

H28熊本地震観測地点の ボーリングデータ

(仮称)熊本市消防局東側庁舎増築に伴う
地質調査業務委託

報 告 書

平成 28 年 3 月

熊本市都市建設局営繕課
株式会社日田プランニング

目 次

1. 概 要	1
2. 一般的地形・地質	4
2-1. 地 形.....	4
2-2. 地 質.....	5
3. 調査方法.....	7
3-1. 調査ボーリング	7
3-2. 標準貫入試験.....	9
3-3. 孔内水平載荷試験.....	15
3-4. 室内土質試験.....	18
3-4-1. 土粒子の密度試験.....	20
3-4-2. 土の含水量試験	21
3-4-3. 土の粒度試験	21
3-4-4. 液性・塑性限界試験	22
4. 調査ボーリング結果.....	26
4-1. 地 質.....	26
4-2. 標準貫入試験結果.....	29
4-3. 地下水位	32
4-4. 孔内水平載荷試験結果	33
5. 室内土質試験結果	34
5-1. 土質試験結果一覧.....	34
5-2. 土粒子の密度試験結果	36
5-3. 自然含水比試験結果.....	38
5-4. 土のコンシステンシー試験結果	39
5-5. 土の粒度試験結果	41

6. まとめ	46
6-1. 地層層序	46
6-2. 調査位置平面図	47
6-3. 地層想定断面図	48
6-4. 地盤定数	50
6-4-1. 単位体積重量	50
6-4-2. 粘着力(C)	53
6-4-3. せん断抵抗角(φ)	55
6-4-4. 変形係数 (E_s)	56
6-5. 地盤の支持力について	58
7. 基礎についての考察	60
7-1. 基礎形式の選定	60
7-2. 杭支持力試算	63
1) 杭長 $L=20\text{m}$ (No.1 孔、No.2 孔地点)	65
2) 杭長 $L=24\text{m}$ (No.1 孔、No.2 孔地点)	68
7-3. 地盤液状化についての考察	71
8. まとめ	93

添付資料

1. ボーリング柱状図
2. ボーリングコア写真
3. 調査位置平面図 (A3 版)
4. 想定地質断面図 (A3 版)
5. 孔内水平載荷試験データシート、解析書
6. 土質試験データシート
7. 地盤の液状化解析結果表
8. 調査記録写真集
9. 調査計画書、打合せ簿、等

2. 一般的地形・地質

2-1. 地 形

調査地である熊本市中央消防署は、熊本市役所よりほぼ東へ直線距離で 1.2km、通称産業道路と明午橋通りの交差点に位置する。地形的に見れば、敷地の数百 m 北側を白川が流れる標高約 18m 程度の熊本平野北部の段丘面に当たる。(図 2-1 現地鳥瞰写真参照)

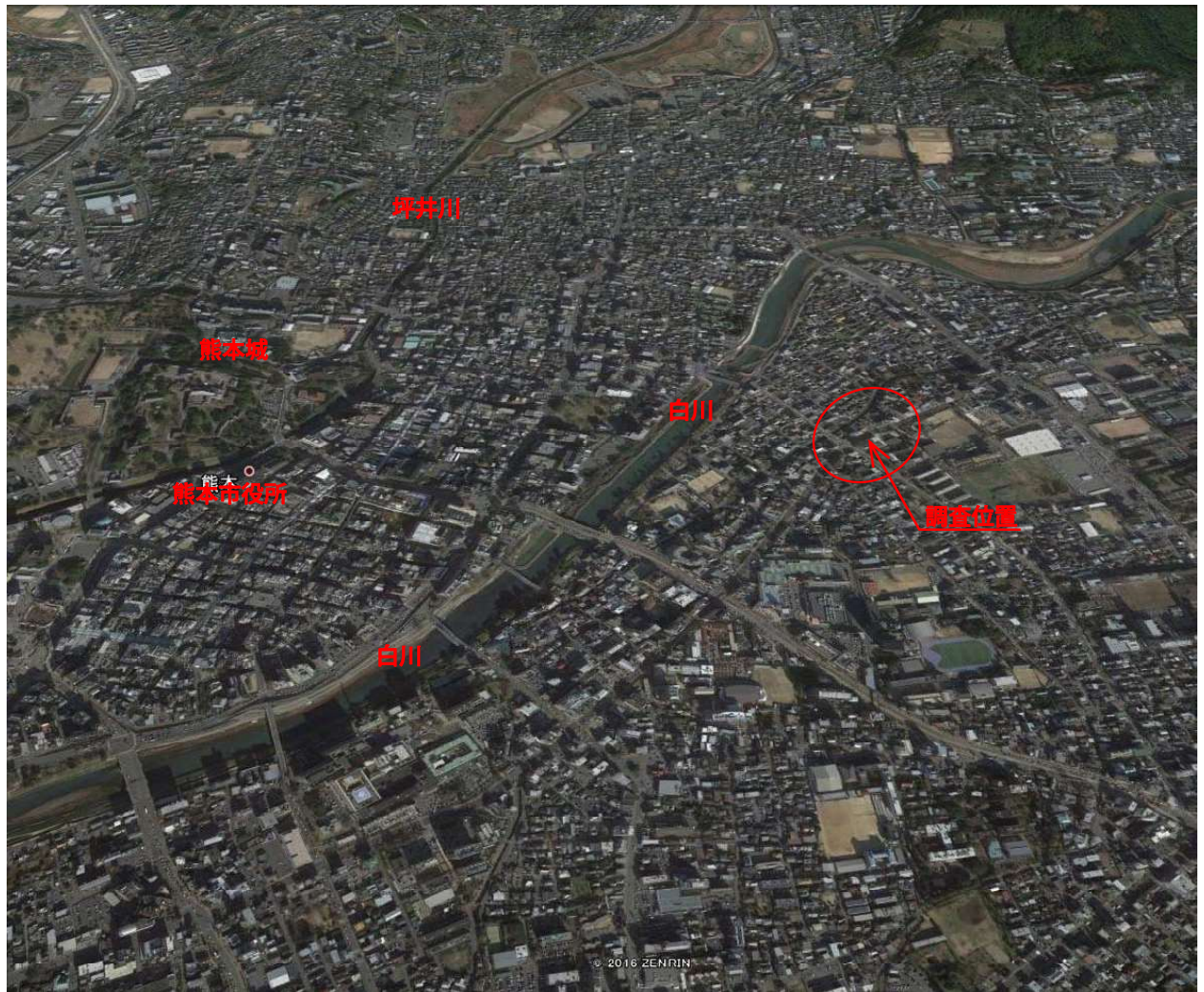
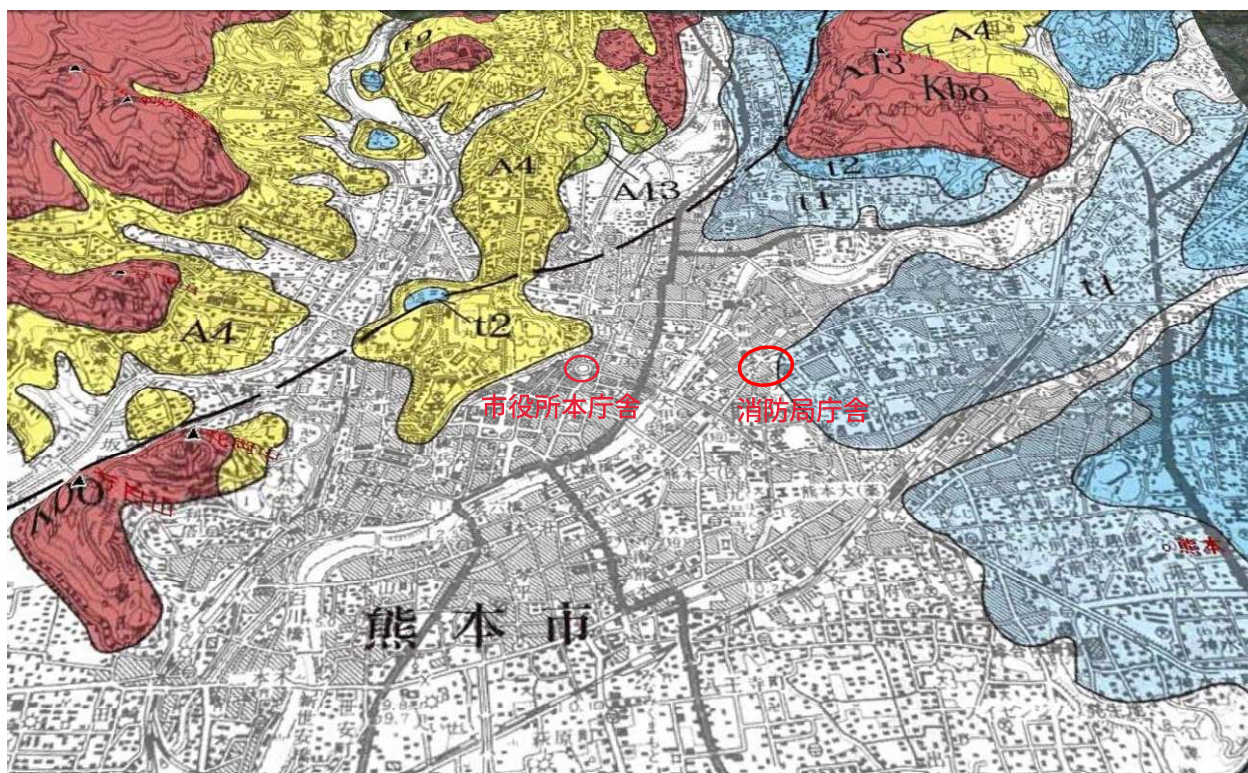


図 2-1 調査地付近の鳥瞰写真(google earth より)

図 2-1 は、“Gooogie Earth”より現地の空中写真を南側から立体視した画像（鳥瞰写真）を示したものである。

2-2. 地 質

現地付近の表層には、図 2-2 に示す熊本県表層地質図(熊本県調査業協会編)では、現地は **a** (沖積層)と、低位段丘堆積物 **t1** との境界部に当り、沖積層である白川や坪井川の氾濫により堆積された層で、砂、礫、粘性土や段丘砂礫層などが堆積するものと思われる。また、段丘砂礫層の下部には阿蘇山より噴出し堆積した Aso4 火砕流堆積物層が厚く堆積する。



凡 例

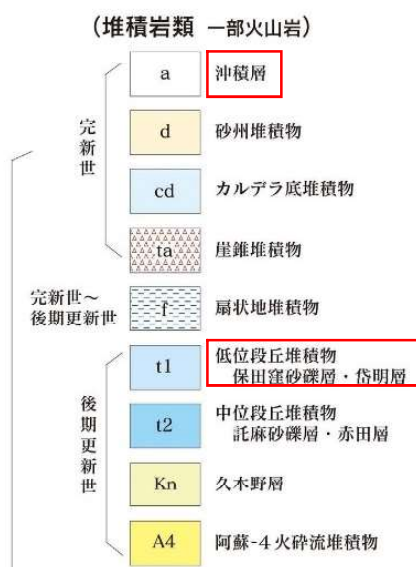


図 2-2 現地付近の表層地質図

4. 調査ボーリング結果

4-1. 地 質

調査ボーリングの結果を、コア写真の一部とともに表 4-2、表 4-3 にまとめた。ボーリング柱状図およびコア写真は、巻末資料に示す。

なお、地層区分においては、今回のボーリングで確認された地層を次のように区分した。

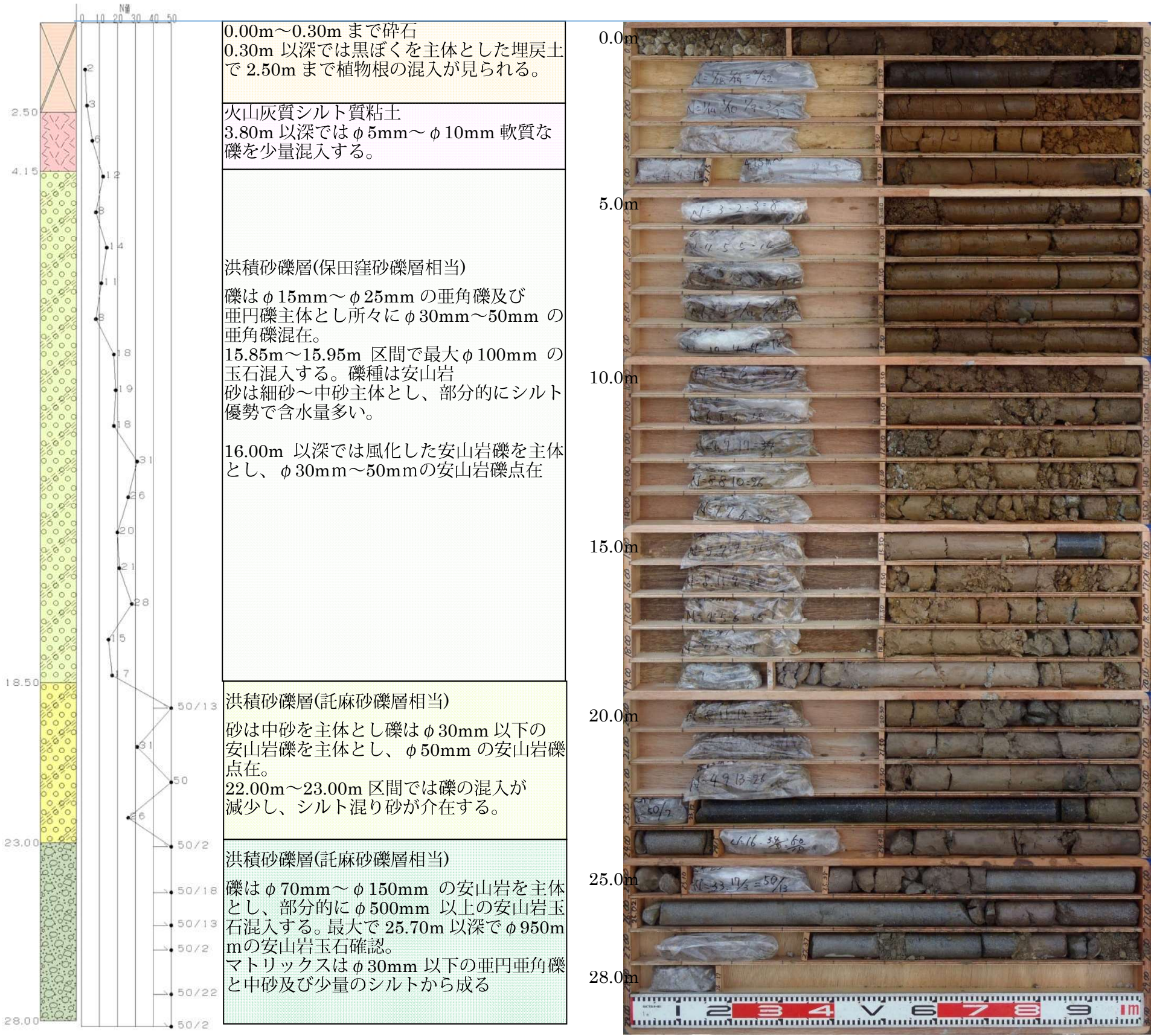
表 4-1 地層区分表

地質年代			記号	地質区分	N値分布	平均 N値	記 事
第四紀	現代		W	埋土	1.9 ～ 2.7	2.3	上部は碎石で、下部は黒ぼく主体。
	更新世	後期	Im	赤ボク	3.0 ～ 6.0	4.5	火山灰質シルト質粘土 下部では少量の軟質礫混入
			Ds	礫混り砂層	3.0 ～ 12.0	7.0	保田窪砂礫層相当層の最上部。 砂分は中砂～粗砂を主体とし部分的に φ10mm～25mmの垂円・垂角礫を含み、 シルト混り砂礫状
			Dg1	シルト混り砂礫	7.7 ～ 37.0	17.7	保田窪砂礫層相当層と思われる。 砂分は細砂～中砂主体、礫分はφ15～25mmの 垂円・垂角礫を主体とし、所々にφ30～50mmの 安山岩礫が点在。
			Dg2	シルト混り砂礫	26.0 ～ 111.0	53.6	託麻砂礫層最上部層で、玉石の含有率が下部に 比較するとやや少なく、N値がばらつく。 砂分は細砂～中砂を主体とし、礫はφ20mm～ 30mmの安山岩の未風化・強風化礫を主体とし、 部分的に風化礫は砂状を呈する。
			Dg3	玉石混り砂礫	48.0 ～ 99.0	62.9	託麻砂礫層下部層。 礫はφ70mm～φ150mmの安山岩を主体とし、 部分的にφ500mm以上の安山岩転石混入。 最大で25.70m以深でφ950mmの安山岩玉石。 マトリックスはφ30mm以下の垂円・垂角礫と 中砂及び少量のシルトから成る。

• No.1 孔

表 4-2 No.1 孔の層序表

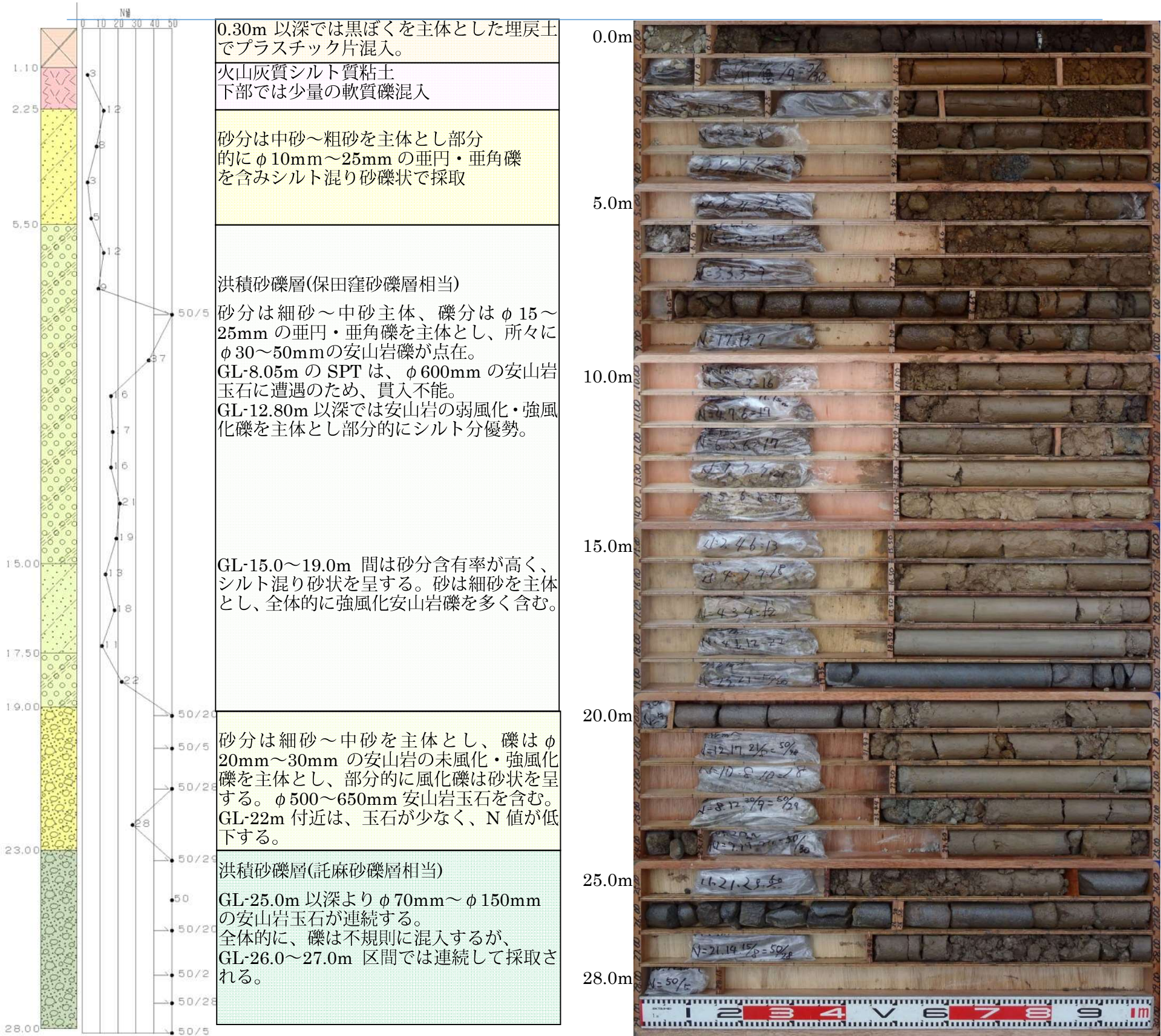
孔番 No.1孔			深度L=28.00m			KBM=0.17m					
地質年代			分布深度(m)		層厚 (m)	記号	地質区分		N値分布		平均N値
			深度(GL-m)								
第四紀	現代		0.00	～ 2.50	2.50	W	埋土		1.9	～ 2.7	2.3
	更新世	後期	2.50	～ 4.15	1.65	Im	赤ボク		6.0	～ 6.0	6.0
			4.15	～ 18.50	14.35	Dg1	シルト混り砂礫		7.7	～ 31.0	17.7
			18.50	～ 23.00	4.50	Dg2	シルト混り砂礫		26.0	～ 111.0	54.5
			23.00	～ 28.00	5.00	Dg3	玉石混り砂礫		48.0	～ 99.0	70.0



・No.2 孔

表 4-3 No.2 孔の層序表

孔番 No.2孔			深度L=28.00m		KBM=0.09m				
地質年代			分布深度(m)		層厚 (m)	記号	地質区分	N値分布	平均N値
			深度(GL-m)	標高(m)					
第四紀	現代		0.00 ~ 1.10	0.09 ~ -1.01	1.10	W	埋土	-	-
	更新世	後期	1.10 ~ 2.25	-1.01 ~ -2.16	1.15	Im	赤ボク	3.0 ~ 3.0	3.0
			2.25 ~ 5.50	-2.16 ~ -5.41	3.25	Ds	礫混り砂層	3.0 ~ 12.0	6.9
			5.50 ~ 19.00	-5.41 ~ -18.91	13.50	Dg1	シルト混り砂礫	9.0 ~ 37.0	17.6
			19.00 ~ 23.00	-18.91 ~ -22.91	4.00	Dg2	シルト混り砂礫	28.0 ~ 75.0	52.2
			23.00 ~ 28.00	-22.91 ~ -27.91	5.00	Dg3	玉石混り砂礫	50.0 ~ 75.0	57.6



4-2. 標準貫入試験結果

調査ボーリングに併行して 1.0m 間隔で標準貫入試験を実施し、N 値を求めた。ボーリング柱状図より、N 値を抽出し、検討データに加えた。

以下、各地層の N 値について述べる。

第 1 層 W : 埋土(礫混り粘性土層)

上部は碎石で、下部は黒ぼく主体で、プラスチック片や瓦礫を含む。標準貫入試験データは 2 個と少ないが、N 値は 1.9~2.7、単純平均で $N=2.3$ を示す。

第 2 層 lm: 赤ボク

いわゆる赤ボクで、降下火山灰が風化した堆積した土壌である。土質的には火山灰質シルト質粘土で、下部では少量の軟質な礫を混入する。標準貫入試験データは 2 個で、その値は 3.0~6.0 とややばらつく。平均 N 値は $N=4.5$ を示す中位な粘性土である。

第 3 層 Ds: 礫混り砂層

保田窪砂礫層相当層の最上部と考えられる。砂分は中砂~粗砂を主体とし部分的に $\phi 10\text{mm} \sim 25\text{mm}$ の亜円・亜角礫を含み、シルト混り砂礫状となり採取される。標準貫入試験データは 4 個で、その値は 3.0~12.0 とややばらつく。その単純平均は 7.0 を示す緩い砂層である。

第 4 層 Dg1: シルト混り砂層

砂分は細砂~中砂主体、礫分は $\phi 15 \sim 25\text{mm}$ の亜円・亜角礫を主体とし、所々に $\phi 30 \sim 50\text{mm}$ の安山岩礫が点在。標準貫入試験データは 27 個で、その値は 7.7~37 とややばらつく。その単純平均は 17.7 を示す中位な砂礫層。

第 5 層 Dg2: シルト混り砂礫層

託麻砂礫層最上部層で、玉石の含有率が下部に比較するとやや少なく、N 値がばらつく。砂分は細砂~中砂を主体とし、礫は $\phi 20\text{mm} \sim 30\text{mm}$ の安山岩の未風化・強風化礫を主体とし、部分的に風化礫は砂状を呈する。標準貫入試験データは 8 個であるが、そのうちの 1 個は玉石による過大なデータであるので統計から除外した。その値は 26~50 以上(換算 N 値=111)と N 値はややばらつく。その単純平均は 53.6 を示す密な砂礫層である。

第 6 層 Dg3：玉石混り砂礫層

Dg2 に対して託麻砂礫層下部層と捉える。マトリックスは $\phi 30\text{mm}$ 以下の亜円・亜角礫と中砂及び少量のシルトから成る玉石を含んだ砂礫層で、礫は $\phi 70\text{mm} \sim \phi 150\text{mm}$ の安山岩を主体とし、部分的に $\phi 500\text{mm}$ 以上の安山岩転石混入。最大で $\phi 950\text{mm}$ の安山岩玉石が確認される。

標準貫入試験データは 12 個であるが、そのうちの 5 個は玉石による過大なデータであるので統計から除外した。また、玉石により N 値測定途中で大きくなったものは補正した N 値(一覧表中の斜体文字部)を採用した。玉石遭遇による過大データを除外・補正した値は 48~50 以上(換算 N 値=99.0)と N 値はややばらつく。その単純平均は 62.9 を示す密な砂礫層である。

全体データを統計処理したものが表 4-4 で、一覧表にすると表 4-5 である。

表 4-4 N 値統計処理結果表

地質記号	W	Im	Ds	Dg1	Dg2	Dg3
データ数	2	2	4	27	7	7
平均値(Ave)	2.3	4.5	7.0	17.7	53.6	62.9
標準偏差 (σ_n)	0.5	1.5	3.5	6.8	28.6	17.2
最大値	2.7	6.0	12.0	37.0	111.0	99.0
最小値	1.9	3.0	3.0	7.7	26.0	48.0
Ave- $\sigma_n/2$	2.1	3.8	5.3	14.3	39.3	54.3

表 4-5 標準貫入試験一覧表 (No.1、No.2 孔)

孔番	深度	N値	貫入量	換算N値	地質名	W	Im	Ds	Dg1	Dg2	Dg3
No.1 孔	1.15	2	32	1.9	W	1.9					
	2.15	3	33	2.7	W	2.7					
	3.15	6	30	6.0	Im		6.0				
	4.15	12	30	12.0	Dg1				12.0		
	5.00	8	30	8.0	Dg1				8.0		
	6.15	14	30	14.0	Dg1				14.0		
	7.15	11	30	11.0	Dg1				11.0		
	8.15	8	31	7.7	Dg1				7.7		
	9.15	18	30	18.0	Dg1				18.0		
	10.15	19	30	19.0	Dg1				19.0		
	11.00	18	31	17.4	Dg1				17.4		
	12.00	31	30	31.0	Dg1				31.0		
	13.15	26	30	26.0	Dg1				26.0		
	14.15	20	30	20.0	Dg1				20.0		
	15.15	21	30	21.0	Dg1				21.0		
	16.15	28	30	28.0	Dg1				28.0		
	17.15	15	30	15.0	Dg1				15.0		
	18.15	17	30	17.0	Dg1				17.0		
	19.15	37	10	111.0	Dg2					111.0	
	20.15	31	30	31.0	Dg2					31.0	
	21.15	50	30	50.0	Dg2					50.0	
	22.15	26	30	26.0	Dg2					26.0	
	23.10	50	2	300.0	-						除外
	24.30	16	10	48.0	Dg3						48.0
	25.25	33	10	99.0	Dg3						99.0
	26.00	50	2	300.0	-						除外
	27.15	42	20	63.0	Dg3						63.0
	28.15	50	2	300.0	-						除外
No.2 孔	1.15	3	30	3.0	Im		3.0				
	2.15	12	30	12.0	Ds			12.0			
	3.15	8	30	8.0	Ds			8.0			
	4.15	3	30	3.0	Ds			3.0			
	5.00	5	32	4.7	Ds			4.7			
	6.15	12	30	12.0	Dg1				12.0		
	7.15	9	30	9.0	Dg1				9.0		
	8.00	50	5	300.0	-				除外		
	9.15	37	30	37.0	Dg1				37.0		
	10.15	16	30	16.0	Dg1				16.0		
	11.15	17	30	17.0	Dg1				17.0		
	12.00	16	30	16.0	Dg1				16.0		
	13.15	21	30	21.0	Dg1				21.0		
	14.15	19	30	19.0	Dg1				19.0		
	15.15	13	30	13.0	Dg1				13.0		
	16.15	18	30	18.0	Dg1				18.0		
	17.15	11	30	11.0	Dg1				11.0		
	18.15	22	30	22.0	Dg1				22.0		
	19.15	50	20	75.0	Dg2					75.0	
	20.15	50	5	300.0	-					除外	
	21.15	50	28	53.6	Dg2					53.6	
	22.15	28	30	28.0	Dg2					28.0	
	23.15	50	29	51.7	Dg3						51.7
	24.15	50	30	50.0	Dg3						50.0
	25.15	50	20	75.0	Dg3						75.0
	26.50	50	2	300.0	-						除外
	27.15	50	28	53.6	Dg3						53.6
	28.10	50	5	300.0	-						除外

4-3. 地下水位

調査ボーリングにおいて、孔内水位を測定し、地下水位を想定することが多い。今回の調査ボーリングにおいても、作業開始前にその測定を行った。

その結果、下表のような孔内水位が観測された。すべての孔で Dg1：シルト混り砂礫層中に水位ヘッドが観測されている。

表 4-6 ボーリング孔別最終孔内水位一覧表

孔番	深度	最終孔内水位	水位位置の地質	
	(m)	GL -m		
No.1 孔	28.00	9.33	Dg1	シルト混り砂礫
No.2 孔	28.00	9.21	Dg1	シルト混り砂礫

4-4. 孔内水平載荷試験結果

孔内水平載荷試験深度については、予想される杭頭部付近の地層にて実施することが望ましいものと考えて、No.1 孔：GL-3.00m、No.2 孔：GL-5.00m を中心に実施した。その結果を表 4-7 に示す。なお、試験のデータおよび解析グラフは巻末資料にまとめた。

表 4-7 孔内水平載荷試験結果

孔番	深度 (GL-m)	N値	地質	静止土圧 P0 (kN/m ²)	降伏圧 Py (kN/m ²)	破壊圧 PL (kN/m ²)	地盤係数 Km (kN/m ³)	弾性係数 Em (kN/m ²)	地盤工学会 Es=670×N ^{0.986}
No.1 孔	3.00	6/30cm	Im 赤ボク	52	137	346	87,428	5,141	3,833
No.2 孔	5.00	5/32cm	Ds 礫混り砂層	135	189	281	87,700	5,759	2,995

この結果を(社)地盤工学会:地盤調査法(P.249～257)に掲載されている式に基づく図 4-1 にプロットすると、標準式よりやや高い値を示すが分布範囲には含まれる。よって、試験値を採用できると判断できる。

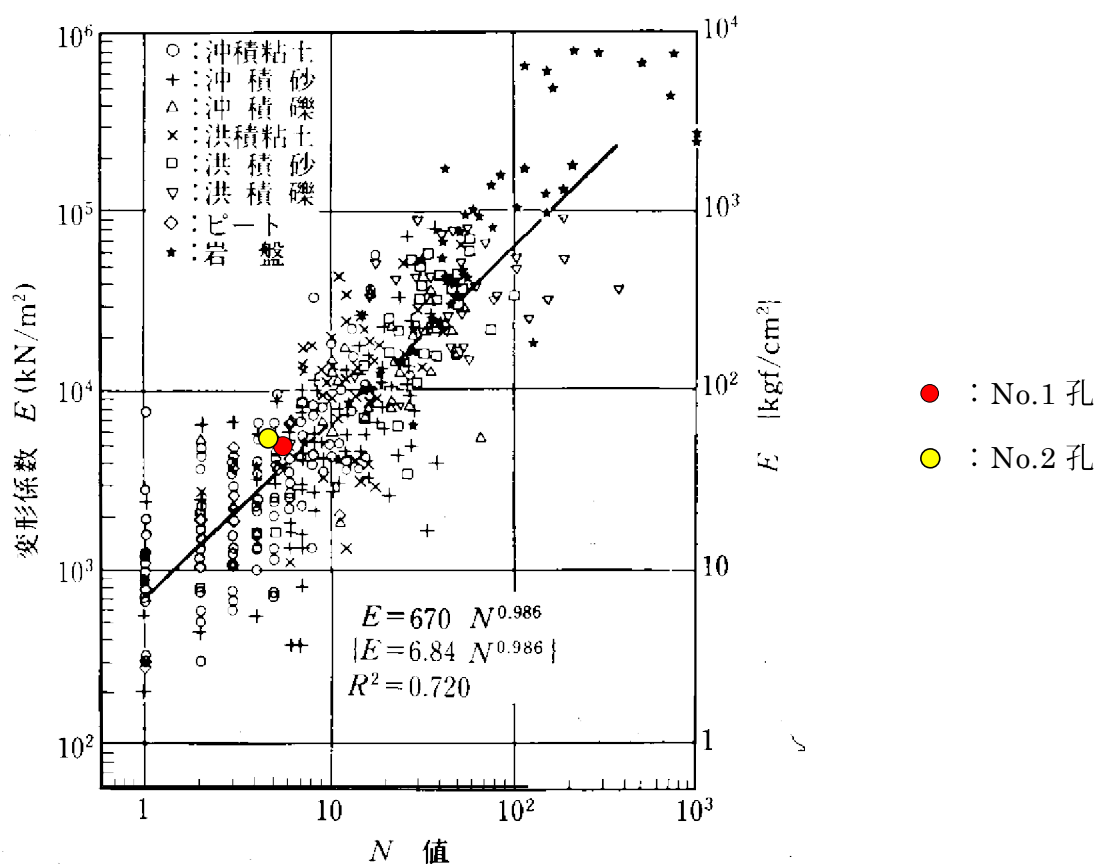


図 4-1 孔内水平載荷試験から求まる変形係数 E_b と N 値の関係

1. ボーリング柱状図

ボーリング柱状図

調 査 名 (仮称)熊本市消防局東側庁舎増築に伴う地質調査業務委託

ボーリングNo.	4	9	3	0	1	5	6	7	0	0	0
----------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

事業・工事名

シート No.

ボーリング名		No. 1		調査位置		熊本市中央区大江3丁目1番3号				北緯		32° 48' 15.0600"													
発注機関		熊本市建設局営繕課				調査期間		平成28年 1月18日～平成28年 1月21日				東経		130° 43' 18.1400"											
調査業者名		(株)日田プランニング 電話 096-331-5820		主任技師		現場代理人		コア鑑定者		ボーリング責任者															
孔口標高		KBM 0.17m		角		180° 上 下 90° 0°		方 向		北 0° 270° 西 90° 東 180° 南		地盤勾配		鉛直 水平 0° 90°		使用機種		試錐機		東邦D1-B型		ハンマー 落下用具		半自動型	
総掘進長		28.00m		度		0°		向		180°		配		90°		エンジン		ヤンマー製NF90型		ポンプ		東邦製BG-3型			

[illegible]

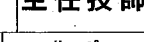
ボーリング柱状図

調 査 名 (仮称)熊本市消防局東側庁舎増築に伴う地質調査業務委託

ボーリングNo.	4	9	3	0	1	5	6	7	0	0	0
----------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

事業・工事名

シート No.

ボーリング名	No.2	調査位置	熊本市中央区大江3丁目1番3号					北緯	32° 48' 14.5000"				
発注機関	熊本市建設局営繕課					調査期間	平成28年 1月27日～平成28年 1月30日			東経	130° 43' 18.1900"		
調査業者名	(株)日田プランニング 電話 096-331-5820			主任技師	[REDACTED]		現代場 代理人	[REDACTED]	コ 鑑 定 者	[REDACTED]	ボーリ ング 責任者	[REDACTED]	
孔口標高	KBM 0.09m	角 度 	方 向 	地 盤 勾 配 	使用 機種	試錐機	東邦製DO-C型			ハンマー 落下用具	半自動型		
総掘進長	28.00m					エンジン	NFAD-8			ポンプ	東邦式BG-3C型		

[illegible]