

御 報 告 書

平成 29 年 6 月 13 日

報告書No. T490198-1～4, T490197-1～2

津 山 市 ご み 焼 却 場 等 解 体 撤 去 工 事

深 度 調 査 ポ ー リ ン グ (B 2 ⑥ ・ B 3 ⑤)



東 和 環 境 科 学 株 式 会 社

技術センター 広島市南区出島2丁目10-37 〒734-0013 TEL (082) 255-8080
本 社 広島市中区舟入町6-5 〒730-0841 TEL (082) 297-6111

津山市ごみ焼却場等解体撤去工事

深度調査ボーリング（B2⑥・B3⑤）

報告書

平成 29 年 6 月

東和環境科学株式会社

1. 調査概要

1.1 目的

津山市ごみ焼却場等解体撤去工事の予定地では、既往土壤汚染調査業務※（以下、既往調査）の結果、一部で「砒素及びその化合物」等による基準不適合土壤が認められたため、当該範囲は土壤汚染対策法に基づく形質変更時要届出区域として指定されている（H29. 2. 28 付 指-13）。

既往調査では、現地状況により単位区画 B2⑥と B3⑤に調査機械の搬入が困難であったため深度方向の汚染範囲の確認ができなかった。本調査は、単位区画 B2⑥および B3⑤の土壤汚染の範囲（深度分布）の確定、地下水汚染の有無の把握を目的として行ったものである。

※「津山市ごみ焼却場土壤汚染状況調査業務委託」（平成 29 年 3 月 （株）エイト日本技術開発）

1.2 業務名

津山市ごみ焼却場等解体撤去工事 深度調査ボーリング（B2⑥、B3⑤）

1.3 業務場所

岡山県津山市小桁 401-15 旧津山市ごみ焼却施設敷地内 （図 1.1 参照）

1.4 業務期間

平成 29 年 4 月 19 日から平成 29 年 6 月 30 日まで
（現地作業 ：平成 29 年 4 月 19 日～4 月 22 日）

1.5 実施内容

- (1) ボーリング（土壤試料採取、地下水位の確認）
- (2) 土壤溶出試験、土壤含有量試験（砒素及びその化合物他）
- (3) 地下水水質分析（砒素及びその化合物他）
- (4) データ整理、とりまとめ（調査結果報告書作成）

1.6 委託者

1.7 受託者

東和環境科学株式会社

広島県広島市中区舟入町 6-5 TEL：082-297-6111 FAX：082-292-8161

・土壤汚染対策法に基づく指定調査機関 ：指定番号 2007-8-1001

・計量証明事業 濃度（広島県 K-5）、特定濃度（広島県 T-5）



図 1.1 調査場所

2. 実施数量

本調査の実施数量を表 2.1 に示す。

表2.1 実施数量

項目	内容	単位	数量	備考
被覆穿孔(コアドリル)	φ 150mm	m	0.40	B3⑤ 基礎スラブコンクリート0.3m、碎石0.1m
土壌採取ボーリング	φ 86mm掘削 (無水掘削)	m	10.7	B2⑥ 深さ4.2m (礫質土1.05m、砂質土0.9m、粘性土1.55m、風化岩0.7m) B3⑤ 深さ6.5m (礫質土4.7m、粘性土1.0m、風化岩0.8m)
土壌溶出試験	砒素及びその化合物	検体	9	B2⑥×4、B3⑤×5
	鉛及びその化合物	検体	4	B2⑥
土壌含有量試験	砒素及びその化合物	検体	9	B2⑥×4、B3⑤×5
	鉛及びその化合物	検体	4	B2⑥
地下水分析	砒素及びその化合物	検体	2	B2⑥、B3⑤
	鉛及びその化合物	検体	1	B2⑥
調査結果とりまとめ	報告書の作成	式	1	

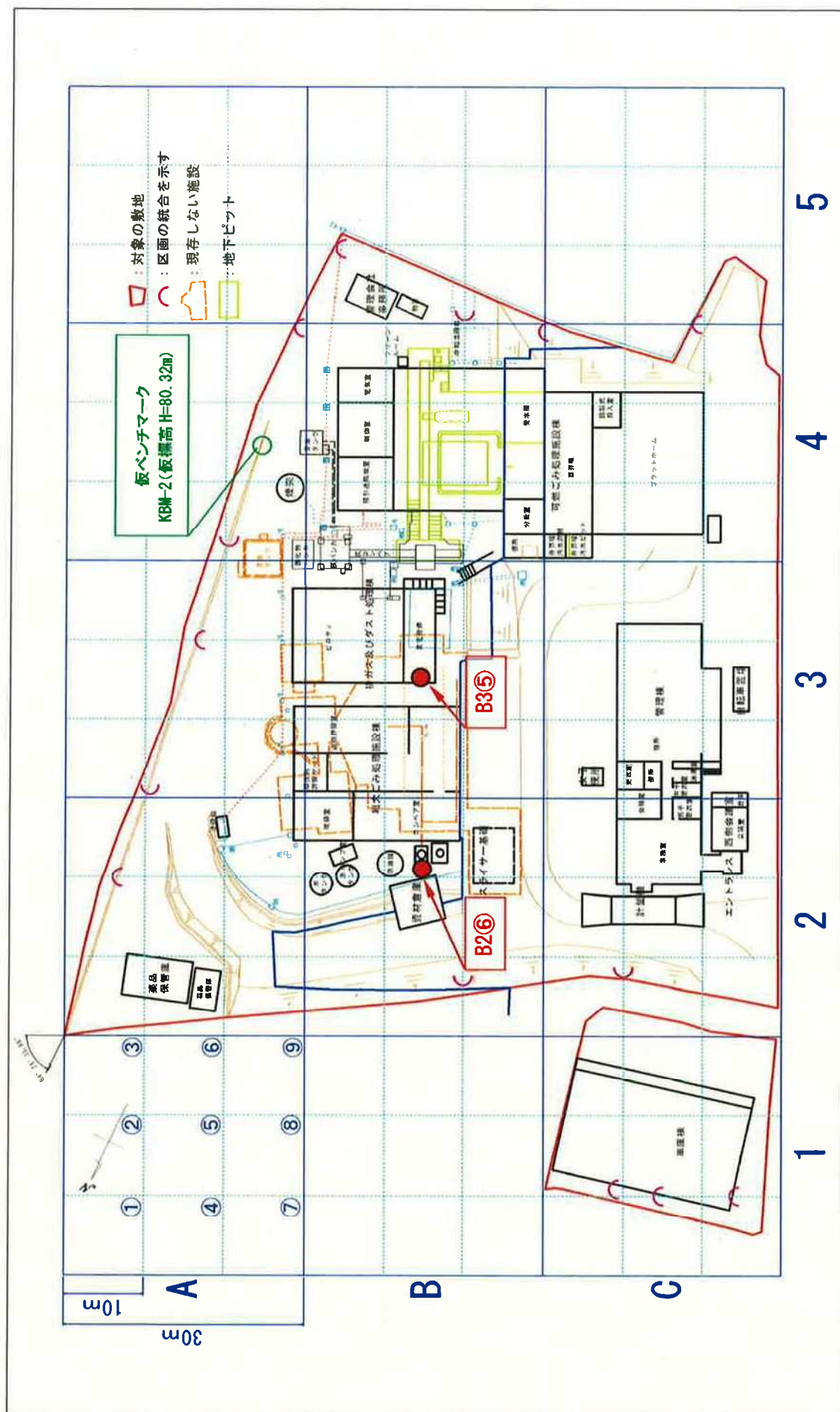
3. 調査方法

3.1 調査地点位置

調査地点は土壌汚染状況調査で基準不適合土壌が認められている単位区画 (B2⑥、B3⑤) の2箇所である。なお、B2⑥では、当初の掘削位置のGL-3m付近で硬いコンクリートまたは岩盤にあたり掘削困難となった。旧焼却施設の基礎または粗大ごみ処理施設に関連する構造物である場合、土壌試料採取が困難であると想定されたため位置を西側に3.5m移動した。

なお、本調査における標高の基準点は、既往調査における仮ベンチマーク KBM-2 (仮標高H=80.32m) を使用した。

調査位置および仮ベンチマーク位置を図3.1、仮ベンチマークの現況写真を図3.2に示す。





遠景（北側から望む）



近景

図 3. 2 仮ベンチマーク現況 (KBM-2 H=80.32m)

3.2 ボーリング

ボーリングは、土壤汚染調査専用バイブロドリル式ボーリングマシン（無水掘削）を使用した。掘削深度は岩盤を確認するまでとし、掘削後のボーリング孔は、土壤試料および地下水試料を採取した後、ベントナイトを埋め戻して遮水および閉塞した。

使用機械の概要を図 3.3 に示す。



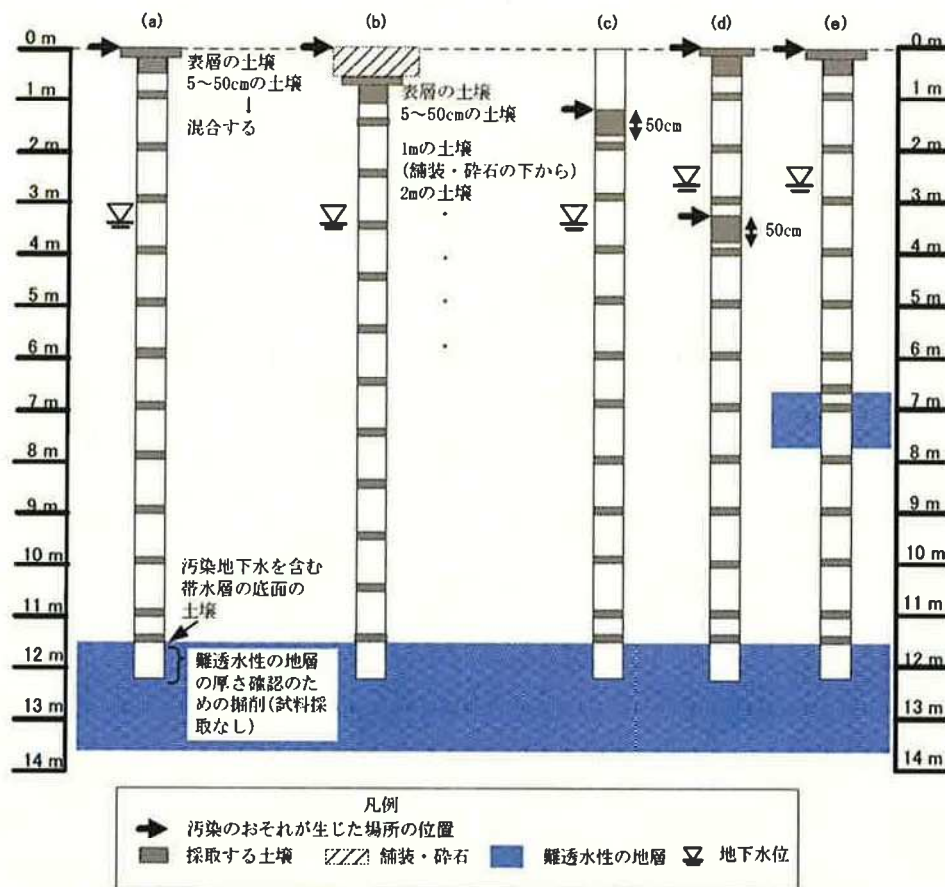
名称	ECO1V-Ⅱ（株式会社 YBM 製）
掘削方法	バイブロドリルによる無水掘削
掘削口径	φ 86mm
総質量	1,950 kg
全長	2.9m
全幅	1m
全高	2.4m

図 3.3 使用ボーリングマシンの概要

3.3 試料採取

(1) 土壌試料

土壌試料は、ボーリングコアから採取し、速やかにポリエチレン製の試料袋に密封した。採取深度は土壌表面（現地表面）を基準とし、一定深度（1m）ごとに土壌を採取した。なお、本調査の調査地点は、いずれも深さ 10m 以内に帯水層の底面があるため、最も深い試料採取は帯水層の底面（難透水性地層である岩盤の直上）で行った。



- (a) 汚染のおそれが生じた場所の位置が地表と同じ又は明らかでない場合の試料採取例
 (b) (a)の場合で地表面が舗装されているときの試料採取例
 (c) 汚染のおそれが生じた場所の位置が地表より深い場合の試料採取例
 (d) 汚染のおそれが生じた場所の位置が複数ある場合の試料採取例
 (e) 汚染地下水を含む帯水層が複数ある場合の試料採取例

「土壌汚染対策法に基づく調査及び措置に関するガイドライン(改訂第2版)」(平成 24 年8月環境省)より抜粋

図 3.4 ボーリング調査の試料採取深度の考え方

(2) 地下水試料

地下水試料は、ボーリング掘削中にベイラー式採水器を用いて採取した。採取にあたりボーリング孔内の停滞水を排除し、新鮮な地下水に置換した後、帯水層の中間深度の地下水を容器に収容した。

採取した地下水はクーラーボックスに収納して分析室に持ち帰った。また、試料の調整は、試料容器を 30 分程度静置した後の上澄み液を、孔径 $0.45\mu\text{m}$ のメンブランフィルターでろ過し、そのろ液を検液とした。

3.4 土壌分析および地下水分析

土壌分析および地下水分析の対象物質は、既往調査で当該単位区画の地表付近の土壌で基準不適合が認められた物質とした。

対象物質の評価基準、測定方法を表 3.1、表 3.2 に示す。

表 3.1 土壌分析項目

対象物質	評価基準※	測定方法
砒素及びその化合物	溶出量：0.01mg/L 以下 含有量：150mg/kg 以下	土壌溶出量調査に係る測定方法を定める件(H15.3 環告第 18 号) 土壌含有量調査に係る測定方法を定める件(H15.3 環告第 19 号)
鉛及びその化合物	溶出量：0.01mg/L 以下 含有量：150mg/kg 以下	

※「土壌溶出量基準」(土壌汚染対策法施行規則第 31 条別表 3)

表 3.2 地下水分析項目

対象物質	評価基準※	測定方法
砒素及びその化合物	0.01mg/L 以下	地下水に含まれる調査対象物質の量の測定方法を定める件(H15.3 環告第 17 号)
鉛及びその化合物	0.01mg/L 以下	

※「土壌含有量基準」(土壌汚染対策法施行規則第 31 条別表 4)

4. 調査結果

4.1 ボーリング

(1) B2⑥

ボーリング結果（柱状図およびコア写真）を図4.1に示す。

B2⑥は、粗大ごみ処理施設棟北側（旧焼却炉の重油タンク跡地付近）に位置する。ボーリング地点周辺は構造物がありボーリングマシンの搬入ができなかったため、西側のコンクリート擁壁の上からクレーンでボーリングマシンを吊り下げて搬入した。

GL～GL-2.45mまでは粘性土または砂質土を主体の埋土（旧焼却施設解体にともない攪乱されている）、GL-2.45m～GL-3.50mは細粒分を含む礫質土、GL-3.50mで岩盤（凝灰岩）に到達した。総掘進長は4.20mである（うち岩盤部分0.70m）。

地下水位はGL-2.10mで認められた（ボーリング掘進中）。

GL-0.10m～GL-0.50mで、微かな油のような臭気が認められたが、コア観察では油膜や油の含有は認められなかった。

(2) B3⑤

ボーリング結果（柱状図およびコア写真）を図4.2に示す。

B3⑤は、排ガス及びダスト処理棟内の変電設備北側に位置する。

地表は基礎スラブコンクリート30cmおよび砕石10cmで被覆されている。GL（コンクリート表面）～GL-2.30mまでは礫質土の埋土、GL-2.30m～GL-3.30mは粘性土（硬質）、GL-3.30m～GL-6.10mは砂礫層、GL-6.1mで岩盤（凝灰岩）に到達した。総掘進長は6.50m（地表の床スラブコンクリート40cmは含んでいない）で、うち岩盤部分0.80mである。

地下水位はGL-2.50mで認められた（ボーリング掘進中）。

異物や異臭は認められなかった。

標 尺 m	標 高 m	層 厚 m	深 度 m	柱 状 図	土 質 区 分	色 調	相 対 密 度	相 対 稠 度	記 事	孔内水位 m / 測定月日
1					盛土（礫 混じり砂 質粘土）	灰褐		中位	φ5～φ80mmの亜角礫混入が主体。所々砂が混じり、0.7～0.8m区間は粒径の揃った中粒砂を扶在。0.1～0.5m区間で微かな油臭。含水中位。	4/22 2.10
	78.96	1.53	1.53							
2					盛土（粘土 混じり砂）	黄褐	中位		粗砂主体。細粒分10～20%程度混入。含水中位。	
	78.66	0.30	1.83							
	78.06	0.60	2.43		盛土（礫 混じり粘 土質砂）	灰褐	密～ 中位		細砂～中砂主体。φ10mm程度の角礫が点在する。細粒分10～20%程度混入。コアは全体的に密で固い。	
3					粘土混 り砂礫	褐灰	中位		2.6～3.0m区間φ10～20mmの角礫を岩片状で採取。3～3.3m区間粒径の揃った中砂扶在。含水は中～多。3.3m以下は強風化凝灰岩（土砂状）で固く含水小。	
	77.01	1.02	3.45							
4					凝灰岩	緑灰			岩片状で採取。CL級。	
	76.31	0.70	4.15							



図 4.1 ボーリング結果 (B2⑥)

標 尺 m	標 高 m	層 厚 m	深 度 m	柱 状 図	土 質 区 分	色 調	相 対 密 度	相 対 稠 度	記 事	孔内水位 m / 測定月日
	20.15	0.40	0.40		コンクリート				床スラブ厚さ30cmおよび碎石厚さ10cm。	4/20 2.60
1					盛土(粘土混り砂礫)	暗褐色	中位		φ5~φ30mmの亜角礫または角礫を主体とする。粗砂20%程度、細粒分10~40%程度混入。含水は中~大。土質および含水とも全体に不均一。	
2	19.25	1.20	2.20		砂混じり粘性土	暗褐色~褐色		硬い	粘性土主体。細砂を10~20%程度含む。含水は中位。	
3	17.25	1.00	3.20							
4					砂混じり砂礫	灰褐色~黄褐色	密~中位		φ3~φ30mm程度の亜角礫を主体とする。5m以深所々にφ30mm程度の亜円礫が点在する。マトリックスは中砂または粗砂20%程度、細粒分10%程度。全体的に含水小。	
5										
6	14.45	2.20	5.40		凝灰岩	緑灰色			岩片状で採取。CL級。	
	12.65	0.20	5.60							



図 4.2 ボーリング結果 (B3⑤)

4.2 地下水位

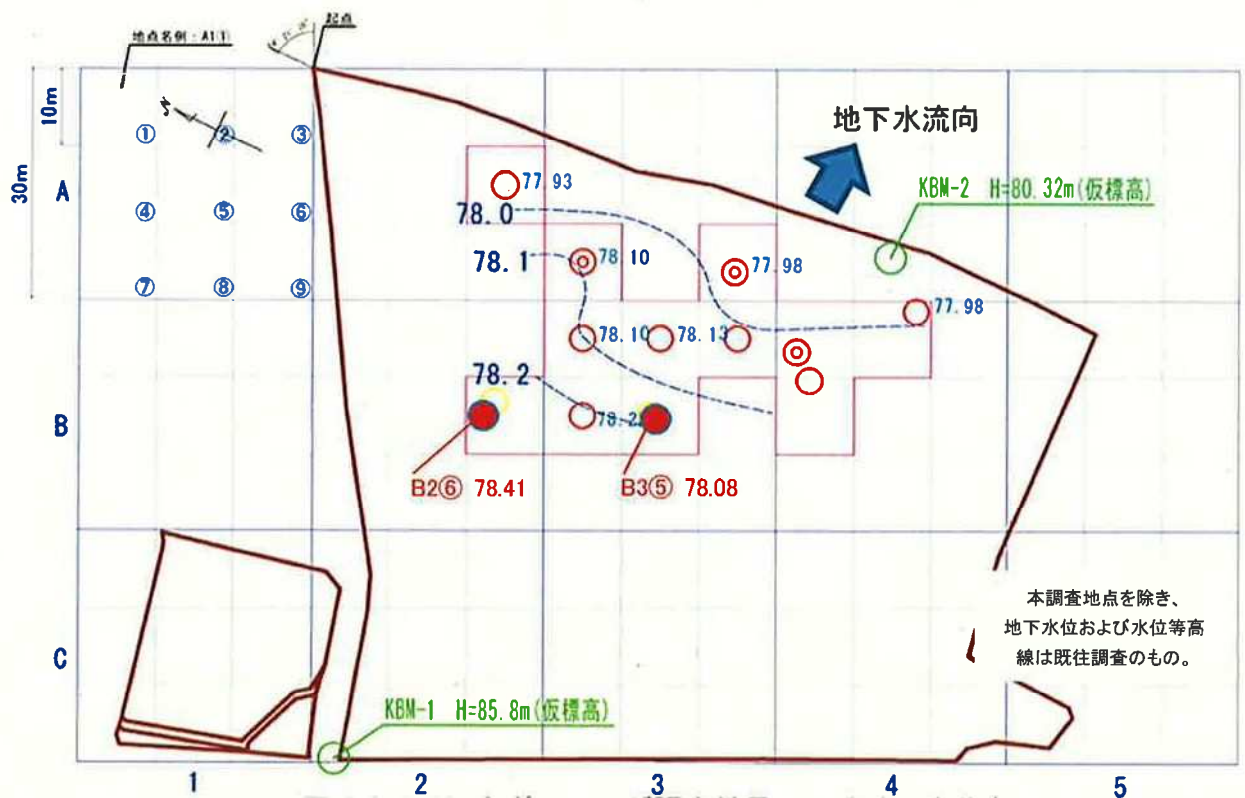
B2⑥およびB3⑤でボーリング時に確認した地下水位は下記のとおりである。

B2⑥ GL-2.10m (標高 78.41m)

B3⑤ GL-2.50m (標高 78.08m)

本調査で確認した地下水位と既往調査で評価されている地下水位分布との比較を図4.3に示す。

B2⑥とB3⑤の地下水位は、既往調査（平成29年2月）と実施時期が異なるため、地下水位は季節的な変動（一般的に冬季から春季にかけては上昇傾向を示す）をしていると想定されるが、既往調査における地下水位分布（地下水流向）と概ね整合している。



「津山市ごみ焼却場土壌汚染状況調査業務委託 報告書」（平成29年3月 (株)エイト日本技術開発）より引用・加筆

図4.3 地下水位分布（既往調査結果との比較）

4.3 岩盤分布

B2⑥およびB3⑤で確認した岩盤分布は下記のとおりである。

B2⑥ GL-3.50m (標高 77.01m)

B3⑤ GL-6.10m (標高 74.48m)

本調査で確認した岩盤位置と既往調査で評価されている岩盤分布との比較を図4.4に示す。
本調査で確認されたB2⑥とB3⑤の岩盤位置は、既往調査で評価されている岩盤分布と概ね整合している。対象地付近の岩盤の深度分布は、概ね西から東に向かい低くなっている。



「津山市ごみ焼却場土壌汚染状況調査業務委託 報告書」(平成 29 年 3 月 (株)エイト日本技術開発)より引用・加筆

図 4.4 岩盤分布 (既往調査結果との比較)

4.4 土壌分析

(1) B2⑥

土壌分析結果を表 4.1 に示す（既往調査の結果を含む）。計量証明書は巻末に添付する。
本調査では、基準不適合土壌は認められなかった。

表 4.1 土壌分析結果（B2⑥）

対象項目 試料名	土壌溶出量試験(mg/L)		土壌含有量試験(mg/kg)		備考
	砒素及び その化合物	鉛及び その化合物	砒素及び その化合物	鉛及び その化合物	
B2⑥0.0～0.5m (GL-0.0～0.5m)	0.012	0.054	19	760	既往調査結果
B2⑥1.0m (GL-1.0m)	N.D.	N.D.	N.D.	6	
B2⑥2.0m (GL-2.0m)	N.D.	N.D.	N.D.	7	
B2⑥3.0m (GL-3.0m)	N.D.	N.D.	N.D.	<5	
B2⑥3.5m (GL-3.5m)	N.D.	N.D.	0.8	<5	
基準値	0.01以下	0.01以下	150以下	150以下	

基準値：土壌汚染対策法施行規則（H. 14. 12. 26環令29, H28. 3. 29環令3改正現在）

■：基準不適合

N. D.：定量下限値未満であることを示す。

(GL- m)：被覆上面基準

(2) B3⑤

土壌分析結果を表 4.2 に示す（既往調査の結果を含む）。計量証明書は巻末に添付する。
本調査では、1.0m、2.0m、4.0m、5.0m（被覆上面からの場合 GL-1.4m、2.4m、4.4m、GL-5.4m）
で「砒素及びその化合物（溶出量）」の基準不適合が認められた。

表 4.2 土壌分析結果（B3⑤）

対象項目 試料名	土壌溶出量試験 (mg/L)	土壌含有量試験 (mg/kg)	備考
	砒素及び その化合物	砒素及び その化合物	
B3⑤0.0～0.5m (GL-0.4～0.9m)	0.051	41	既往調査結果
B3⑤1.0m (GL-1.4m)	0.11	25	
B3⑤2.0m (GL-2.4m)	0.053	7.4	
B3⑤3.0～3.5m (GL-3.4～3.9m)	0.076	N.D.	既往調査結果
B3⑤4.0m (GL-4.4m)	0.030	2.2	
B3⑤5.0m (GL-5.4m)	0.011	2.5	
B3⑤5.7m (GL-6.1m)	N.D.	N.D.	
基準値	0.01以下	150以下	

基準値：土壌汚染対策法施行規則（H. 14. 12. 26環令29, H28. 3. 29環令3改正現在）

■：基準不適合

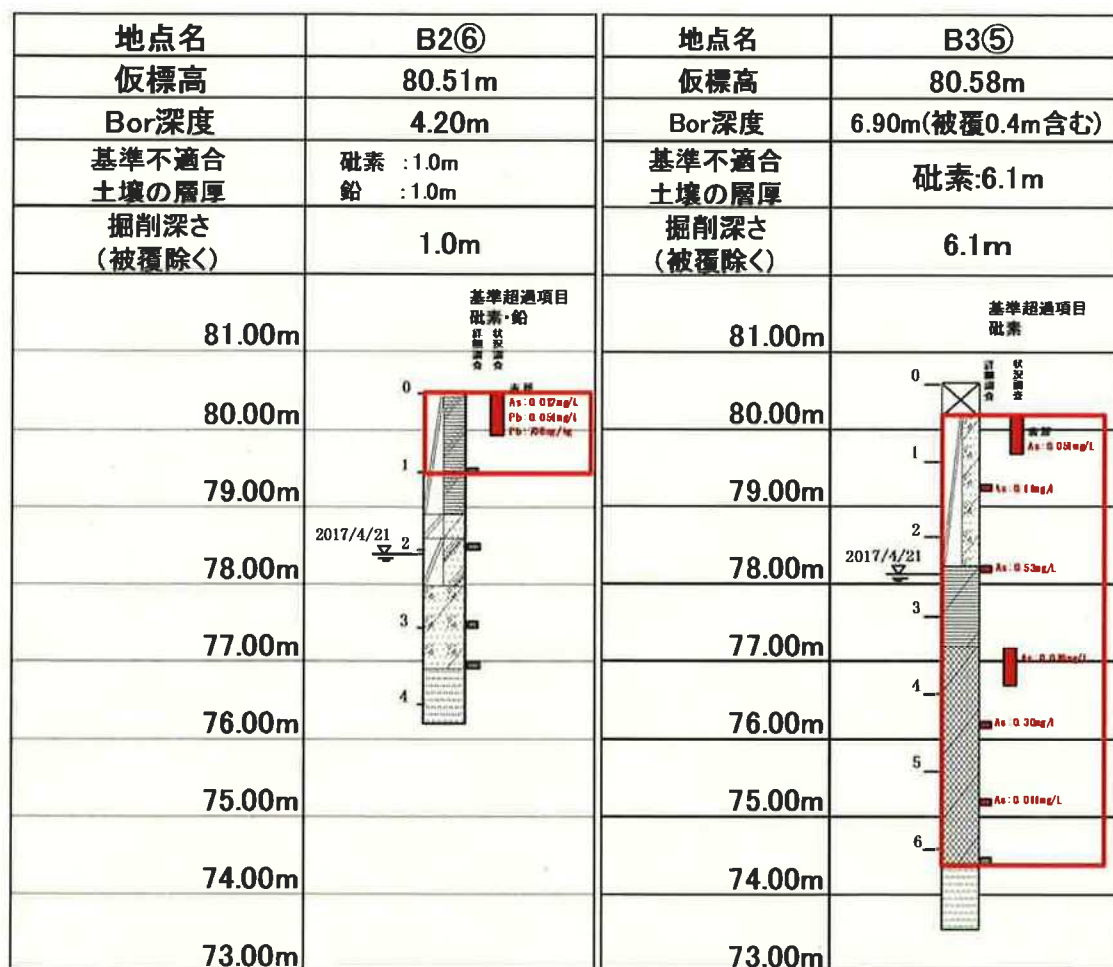
N. D.：定量下限値未満であることを示す。

(GL- m)：被覆上面基準

(3) 基準不適合範囲

「土壌汚染対策法に基づく調査及び措置に関するガイドライン（改訂第2版）」（平成24年8月環境省）では、「汚染が確認された深度から連続する2以上の深度で汚染が認められなかった場合、最初に汚染が認められなかった深度までを汚染の深さとする。」と示している。

既往調査結果および本調査の結果をふまえ、B2⑥およびB3⑤における基準不適合土壌の範囲を図4.5に示す。



凡例

■ 基準値超過
▨ 基準値未滿

□ 基準不適合土壌の範囲(=掘削除去範囲)

図 4.5 基準不適合土壌の範囲 (B2⑥および B3⑤)

4.5 地下水分析

地下水分析の結果を表4.3に示す。計量証明書は巻末に添付する。

分析の結果、B2⑥および B3⑤ともに既往調査（土壌汚染状況調査）で土壌溶出量基準不適合が認められた特定有害物質による地下水への影響は認められなかった。

表 4.3 地下水分析結果

試料名 \ 対象物質	採水日	地下水分析	
		砒素及び その化合物 (mg/L)	鉛及び その化合物 (mg/L)
B2⑥	平成29年4月22日	N.D.	N.D.
B3⑤	平成29年4月19日	N.D.	-
基準値		0.01以下	0.01以下

地下水はボーリング掘削中(無水掘削)にバイラー式採水器により採取した。

基準値: 土壌汚染対策法施行規則 (H.14.12.26環令29, H28.3.29環令3改正現在)

N.D.: 定量下限値未満であることを示す。

ボーリング柱状図

調 査 名 津山市ごみ焼却場等解体撤去工事（深度調査ボーリング）

ボーリングNo.					B	2	-	6
----------	--	--	--	--	---	---	---	---

事業・工事名

シートNo.

ボーリング名	B2⑥			調査位置	津山市 小柘地内 津山市ごみ焼却場				北 緯		
発 注 機 関	三井住友建設(株)・(株)田村工務店津山 特定建設工事共同企業体				調査期間	平成29年4月21日～29年4月22日				東 経	
調査業者名	東和環境科学株式会社 電話 (082-297-6111)		主任技師	岩本 達矢	現 場 代理人	福島 正宣	コ ア 鑑定者	岩本 達矢	ボーリング 責任者	高光 竜二	
孔口標高	+80.51m	角 180° 上 90° 下 0°	方 北 0° 270° 西 180° 南 90° 東	地盤 勾配 水平 0° 90°	使用 機種	試 錐 機 M ECO-IVII (無水式パイプロドリル)			ハンマー 落下用具	-	
総掘進長	4.20m	度	向		エンジン	-			ポ ンプ	-	

[illegible]

ボーリング柱状図

調 査 名 津山市ごみ焼却場等解体撤去工事（深度調査ボーリング）

ボーリングNo. B 3 - 5

事業・工事名

シートNo. 5

シードNo. 5

ボーリング名	B3⑤		調査位置		津山市 小桁地内 津山市ごみ焼却場					北 緯		
発 注 機 関	三井住友建設(株)・(株)田村工務店津山 特定建設工事共同企業体				調査期間	平成29年4月19日～29年4月20日				東 経		
調査業者名	東和環境科学株式会社 電話 (082-297-6111)		主任技師	岩本 達矢	現 場 代理人	福島 正宣	コ ア 鑑定者	岩本 達矢	ボーリン グ責任者	高光 竜二		
孔口標高	+80.58m	角		方		地盤勾配		使用機種	試 錐 機	M ECO-IVII (無水式パイプロドリル)	ハンマー 落下用具	-
総掘進長	6.90m	度		向					エンジン	-	ポン プ	-

標尺	標高	層厚	深度	柱状図	土質区分	色調	相對密度	相對稠度	記事	孔内水位m／測定月日	標準貫入試験					原位試験		土壌汚染調査				掘進月日	
											深度m	10cm毎の打撃回数			打撃回数／貫入量cm	N値 — ○ —	深度m	試験名および結果	サンプリング深度	油臭	油膜		油層
												0	10	20									
m	m	m	m	図	分	調	度	度	事														
	80.15	0.40	0.40		コンクリート				床スラブ厚さ30cmおよび碎石厚さ10cm。														
1					盛土(粘土混り砂礫)	暗褐色	中位		φ5～φ30mmの重角礫または角礫を主体とする。粗砂20%程度、細粒分10～40%程度混入。含水は中～大。土質および含水とも全体に不均一。														
2	78.25	1.90	2.30																				
3					砂混じり粘性土	暗褐色～褐色	硬い		粘性土主体。細砂を10～20%程度含む。含水は中位。	4/20 2.50													
4	77.25	1.00	3.30																				
5					砂混じり砂礫	灰褐色～黄褐色	密	中位	φ3～φ30mm程度の重角礫を主体とする。5m以深所々にφ30mm程度の重円礫が点在する。マトリックスは中砂または粗砂20%程度、細粒分10%程度。全体的に含水小。														
6	74.45	2.80	6.10																				
	73.65	0.80	6.90		凝灰岩	緑灰			岩片状で採取。CL級。														