阿蘇 4/3 間堆積物の固結シルト(A4/3-h)上に分布する阿蘇 4 火砕流堆積物の火山灰質砂礫(A4-g)中に確認される。地下水位の標高は概ね 57~65m程度である。

b. ②-②' 地質断面図(No. D~No. B 断面)

②-②断面は、敷地東側を南北方向に切った地質断面図である(図 1. 2、図 6. 1. 6 参照)。

この断面図では、①-①断面図と同様に、地表部付近に層厚 6m~7mのローム層(Ab層、Kb層)が現地形にそって分布しており、その下位に層厚 40m前後の阿蘇 4 火砕流堆積物が分布している。阿蘇 4 火砕流堆積物は、①-①断面図と同様に層相により3区分され、層厚は A4-g層で 0.5~7m、A4-s層で 26~31m、A4-c層で 8m程度であり、難透水層である阿蘇 4/3 間堆積物の固結シルト層(A4/3-h)上に堆積している。

この断面位置でも固結シルト層(A4/3-h)の上面は起伏に富み、分布標高が最も高いボーリングNo.D孔付近で火山灰質砂礫(A4-g)の層厚が薄くなっている。

地下水位は、難透水層である阿蘇 4/3 間堆積物の固結シルト(A4/3-h)上に分布する阿蘇 4 火砕流堆積物の火山灰質砂礫(A4-g)中に確認されるが、A4-g層の層厚が薄いためか固結シルト層(A4/3-h)上面の形状に沿って浅い水深で分布している模様である。

(2) 東西方向の地質断面図

a. ③-③' 地質断面図 (No.A~No.4~No.B 断面)

③-③断面は、敷地北側を東西方向に切った断面図である (図 1.2、図 6.1.7 参照)。

この断面図では、地表部付近に層厚 3.4m~10mのローム層 (Ab 層、Kb 層) が現地形にそって分布しており、その下位に層厚 40m程度の阿蘇 4 火砕流堆積物が分布している。No.4 孔付近ではローム層の層厚が 3.4mと周囲に比べ浅くなっている。阿蘇 4 火砕流堆積物は、他の断面図と同様に、層相により 3 区分され阿蘇 4/3 間堆積物の固結シルト層 (A4/3-h) 上に堆積している。それぞれの層厚は、A4-g 層で 6~8m、A4-s 層で 26~29m、A4-c 層で 6~8m程度である。

地下水位は、難透水層である阿蘇 4/3 間堆積物の固結シルト (A4/3-h) 上に分布する火山灰質砂礫 (A4-g) 中に確認される。地下水位の標高は概ね 57.5m前後にあり、水深は 3~9m程度である。

b. ④-④' 地質断面図 (No.C~No.D 断面)

④-④断面は、敷地南側を東西方向に切った断面図である (図 1.2、図 6.1.8 参照)。

この断面図では、地表部付近に層厚 7m前後のローム層 (Ab 層、Kb 層) が現地形にそって分布しており、その下位に層厚 40~46mの阿蘇 4 火砕流堆積物が分布している。阿蘇 4 火砕流堆積物は、現地形と同様に西方に傾斜した阿蘇 4/3 間堆積物の固結シルト (A4/3-h) 上に堆積している。他の断面図と同様に層相により 3 区分され、各層相の層厚は、A4-g 層で 0.5~12m、A4-s 層で 26~31m、A4-c 層で 7~8m程度となっている。

地下水位は、難透水層である阿蘇 4/3 間堆積物の固結シルト (A4/3-h) 上に分布する火山灰質砂礫 (A4-g) 中に確認される。地下水位の標高は 65~70m前後にあり、水深は 0.5~6.5m程度である。

(3) 固結シルト層 (A4/3-h) 上面等高線図

この地域の第一帯水層の地下水盆の広がりや地下水の流れを明らかにするためには、阿蘇 4/3 間堆積物の固結シルト (A4/3-h) [難透水層]と阿蘇 4 火砕流堆積物の火山灰質砂礫 (A4-g) [貯留層]の分布と性状を把握する必要があるが、特に難透水層をなす固結シルト (A4/3-h) の上面形状の把握が重要である。

調査結果に基づいて作成した、固結シルト層 (A4/3-h) 上面等高線図を図 6.1.9 に示す。

この図に見られるように、固結シルト層 (A4/3-h) 上面は、調査地内では東から西に緩やかに傾斜した形状を呈しており、調査地の中央より北側にはボーリングNo.A 孔とNo.B 孔の間を通る西に開いた東-西方向の谷地形が発達している。調査地内では南東端のボーリングNo.D 孔の東側が標高 70mと最も高く、前述した東西方向の谷底付近が標高 50mと最も低くなっている。

調査地内の第一帯水層の地下水の流向は、難透水層である固結シルト層 (A4/3-h) の上面形状の影響を受けているものと推察される。

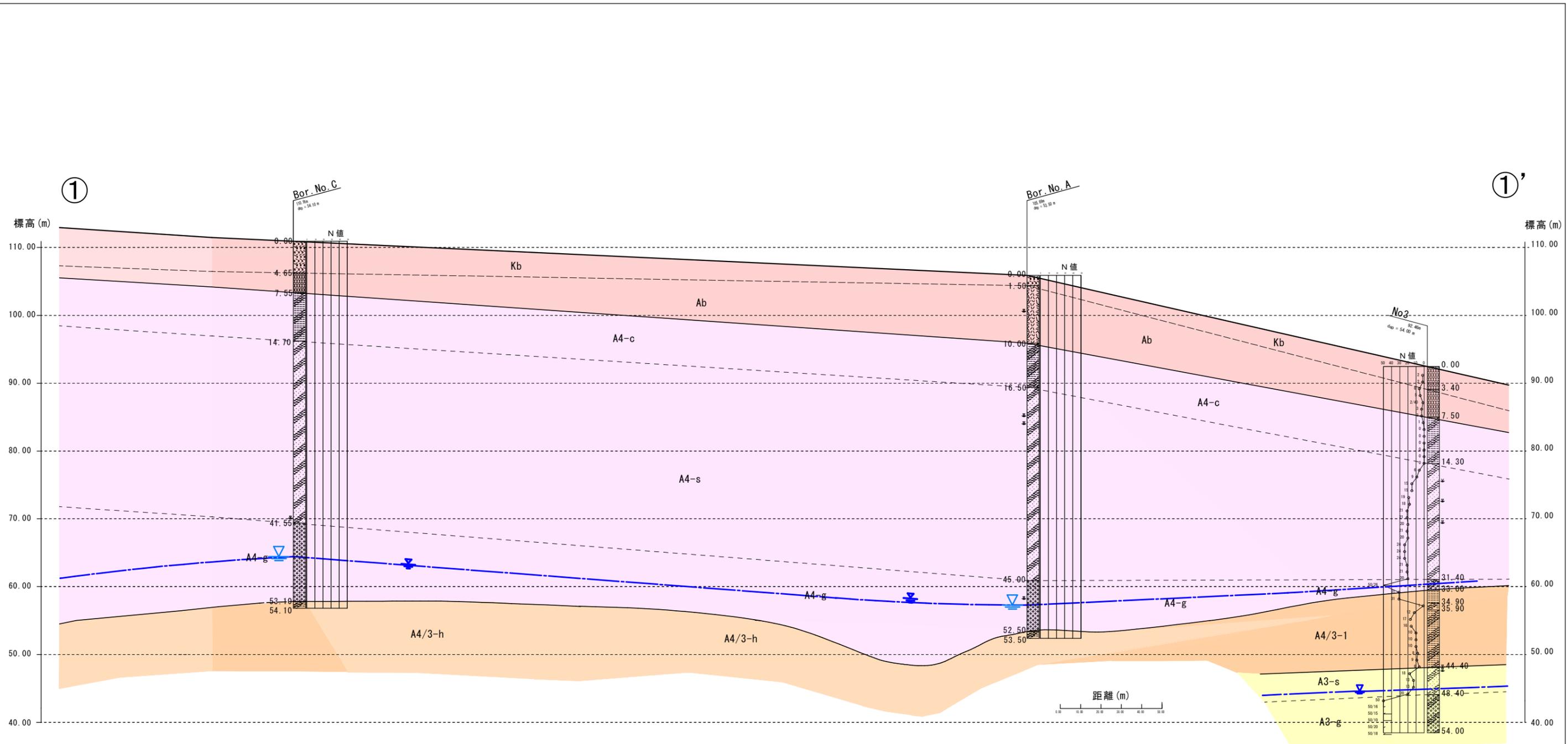


図6.1.5 ①-①' 地質断面図 (No. C~No. A~No. 3断面)
(V=1:600 H=1:2,000)

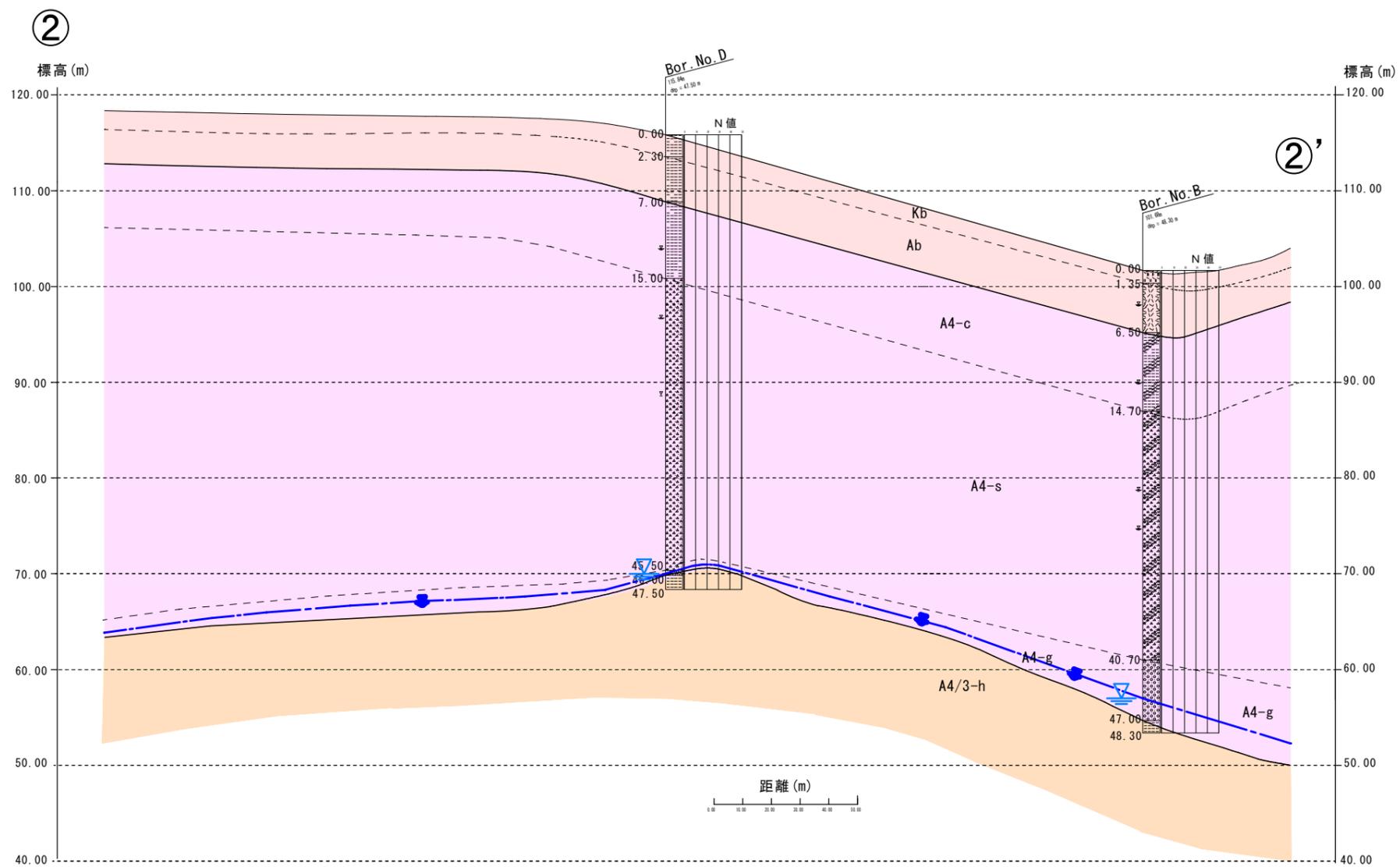


図-6.1.6 ②-②' 地質断面図 (No. D~No. B断面)
(V=1:600 H=1:2,000)

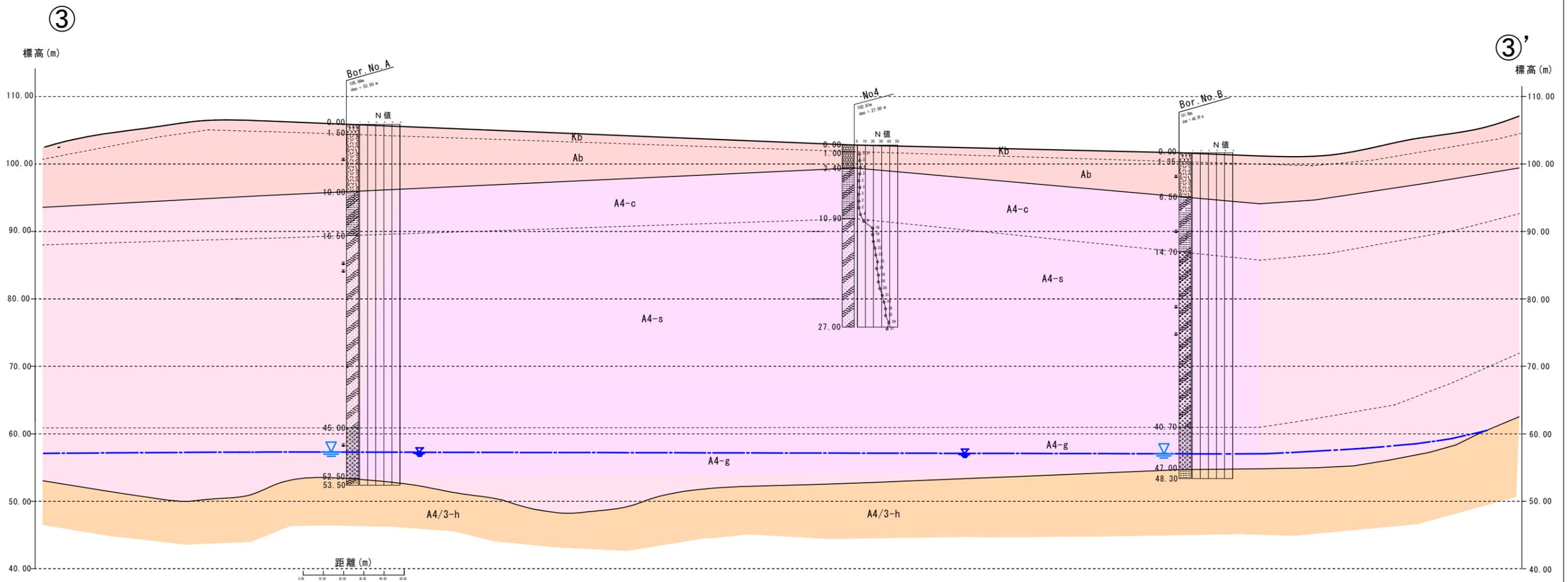


図6.1.7 ③-③' 地質断面図 (No. A~No. 4~No. B断面)
(V=1:600 H=1:2,000)

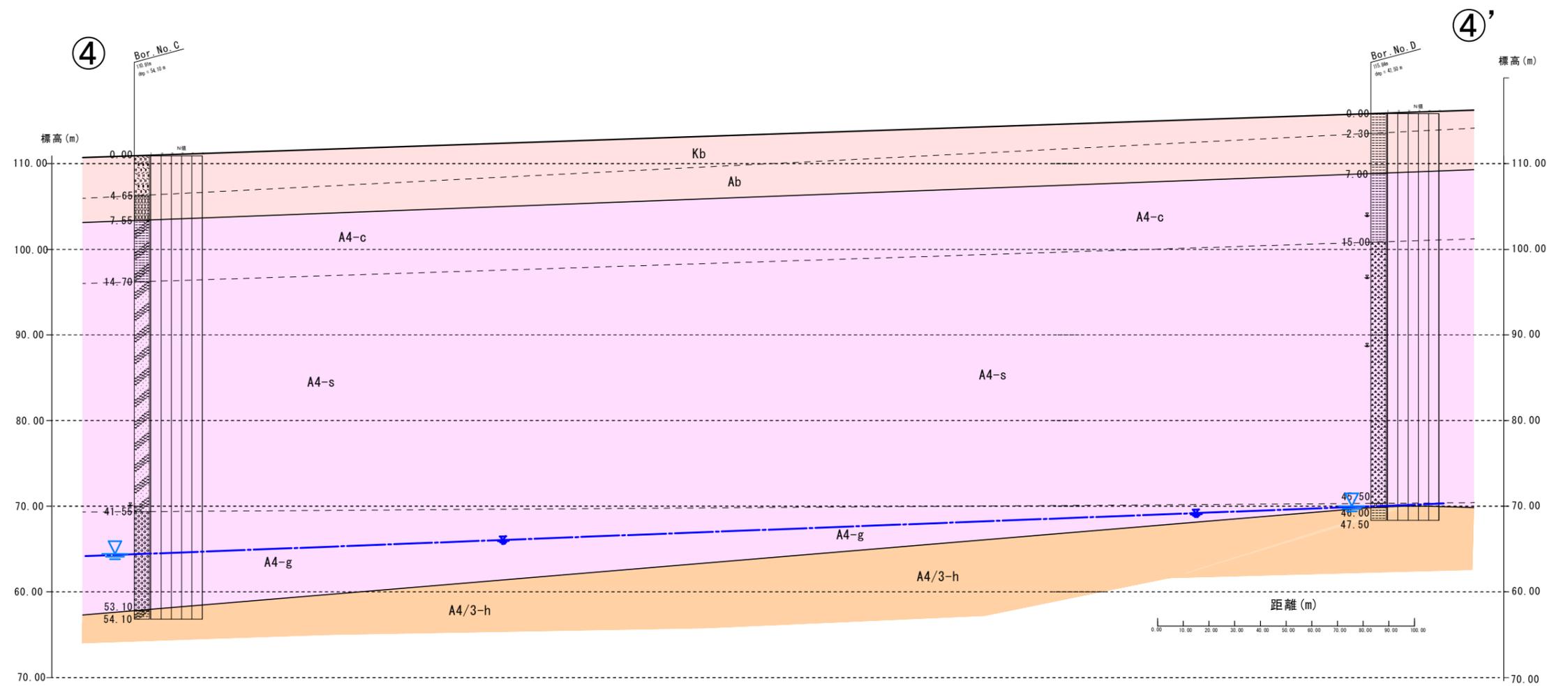
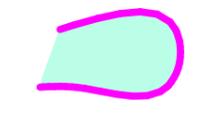


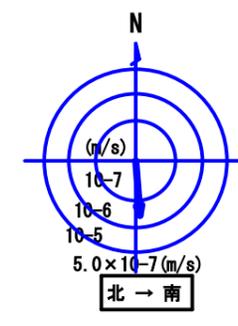
図6.1.8 地質断面図 (No. C~No. D断面)
(V=1:600 H=1:2,000)

○ 陥没位置

凡例



谷部



流向流速表示図

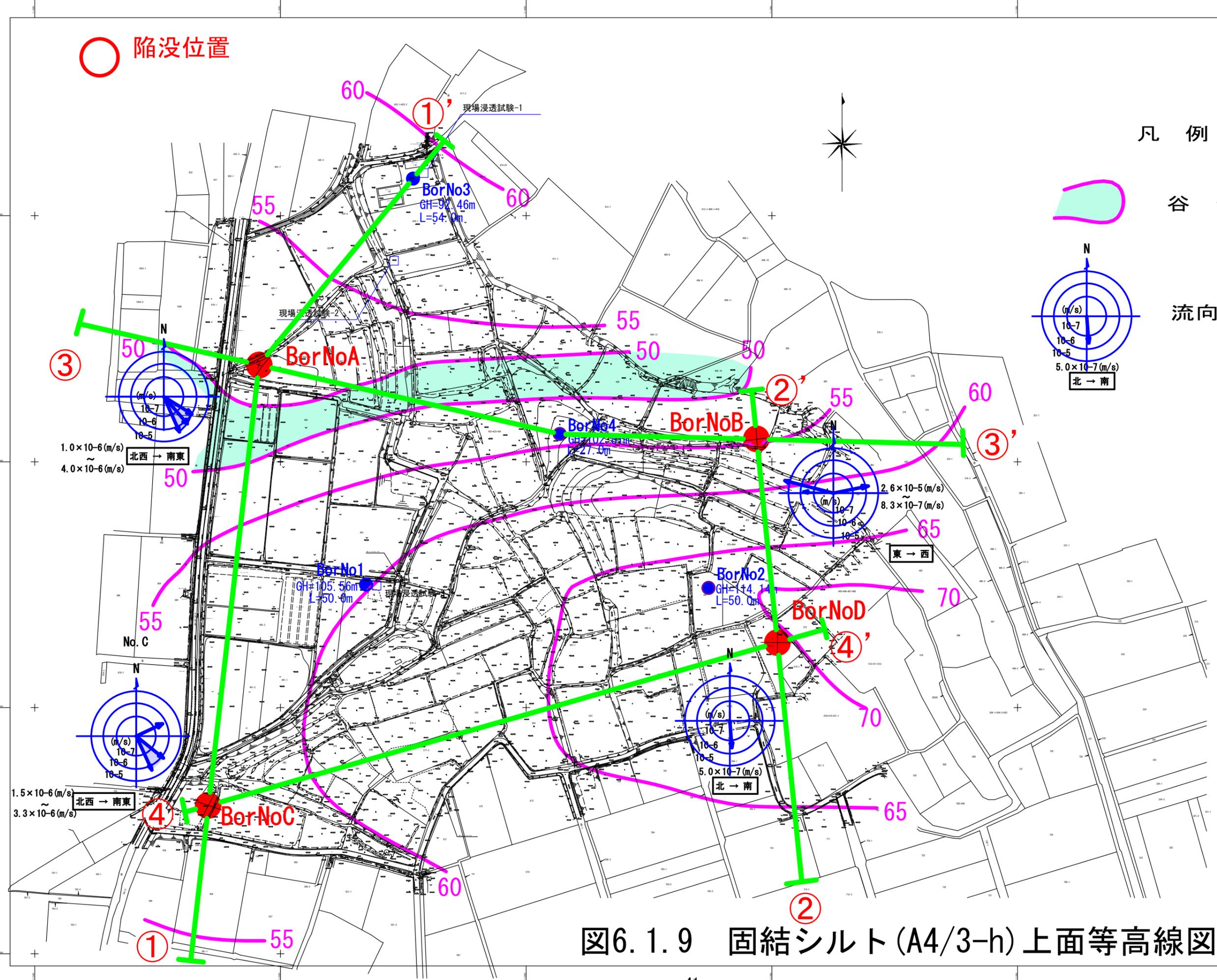


図6.1.9 固結シルト (A4/3-h) 上面等高線図

工事名	平成	年度	工事
路線名	新橋線工事建設中用地		
工事箇所	谷部 無人地帯内		
図面種類	平面図		
縮尺	S=1:1,000		
図面	全1頁 第1号		
発行日			
作成者	東京建設株式会社		

6. 3 地下水状況

(1) 広域的な地下水状況

既存資料によれば、下図に明らかなように、合志川南に位置する本調査地は広域的に北北西→南南東方向の地下水流動域にあっている。

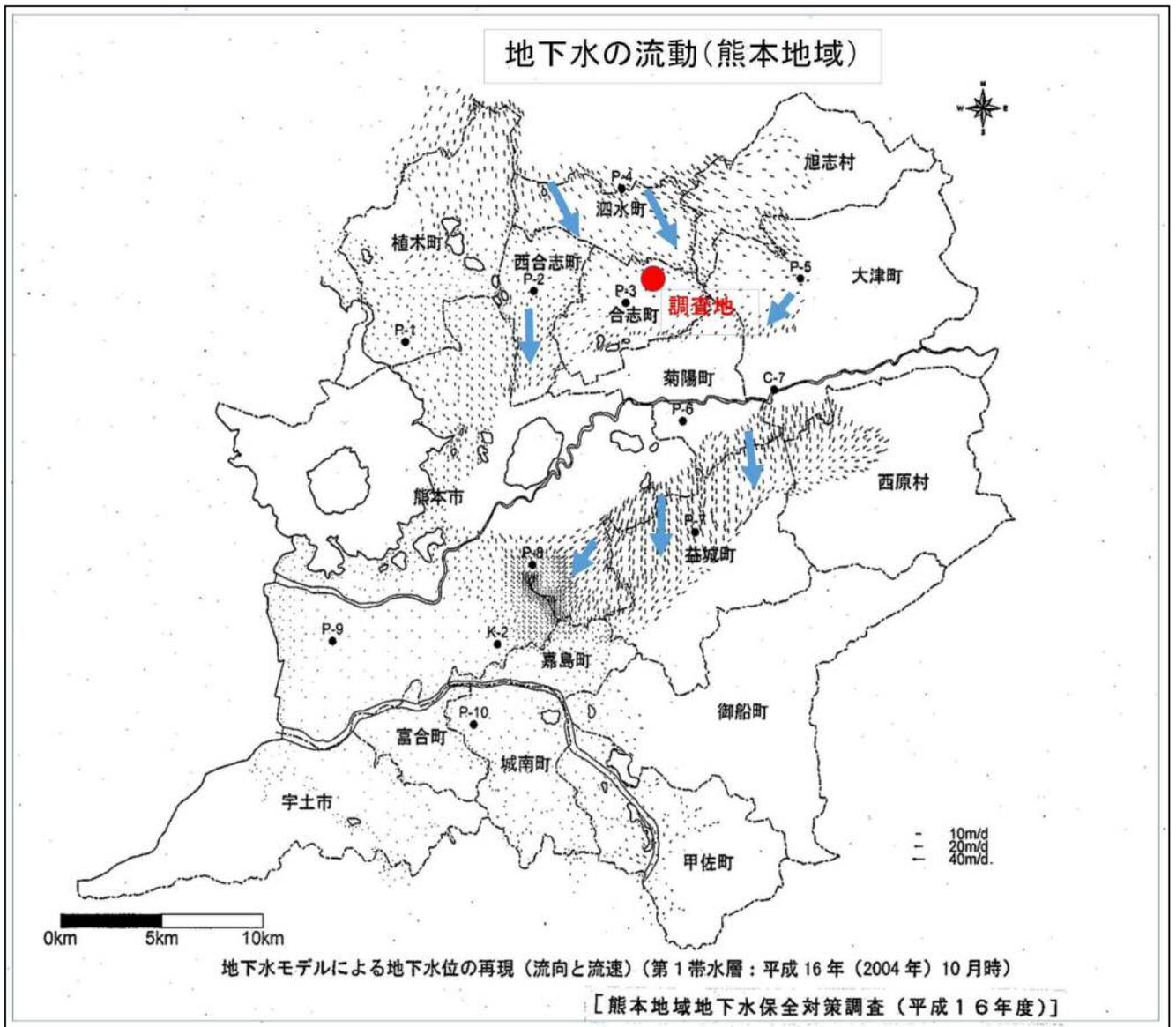


図 6. 3. 1 広域的地下水流動図

(2) 調査地内の地下水状況

広域的に第一帯水層に相当する調査地内の地下水は、難透水層である阿蘇 4/3 間堆積物の固結シルト (A4/3-h) の上面形状の影響を受けて分布している。このことは、図 6.3.2 の固結シルト (A4/3-h) 上面等高線図と図 6.3.3 の地下水位等高線図がほぼ同様の分布形状を示していることから明らかである。

難透水層である固結シルト (A4/3-h) 上の地下水の水深は、0.5~10m 程度と全体に浅くなっている。ボーリング孔内で測定した地下水の流向流速結果は表 6.3.1 と図 6.3.4 に示したが、図 6.3.2 に示したように地下水の流向はボーリングNo.A 孔、C 孔、D 孔で北西→南東あるいは北→南、ボーリングNo.B 孔で東→西を示しており、固結シルト (A4/3-h) 上面等高線とほぼ調和的となっている。地下水の流速は $\times 10^{-6}$ m/sec オーダーであり、透水性はやや低い。

なお、調査地域の地下水の流動方向は、固結シルト (A4/3-h) 上面等高線の微地形の影響を受けてはいるが、大局的な流れは広域の地下水の流動方向に一致している。

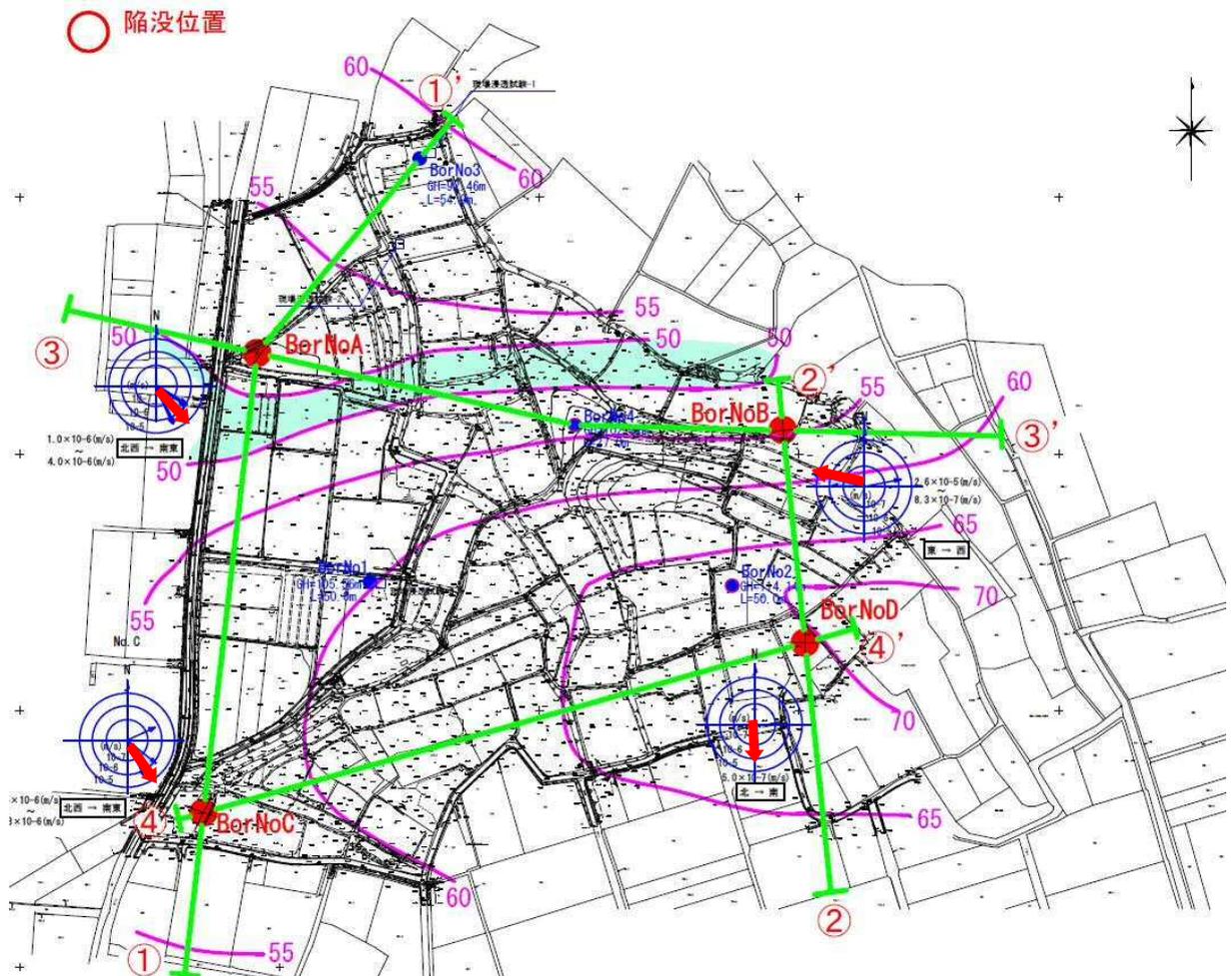


図 6.3.2 固結シルト層 (A4/3-h) 上面等高線図と地下水流向

表 6.3.1 地下水流向流速測定結果

孔名	A4-g 層の 層厚 (m)	測定深度 (GL-m)	流 速 (m/sec)	流向 (方位)	流向流速まとめ(平均流速)
No. A	7.5	49.0	4.0×10^{-6}	北→南	北西→南東 (2.2×10^{-6} m/sec)
		50.0	1.7×10^{-6}	北西→南東	
		51.0	1.0×10^{-6}	北西→東南東	
No. B	6.3	43.7	2.6×10^{-5}	東→西	東→西 西→東 (9.3×10^{-6} m/sec)
		45.0	8.3×10^{-7}	東→西	
		46.5	1.2×10^{-6}	西→東	
No. C	11.6	48.0	1.5×10^{-7}	北西→南東	北西→南東 (1.9×10^{-6} m/sec)
		50.0	8.3×10^{-6}	西南西→東北東	
		52.0	3.3×10^{-6}	北西→南東	
No. D	0.5	45.9	5.0×10^{-7}	北→南	北→南 (5.0×10^{-7} m/sec)

No. A

砂礫層：深度45.0~52.5m

No. B

砂礫層：深度40.7~47.0m

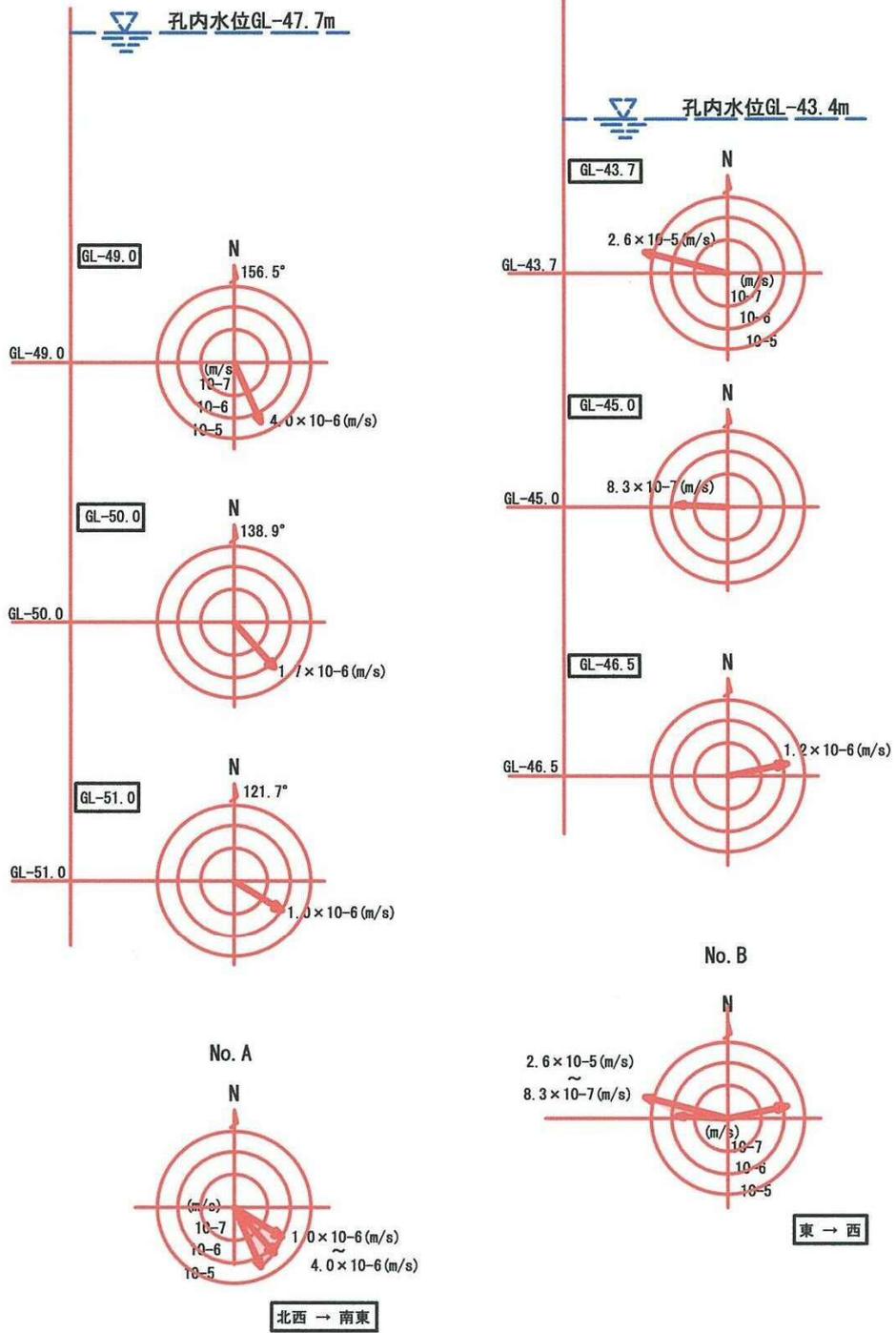


图 6.3.4 流向流速结果图 (1)

No. C
砂礫層：深度41.6~53.1m

No. D
砂礫層：深度45.5~46.0m

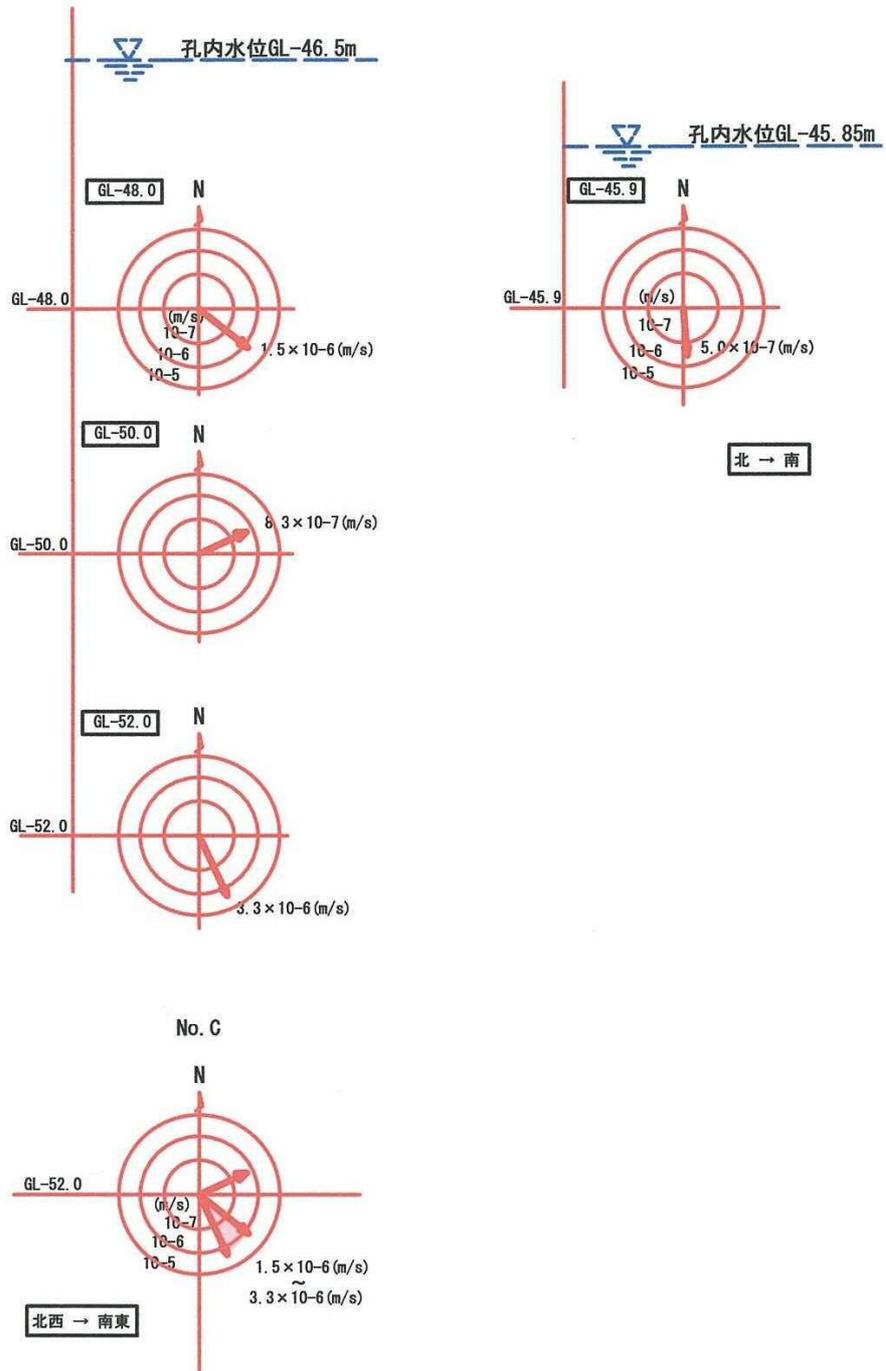


图 6.3.4 流向流速结果图 (2)

6. 4 今後の調査計画について

今回のボーリング調査で阿蘇4火砕流堆積物の最下部の火山灰質砂礫層（A3-g）（第一帯水層）で地下水を確認した。また、この火山灰質砂礫層（A3-g）で流向流速測定を行い、調査地域の地下水の流動方向は、下位の固結シルト（A4/3-h）上面の微地形の影響を受けるが、大局的には広域の地下水流動方向である北→南に流れており、その流速は 10^{-6} m/sec オーダーであることを確認した。

今後、今回設置したモニタリング孔を用いて、調査地内の地下水の水位変動とそれに伴う流向流速の変化、水質の経年変化等を把握し、新環境工場建設計画の基礎資料とされたい。