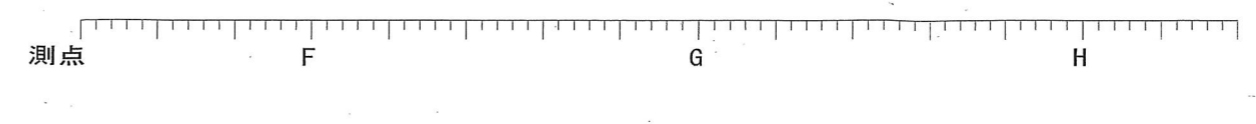
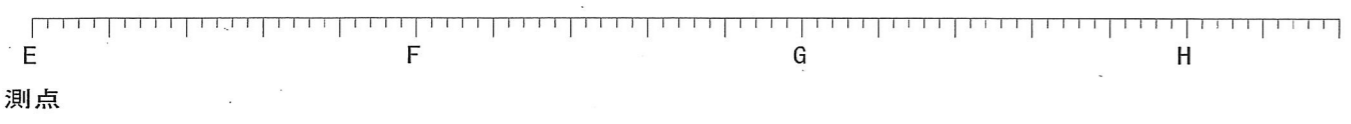
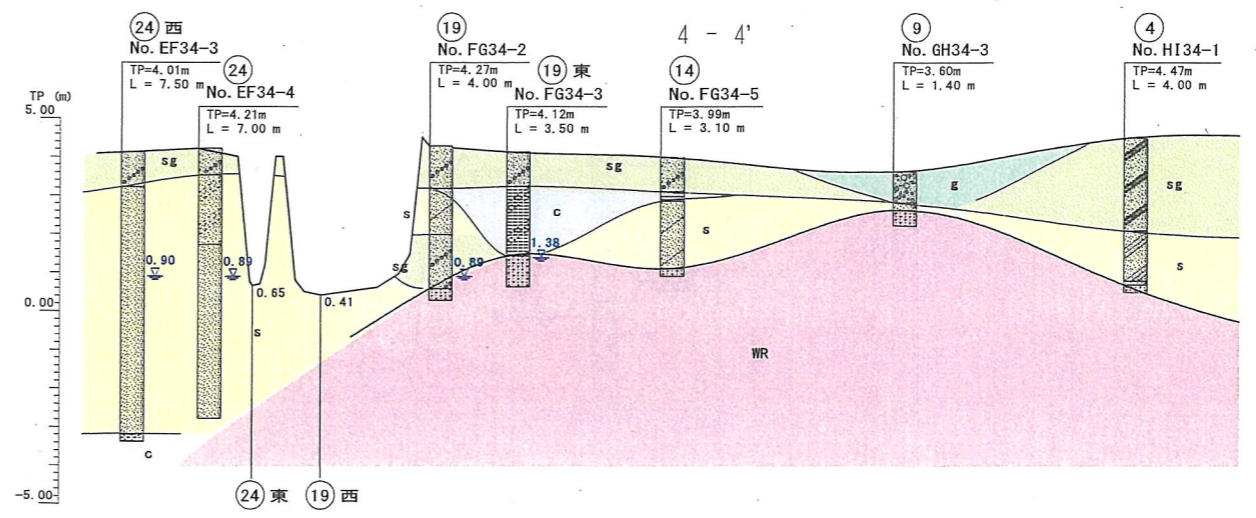
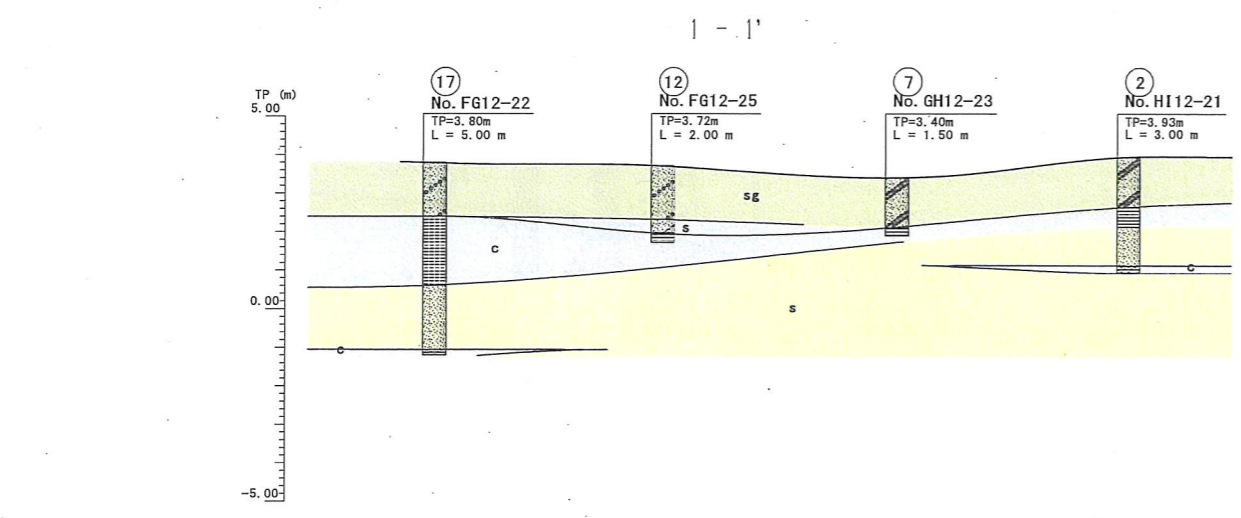
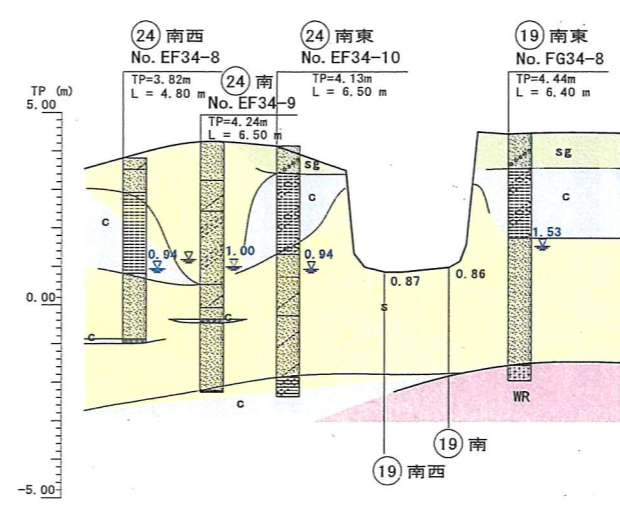
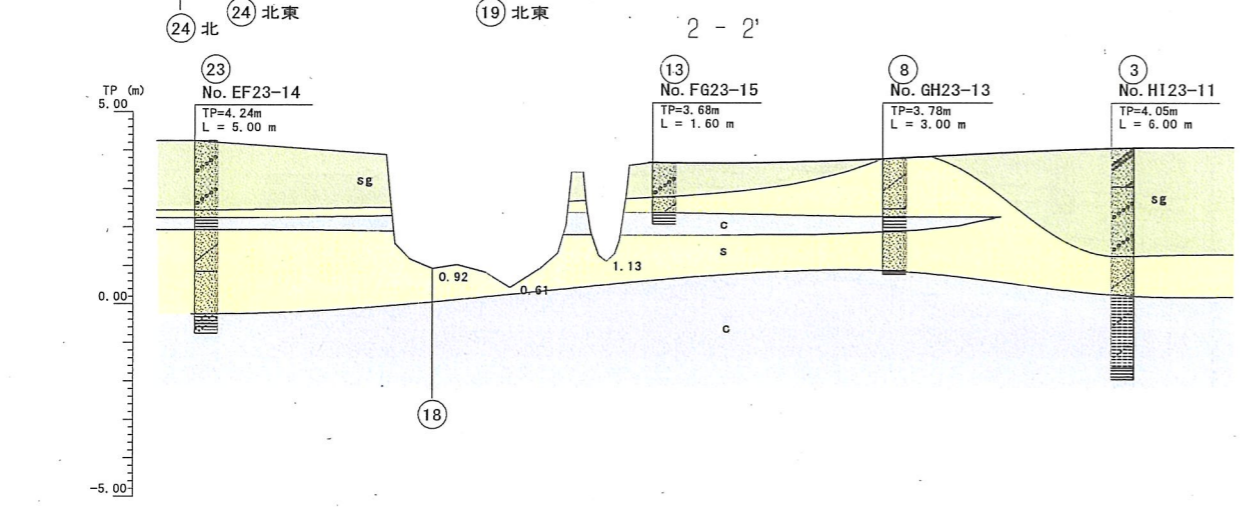
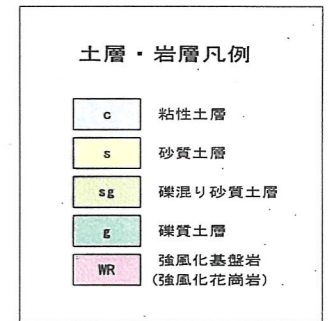
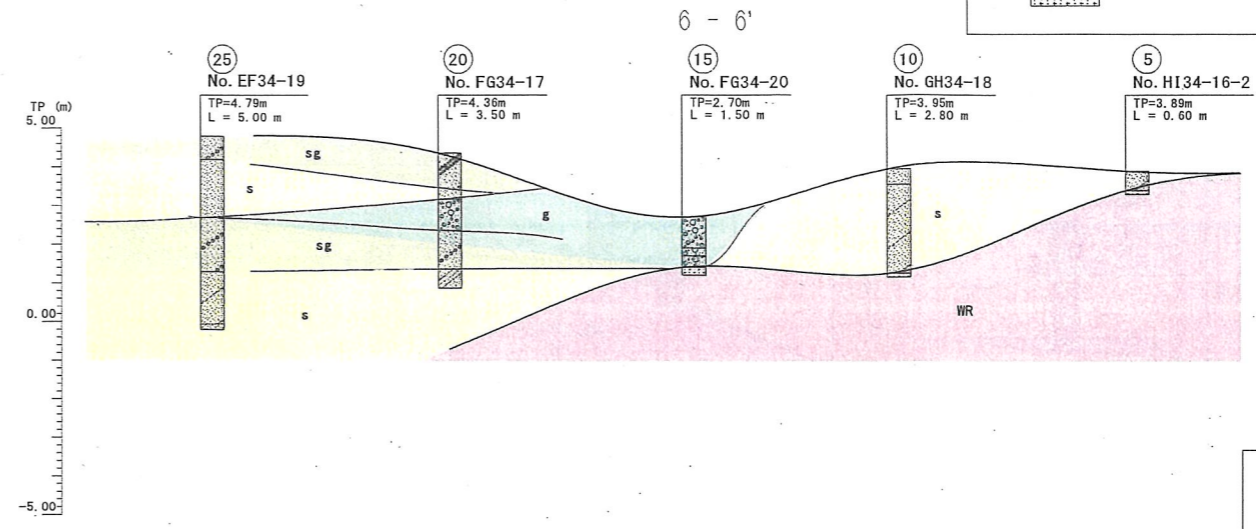
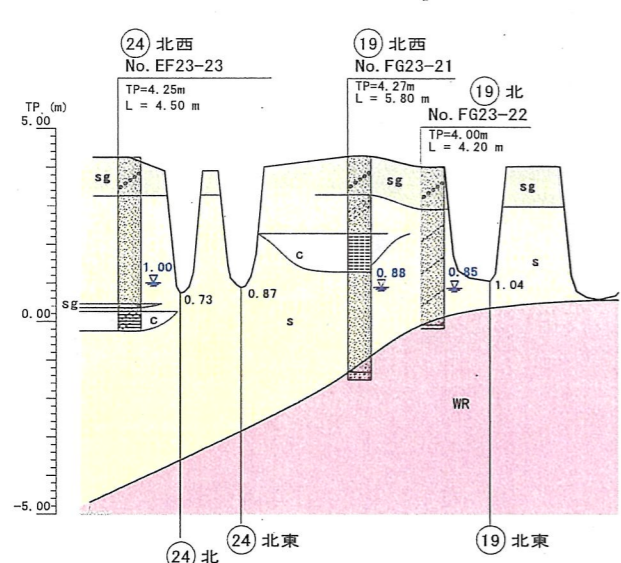
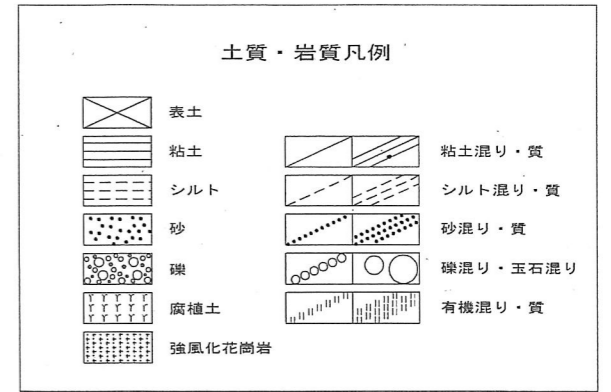


推定地質断面図(東西方向)

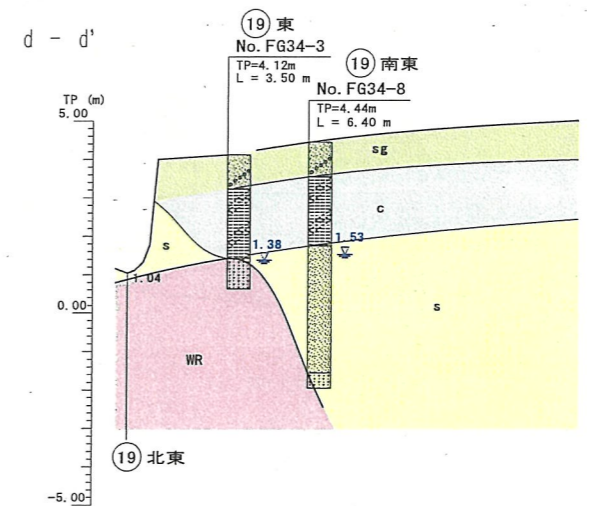
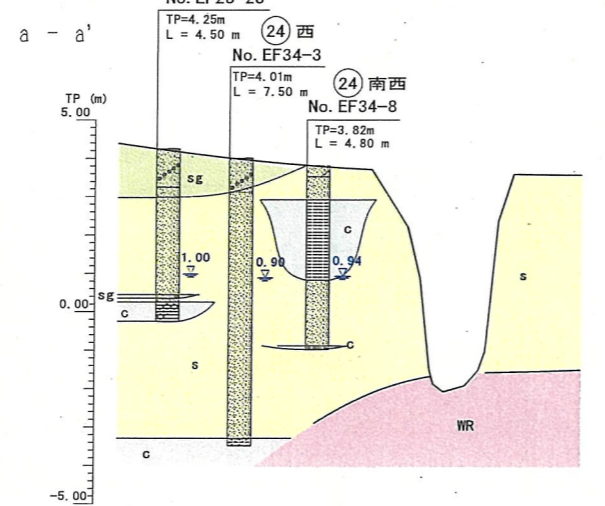
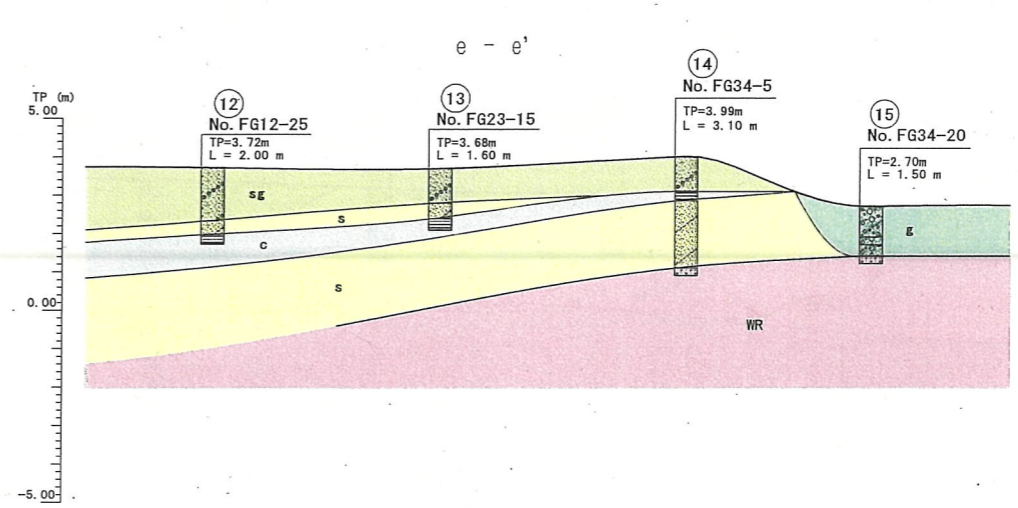
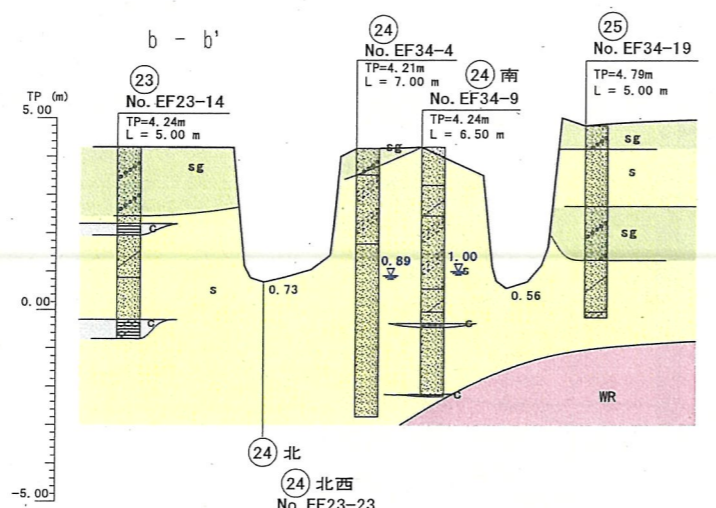
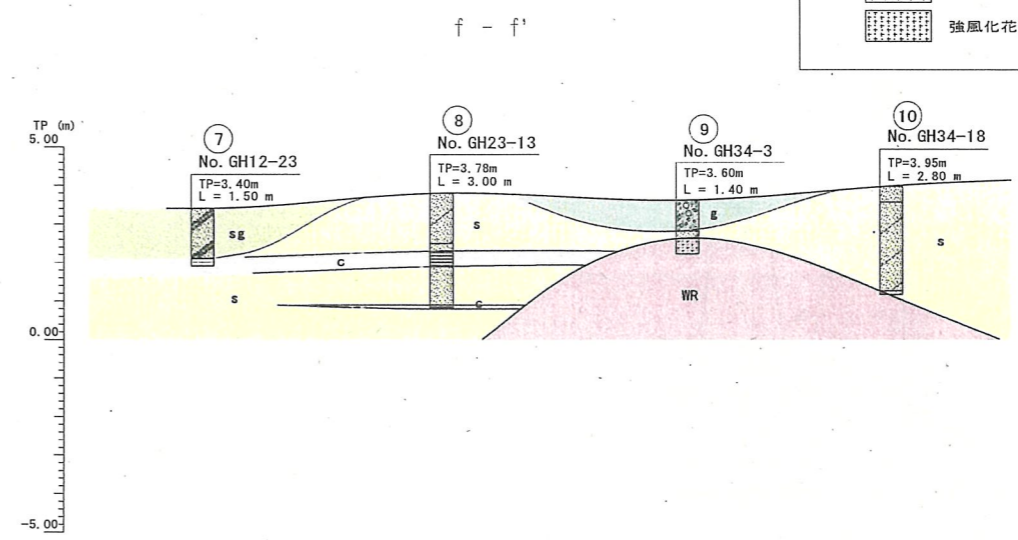
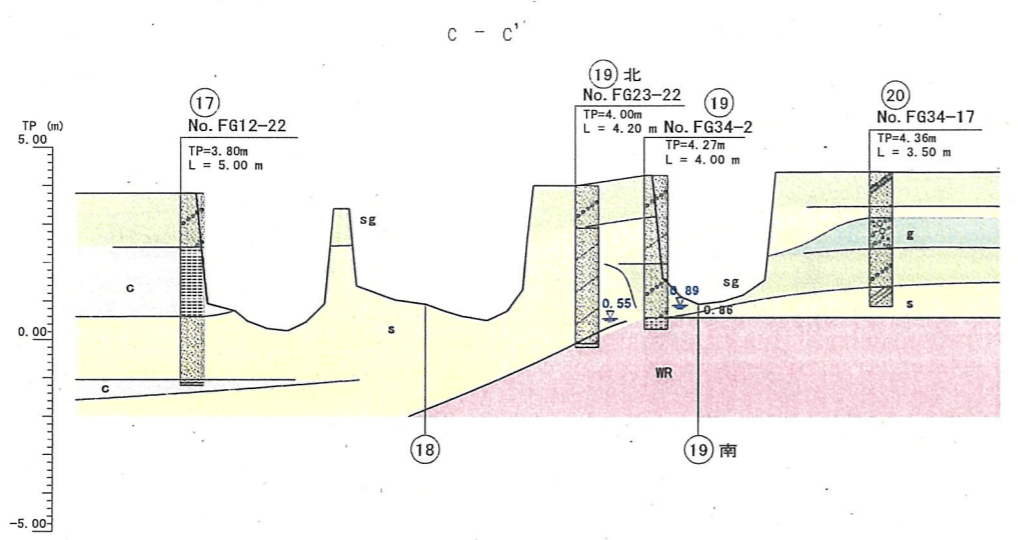
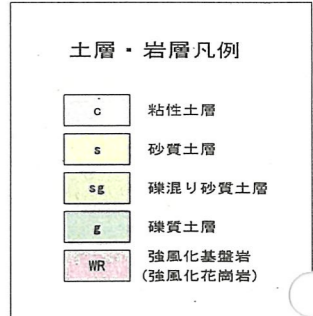
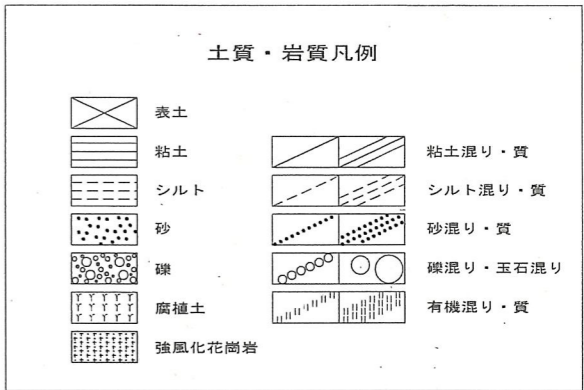
V=1:200 H=1:1000



年度	平成 27 年度
路河川名等	
工事名	豊島廃棄物等処理事業 地下水概況及び詳細調査業務委託
位置	香川県小豆郡土庄町豊島
図面名	推定地質断面図
縮尺	図示 図面番号
作成年月日	平成 27 年 月
会社名	青葉工業株式会社
事業者名	香川県 環境森林部廃棄物対策課

推定地質断面図(南北方向)

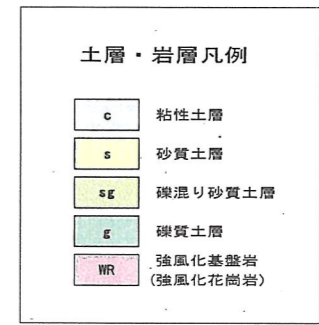
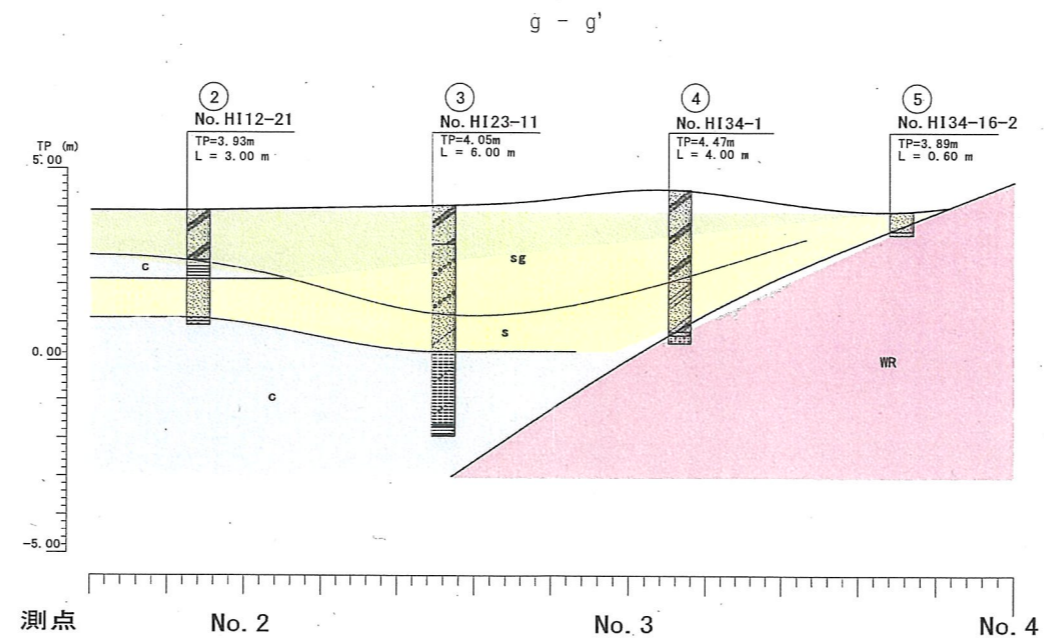
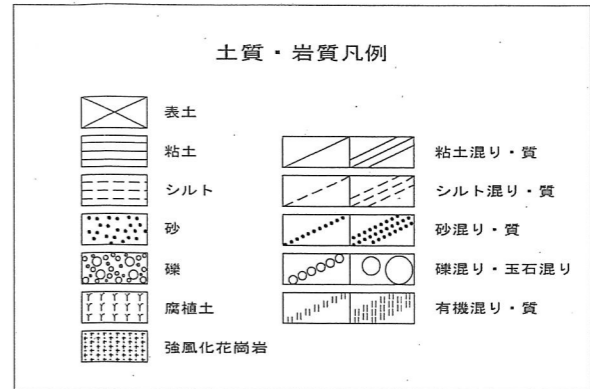
V=1:200 H=1:1000



年度	平成 27 年度
路河川名等	
工事名	豊島廃棄物等処理事業 地下水概況及び詳細調査業務委託
位置	香川県小豆郡土庄町豊島
図面名	推定地質断面図
縮尺	図'示' 図面番号
作成年月日	平成 27 年 月
会社名	青葉工業株式会社
事業者名	香川県 環境森林部廃棄物対策課

推定地質断面図(南北方向)

V=1:200 H=1:1000



年度	平成 27 年度	
陸河川名等		
工事名	豊島廃棄物等処理事業 地下水概況及び詳細調査業務委託	
位置	香川県小豆郡土庄町豊島	
図面名	推定地質断面図	
縮尺	図示	図面番号
作成年月日	平成 27 年 月	
会社名	青葉工業株式会社	
事業者名	香川県 環境森林部廃棄物対策課	

地下水等浄化の確認

1. 概要

現在、豊島処分地において、廃棄物等の除去が完了し、表面が土壌面となった区域について、地下水の汚染状況の調査を進めており、汚染が確認された区域においては地下水の浄化対策を実施することとなり、その後、浄化の完了を確認することとなっていることから、今回、具体的な地下水等浄化確認の考え方について検討する。

2. 地下水等浄化の確認

廃棄物の処理及び清掃に関する法律では、一般廃棄物の最終処分場及び産業廃棄物の管理型最終処分場の廃止に係る技術上の基準として、『保有水等集排水設備により集められた保有水等の水質が2年以上にわたり行った水質試験の結果、排水基準等に適合していると認められること』が挙げられており、豊島処分地の地下水についても、これに準拠して、2年以上にわたり管理基準を満足していた場合、地下水等の浄化が確認されたこととする。

3. 西揚水井地下水等及び地下水排除工の管理について

西揚水井地下水等及び地下水排除工の位置図については図1のとおりで、周辺の廃棄物等は除去されており、水質については第21回排水・地下水等対策検討会（H27.12.23開催）でも報告したとおり、これまでCODが管理基準値を超過することがあったが、図2に示すとおり、西揚水井で平成25年12月以降、地下水排除工で平成25年11月以降、ともに2年以上安定して管理基準を満足している。これらのことから、西揚水井地下水等及び地下水排除工については浄化が確認されたこととする。

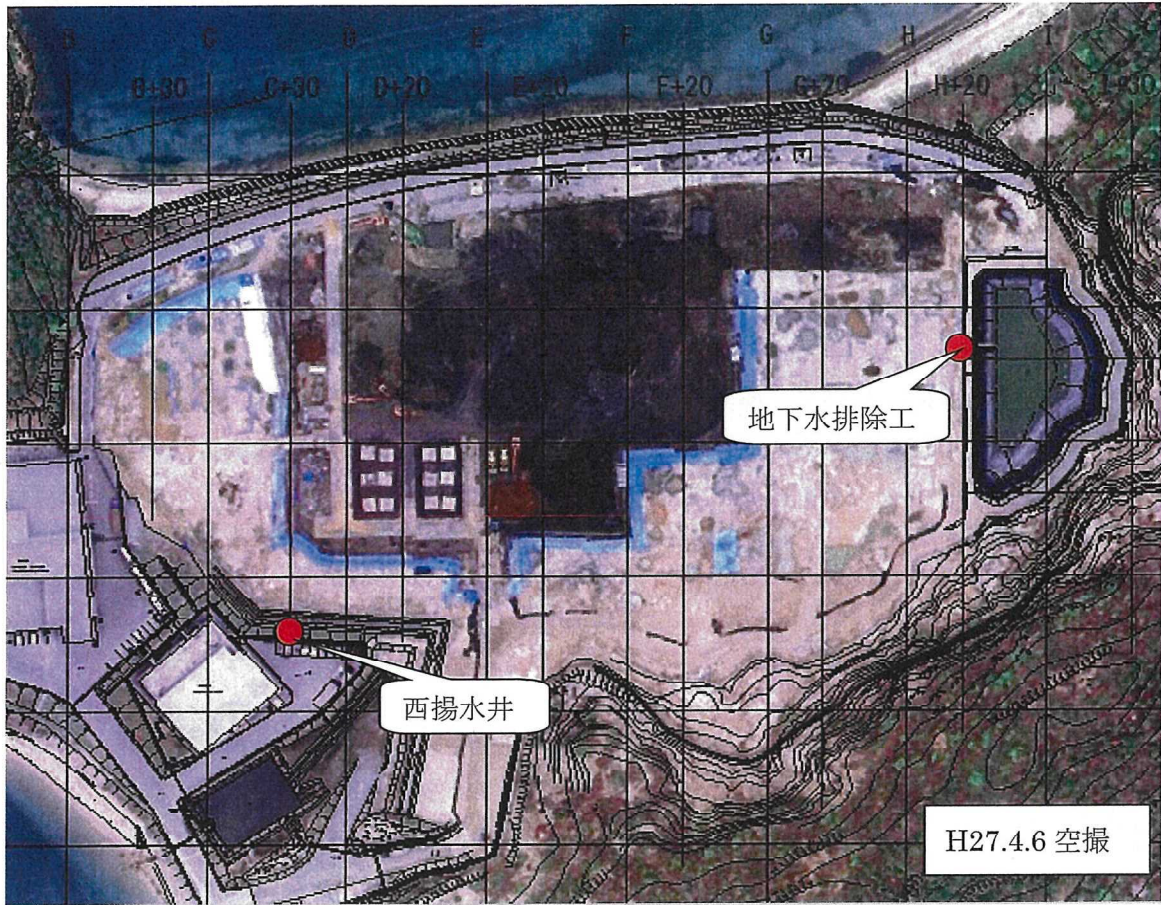


図1 西揚水井及び地下水排除工の位置図

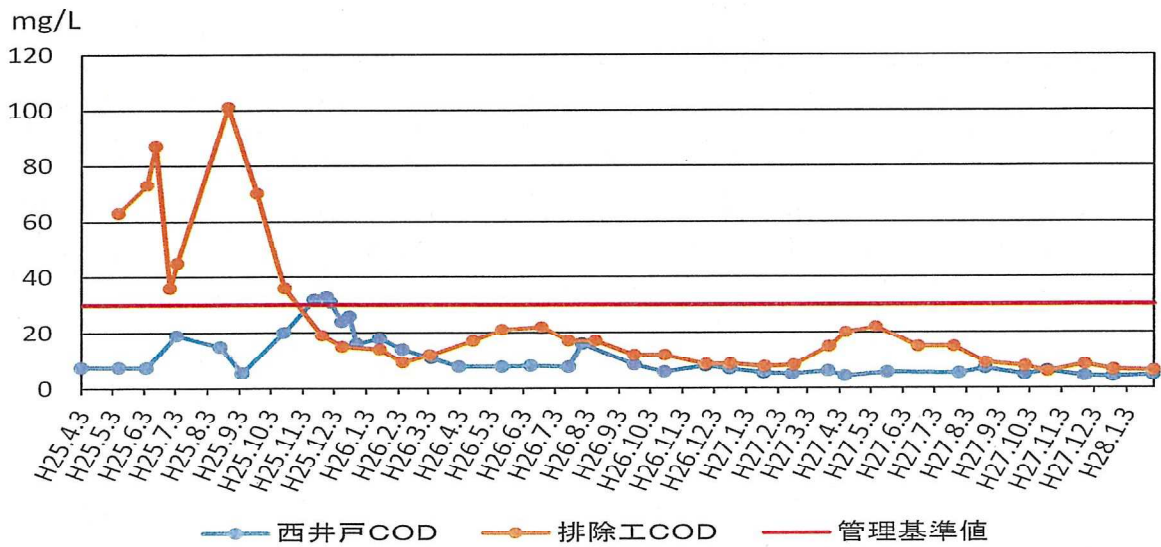


図2 西揚水井地下水等及び地下水排除工のCOD推移

D 測線西側の地下水質等の状況

1. 概要

D 測線西側の地下水を浄化するため、(B+40, 2+10) 地点、(C, 2+40) 地点及び (C, 3+10) 地点に観測井及び揚水井を設置しており、揚水井に関しては平成 26 年 6 月から浅井戸で、深井戸においては平成 27 年 4 月から揚水処理を開始している。今回、2 か月毎に実施しているモニタリングの結果及び揚水量等について報告する。

なお、(C, 3+10) 地点の揚水井については、第 21 回排水・地下水等対策検討会 (H27.12.23 開催) において、揚水を止めて経過観察することになったことから、平成 27 年 12 月 24 日から揚水停止中である。また、(C, 2+40) 地点の浅井戸揚水井は平成 27 年 12 月調査時点において、ポンプ故障が故障していたことから、平成 28 年 1 月にポンプ内の逆止弁の取り換えを実施したが、2 月調査時に再び故障していたため、揚水井施工業者に修繕依頼中である。

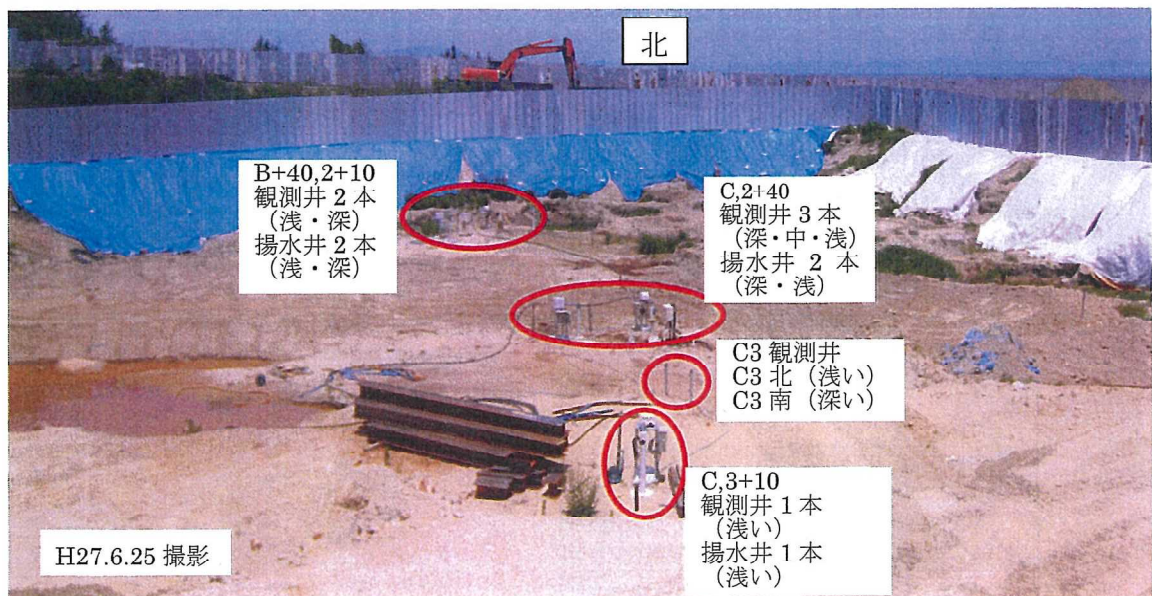


図 1 調査地点

2. 地下水のモニタリング結果

(1) 実施日

平成 28 年 2 月 2、3、4 日

なお、平成 27 年 12 月までのデータについては第 21 回排水・地下水等対策検討会までにおいて報告済みである。

(2) 調査体制

調査及び分析機関：直島環境センター、環境保健研究センター

(3) 調査地点 (上記 図 1)

観測井 8 地点
揚水井 5 地点

(4) 調査結果

水質調査結果は図 2～5 のとおりで、揚水処理量は表 1 のとおりである。(B+40,2+10) については、深井戸と浅井戸のともに高濃度で検出されている項目があるが、(C,2+40) 及び (C,3+10) の浅井戸については、排水基準は満足してきている。C3 については浅井戸と深井戸のともに排水基準を超過している項目がある。

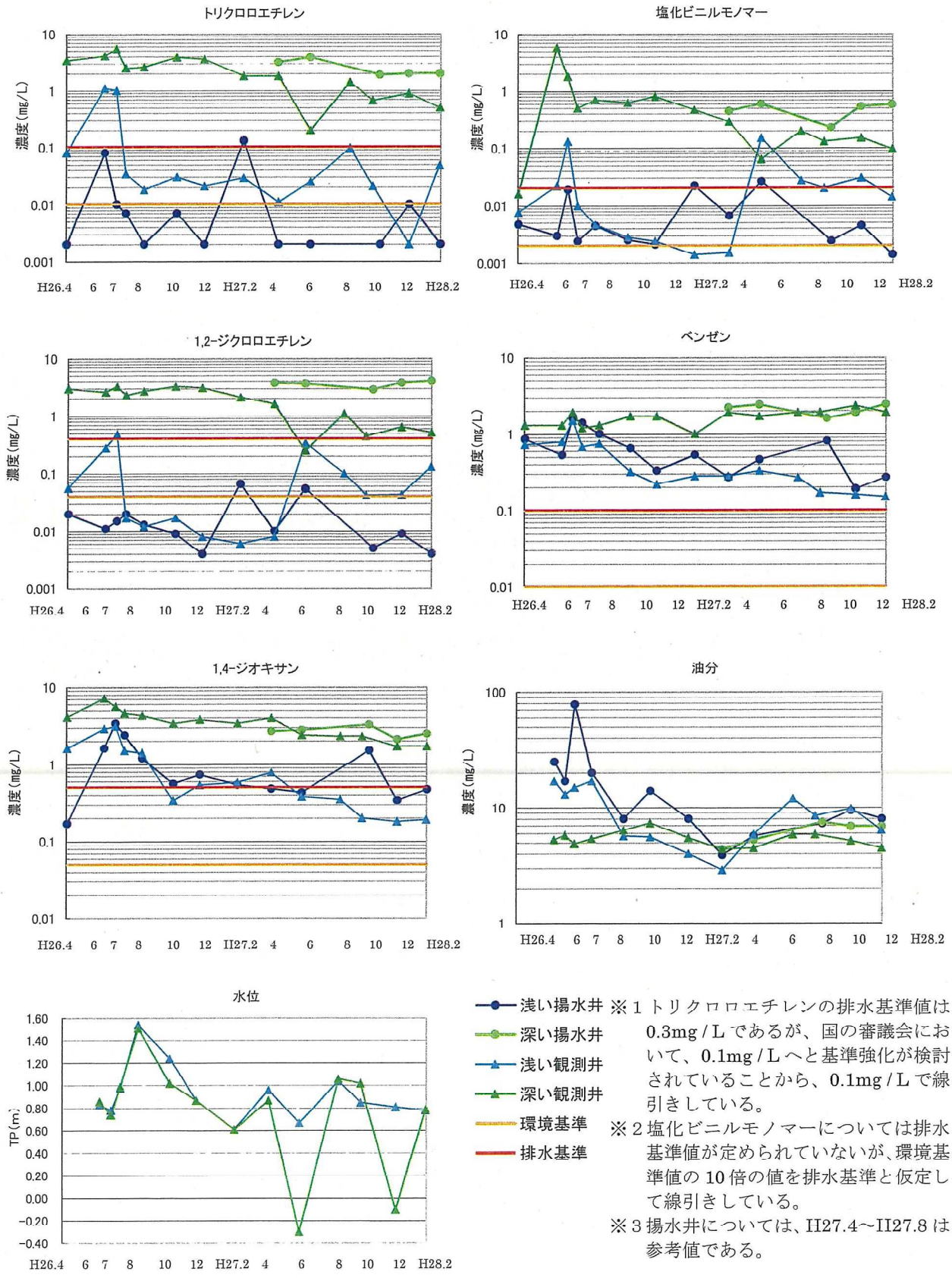


図2 (B+40, 2+10) 地点の地下水の状況 (青系統色: 浅井戸、緑系統色: 深井戸)

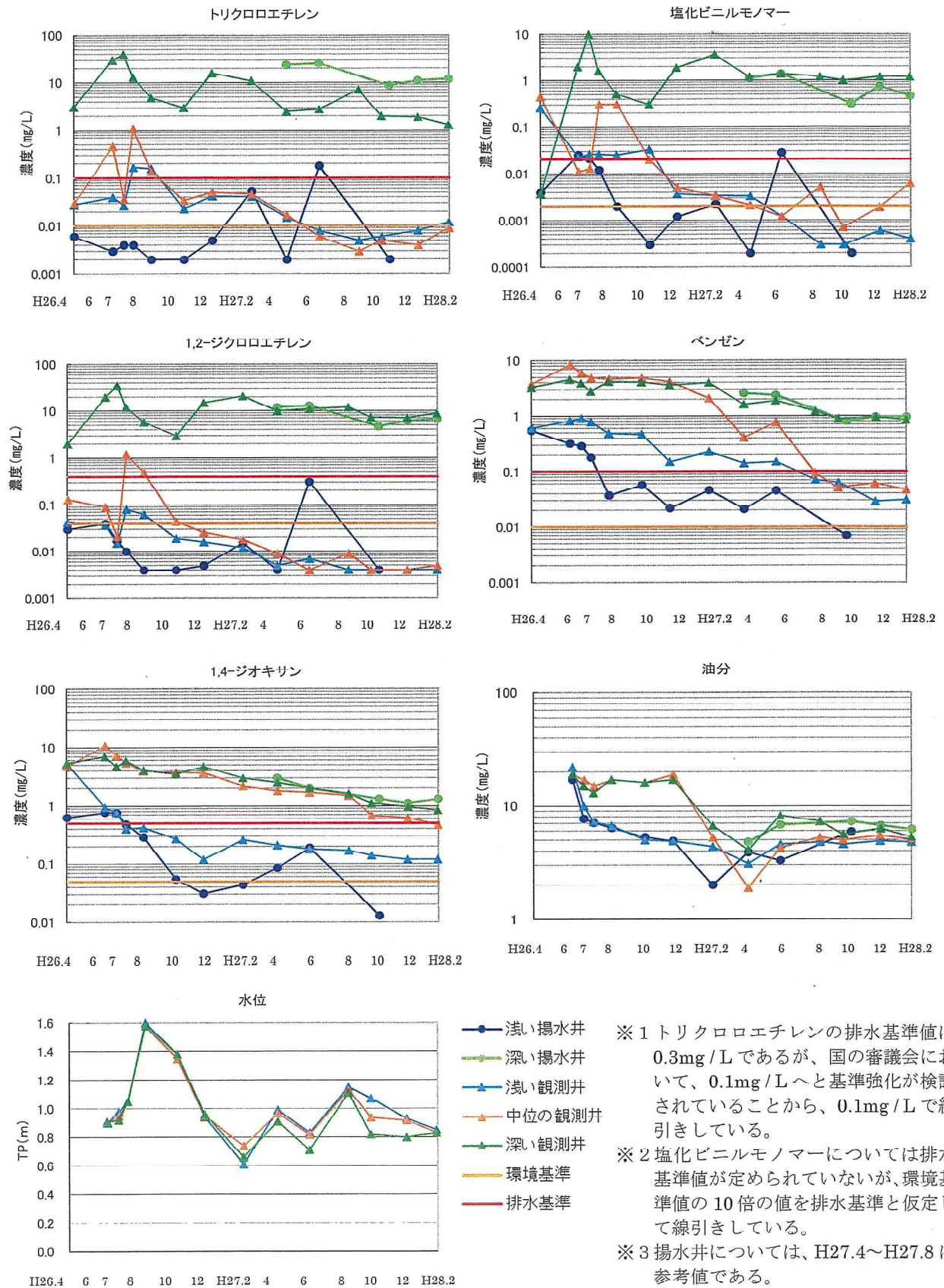


図3 (C, 2+40) 地点の地下水の状況 (青系統色: 浅井戸、緑系統色: 深井戸)

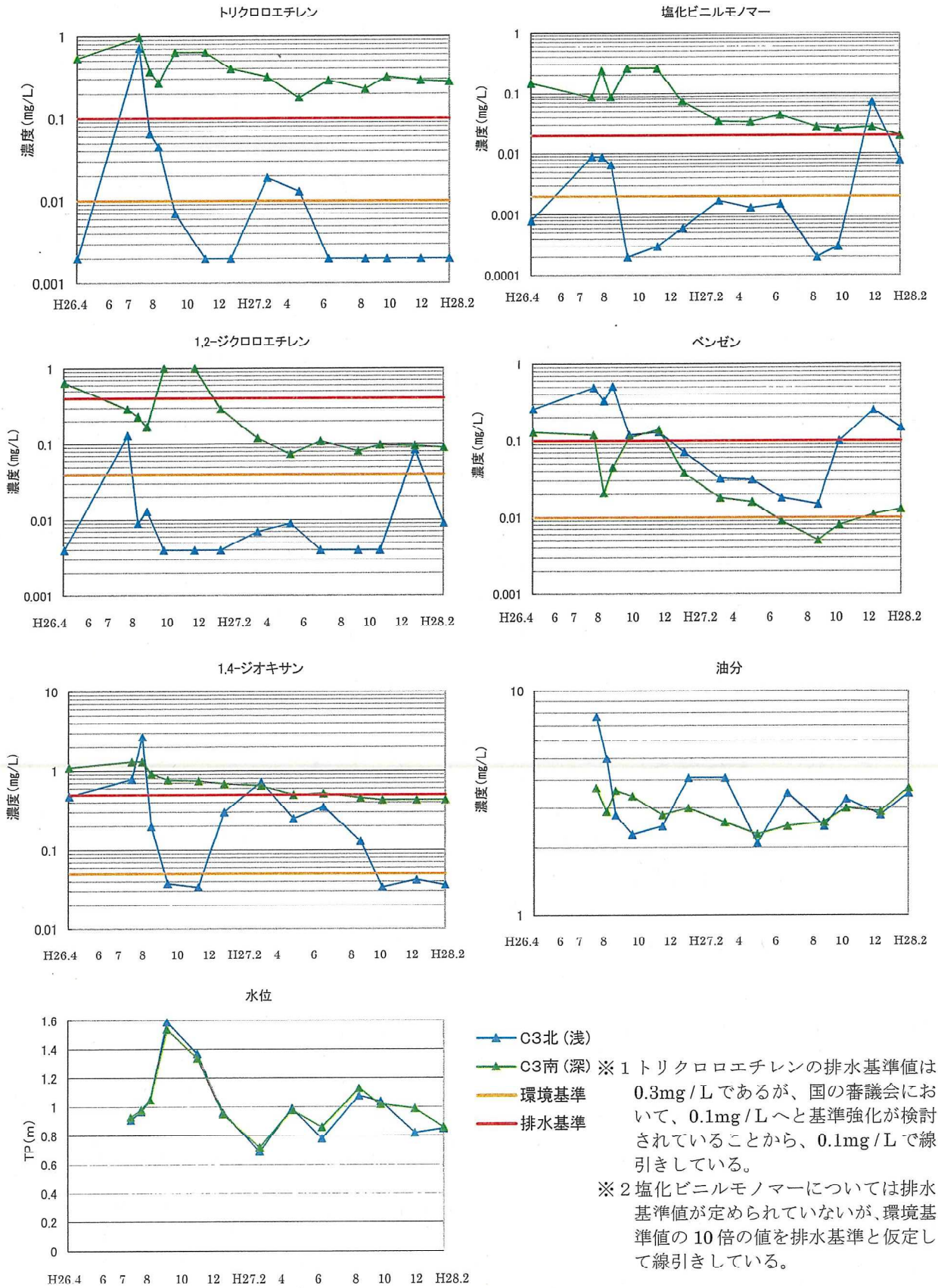


図4 C3の地下水の状況 (青系統色：浅井戸、緑系統色：深井戸)

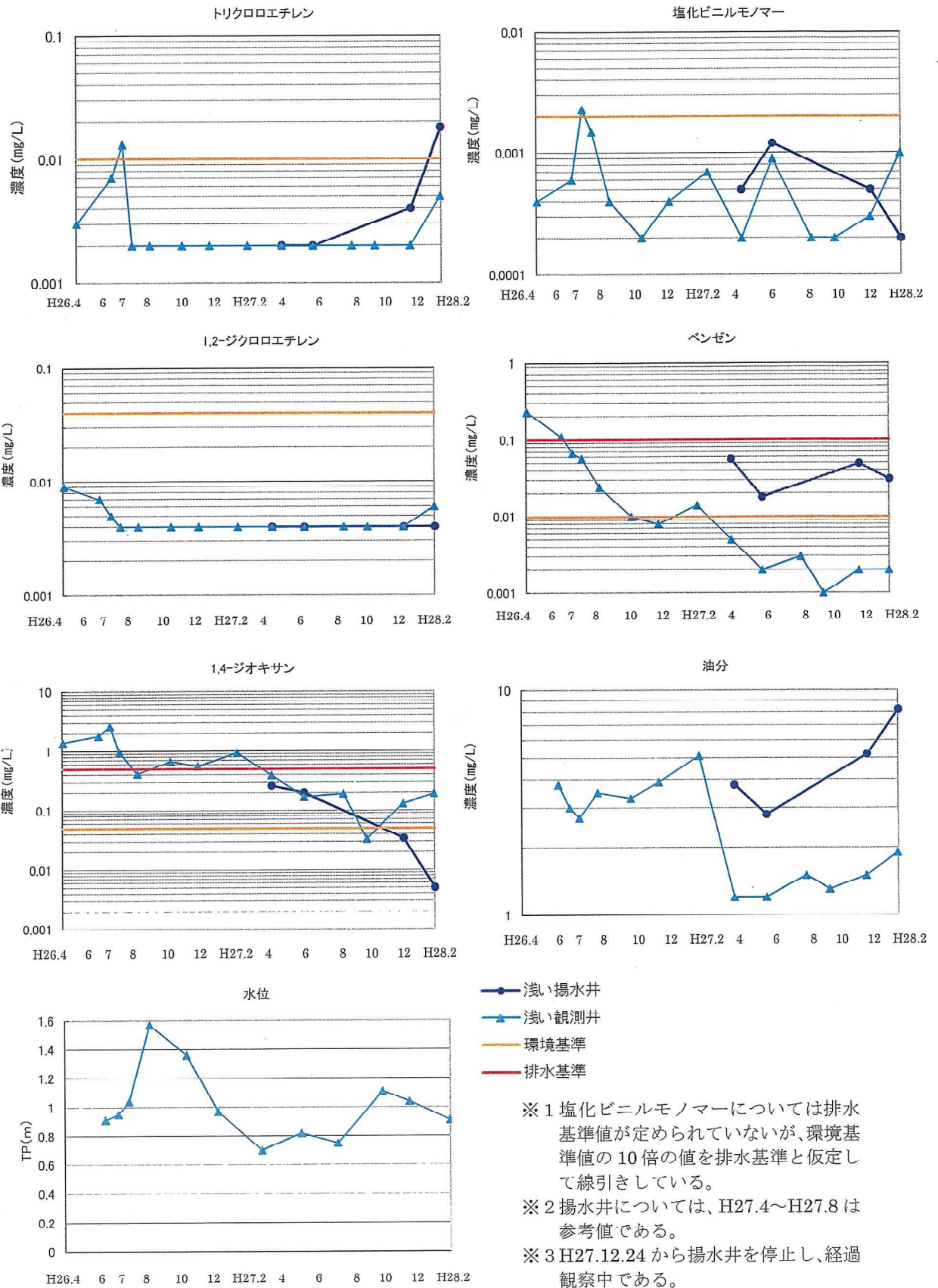


図5 (C, 3+10) 地点の地下水の状況

表1 これまでの月間揚水量（括弧の中は期間平均流速 L/min である）

	B+40, 2+10		C, 2+40		C, 3+10	備考
	浅井戸	深井戸	浅井戸	深井戸	浅井戸	
H26.6	12.7 m ³ (約 1.3)	—	34.4 m ³ (約 3.4)	—	—	6/23～稼働
H26.7	12.0 m ³ (約 1.2)	—	29.4 m ³ (約 2.9)	—	—	7/8～停止
H26.8	0.0 m ³	—	0.1 m ³	—	—	
H26.9	59.6 m ³ (約 1.4)	—	177.8 m ³ (約 4.1)	—	—	9/1～稼働
H26.10	58.5 m ³ (約 1.4)	—	48.0 m ³ (約 1.1)	—	—	
H26.11 ~H27.3	0.0 m ³	—	流量メーター不具合のため欠測		—	故障停止
H27.4	6.7 m ³ (約 0.4)	2.4 m ³ (約 0.1)	82.8 m ³ (約 4.4)	4.0 m ³ (約 0.1)	127.1 m ³ (約 4.4)	深井戸及び C, 3+10 は 4/10～稼働 浅井戸は 4/17～稼働
H27.5	12.5 m ³ (約 0.7)	5.0 m ³ (約 0.3)	50.6 m ³ (約 2.7)	2.9 m ³ (約 0.2)	146.0 m ³ (約 7.8)	5/8～5/25 停止
H27.6	44.6 m ³ (約 1.0)	10.9 m ³ (約 0.3)	76.0 m ³ (約 1.8)	7.0 m ³ (約 0.2)	210.6 m ³ (約 4.9)	
H27.7	19.9 m ³ (約 0.4)	4.4 m ³ (約 0.1)	74.7 m ³ (約 1.5)	2.6 m ³ (約 0.1)	91.3 m ³ (約 1.8)	7/16～8/25 停止
H27.8	12.9 m ³ (約 0.3)	2.9 m ³ (約 0.1)	31.3 m ³ (約 0.8)	1.6 m ³ (約 0.0)	41.0 m ³ (約 1.0)	7/16～8/25 停止
H27.9	50.0 m ³ (約 1.2)	10.8 m ³ (約 0.3)	27.8 m ³ (約 0.7)	3.4 m ³ (約 0.1)	33.7 m ³ (約 0.8)	
H27.10	22.8 m ³ (約 0.4)	3.0 m ³ (約 0.1)	0.2 m ³ (約 0)	3.6 m ³ (約 0.1)	33.4 m ³ (約 0.6)	C, 2+40 浅井戸は ポンプ故障
H27.11	21.6 m ³ (約 0.7)	5.8 m ³ (約 0.2)	故障	1.7 m ³ (約 0.1)	104.4 m ³ (約 3.2)	C, 2+40 浅井戸は ポンプ故障
H27.12	11.6 m ³ (約 0.3)	6.1 m ³ (約 0.2)	故障	4.2 m ³ (約 0.1)	35.8 m ³ (約 1.1)	C, 2+40 浅井戸は ポンプ故障 C, 3+10 は 12/24～停止
H28.1	28.0 m ³ (約 0.8)	2.5 m ³ (約 0.1)	2.5 m ³ (約 0.1)	3.9 m ³ (約 0.1)	浄化の状 況を見る ために 停止中	C, 2+40 浅井戸 ポンプ修理 1/9～稼働後、再故障
H28.2	28.5 m ³ (約 0.9)	7.6 m ³ (約 0.2)	故障	4.0 m ³ (約 0.1)		C, 2+40 浅井戸は ポンプ故障
累計揚水量	約 402 m ³	約 59 m ³	約 636 m ³	約 39 m ³	約 833 m ³	

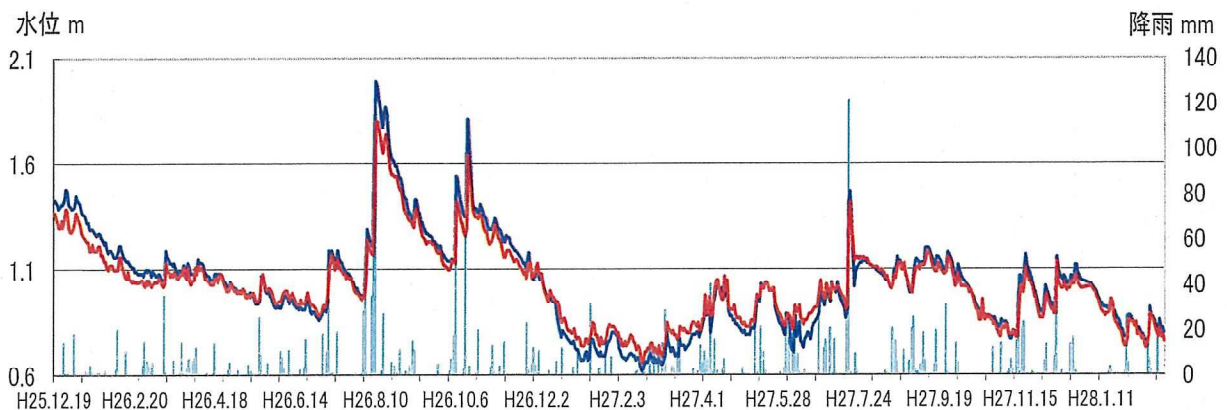


図6 観測井C3北（浅井戸：青色）、C3南（深井戸：赤色）の水位変化及び降雨量（水色）

3. D測線西側の地下水詳細調査について

D測線西側において、現在3か所で揚水浄化を行っているが、下層での浄化が進んでいないことから、より効果的な揚水浄化の方法を検討するために地下水汚染の詳細な調査を現在実施している。

調査地点については図7に示す14地点を順次掘削し、観測孔を設けているところである。そして、各観測孔において、下層の地下水を採取し、D測線西側の既存井戸でモニタリングしている項目のトリクロロエチレン、塩化ビニルモノマー、1,2-ジクロロエチレン、ベンゼン及び1,4-ジオキサンについて濃度を調べるとともに、掘削時にもPIDガスモニターを用いたVOCsの簡易測定を実施し、高い反応を示した深度において地下水を採取して同項目について濃度を調べている。

この詳細調査の結果のとりまとめについては、次回の排水・地下水等対策検討会において報告する予定である。

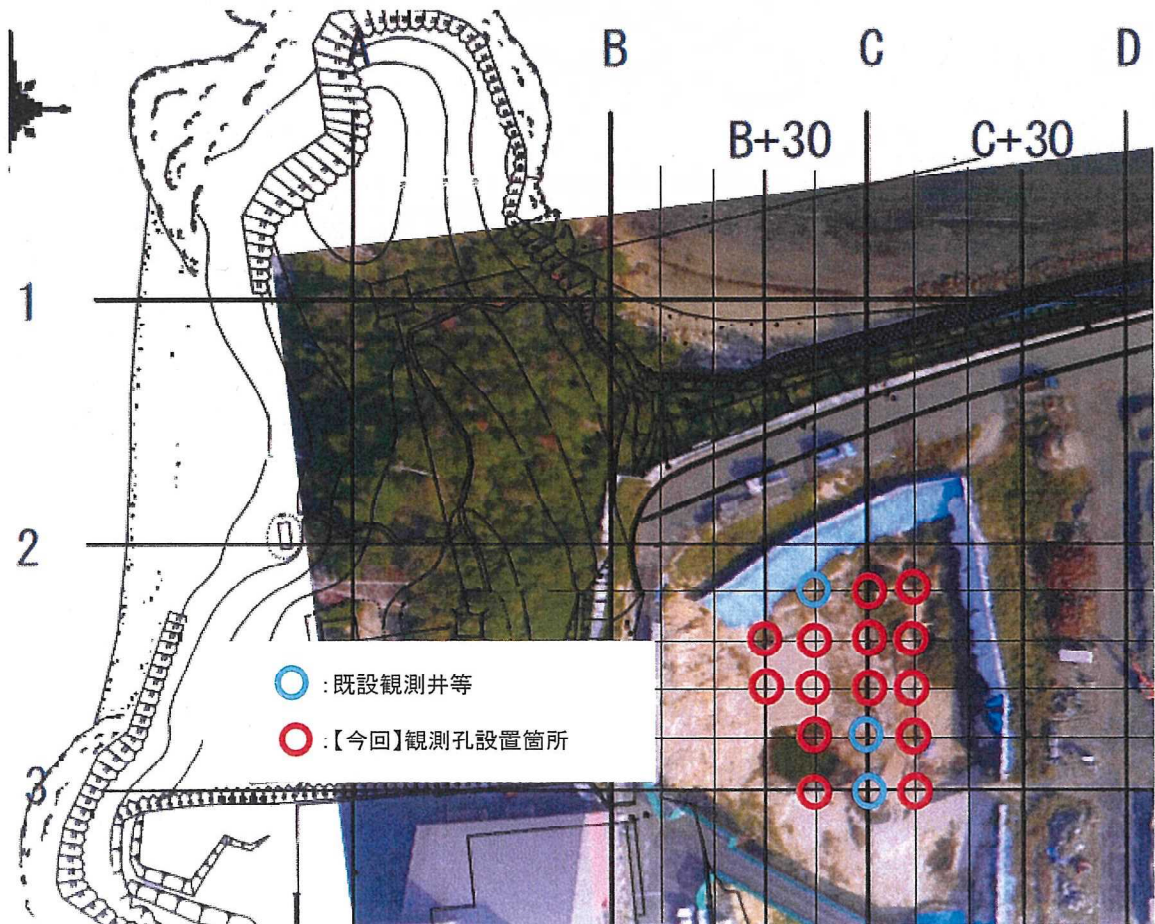


図7 D測線西側詳細調査地点

なお、一部の地点においては、地盤面から深さ1.5mまでの表層付近で、油の混じった地下水が確認されたことから、当該地点については、汚染が拡大しないように採水後、観測孔をモルタルで埋め戻ししている。

しかし、この表層付近の油混じりの水については、このまま放置すれば汚染の拡大を招くおそれがあるため、早急に浄化を図る必要がある。

油混じりの水については、今回の地下水詳細調査の中で性状、汚染範囲及び量を調べて、排ガスの状況が直島中間処理施設と同程度の施設を有している廃棄物処理業者に委託し、県の指導のもとに処理するなど、効率的な処理方法を検討する。

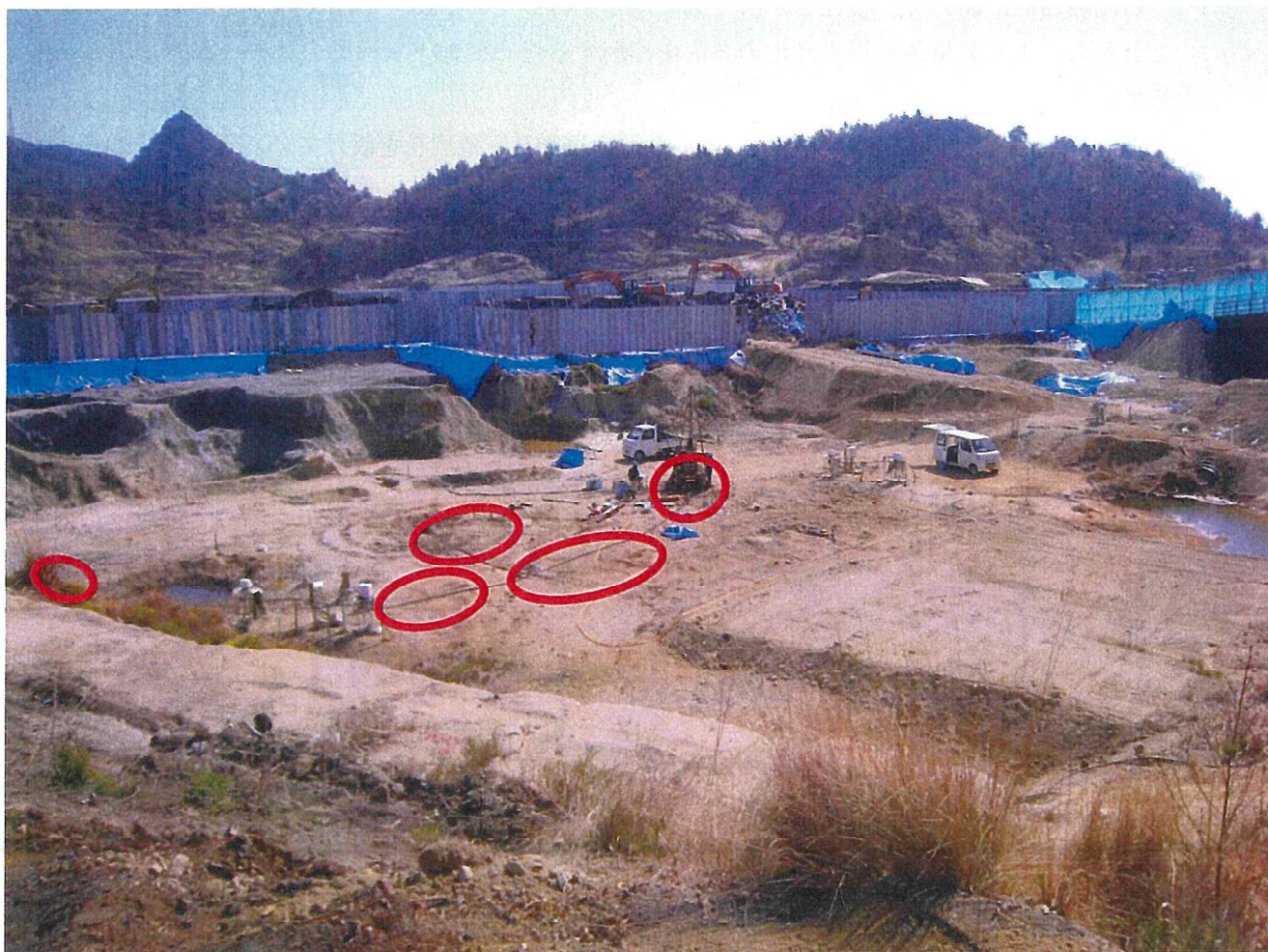


写真 油混じりの水があると考えられる場所（赤丸付近）

(参考)

表 水質調査結果

B+40.2+10 観測井(浅い)	H26.4.10	H26.6.17	H26.7.7	H26.7.24	H26.8.25	H26.10.22	H26.12.10	H27.2.18	H27.4.22	H27.6.17	H27.8.27	H27.10.7	H27.12.11	H28.2.3	定量下限値	地下水 環境基準	排水基準	
トリクロロエチレン	0.080	1.1	1.0	0.034	0.018	0.030	0.021	0.029	0.011	0.025	0.097	0.021	0.002	0.048	0.002	0.01	0.3(0.1)	
塩化ビニルモノマー	0.0077	0.022	0.13	0.010	0.0046	0.0028	0.0024	0.0014	0.0015	0.15	0.027	0.020	0.030	0.014	0.0002	0.002	(0.02)	
1,2-ジクロロエチレン	0.056	0.28	0.49	0.017	0.012	0.017	0.008	0.006	0.008	0.34	0.10	0.042	0.043	0.13	0.004	0.04	0.4	
ベンゼン	0.73	0.79	1.5	0.68	0.75	0.32	0.22	0.28	0.28	0.33	0.27	0.17	0.16	0.15	0.001	0.01	0.1	
1,4-ジオキサン	1.6	2.9	3.1	1.5	1.4	0.34	0.54	0.58	0.78	0.38	0.35	0.20	0.18	0.19	0.005	0.05	0.5	
油分		17	13	15	17	5.7	5.6	4.0	2.9	5.9	12	8.5	9.8	6.4	0.5	-	基準5、動植物30	
水位		0.83	0.78	0.98	1.54	1.24	0.87	0.61	0.96	0.67	1.04	0.85	0.79	-	-	-	-	
B+40.2+10 観測井(深い)	H26.4.10	H26.6.17	H26.7.7	H26.7.24	H26.8.25	H26.10.22	H26.12.10	H27.2.18	H27.4.22	H27.6.17	H27.8.27	H27.10.7	H27.12.11	H28.2.4	定量下限値	地下水 環境基準	排水基準	
トリクロロエチレン	3.4	4.1	5.5	2.5	2.6	3.9	3.6	1.8	1.8	0.20	1.4	0.67	0.89	0.50	0.002	0.01	0.3(0.1)	
塩化ビニルモノマー	0.016	5.8	1.8	0.50	0.70	0.63	0.81	0.47	0.29	0.064	0.20	0.13	0.15	0.095	0.0002	0.002	(0.02)	
1,2-ジクロロエチレン	3.0	2.6	3.3	2.3	2.7	3.3	3.1	2.1	1.6	0.25	1.1	0.45	0.64	0.52	0.004	0.04	0.4	
ベンゼン	1.3	1.3	1.9	1.2	1.3	1.7	1.7	1.0	1.9	1.7	1.9	1.9	2.3	1.9	0.001	0.01	0.1	
1,4-ジオキサン	4.1	7.2	5.6	4.6	4.3	3.4	3.8	3.4	4.0	2.4	2.3	2.3	1.7	1.7	0.005	0.05	0.5	
油分		5.3	5.8	4.9	5.4	6.4	7.4	5.5	4.4	4.5	5.9	5.9	5.2	4.5	0.5	-	基準5、動植物30	
水位		0.86	0.74	0.99	1.51	1.02	0.87	0.61	0.87	-0.30	1.06	1.02	-0.10	0.78	-	-	-	
B+40.2+10 揚水井(浅い)	H26.4.10	H26.6.17	H26.7.7	H26.7.24	H26.8.25	H26.10.22	H26.12.10	H27.2.18	H27.4.22	H27.6.17	配管補修	H27.10.20	H27.12.11	H28.2.4	定量下限値	地下水 環境基準	排水基準	
トリクロロエチレン	ND	0.080	0.010	0.007	ND	0.007	ND	0.13	(ND)	(ND)			ND	0.010	ND	0.002	0.01	0.3(0.1)
塩化ビニルモノマー	0.0047	0.0030	0.019	0.0024	0.0044	0.0025	0.0021	0.022	(0.0066)	(0.026)			0.0024	0.0044	0.0014	0.0002	0.002	(0.02)
1,2-ジクロロエチレン	0.020	0.011	0.015	0.020	0.013	0.009	ND	0.066	(0.010)	(0.054)			0.005	0.009	ND	0.004	0.04	0.4
ベンゼン	0.86	0.53	1.6	1.4	1.0	0.65	0.33	0.53	(0.27)	(0.46)			0.81	0.19	0.27	0.001	0.01	0.1
1,4-ジオキサン	0.17	1.6	3.4	2.4	1.2	0.56	0.73	0.54	(0.48)	(0.43)			1.5	0.34	0.47	0.005	0.05	0.5
油分		25	17	78	20	8.0	14	8.0	(3.9)	(5.7)			7.3	9.4	8.0	0.5	-	基準5、動植物30
水位		0.81		0.95	1.44			0.59							-	-	-	
B+40.2+10 揚水井(深い)	H26.4.10	H26.6.17	H26.7.7	H26.7.24	H26.8.25	H26.10.22	H26.12.10	H27.2.18	H27.4.22	H27.6.17	配管補修	H27.10.20	H27.12.11	H28.2.4	定量下限値	地下水 環境基準	排水基準	
トリクロロエチレン									(3.2)	(3.9)			1.9	2.0	2.0	0.002	0.01	0.3(0.1)
塩化ビニルモノマー									(0.45)	(0.6)			0.23	0.54	0.58	0.0002	0.002	(0.02)
1,2-ジクロロエチレン									(3.8)	(3.7)			2.9	3.8	4.1	0.004	0.04	0.4
ベンゼン									(2.2)	(2.4)			1.6	1.9	2.4	0.001	0.01	0.1
1,4-ジオキサン									(2.7)	(2.8)			3.3	2.1	2.5	0.005	0.05	0.5
油分									(4.4)	(5.3)			7.5	6.9	6.9	0.5	-	基準5、動植物30
水位															-	-	-	
観測井C3北(浅い)	H26.2.19	H26.6.17	H26.7.7	H26.7.24	H26.8.25	H26.10.22	H26.12.10	H27.2.18	H27.4.21	H27.6.17	H27.8.26	H27.10.6	H27.12.10	H28.2.2	定量下限値	地下水 環境基準	排水基準	
トリクロロエチレン	ND	0.72	0.065	0.045	0.007	ND	0.002	0.019	0.013	0.002	ND	0.002	ND	0.002	0.002	0.01	0.3(0.1)	
塩化ビニルモノマー	0.0008	0.0090	0.0089	0.0066	ND	0.0003	0.0006	0.0017	0.0013	0.0015	0.0002	0.0003	0.079	0.0079	0.0002	0.002	(0.02)	
1,2-ジクロロエチレン	ND	0.13	0.009	0.013	ND	ND	ND	0.007	0.009	ND	ND	ND	0.084	0.009	0.004	0.04	0.4	
ベンゼン	0.26	0.49	0.33	0.51	0.12	0.13	0.071	0.032	0.031	0.018	0.015	0.10	0.25	0.15	0.001	0.01	0.1	
1,4-ジオキサン	0.48	0.79	2.7	0.20	0.038	0.034	0.30	0.72	0.25	0.35	0.13	0.034	0.042	0.036	0.005	0.05	0.5	
油分		7.7	5.0	2.8	2.3	2.5	4.1	4.1	2.1	3.5	2.5	3.3	2.8	3.5	0.5	-	基準5、動植物30	
水位		0.91	0.97	1.05	1.59	1.37	0.96	0.69	0.99	0.78	1.08	1.04	0.82	0.85	-	-	-	
観測井C3南(深い)	H26.2.19	H26.6.17	H26.7.7	H26.7.24	H26.8.25	H26.10.22	H26.12.10	H27.2.18	H27.4.21	H27.6.17	H27.8.26	H27.10.6	H27.12.10	H28.2.2	定量下限値	地下水 環境基準	排水基準	
トリクロロエチレン	0.54	0.98	0.37	0.27	0.84	0.64	0.40	0.32	0.18	0.29	0.23	0.32	0.29	0.28	0.002	0.01	0.3(0.1)	
塩化ビニルモノマー	0.15	0.088	0.24	0.088	0.26	0.26	0.074	0.035	0.034	0.044	0.028	0.026	0.028	0.020	0.0002	0.002	(0.02)	
1,2-ジクロロエチレン	0.65	0.29	0.23	0.17	1.0	1.0	0.29	0.12	0.074	0.11	0.081	0.098	0.095	0.090	0.004	0.04	0.4	
ベンゼン	0.13	0.12	0.021	0.045	0.11	0.14	0.038	0.018	0.016	0.009	0.005	0.008	0.011	0.013	0.001	0.01	0.1	
1,4-ジオキサン	1.1	1.3	1.3	0.92	0.77	0.75	0.69	0.65	0.50	0.52	0.46	0.43	0.43	0.43	0.005	0.05	0.5	
油分		3.7	2.9	3.6	3.4	2.8	3.0	2.6	2.3	2.5	2.6	3.0	2.9	3.7	0.5	-	基準5、動植物30	
水位		0.93	0.98	1.05	1.54	1.34	0.95	0.72	0.98	0.86	1.13	1.02	0.99	0.86	-	-	-	
C3+10 観測井(浅い)	H26.4.15	H26.6.17	H26.7.7	H26.7.24	H26.8.25	H26.10.22	H26.12.10	H27.2.18	H27.4.22	H27.6.17	H27.8.26	H27.10.7	H27.12.10	H28.2.3	定量下限値	地下水 環境基準	排水基準	
トリクロロエチレン	0.003	0.007	0.013	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.002	0.005	0.002	0.01	0.3(0.1)
塩化ビニルモノマー	0.0004	0.0006	0.0023	0.0015	0.0004	ND	0.0004	0.0007	ND	0.0009	ND	ND	ND	0.0003	0.0010	0.0002	0.002	(0.02)
1,2-ジクロロエチレン	0.009	0.007	0.005	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.006	0.004	0.04	0.4	
ベンゼン	0.23	0.11	0.067	0.057	0.024	0.010	0.008	0.014	0.005	0.002	0.003	0.001	0.002	0.002	0.001	0.01	0.1	
1,4-ジオキサン	1.4	1.2	2.6	0.95	0.41	0.67	0.56	0.93	0.39	0.17	0.19	0.033	0.13	0.19	0.005	0.05	0.5	
油分		3.8	3.0	2.7	3.5	3.3	3.9	5.1	1.2	1.2	1.5	1.3	1.5	1.9	0.5	-	基準5、動植物30	
水位		0.91	0.95	1.04	1.57	1.36	0.97	0.70	0.82	0.75	1.11	1.04	0.91	0.84	-	-	-	

表(続き) 水質調査結果

C,3+10 揚水井(浅い)	H26.4.15	H26.6.17	H26.7.7	H26.7.24	H26.8.25	H26.10.22	H26.12.10	H27.2.18	H27.4.22	H27.6.17			H27.12.11	H28.2.4	定量下限値	地下水 環境基準	排水基準
トリクロロエチレン									ND	ND			0.004	0.018	0.002	0.01	0.3(0.1)
塩化ビニルモノマー									0.0005	0.0012			0.0005	ND	0.0002	0.002	(0.02)
1,2-ジクロロエチレン									ND	ND			ND	ND	0.004	0.04	0.4
ベンゼン									0.056	0.018			0.049	0.031	0.001	0.01	0.1
1,4-ジオキサン									0.26	0.20			0.034	0.005	0.005	0.05	0.5
油分									3.8	2.8			5.2	8.2	0.5	-	基準5、動植物30
水位																	
C,2+40 観測井(浅い)	H26.4.10	H26.6.17	H26.7.7	H26.7.24	H26.8.25	H26.10.22	H26.12.10	H27.2.18	H27.4.21	H27.6.18	H27.8.26	H27.10.6	H27.12.10	H28.2.3	定量下限値	地下水 環境基準	排水基準
トリクロロエチレン	0.028	0.040	0.027	0.17	0.16	0.023	0.042	0.041	0.015	0.008	0.005	0.006	0.008	0.012	0.002	0.01	0.3(0.1)
塩化ビニルモノマー	0.26	0.023	0.026	0.026	0.025	0.033	0.0037	0.0034	0.0033	0.0012	0.0003	0.0003	0.0006	0.0004	0.0002	0.002	(0.02)
1,2-ジクロロエチレン	0.042	0.037	0.015	0.081	0.063	0.019	0.016	0.012	0.005	0.007	ND	ND	ND	0.004	0.004	0.04	0.4
ベンゼン	0.61	0.82	0.90	0.78	0.49	0.47	0.15	0.23	0.14	0.15	0.071	0.063	0.029	0.031	0.001	0.01	0.1
1,4-ジオキサン	5.2	0.94	0.77	0.40	0.42	0.27	0.12	0.26	0.21	0.18	0.17	0.14	0.12	0.12	0.005	0.05	0.5
油分		22	10	7.2	6.7	5	4.9	4.4	3.1	4.6	4.8	4.6	4.9	4.8	0.5	-	基準5、動植物30
水位		0.9	0.98	1.05	1.60	1.38	0.94	0.61	0.99	0.83	1.15	1.07	0.93	0.85	-	-	-
C,2+40 観測井(中くらい)	H26.4.10	H26.6.17	H26.7.7	H26.7.24	H26.8.25	H26.10.22	H26.12.10	H27.2.18	H27.4.21	H27.6.18	H27.8.26	H27.10.6	H27.12.10	H28.2.3	定量下限値	地下水 環境基準	排水基準
トリクロロエチレン	0.030	0.46	0.036	1.1	0.14	0.034	0.051	0.047	0.017	0.006	0.003	0.005	0.004	0.009	0.002	0.01	0.3(0.1)
塩化ビニルモノマー	0.45	0.011	0.013	0.31	0.31	0.020	0.0051	0.0033	0.0021	0.0012	0.0052	0.0007	0.0019	0.0062	0.0002	0.002	(0.02)
1,2-ジクロロエチレン	0.13	0.090	0.021	1.2	0.49	0.045	0.026	0.018	0.009	0.004	0.009	ND	ND	0.005	0.004	0.04	0.4
ベンゼン	3.8	8.5	6.0	4.9	4.7	4.9	4.2	2.1	0.41	0.77	0.095	0.051	0.062	0.047	0.001	0.01	0.1
1,4-ジオキサン	4.8	11	7.3	5.5	4.0	3.8	3.7	2.2	1.8	1.7	1.5	0.68	0.62	0.47	0.005	0.05	0.5
油分		19	17	15	17	16	19	5.3	1.9	4.3	5.3	5.0	5.5	5.1	0.5	-	基準5、動植物30
水位		0.91	0.95	1.05	1.58	1.35	0.95	0.74	0.97	0.82	1.13	0.94	0.92	0.83	-	-	-
C,2+40 観測井(深い)	H26.4.10	H26.6.17	H26.7.7	H26.7.24	H26.8.25	H26.10.22	H26.12.10	H27.2.18	H27.4.22	H27.6.18	H27.8.26	H27.10.6	H27.12.11	H28.2.3	定量下限値	地下水 環境基準	排水基準
トリクロロエチレン	3.1	30	40	13	4.9	3.0	16	11	2.5	2.8	7.2	2.0	1.9	1.3	0.002	0.01	0.3(0.1)
塩化ビニルモノマー	0.0037	2.0	10	1.6	0.52	0.31	1.9	3.6	1.2	1.4	1.2	1.0	1.2	1.2	0.0002	0.002	(0.02)
1,2-ジクロロエチレン	2.0	20	35	12	5.8	3.0	15	21	10	11	12	7.3	7.1	8.9	0.004	0.04	0.4
ベンゼン	3.3	4.6	3.9	2.8	4.2	4.1	3.6	4.0	1.6	1.9	1.2	0.88	0.95	0.84	0.001	0.01	0.1
1,4-ジオキサン	5.4	7.0	4.7	5.9	4.1	3.5	4.7	3.0	2.5	2.0	1.6	1.1	0.96	0.84	0.005	0.05	0.5
油分		19	15	13	17	16	17	6.7	4.1	8.2	7.3	5.6	6.3	5.3	0.5	-	基準5、動植物30
水位		0.91	0.92	1.05	1.58	1.38	0.96	0.66	0.81	0.71	1.11	0.82	0.80	0.83	-	-	-
C,2+40 揚水井(浅い)	H26.4.10	H26.6.17	H26.7.7	H26.7.24	H26.8.25	H26.10.22	H26.12.10	H27.2.18	H27.4.21	H27.6.18		H27.10.20			定量下限値	地下水 環境基準	排水基準
トリクロロエチレン	0.006	0.003	0.004	0.004	ND	ND	0.005	0.053	(ND)	(0.16)		0.002			0.002	0.01	0.3(0.1)
塩化ビニルモノマー	0.0040	0.025	0.021	0.012	0.0020	0.0003	0.0012	0.0022	(ND)	(0.028)		ND			0.0002	0.002	(0.02)
1,2-ジクロロエチレン	0.030	0.040	0.017	0.010	ND	ND	0.005	0.015	(0.004)	(0.31)		ND			0.004	0.04	0.4
ベンゼン	0.55	0.32	0.29	0.18	0.037	0.057	0.022	0.046	(0.021)	(0.045)		0.007			0.001	0.01	0.1
1,4-ジオキサン	0.63	0.77	0.76	0.48	0.29	0.055	0.031	0.044	(0.086)	(0.19)		0.013			0.005	0.05	0.5
油分		17	7.7	7.1	6.4	5.3	4.9	2.0	(3.9)	(3.3)		5.9			0.5	-	基準5、動植物30
水位		0.9		1.03	1.58			0.66							-	-	-
C,2+40 揚水井(深い)	H26.4.10	H26.6.17	H26.7.7	H26.7.24	H26.8.25	H26.10.22	H26.12.10	H27.2.18	H27.4.21	H27.6.18		H27.10.20	H27.12.11	H28.2.4	定量下限値	地下水 環境基準	排水基準
トリクロロエチレン									(24)	(26)		8.7	11	12	0.002	0.01	0.3(0.1)
塩化ビニルモノマー									(1.1)	(1.4)		0.32	0.75	0.47	0.0002	0.002	(0.02)
1,2-ジクロロエチレン									(12)	(13)		4.7	6.1	6.7	0.004	0.04	0.4
ベンゼン									(2.6)	(2.4)		0.80	0.96	0.96	0.001	0.01	0.1
1,4-ジオキサン									(3.0)	(2.0)		1.3	1.1	1.3	0.005	0.05	0.5
油分									(4.8)	(6.8)		7.3	6.7	6.2	0.5	-	基準5、動植物30
水位															-	-	-

※ 高濃度の妨害物質が存在したことから、希釈を行ったため報告下限値を変更した。

(注) 空欄は未測定である。また、塩化ビニルモノマーに排水基準は定められていないが、便宜上地下水環境基準の10倍で表示している。

黄色は環境基準値超過、橙色は排水基準値超過である。

トリクロロエチレンの環境基準は平成26年11月17日から0.03→0.01mg/Lへ改正された。

トリクロロエチレンの排水基準は0.3だが、便宜上0.1mg/Lで評価している。

揚水井については、配管補修前は水質が混じり合っている可能性があったため、参考値とした。

豊島処分地地下水における微生物処理の可能性調査検討業務 結果報告

1. 業務の目的及び本報告の概要

本業務は、豊島処分地 D 測線西側の土壌や地下水について、浄化対象物質を分解できる微生物を探索・分離し、同定するとともに、それらの微生物を活性化させることによる浄化対象物質の分解試験を実施し、これらの結果から得られる情報を整理して、効率的かつ経済的に浄化できる手法について提案し、浄化期間についても試算することを目的としている。

本業務の報告として、評価対象とした地下水の水質調査の結果、及び分解促進試験の方法及び結果を報告するものである。

2. 調査方法の概要

2. 1 地下水採取

地下水の採取は、「採取時になるべく空気と触れないようにすること」、「地下環境を乱さないように採取すること」、「試験に 40L 程度の水量が必要であること」から、ローラー式の送液ポンプ（フィールドポンプ、又はペリスタリックポンプ）を用いて行った。また、対象地の浅い層（沖積層）と深い層（風化花崗岩）では、微生物環境等が異なることが予想されたため、二つの深度の地下水を対象とした（表 2. 1、図 2. 1 参照）。

表 2. 1 地下水試料の採取地点

採取対象層	井戸名称	井戸仕様等
沖積層	(B+40.2+10)付近 浅井戸	φ50mmPVC、深度 6.5m、スクリーン深度 1.6 ~ 6.0m
風化花崗岩	(C,2+40)付近 深井戸	φ50mmPVC、深度 10.0m、スクリーン深度 6.5 ~ 9.5m

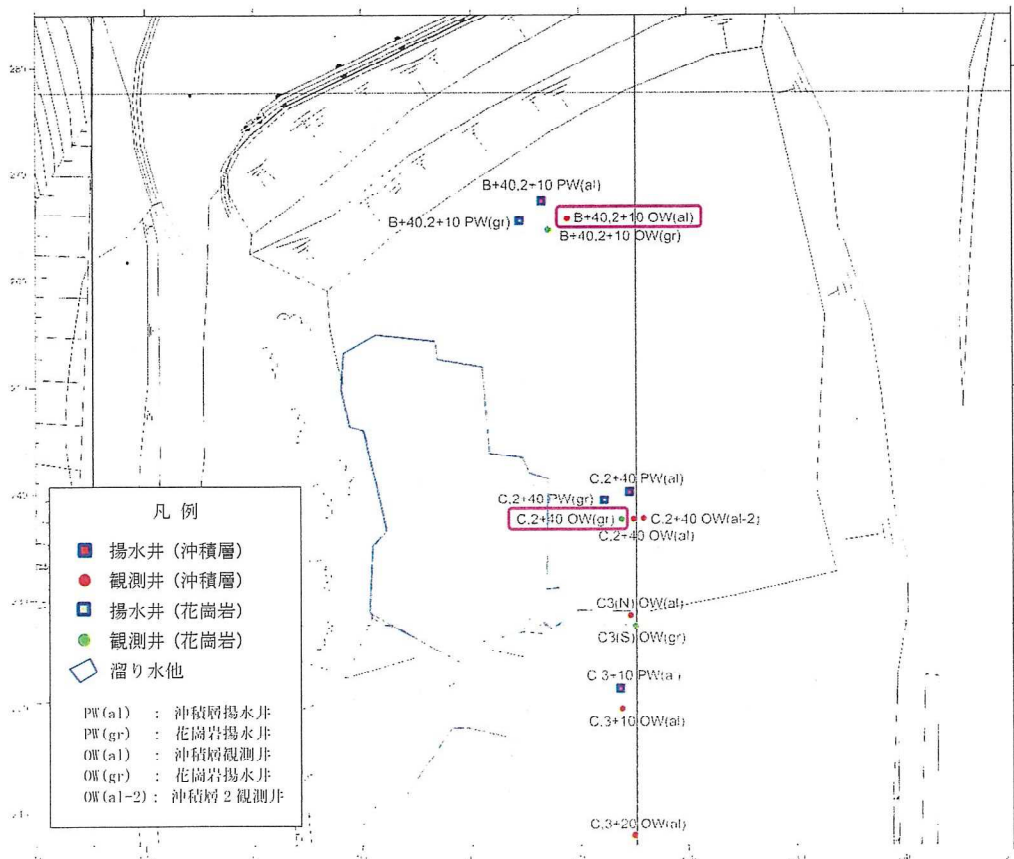


図 2. 1 地下水試料の採取地点

2. 2 地下水分析（地下水質及び微生物試験）

採取した地下水については、トリクロロエチレン(TCE)や1,4-ジオキサン(1,4-DXA)といった対象地における浄化対象物質や微生物の生息環境に関係するイオン成分等の他、嫌気性微生物及び好氣的微生物による「これら有害物質の分解の可能性」、及び「分解促進試験に対して微生物環境の観点から評価を行う」ため、以下に示す微生物を対象にリアルタイムPCR法による同定試験を実施した。

表 2.2 微生物同定試験の内容

真正細菌総数	16s rRNA	真正細菌由来の 16S ribosomal RNA 遺伝子を定量
<i>Dehalococcoides</i> 属細菌群	16s rRNA	塩素化エチレン類をエチレンにまで還元分解することが可能な <i>Dehalococcoides</i> 属細菌群を定量
	<i>tceA</i> 遺伝子	TCE から VC への脱塩素反応を触媒する酵素をコードする <i>tceA</i> 遺伝子を有する <i>Dehalococcoides</i> 属細菌群を定量
	<i>bvcA</i> 遺伝子	VC からエチレンへの脱塩素反応を触媒する酵素をコードする <i>bvcA</i> 遺伝子を有する <i>Dehalococcoides</i> 属細菌群を定量
	<i>vcrA</i> 遺伝子	DCE からエチレンへの脱塩素反応を触媒する酵素をコードする <i>vcrA</i> 遺伝子を有する <i>Dehalococcoides</i> 属細菌群を定量
<i>Dehalobacter</i> 属細菌群	16s rRNA	PCE から DCE、または MC を還元分解可能な <i>Dehalobacter</i> 属細菌群を定量
硫酸還元菌群数	<i>Dsr</i> 遺伝子	水素の消費において、 <i>Dehalococcoides</i> 属細菌群と競合する硫酸還元菌のうち <i>Dsr</i> 遺伝子を有する硫酸還元菌群を定量
アンモニア酸化細菌	<i>amoA</i> 遺伝子	共代謝により VOC を酸化分解することが知られているアンモニア酸化細菌のうち、 <i>amoA</i> 遺伝子を有するアンモニア酸化細菌群を定量
メタン酸化細菌	<i>pmoA</i> 遺伝子	共代謝により VOC を酸化分解することが知られているメタン酸化細菌のうち、 <i>pmoA</i> 遺伝子を有するメタン酸化細菌群を定量
1,4-ジオキサン分解細菌	<i>thmC</i> 遺伝子	直接分解により 1,4-ジオキサンを分解する <i>thmC</i> 遺伝子を有する細菌群を一括定量
	SDIMO 遺伝子	共代謝により 1,4-ジオキサンを分解する能力をもつ可能性のある SDIMO 遺伝子を有する細菌群を一括定量

2. 3 分解促進試験

採取した地下水を対象に、表 2.3 に示す 8 つのケースについて、嫌気性バイオスティミュレーション又は好気性バイオスティミュレーションについての分解促進試験を実施した。分解促進試験では、地下水（VOC 添加なし）を対象にした試験と、採取した地下水に VOC11（11 項目）を添加したものを対象とした試験（VOC 添加あり）の 2 種類を実施している。

嫌気性バイオスティミュレーションでは、4 つのケースについて、次に示す 3 種類の試料を試験の対象とした。

- ① 即効性液体栄養剤 K0-L（三糖以上の糖類、ペプチド、脂肪族カルボン酸）
- ② 即効性液体栄養剤 HRC（ポリ乳酸グリセロール+乳酸）
- ③ コントロール（参照用）

好気性バイオスティミュレーションでは、4 つのケースについて、次に示す 2 種類の試料を試験の対象とした。

- ① 無機栄養塩（窒素、リン）+必須元素（微量元素）
- ② コントロール（参照用）

表 2.3 分解促進試験の内容

評価工法	VOC(11 項目)添加	対象地下水
嫌気性バイオスティミュレーション	無	浅井戸
嫌気性バイオスティミュレーション	無	深井戸
嫌気性バイオスティミュレーション	有	浅井戸
嫌気性バイオスティミュレーション	有	深井戸
好気性バイオスティミュレーション	無	浅井戸
好気性バイオスティミュレーション	無	深井戸
好気性バイオスティミュレーション	有	浅井戸
好気性バイオスティミュレーション	有	深井戸

【嫌気性バイオスティミュレーション（VOC 添加なし）の試験内容】

表 2.4 測定項目及び工程

測定項目	試験開始後経過日数(日)					
	0	14	28	42	56	84
汚染物質・分解生成物濃度 PCE、TCE、1,2-DCE、VCM、MC、EDC、DCM、ベンゼン、1,4-DXA、油分(TPH)、エチレン	○	○	○	○	○	○
一般水質 pH、電気伝導度(EC)、溶存酸素濃度(DO)、酸化還元電位(ORP)、水温	○	○	○	○	○	○
イオン 硫酸イオン(SO ₄ ²⁻)、亜硫酸イオン(SO ₃ ²⁻)、硝酸イオン(NO ₃ ⁻)、亜硝酸イオン(NO ₂ ⁻)、アンモニウムイオン(NH ₄ ⁺)、塩化物イオン(Cl ⁻)、重炭酸イオン(HCO ₃ ⁻)	/					○
微生物試験 リアルタイム PCR 試験 (真正細菌総数、デハロコッコイデス属細菌数、デハロバクター属細菌、VOC 分解酵素遺伝子数、硫酸還元菌、アンモニア酸化細菌、メタン酸化細菌)	/					○ ○ ※汚染物質濃度の変化の状況を踏まえ、途中 2 回実施 (コントロールを除く)

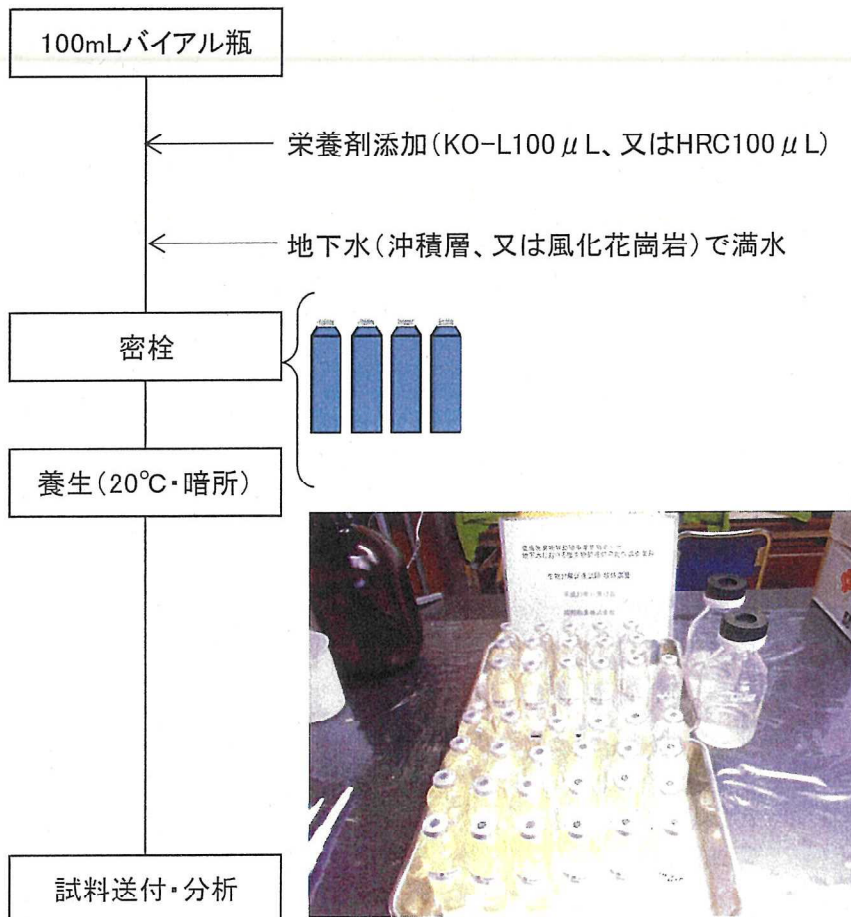


図 2.2 分解促進試験フロー

【好気性バイオスティミュレーション (VOC 添加なし) の試験内容】

表 2.5 測定項目及び工程

測定項目	試験開始後経過日数(日)			
	0	7	14	28
汚染物質濃度 PCE、TCE、1,2-DCE、VCM、MC、EDC、DCM、ベンゼン、1,4-DXA、油分(TPH)、エチレン	○	○	○	○
一般水質(1) pH、電気伝導度(EC)、溶存酸素濃度(DO)、酸化還元電位(ORP)、水温	○	○	○	○
一般水質(2) 全有機炭素濃度(TOC)、全窒素(T-N)、全リン(T-P)	/			○
イオン 鉄イオン(二価(Fe ²⁺)、全鉄(T-Fe))、マンガンイオン(Mn ²⁺)、塩化物イオン(Cl ⁻)、重炭酸イオン(HCO ₃ ⁻)				○
微生物試験 リアルタイム PCR 試験(真正細菌総数)	/			○ ○ ※汚染物質濃度の変化の状況を踏まえ、途中 2 回実施(コントロールを除く)

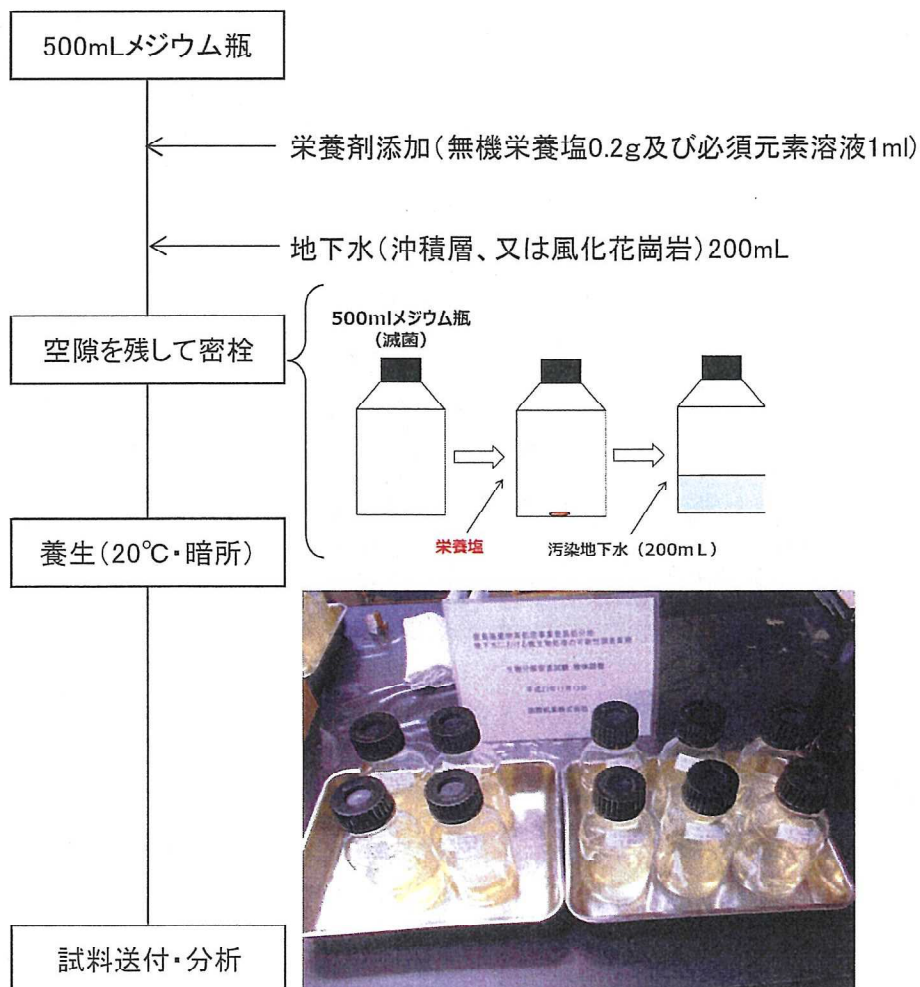


図 2.3 分解促進試験フロー

【嫌気性バイオスティミュレーション（VOC 添加あり）の試験内容】

表 2.6 測定項目及び工程

測定項目	試験開始後経過日数(日)					
	0	14	28	42	56	84
汚染物質・分解生成物濃度 ヘッドスペースガスの PID・FID 分析 (VOC11 項目及び VCM)	○	○	○	○	○	○

※1,4-ジオキサンについては、調査対象とする地下水に含まれていると考えられるため、VOC 添加なしの分解促進試験で対応する。

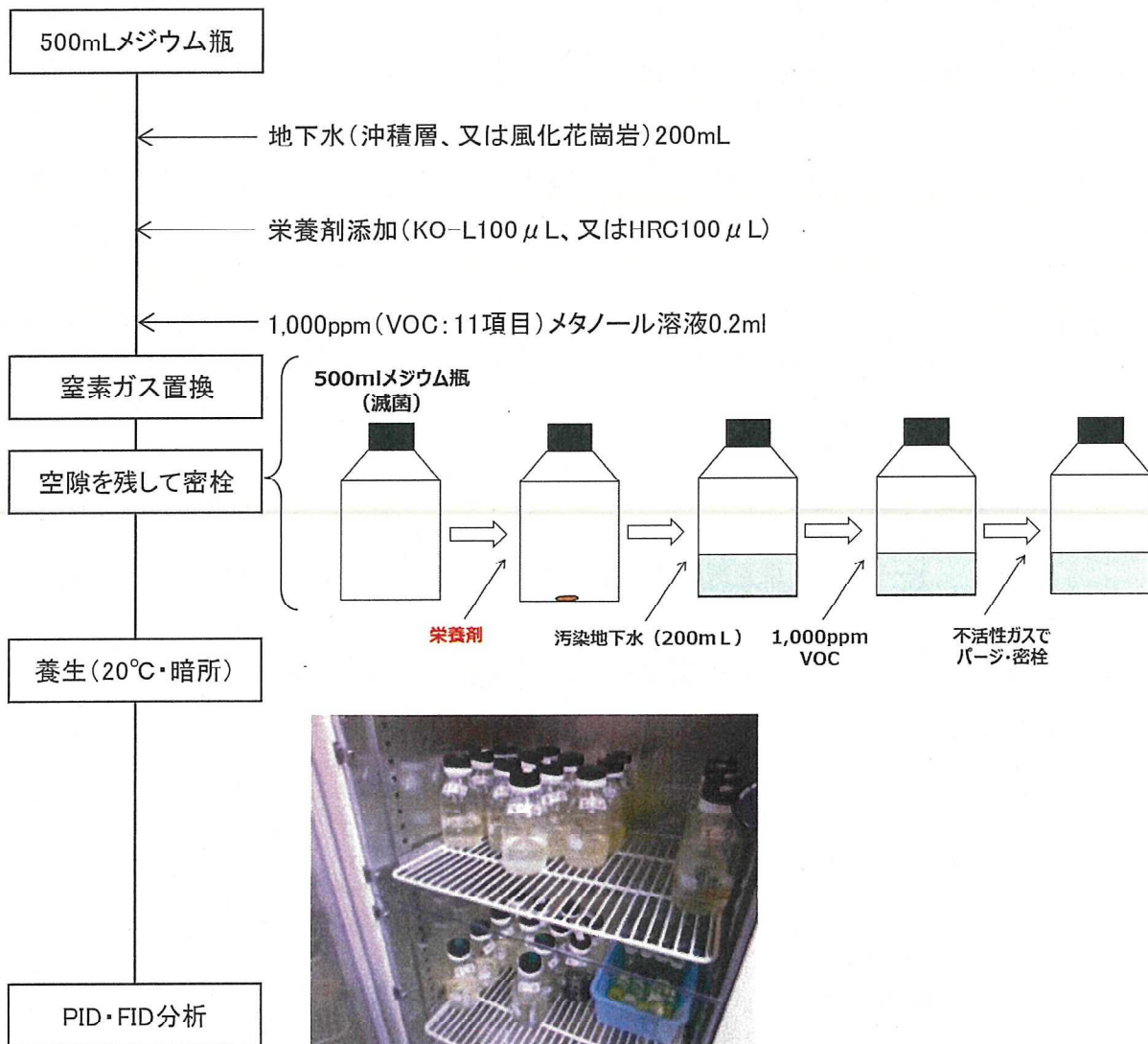


図 2.4 VOC 添加系における分解促進試験フロー（嫌気）

【好気性バイオスティミュレーション（VOC 添加あり）の試験内容】

表 2.7 測定項目及び工程

測定項目	試験開始後経過日数(日)			
	0	7	14	28
汚染物質・分解生成物濃度 ヘッドスペースガスの PID・FID 分析 (VOC11 項目及び VCM)	○	○	○	○

※1, 4-ジオキサンについては、調査対象とする地下水に含まれていると考えられるため、VOC 添加なしの分解促進試験で対応する。

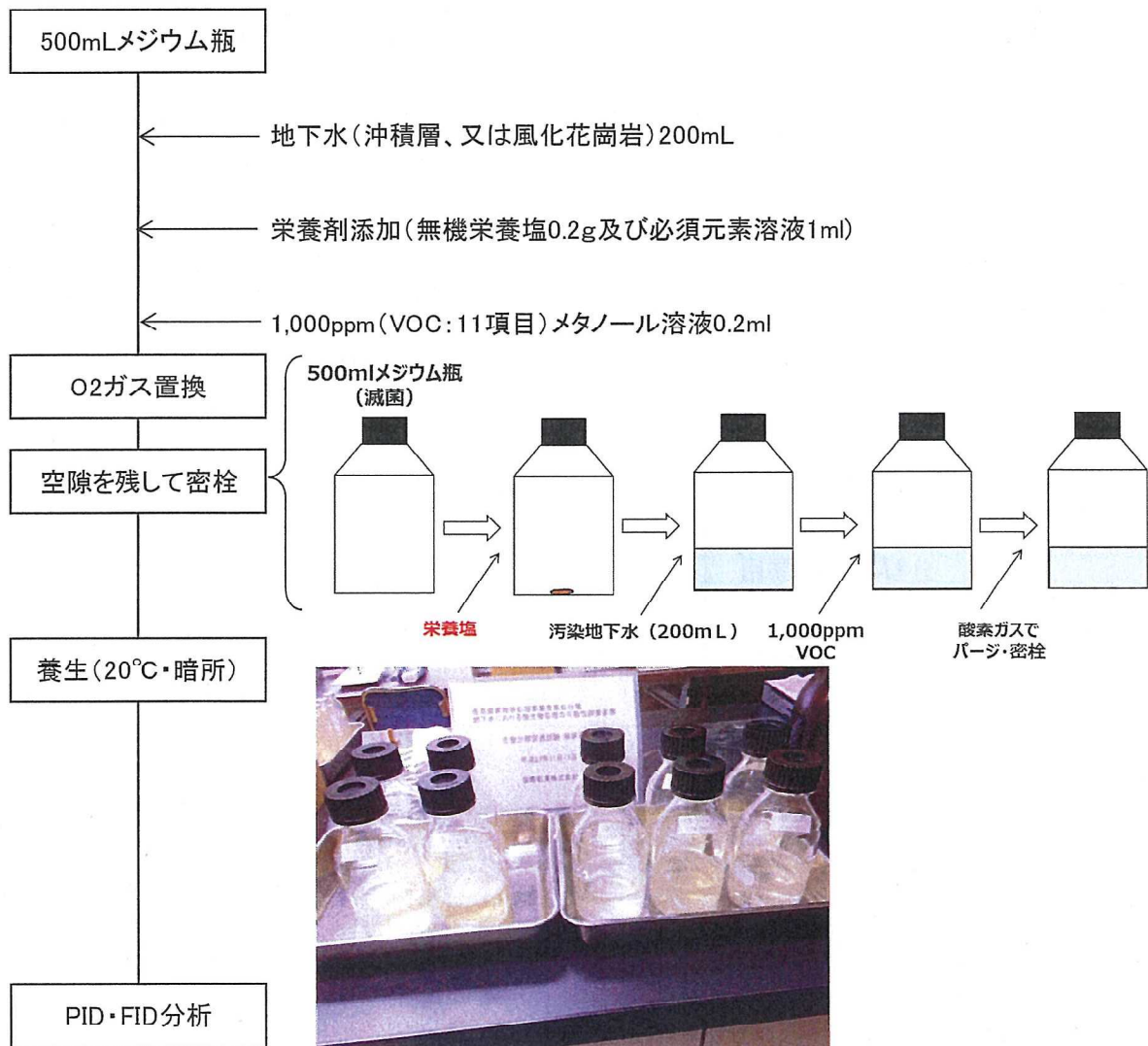


図 2.5 VOC 添加系における分解促進試験フロー（好気）

3. 調査結果

3. 1 地下水試料の採取状況

地下水の採取は、各井戸 30～40L 程度パージした後に、地上式のフィールドポンプ（写真参照）又はペリスタリックポンプを用いて、毎分 400mL 程度の低流量で行った。また、採水後に多項目水質計による現場測定を実施した。

採水時の状況を表 3.1 に示す。

表 3.1 採水状況の一覧

作業内容等		浅井戸 (B+40.2+10付近)	深井戸 (C.2+40付近)	備考	
パージ作業	実施日(天候)	11月11日(晴れ)	11月11日(晴れ)		
	作業時刻	10:40～11:20	9:30～10:30		
	作業前水位	1.759 m	1.124 m	管頭水位	
	終了時水位	2.125 m	1.505 m	管頭水位	
	パージ流量	0.75 L/min	0.70 L/min	平均流量	
	パージ水量	30 L	40 L	総揚水量	
	使用ポンプ	ペリスルティックポンプ	フィールドポンプ		
採水作業	実施日(天候)	11月12日(晴れ)	11月11日(晴れ)		
	作業時刻	9:20～11:40	11:40～15:00		
	採水前水位	1.777 m	1.152 m	管頭水位	
			500mL×1本	500mL×1本	ガラスビン
			1L×1本、2L×1本	1L×1本、2L×1本	ポリビン
	分解促進試験用		4L×8本	4L×8本	ガロンビン
			10L×1本	10L×1本	キュービテナー
	微生物試験用	100mL×5本	100mL×5本	滅菌ビン	
	微生物試験用	2L×2本	2L×2本	滅菌SUS容器	



フィールドポンプによる採水状況



多項目水質計による測定状況

3. 2 地下水質の測定結果

地下水質測定結果を表 3.2 に示す。

- ・浅井戸における汚染物質濃度は比較的 low、基準値を超過して検出されたのはベンゼン及び 1,4-ジオキサンのみであった。
- ・両井戸（浅井戸：沖積層、深井戸：風化花崗岩）ともに嫌気環境であり、微生物の栄養分となりうる有機物やアンモニアが通常の地下水より高濃度に存在した。
- ・塩素化エチレン類の嫌気性脱塩素化の競合となる硫酸イオンは通常の地下水より高かった。
- ・pH や水温は微生物分解を阻害するような範囲にはなかった。

表 3.2 地下水質測定結果

項目		単位	浅井戸 (B+40.2+10付近)	深井戸 (C.2+40付近)	定量下限値	
汚染物質、 分解生成物	テトラクロロエチレン(PCE)	mg/l	不検出	0.0015	0.0002	
	トリクロロエチレン(TCE)	mg/l	不検出	4.6	0.0002	
	1,2-ジクロロエチレン(1,2-DCE)	mg/l	0.0028	15	0.0004	
	1,1-ジクロロエチレン(1,1-DCE)	mg/l	不検出	0.032	0.0002	
	塩化ビニルモノマー(VCM)	mg/l	0.0084	8.0	0.0002	
	1,1,1-トリクロロエタン(MC)	mg/l	不検出	0.0002	0.0002	
	1,2-ジクロロエタン(EDC)	mg/l	不検出	不検出	0.0002	
	ジクロロメタン(DCM)	mg/l	不検出	0.0020	0.0002	
	ベンゼン(BZ)	mg/l	0.20	1.8	0.0002	
	1,4-ジオキサン(1,4-DXA)	mg/l	0.43	1.0	0.005	
	油分 (TPH)	C ₆ ~C ₄₄	mg/l	不検出	不検出	3
一般水質	pH	※1	6.64	6.27	—	
	電気伝導度(EC)	※1	mS/m	439	329	—
	溶存酸素濃度(DO)	※1	mg/l	0.37	0.47	—
	酸化還元電位(ORP)	※1	mV	-205	-199	—
	水温	※1	°C	20.0	19.5	—
	生物的酸素要求量(BOD)		mg/l	16	16	0.5
	化学的酸素要求量(COD)		mg/l	100	86	0.5
	全有機炭素濃度(TOC)		mg/l	96	68	0.5
	全窒素(T-N)		mg/l	120	69	0.05
	全リン(T-P)		mg/l	1.7	0.60	0.01
イオン	鉄イオン(Fe ²⁺)		mg/l	不検出	不検出	0.4
	全鉄(T-Fe)		mg/l	18	29	0.005
	マンガンイオン(Mn)		mg/l	11	7.0	0.005
	硫酸イオン(SO ₄ ²⁻)		mg/l	800	540	0.2
	亜硫酸イオン(SO ₃ ²⁻)		mg/l	不検出	不検出	5
	硝酸イオン(NO ₃ ⁻)		mg/l	不検出	不検出	0.1
	亜硝酸イオン(NO ₂ ⁻)		mg/l	0.1	不検出	0.1
	アンモニウムイオン(NH ₄ ⁺)		mg/l	140	65	0.1
	塩化物イオン(Cl ⁻)		mg/l	210	370	0.2
	重炭酸イオン(HCO ₃ ⁻)		mg/l	790	540	10

※1：現地にて投げ込み式の多項目水質計等で測定

3. 3 微生物試験の測定結果

微生物試験の測定結果を表 3.3 に示す。

- ・ 嫌気環境で塩素化エチレン類をエチレンにまで分解することが知られている *Dehalococcoides* 属細菌群や脱塩素化を触媒する酵素をコードする機能遺伝子も確認されたため、微生物による塩素化エチレン類の還元脱塩素化の可能性もある。
- ・ *Dehalobactor* 属細菌群も確認されたため、テトラクロロエチレン、トリクロロエチレン、1,1,1-トリクロロエタンが微生物分解する可能性がある。
- ・ 浅井戸ではわずかではあるが、アンモニア酸化細菌やメタン酸化細菌が確認されたため、これらの微生物の共代謝による塩素化エチレン類の分解の可能性もある。
- ・ 浅井戸ではわずかではあるが、1,4-ジオキサン分解細菌である *thmC* 遺伝子が確認されこれらが増殖すれば1,4-ジオキサンの分解の可能性もある。

表 3.3 微生物試験測定結果

			浅井戸	深井戸
真正細菌総数	16s rRNA	copies/ml	6.1×10^5	1.3×10^5
<i>Dehalococcoides</i> 属細菌群	16s rRNA	copies/ml	2.8×10^3	2.5×10^3
	<i>tceA</i> 遺伝子	copies/ml	5.0×10^2	1.7×10^3
	<i>bvcA</i> 遺伝子	copies/ml	不検出	不検出
	<i>vcrA</i> 遺伝子	copies/ml	1.4×10^3	2.1×10^3
<i>Dehalobactor</i> 属細菌群	16s rRNA	copies/ml	5.0×10^2	4.6×10^1
硫酸還元菌群数	<i>Dsr</i> 遺伝子	copies/ml	2.0×10^3	6.9×10^2
アンモニア酸化細菌	<i>amoA</i> 遺伝子	copies/ml	3.2×10^1	定量下限値未満
メタン酸化細菌	<i>pmoA</i> 遺伝子	copies/ml	2.8×10^1	定量下限値未満
1,4-ジオキサン分解細菌	<i>thmC</i> 遺伝子	copies/ml	6.0×10^1	定量下限値未満
	SDIMO 遺伝子	有無	有	有

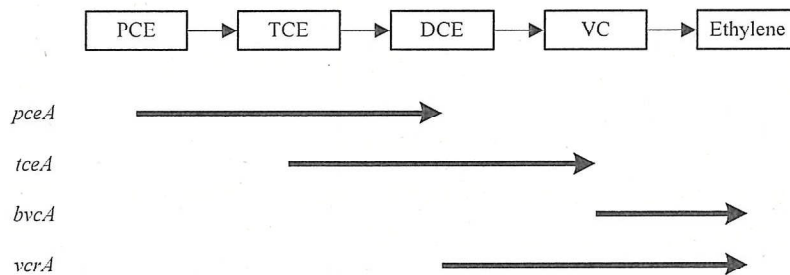


図 3.1 塩素化エチレン類の分解酵素遺伝子と分解可能範囲

3. 4 分解促進試験の結果

(1) 嫌気性バイオスティミュレーション (VOC 添加なし)

1) 浅井戸の地下水の嫌気性バイオスティミュレーション (VOC 添加なし)

浅井戸の現地地下水 (VOC 添加なし) を用いた嫌気性バイオスティミュレーションの分解促進試験について、VOC の濃度変化を図 3.2 に、油分 (TPH) および一般水質の測定結果を表 3.4 から表 3.5 に、微生物試験結果を表 3.6 及び図 3.3 に示す。

- ・いずれの VOC も、分解促進効果は確認されなかった。
- ・KO-L 添加、HRC 添加ともに ORP の低下及び DO の減少が確認されており、硫酸還元 (硫酸イオンの減少) も確認されていることから、脱塩素分解が可能な還元状態になっていたと考えられる。
- ・もともとの地下水に競合する電子受容体として硫酸イオン 800mg/L、三価の鉄イオン (=全鉄-鉄イオン) 18mg/L、マンガンイオン 11mg/L が含まれており、分解促進試験により最も還元ポテンシャルの低い硫酸の還元分解が確認されたことから、三価の鉄やマンガンの還元にも KO-L や HRC から供給された電子が利用された可能性が高い。
- ・脱塩素化細菌の数については、KO-L 添加、HRC 添加ともに顕著な変化は見られなかった。
- ・真正細菌総数が 200 倍程度増加し、硫酸還元菌も 1000 倍程度増加し硫酸も消費されていたことも考えると、脱塩素化を阻害する要因が地下水中に何かあるのではないかと推測される。

2) 深井戸の地下水の嫌気性バイオスティミュレーション (VOC 添加なし)

深井戸の現地地下水 (VOC 添加なし) を用いた嫌気性バイオスティミュレーションの分解促進試験について、VOC の濃度変化を図 3.4 に、油分 (TPH) および一般水質の測定結果を表 3.7 から表 3.8 に、微生物試験結果を表 3.9 及び図 3.5 に示す。

- ・いずれの VOC も、分解促進効果は確認されなかった。
- ・KO-L 添加、HRC 添加ともに ORP の低下及び DO の減少が確認されており、硫酸還元 (硫酸イオンの減少) も確認されていることから、脱塩素分解が可能な還元状態になっていたと考えられる。
- ・もともとの地下水に競合する電子受容体として硫酸イオン 540mg/L、三価の鉄イオン (=全鉄-鉄イオン) 29mg/L、マンガンイオン 7mg/L が含まれており、分解促進試験により最も還元ポテンシャルの低い硫酸の還元分解が確認されたことから、三価の鉄やマンガンの還元にも KO-L や HRC から供給された電子が利用された可能性が高い。
- ・脱塩素化細菌について、*Dehalococcoides* 属細菌については分解酵素遺伝子を含めて顕著な数の変化は認められず、*Dehalobacter* 属細菌について 20~300 程度の数の増加が認められた。
- ・真正細菌総数が 100 倍以上増加し、硫酸還元菌も 1000 倍程度増加し硫酸も消費されていたことを考えると、脱塩素化を阻害する要因が地下水中に何かあるのではないかと推測される。

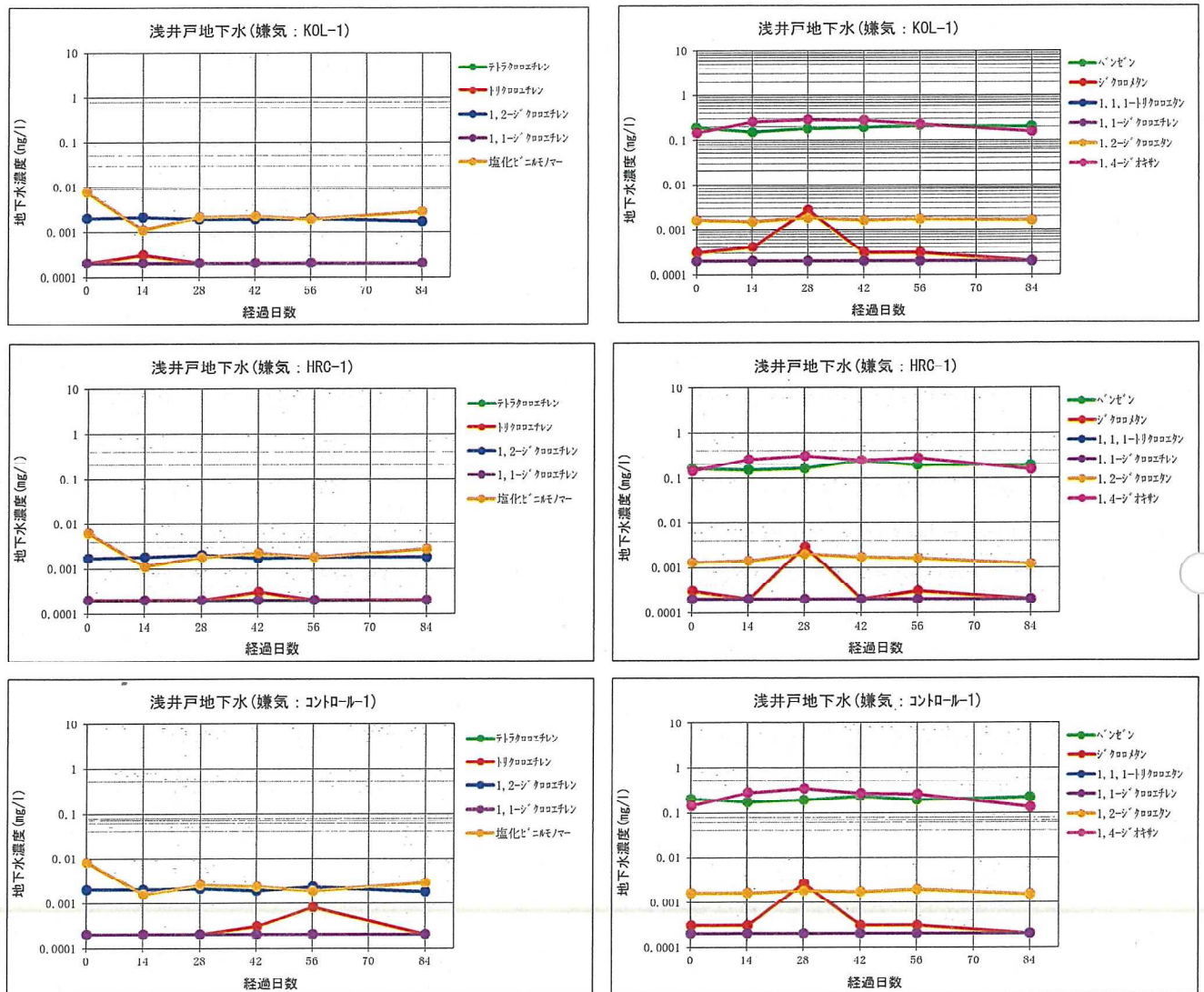


図 3.2 浅井戸における分解促進試験におけるVOCの濃度変化 (嫌気性、VOC添加なし)

表 3.4 浅井戸における分解促進試験における油分 (TPH)・一般水質(1)の測定結果
(嫌気性、VOC 添加なし)

試料名	経過 日数	TPH (mg/l)				pH	EC (mS/m)	DO (mg/l)	ORP (mV)
		C6-C12	C12-C28	C28-C44	C6-C44				
地下水調査		<3	<3	<3	<9	6.64	439	0.37	-205
K0-L -1	0	5	<3	<3	<9	6.7	206	1.0	221
	14	3	<3	<3	<9	6.7	225	<0.5	-254
	28	3	<3	<3	<9	6.5	230	<0.5	-274
	42	3	<3	<3	<9	6.5	213	<0.5	-283
	56	<3	<3	<3	<9	6.5	231	0.5	-280
	84	<3	<3	<3	<9	6.8	220	1.0	-314

試料名	経過 日数	TPH (mg/l)				pH	EC (mS/m)	DO (mg/l)	ORP (mV)
		C6-C12	C12-C28	C28-C44	C6-C44				
地下水調査		<3	<3	<3	<9	6.64	439	0.37	-205
HRC -1	0	3	<3	<3	<9	6.9	246	1.0	23
	14	5	<3	<3	<9	7.1	230	<0.5	-309
	28	3	<3	<3	<9	6.8	232	<0.5	-315
	42	3	<3	<3	<9	6.8	214	<0.5	312
	56	3	<3	<3	<9	6.8	247	0.6	-283
	84	<3	<3	<3	<9	7.2	223	<0.5	362

試料名	経過 日数	TPH (mg/l)				pH	EC (mS/m)	DO (mg/l)	ORP (mV)
		C6-C12	C12-C28	C28-C44	C6-C44				
地下水調査		<3	<3	<3	<9	6.64	439	0.37	-205
嫌気 コントロール -1	0	4	<3	<3	<9	6.7	227	0.8	27
	14	5	<3	<3	<9	7.0	207	0.8	-185
	28	<3	<3	<3	<9	6.7	214	1.1	-218
	42	3	<3	<3	<9	6.8	190	0.8	-147
	56	<3	<3	<3	<9	6.9	191	0.8	-136
	84	<3	<3	<3	<9	7.0	175	0.7	-130

表 3.5 浅井戸における分解促進試験における一般水質・イオンの測定結果 (嫌気性、VOC 添加なし)

項目	単位	地下水調査	嫌気 84日目			定量下限値	
			K0-L	HRC	コントロール		
一般水質	全有機炭素濃度 (TOC)	mg/l	96	280	240	82	0.5
	全窒素 (T-N)	mg/l	120	96	78	80	0.05
	全リン (T-P)	mg/l	1.7	11	4.2	0.42	0.01
イオン	鉄イオン (Fe ²⁺)	mg/l	不検出				0.4
	全鉄 (T-Fe)	mg/l	18				0.005
	マンガンイオン (Mn)	mg/l	11				0.005
	硫酸イオン (SO ₄ ²⁻)	mg/l	800	310	3.8	730	0.2
	亜硫酸イオン (SO ₃ ²⁻)	mg/l	不検出	260	210	29	5
	硝酸イオン (NO ₃ ⁻)	mg/l	不検出	不検出	不検出	不検出	0.1
	亜硝酸イオン (NO ₂ ⁻)	mg/l	0.1	不検出	不検出	不検出	0.1
	アンモニウムイオン (NH ₄ ⁺)	mg/l	140	100	70	94	0.1
	塩化物イオン (Cl ⁻)	mg/l	210	180	130	120	0.2
重炭酸イオン (HCO ₃ ⁻)	mg/l	790	1300	990	590	10	

表 3.6 浅井戸における分解促進試験における微生物試験結果（嫌気性、VOC 添加なし）

	真正細菌総数	<i>Dehalococcoides</i> 属細菌群				<i>Dehalobacter</i> 属細菌群	硫酸還元菌群数	アンモニア酸化細菌	メタン酸化細菌
	16s rRNA	16s rRNA	<i>tceA</i> 遺伝子	<i>bvcA</i> 遺伝子	<i>vcrA</i> 遺伝子	16s rRNA	<i>Dsr</i> 遺伝子	<i>amoA</i> 遺伝子	<i>pmoA</i> 遺伝子
地下水調査	6.1×10^5	2.8×10^3	5.0×10^2	不検出	1.4×10^3	5.0×10^2	2.0×10^3	3.2×10^1	2.8×10^1
42日目(KOL)	6.0×10^7	4.5×10^3	7.9×10^2	不検出	1.4×10^3	4.1×10^2	4.8×10^6	定量下限値未満	定量下限値未満
84日目(KOL)	2.2×10^7	6.1×10^2	1.5×10^2	不検出	4.0×10^2	8.3×10^2	5.6×10^5	定量下限値未満	定量下限値未満
42日目(HRC)	2.7×10^7	1.1×10^4	2.5×10^3	定量下限値未満	4.1×10^3	3.0×10^2	5.8×10^6	定量下限値未満	定量下限値未満
84日目(HRC)	5.0×10^6	2.3×10^3	5.1×10^2	不検出	1.4×10^3	2.9×10^2	1.4×10^6	定量下限値未満	定量下限値未満

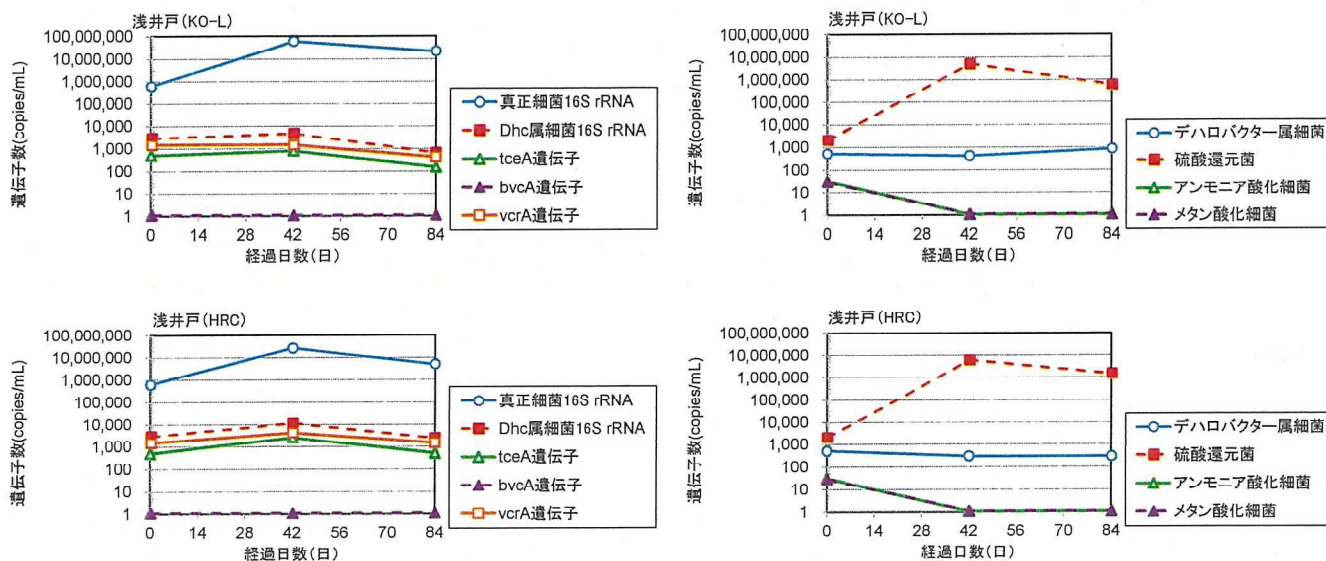


図 3.3 浅井戸における分解促進試験における微生物数の変化（嫌気性、VOC 添加なし）

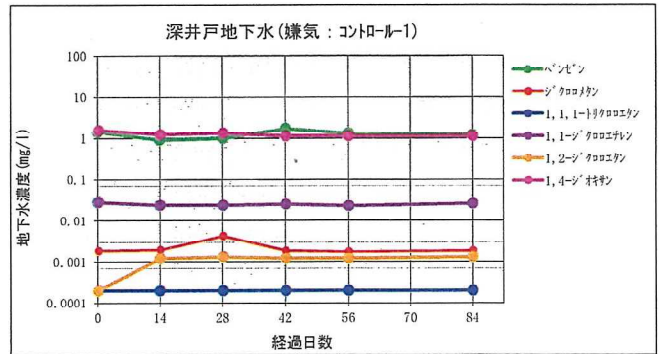
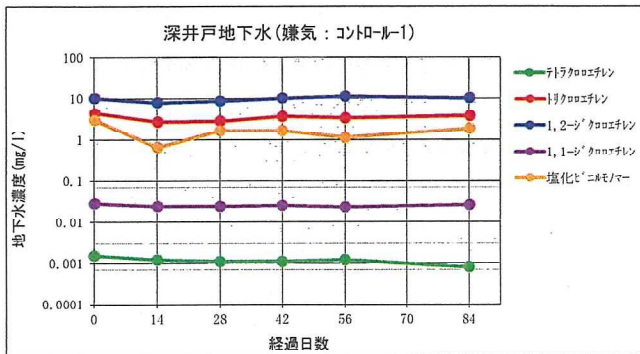
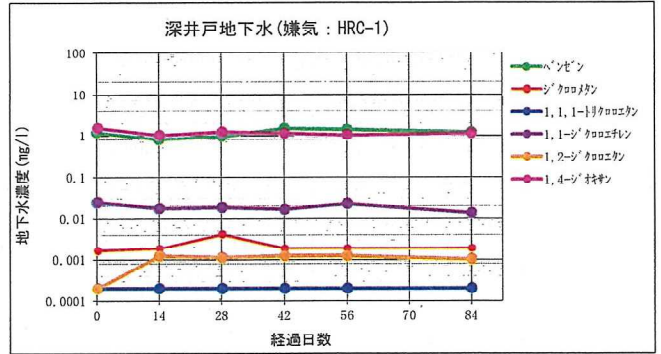
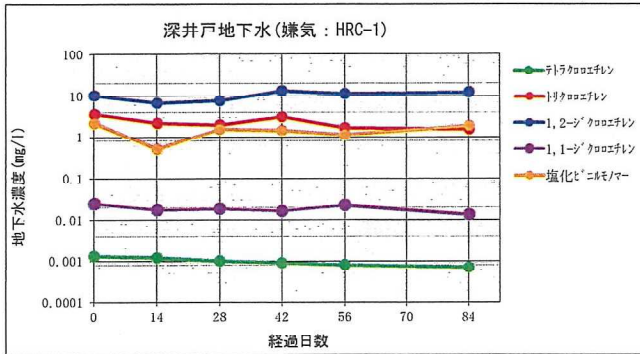
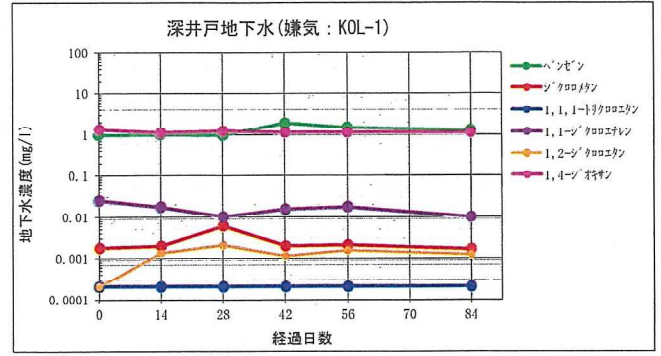
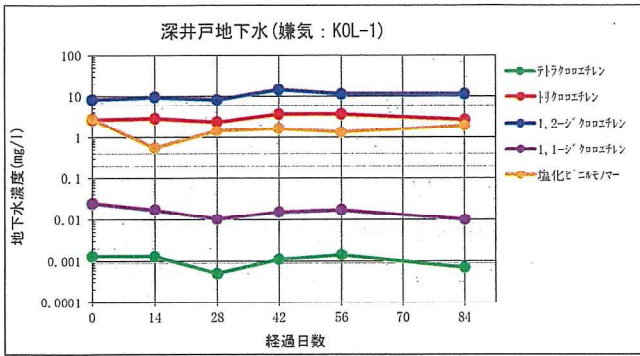


図 3.4 深井戸における分解促進試験 (嫌気性、VOC 添加なし)

表 3.7 深井戸における分解促進試験における油分 (TPH)・一般水質 (1) の測定結果
(嫌気性、VOC 添加なし)

試料名	経過 日数	TPH (mg/l)				pH	EC (mS/m)	DO (mg/l)	ORP (mV)
		C6-C12	C12-C28	C28-C44	C6-C44				
地下水調査		<3	<3	<3	<9	6.27	329	0.47	-199
KO-L -1	0	<3	<3	<3	<9	6.8	286	0.8	48
	14	8	<3	<3	9	6.5	256	0.5	-199
	28	<3	<3	<3	<9	6.3	267	0.6	-249
	42	<3	<3	<3	<9	6.4	244	<5	-270
	56	3	<3	<3	<9	6.6	254	0.6	270
	84	<3	<3	<3	<9	7.1	248	<0.5	-331

試料名	経過 日数	TPH (mg/l)				pH	EC (mS/m)	DO (mg/l)	ORP (mV)
		C6-C12	C12-C28	C28-C44	C6-C44				
地下水調査		<3	<3	<3	<9	6.27	329	0.47	-199
HRC -1	0	4	<3	<3	<9	6.6	279	1.3	37
	14	5	<3	<3	<9	6.9	247	<0.5	-245
	28	4	<3	<3	<9	6.7	258	0.5	-317
	42	3	<3	<3	<9	6.6	239	0.5	-310
	56	<3	<3	<3	<9	7.0	221	<0.5	-301
	84	<3	<3	<3	<9	6.9	242	0.6	-317

試料名	経過 日数	TPH (mg/l)				pH	EC (mS/m)	DO (mg/l)	ORP (mV)
		C6-C12	C12-C28	C28-C44	C6-C44				
地下水調査		<3	<3	<3	<9	6.27	329	0.47	-199
嫌気 コントロール -1	0	4	<3	<3	<9	6.8	258	1.4	41
	14	6	<3	<3	<9	6.8	240	1.0	-38
	28	3	<3	<3	<9	6.7	241	1.1	-196
	42	<3	<3	<3	<9	6.6	222	1.1	103
	56	<3	<3	<3	<9	6.9	221	0.8	-111
	84	<3	<3	<3	<9	6.9	216	0.8	-64

表 3.8 深井戸における分解促進試験における一般水質 (2)・イオンの測定結果 (嫌気性、VOC 添加なし)

項目		単位	地下水調査	嫌気 84日目			定量下限値
				KO-L	HRC	コントロール	
一般 水質	全有機炭素濃度 (TOC)	mg/l	68	270	200	58	0.5
	全窒素 (T-N)	mg/l	69	82	51	58	0.05
	全リン (T-P)	mg/l	0.60	9.5	12	0.08	0.01
イ オ ン	鉄イオン (Fe ²⁺)	mg/l	不検出				0.4
	全鉄 (T-Fe)	mg/l	29				0.005
	マンガンイオン (Mn)	mg/l	7.0				0.005
	硫酸イオン (SO ₄ ²⁻)	mg/l	540	96	79	540	0.2
	亜硫酸イオン (SO ₃ ²⁻)	mg/l	不検出	300	140	6	5
	硝酸イオン (NO ₃ ⁻)	mg/l	不検出	不検出	不検出	不検出	0.1
	亜硝酸イオン (NO ₂ ⁻)	mg/l	不検出	不検出	不検出	不検出	0.1
	アンモニウムイオン (NH ₄ ⁺)	mg/l	65	73	49	56	0.1
	塩化物イオン (Cl ⁻)	mg/l	370	420	360	380	0.2
	重炭酸イオン (HCO ₃ ⁻)	mg/l	540	1200	1000	560	10

表 3.9 深井戸における分解促進試験における微生物試験結果（嫌気性、VOC 添加なし）

	真正細菌総数	<i>Dehalococcoides</i> 属細菌群				<i>Dehalobacter</i> 属細菌群	硫酸還元菌群数	アンモニア酸化細菌	メタン酸化細菌
	16s rRNA	16s rRNA	<i>tceA</i> 遺伝子	<i>bvcA</i> 遺伝子	<i>vcrA</i> 遺伝子	16s rRNA	<i>Dsr</i> 遺伝子	<i>amoA</i> 遺伝子	<i>pmoA</i> 遺伝子
地下水調査	1.3×10^5	2.5×10^3	1.7×10^3	不検出	2.1×10^3	4.6×10^1	6.9×10^2	定量下限値未満	定量下限値未満
42日目(KOL)	7.0×10^7	5.5×10^3	3.7×10^3	不検出	5.4×10^3	1.1×10^3	2.7×10^6	定量下限値未満	定量下限値未満
84日目(KOL)	2.5×10^7	3.1×10^3	2.2×10^3	不検出	4.1×10^3	9.7×10^2	1.7×10^9	定量下限値未満	定量下限値未満
42日目(HRC)	6.7×10^6	4.5×10^2	3.9×10^2	不検出	3.1×10^2	8.4×10^2	2.9×10^5	定量下限値未満	定量下限値未満
84日目(HRC)	4.7×10^7	4.6×10^3	3.2×10^3	不検出	6.2×10^3	1.3×10^4	1.4×10^5	定量下限値未満	1.1×10^2

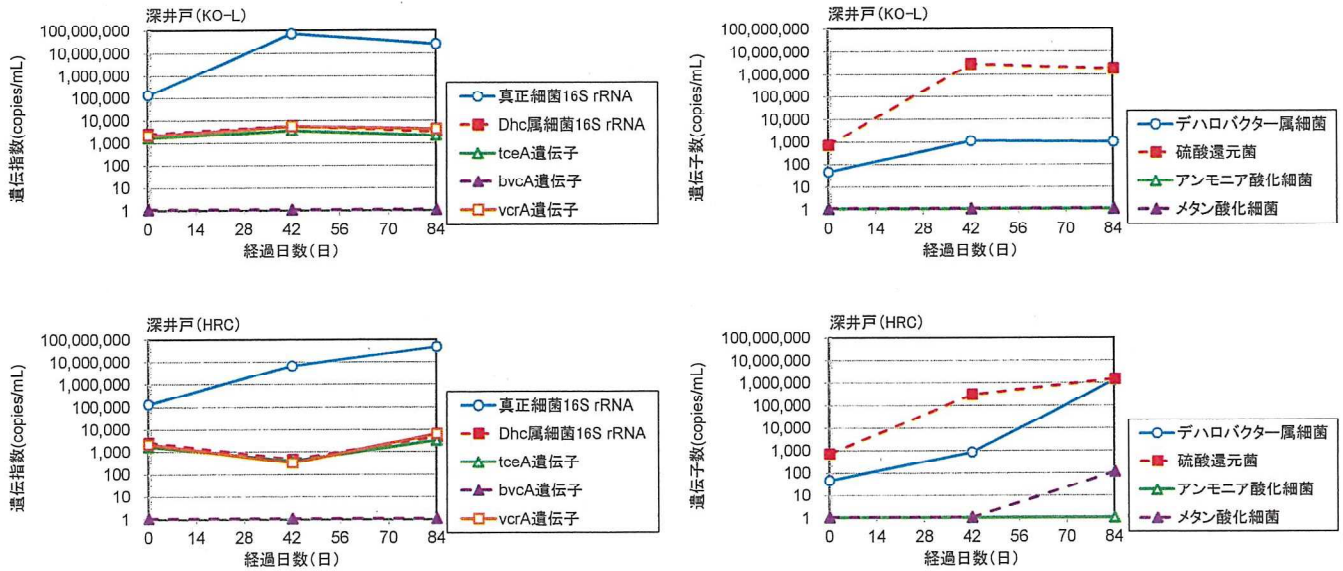


図 3.5 深井戸における分解促進試験における微生物数の変化（嫌気性、VOC 添加なし）

(2) 好気性バイオスティミュレーション (VOC 添加なし)

1) 浅井戸の地下水の好気性バイオスティミュレーション (VOC 添加なし)

浅井戸の現地地下水 (VOC 添加なし) を用いた好気性バイオスティミュレーションの分解促進試験について、VOC の濃度変化を図 3.6 に、油分 (TPH) および一般水質の測定結果を表 3.10 から表 3.11 に、微生物試験結果を表 3.12 に示す。

- ・ベンゼンについて、14 日目から 28 日目にかけて濃度がやや低下したが、濃度低下幅が小さく、この濃度変化が分解促進効果によるものかどうかは判断できない。
- ・他の VOC については、分解促進効果は確認されなかった。
- ・栄養塩の添加による ORP の上昇、DO の増加は確認されており、好気性微生物の活動に適した酸化状態になっていると考えられる。
- ・真正細菌総数は地下水調査時の約半数で維持されており、増殖は認められなかった。これは、好気性微生物に利用されやすい有機物がないため、さらにベンゼンを炭素源として代謝できる微生物もいないため、共代謝による分解も期待できない状況であると考えられる。

2) 深井戸の地下水の好気性バイオスティミュレーション (VOC 添加なし)

深井戸の現地地下水 (VOC 添加なし) を用いた好気性バイオスティミュレーションの分解促進試験について、VOC の濃度変化を図 3.7 に、油分 (TPH) および一般水質の測定結果を表 3.13 から表 3.14 に、微生物試験結果を表 3.15 に示す。

- ・ベンゼンについて、7 日目の段階から濃度低下が確認され、地下水環境基準程度まで濃度が低下することが把握された。
- ・1,1-ジクロロエチレン、塩化ビニルモノマーについて、14 日目から 28 日目にかけて緩やかな濃度低下が確認された。
- ・他の VOC (テトラクロロエチレン、トリクロロエチレン、1,2-ジクロロエチレン、1,2-ジクロロエタン、1,4-ジオキサン) については、濃度低下がみられず、分解促進効果が確認できなかった。
- ・栄養塩の添加による ORP の上昇、DO の増加は確認されており、好気性微生物の活動に適した酸化状態になっていると考えられる。
- ・真正細菌総数は維持されているものの、顕著な増殖は認められなかった。これは、微生物に利用されやすい有機物がないためであり、共代謝による分解も期待できない状況であると考えられる。

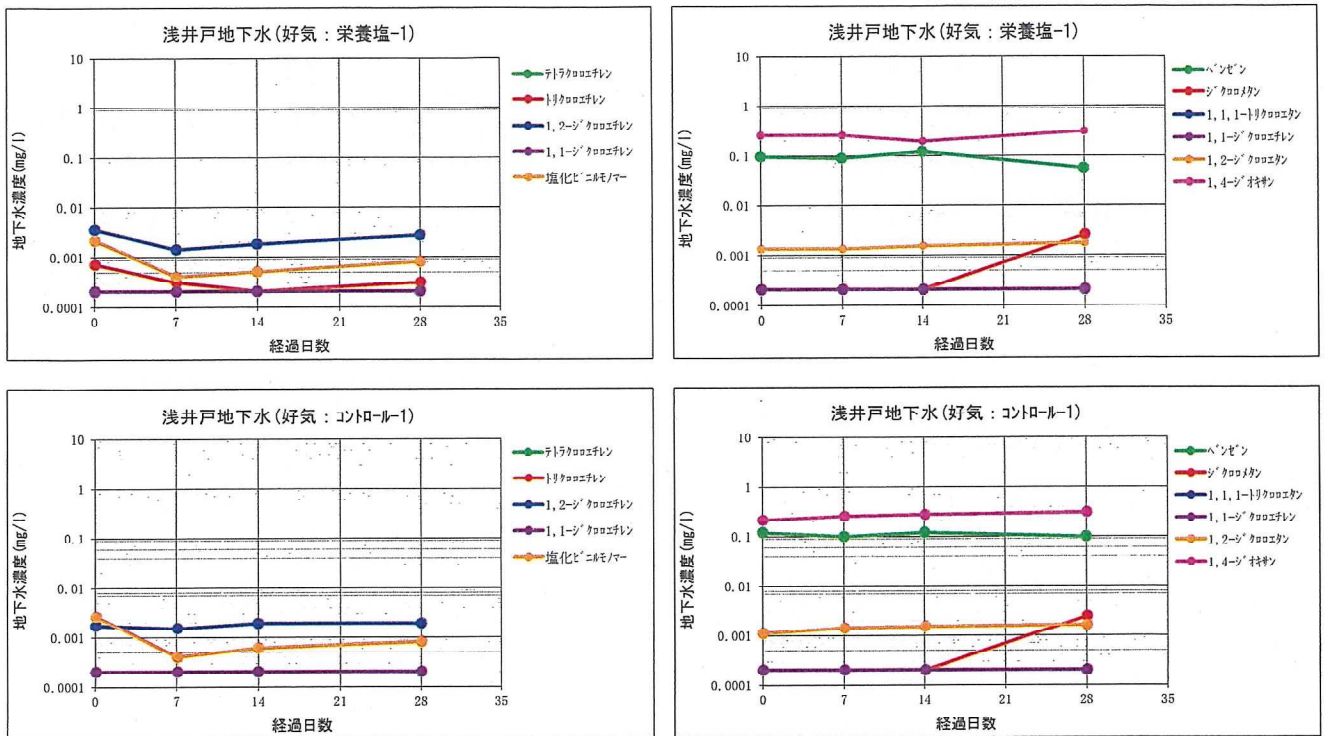


図 3.6 浅井戸における分解促進試験におけるVOCの濃度変化 (好気性、VOC 添加なし)

表 3.10 浅井戸における分解促進試験における油分 (TPH) ・一般水質 (1) の測定結果 (好気性、VOC 添加なし)

試料名	経過 日数	TPH (mg/l)				pH	EC (mS/m)	DO (mg/l)	ORP (mV)
		C6-C12	C12-C28	C28-C44	C6-C44				
地下水調査		<3	<3	<3	<9	6.64	439	0.37	-205
栄養塩 -1	0	<3	<3	<3	<9	7.1	320	>20	109
	7	3	<3	<3	<9	7.3	328	>20	211
	14	<3	<3	<3	<9	7.3	294	>20	235
	28	<3	<3	<3	<9	7.0	293	>20	-166

試料名	経過、 日数	TPH (mg/l)				pH	EC (mS/m)	DO (mg/l)	ORP (mV)
		C6-C12	C12-C28	C28-C44	C6-C44				
地下水調査		<3	<3	<3	<9	6.64	439	0.37	-205
好気 コントロール -1	0	3	<3	<3	<9	7.1	217	>20	120
	7	3	<3	<3	<9	7.3	203	>20	210
	14	<3	<3	<3	<9	7.4	194	>20	222
	28	<3	<3	<3	<9	7.3	204	18	-175

表 3.11 浅井戸における分解促進試験における一般水質(2)・イオンの測定結果(好気性、VOC 添加なし)

項目	単位	地下水調査	好気 28日目		定量下限値	
			栄養塩	コントロール		
一般水質	全有機炭素濃度(TOC)	mg/l	96	83	81	0.5
	全窒素(T-N)	mg/l	120	340	85	0.05
	全リン(T-P)	mg/l	1.7	57	3.2	0.01
イオン	鉄イオン(Fe ²⁺)	mg/l	不検出	不検出	不検出	0.4
	全鉄(T-Fe)	mg/l	18	10	9.5	0.005
	マンガンイオン(Mn)	mg/l	11	22	18	0.005
	硫酸イオン(SO ₄ ²⁻)	mg/l	800			0.2
	亜硫酸イオン(SO ₃ ²⁻)	mg/l	不検出			5
	硝酸イオン(NO ₃ ⁻)	mg/l	不検出			0.1
	亜硝酸イオン(NO ₂ ⁻)	mg/l	0.1			0.1
	アンモニウムイオン(NH ₄ ⁺)	mg/l	140			0.1
	塩化物イオン(Cl ⁻)	mg/l	210	130	130	0.2
	重炭酸イオン(HCO ₃ ⁻)	mg/l	790	560	530	10

表 3.12 浅井戸における分解促進試験における微生物試験結果(好気性、VOC 添加なし)

	真正細菌総数
	16s rRNA
地下水調査	6.1 × 10 ⁵
14日目	3.1 × 10 ⁵
28日目	3.5 × 10 ⁵

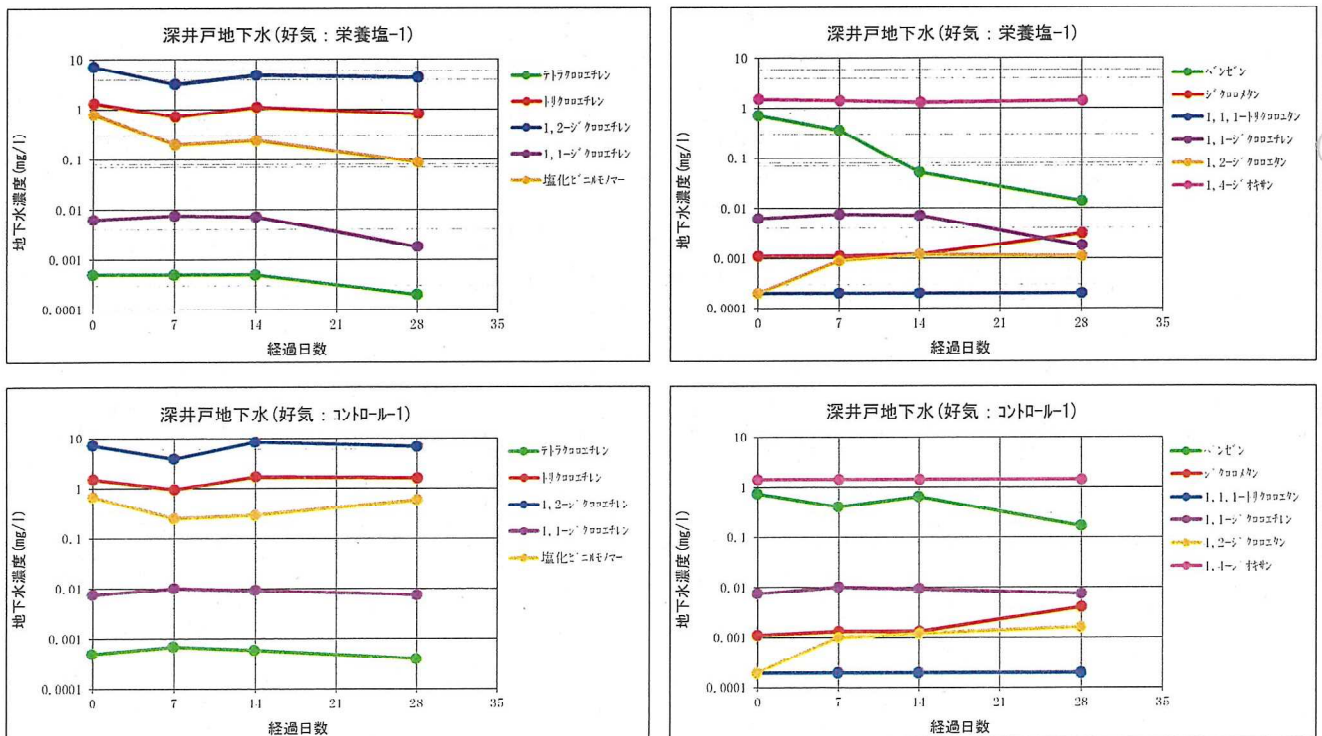


図 3.7 深井戸における分解促進試験におけるVOCの濃度変化(好気性、VOC 添加なし)

表 3.13 深井戸における分解促進試験における油分 (TPH)・一般水質 (1) の測定結果
(好気性、VOC 添加なし)

試料名	経過 日数	TPH (mg/l)				pH	EC (mS/m)	DO (mg/l)	ORP (mV)
		C6-C12	C12-C28	C28-C44	C6-C44				
地下水調査		<3	<3	<3	<9	6.27	329	0.47	-199
栄養塩 -1	0	<3	<3	<3	<9	7.2	349	>20	136
	7	3	<3	<3	<9	7.2	356	>20	206
	14	<3	<3	<3	<9	7.2	339	>20	215
	28	<3	<3	<3	<9	7.1	321	19	-174

試料名	経過 日数	TPH (mg/l)				pH	EC (mS/m)	DO (mg/l)	ORP (mV)
		C6-C12	C12-C28	C28-C44	C6 C44				
地下水調査		<3	<3	<3	<9	6.27	329	0.47	-199
好気 コントロール -1	0	<3	<3	<3	<9	7.1	244	>20	130
	7	3	<3	<3	<9	7.4	250	>20	196
	14	<3	<3	<3	<9	7.4	242	>20	198
	28	<3	<3	<3	<9	7.2	240	>20	-162

表 3.14 深井戸における分解促進試験における一般水質 (2)・イオンの測定結果 (好気性、VOC 添加なし)

項目	単位	地下水調査	好気 28日目		定量下限値	
			栄養塩	コントロール		
一般水質	全有機炭素濃度 (TOC)	mg/l	68	53	57	0.5
	全窒素 (T-N)	mg/l	69	350	72	0.05
	全リン (T-P)	mg/l	0.60	57	0.66	0.01
イオン	鉄イオン (Fe ²⁺)	mg/l	不検出	不検出	不検出	0.4
	全鉄 (T-Fe)	mg/l	29	32	30	0.005
	マンガンイオン (Mn)	mg/l	7.0	10	7.4	0.005
	硫酸イオン (SO ₄ ²⁻)	mg/l	540			0.2
	亜硫酸イオン (SO ₃ ²⁻)	mg/l	不検出			5
	硝酸イオン (NO ₃ ⁻)	mg/l	不検出			0.1
	亜硝酸イオン (NO ₂ ⁻)	mg/l	不検出			0.1
	アンモニウムイオン (NH ₄ ⁺)	mg/l	65			0.1
	塩化物イオン (Cl ⁻)	mg/l	370	350	350	0.2
重炭酸イオン (HCO ₃ ⁻)	mg/l	540	530	570	10	

表 3.15 深井戸における分解促進試験における微生物試験結果 (好気性、VOC 添加なし)

	真正細菌総数
	16s rRNA
地下水調査	1.3 × 10 ⁵
14日目	4.8 × 10 ⁵
28日目	2.7 × 10 ⁵

(3) 嫌気性バイオスティミュレーション (VOC 添加あり)

1) 浅井戸の地下水の嫌気性バイオスティミュレーション (VOC 添加あり)

浅井戸の地下水に VOC を添加したときの嫌気性バイオスティミュレーションの分解促進試験について、VOC の濃度変化を図 3.8 に示す。

・いずれの VOC も、分解促進効果は確認されなかった。

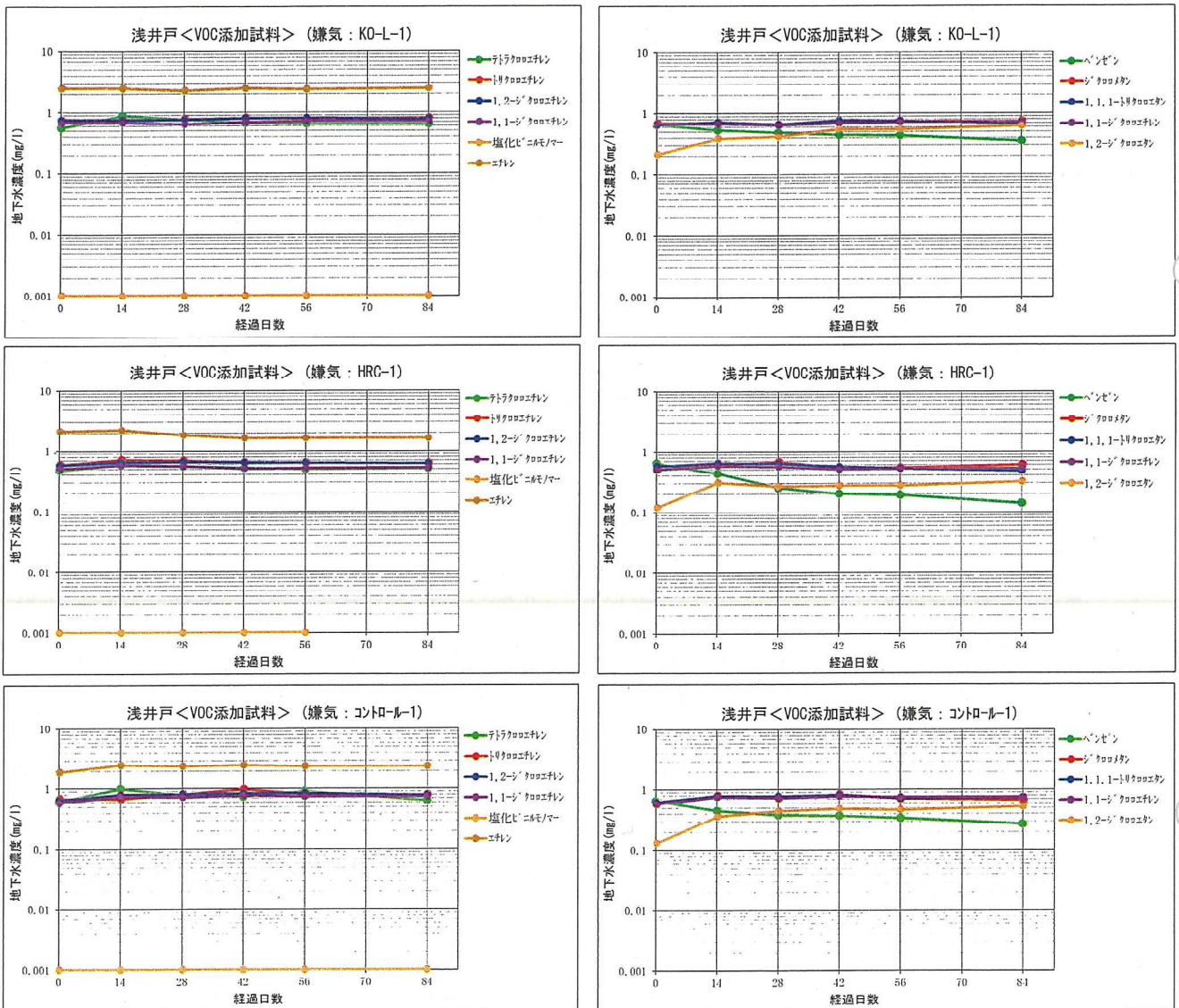


図 3.8 浅井戸における分解促進試験 (嫌気性、VOC 添加あり)

2) 深井戸の地下水の嫌気性バイオスティミュレーション (VOC 添加あり)

深井戸の地下水に VOC を添加したときの嫌気性バイオスティミュレーションの分解促進試験について、VOC の濃度変化を図 3.9 に示す。

- ・ KO-L 添加では、56 日目から 84 日目にかけて、トリクロロエチレン、1,1,1-トリクロロエタン及び 1,2-ジクロロエチレンの濃度低下、1,1-ジクロロエチレン及び塩化ビニルモノマーの濃度上昇が確認された。
- ・ HRC 添加では、テトラクロロエチレン、トリクロロエチレン、1,2-ジクロロエチレン及び 1,1-ジクロロエチレンの濃度低下、塩化ビニルモノマーの濃度上昇が確認された。
- ・ 以上の結果から、テトラクロロエチレン等の塩素化エチレン類について、テトラクロロエチレンからトリクロロエチレン、ジクロロエチレン類を経て塩化ビニルモノマーが生成されるまでの還元脱塩素分解が促進されることが確認された。
- ・ 塩化ビニルモノマーの分解については、84 日目までにエチレンの濃度上昇が見られなかったことから、84 日目の段階では分解促進効果は認められていない。塩化ビニルモノマーからエチレンへ還元脱塩素分解するかどうかは今回の分解促進結果では不明である。

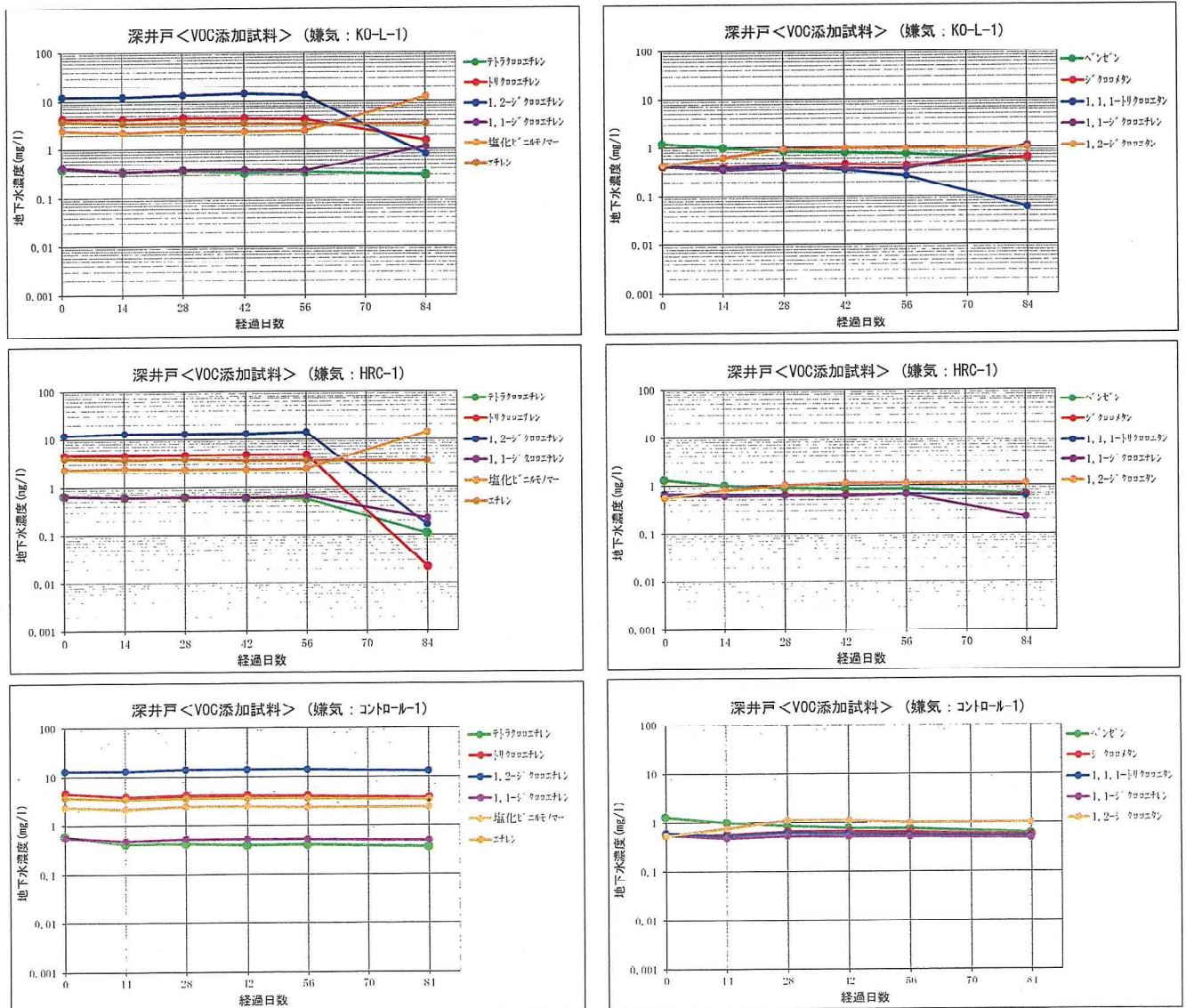


図 3.9 深井戸における分解促進試験 (嫌気性、VOC 添加あり)

(3) 好気性バイオスティミュレーション (VOC 添加あり)

1) 浅井戸の地下水の好気性バイオスティミュレーション (VOC 添加あり)

浅井戸の地下水に VOC を添加したときの好気性バイオスティミュレーションの分解促進試験について、VOC の濃度変化を図 3.10 に示す。

- ・いずれの VOC も、分解促進効果は確認されなかった。

2) 深井戸の地下水の好気性バイオスティミュレーション (VOC 添加あり)

深井戸の地下水に VOC を添加したときの好気性バイオスティミュレーションの分解促進試験について、VOC の濃度変化を図 3.11 に示す。

- ・栄養塩の添加により、7 日目から 14 日目にかけて、ベンゼン及び 1,2-ジクロロエタンの濃度低下が確認された。ベンゼンは地下水環境基準 (0.01mg/L 以下) に近いレベルまで、1,2-ジクロロエタンは地下水環境基準 (0.004mg/L 以下) の 10 倍以下のレベルまで、それぞれ濃度が低下した。
- ・上記以外の VOC については、分解促進効果は確認されなかった。

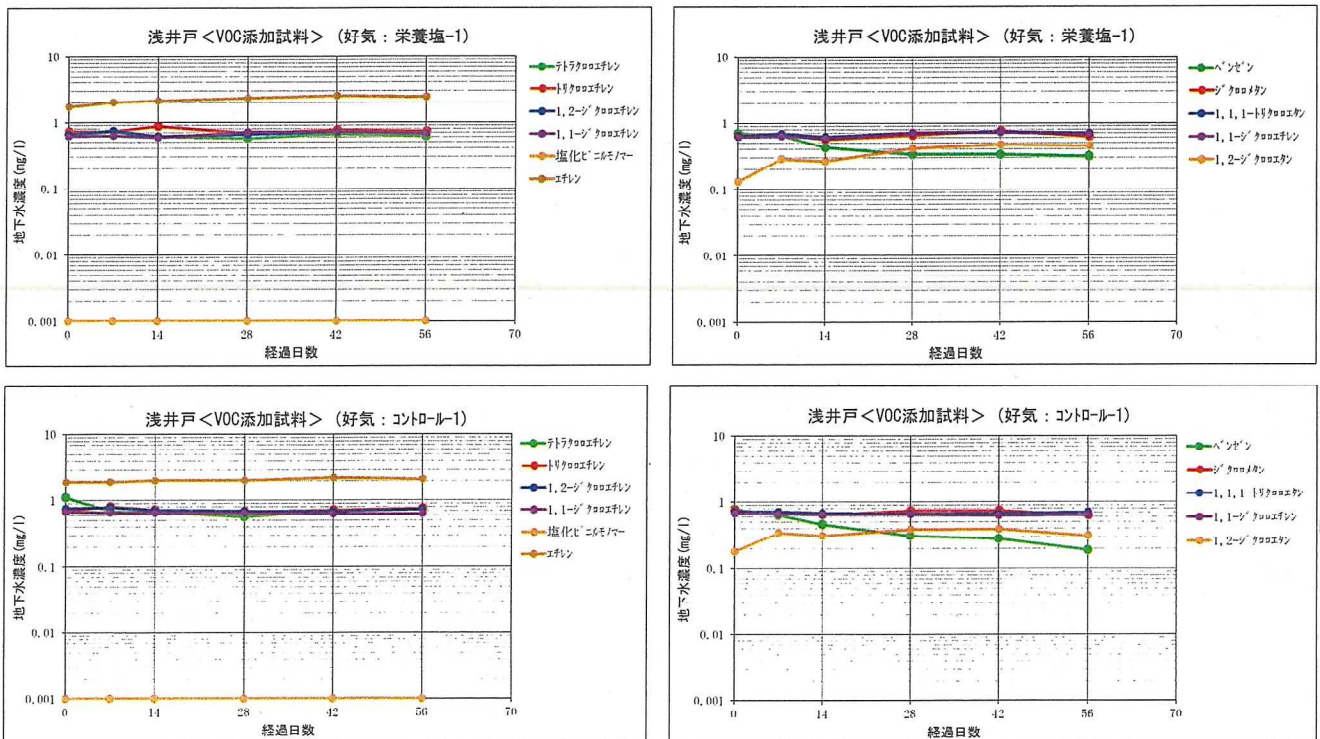


図 3.10 浅井戸における分解促進試験 (好気性、VOC 添加あり)

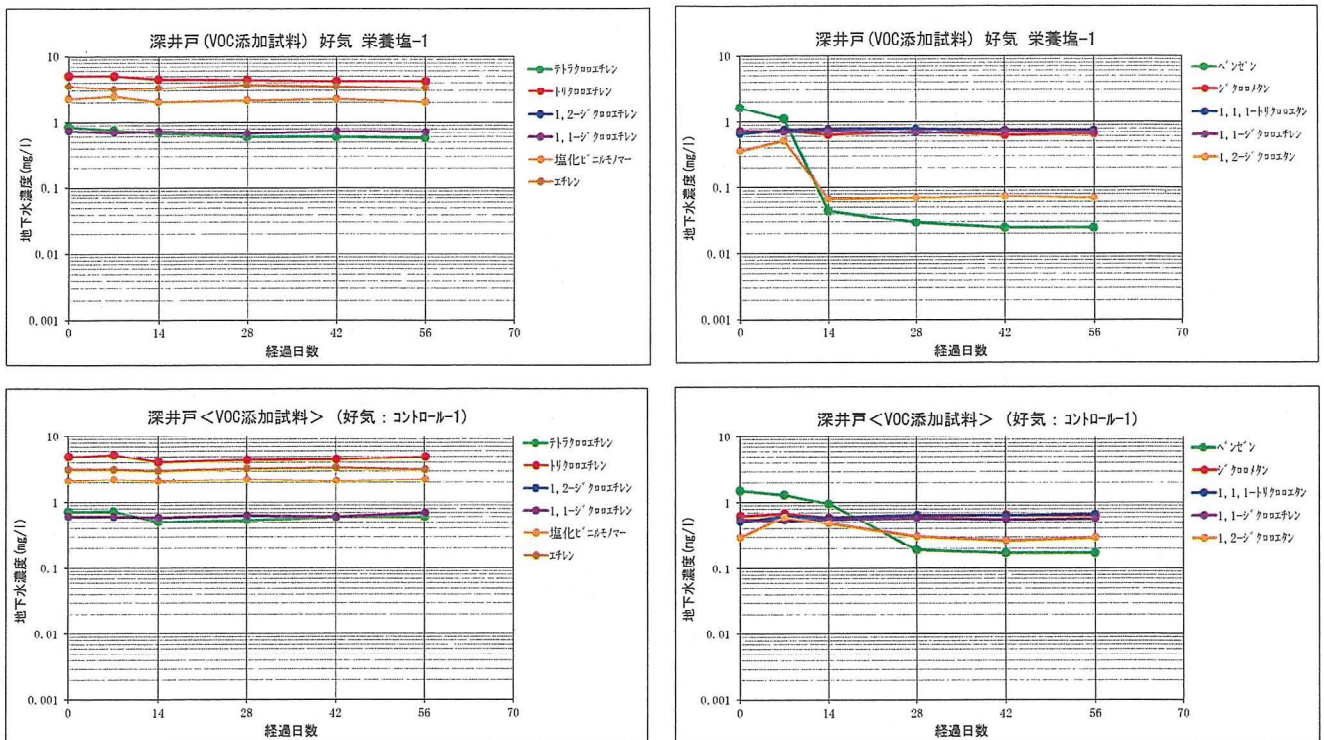


図 3.11 深井戸における分解促進試験（好気性、VOC 添加あり）

（４）分解促進試験結果のまとめ

1) 浅い層（沖積層）の地下水のバイオスティミュレーションについて

- 浅い層（沖積層）の地下水については、好気性バイオスティミュレーション、嫌気性バイオスティミュレーションいずれにおいても各 VOC の分解促進が確認されなかったことから、バイオスティミュレーションにより分解促進効果を得ることは難しいと考えられる。

2) 深い層（風化花崗岩）の地下水のバイオスティミュレーションについて

- 深い層（風化花崗岩）の地下水については、嫌気性バイオスティミュレーションにおいて塩素化エチレン類の分解促進効果が確認され、テトラクロロエチレンからトリクロロエチレン、ジクロロエチレン類を経て塩化ビニルモノマーが生成されるまでの分解促進効果が期待できることが把握された。
- 塩素化エタン類についても、嫌気性バイオスティミュレーションによる 1, 1, 1-トリクロロエタンの分解促進効果が確認され、1, 1, 1-トリクロロエタンの分解促進効果が期待できることが把握された。
- 1, 1, 1-トリクロロエタンの非生物的反応による分解で 1, 1-ジクロロエチレンが生成された場合は、1, 1-ジクロロエチレンが塩化ビニルモノマーまでの分解も期待できる。
- 塩化ビニルモノマーが嫌気性バイオスティミュレーションにより分解するかどうかについては、ジクロロエチレン類の分解生成による塩化ビニルモノマー濃度の上昇を確認したところで試験を終了したため、今回の分解促進試験結果からは判断できない。
- 1, 2-ジクロロエタン、ジクロロメタン、ベンゼン、1, 4-ジオキサンについては、分解促進が確認されなかったことから、嫌気性バイオスティミュレーションによる分解促進効果を得ることは難しいと考えられる。
- 好気性バイオスティミュレーションにおいては、ベンゼン及び 1, 2-ジクロロエタンの分解促進効果が確認され、これらの物質の分解促進効果が期待できることが把握された。
- ベンゼン及び 1, 2-ジクロロエタン以外の VOC については、分解促進が確認されなかったことから、

好気性バイオスティミュレーションによる分解促進効果を得ることは難しいと考えられる。

(5) 現地へのバイオスティミュレーションの適用性について

- ・深い層（風化花崗岩）の地下水を対象とした分解促進試験において、上記のとおり、一部の浄化対象物質について嫌気性バイオスティミュレーション又は好気性バイオスティミュレーションによる分解促進効果が期待できることが確認された。しかしながら、試験条件によっては分解促進効果が求められない場合もあったこと、及び嫌気性バイオスティミュレーションに適した土壌・地下水汚染サイトと比較すると分解に多くの時間を要することも確認されたことを考慮すると、現地への適用を考える場合には、実際に適用する現地でパイロット的な試験を行い、適用性を確認・評価することも必要であると考えられる。
- ・深い層（風化花崗岩）の地下水を対象とした嫌気性バイオスティミュレーションにおいて、塩素化エチレン類の分解が塩化ビニルモノマーの生成までで止まってしまう場合、好気性バイオスティミュレーションでも塩化ビニルモノマーを分解することが困難であることから、塩素化エチレン類の浄化をバイオスティミュレーションのみで行おうとすることは適切ではないと考えられる。
- ・1,4-ジオキサンについては、いずれの条件においても分解が確認されなかったため、バイオスティミュレーションによる浄化を行うことは適切ではないと考えられる。

加圧浮上装置による単独処理

1. 概要

貯留トレンチ貯留水の水質は、平成 28 年 1 月 4 日に行った表層水の水質検査の結果では、ダイオキシン類のみが 13pg-TEQ/L と排水基準値を超過していた。平成 28 年 3 月 10 日現在の貯留トレンチ貯留量は、約 5,000 m³ と最大貯留量に対して 40% 程度の貯留率となっているが、春先の降雨への対応も考え、貯留量を減らすために加圧浮上装置による処理を検討する。

2. 実施日

平成 28 年 1 月 13 日 (貯留トレンチ低層水)

平成 28 年 2 月 3 日 (貯留トレンチ表層水)

平成 28 年 2 月 5 日 (貯留トレンチ表層水)

3. 試験体制

加圧浮上装置運転管理：クボタ環境サービス(株)

調査及び分析機関：廃棄物対策課、直島環境センター、環境保健研究センター

4. 加圧浮上装置への導水方法

貯留トレンチ貯留水は現在、凝集膜分離装置調整槽へ送水され、そこから凝集膜分離装置で処理されていることから、凝集膜分離装置調整槽から水中ポンプで直接、加圧浮上装置原水槽へ送水する。



図 貯留トレンチ貯留水導水経路

5. 試験内容及び試験結果

(1) 貯留トレンチ低層水

ダイオキシン類の濃度が高いと思われる貯留トレンチの低層水を原水とし、加圧浮上装置による処理試験を実施した。検査項目については表1のとおりで、結果は表2のとおり、加圧浮上装置処理水においてダイオキシン類が排水基準を満足するまで処理されることが確認できた。

表1 採水位置及び検査項目

採水位置		検査項目
①貯留トレンチ低層の貯留水	加圧浮上装置原水槽	化学的酸素要求量 (COD)、浮遊物質 (SS)、ダイオキシン類
②処理水	高度排水処理施設への送水管の途中	

表2 加圧浮上装置による貯留トレンチ低層水の処理試験結果 (H28. 1. 13)

項目	原水	処理水	管理基準値
化学的酸素要求量 (COD)	25	28	30mg/L (日間平均 20mg/L)
浮遊物質 (SS)	13	11	50mg/L (日間平均 40mg/L)
ダイオキシン類	溶解態	46	-
	懸濁態	29	
	合計	74	6.8

(2) 貯留トレンチ表層水

ダイオキシン類が安定的に処理できることを確認するため、実際に処理原水となる貯留トレンチ表層水を用いて期間を空けて2回、処理試験を実施した。検査項目については表3のとおりであるが、2月3日の原水は念のために全項目についても測定している。

結果は表4のとおりで、低層水での処理試験結果とあわせてもダイオキシン類が90%以上処理されていることから、安定的に処理が可能であると考えられる。

表3 採水位置及び検査項目

採水位置		検査項目
①貯留トレンチ表層の貯留水	加圧浮上装置原水槽	濁度、浮遊物質 (SS)、ダイオキシン類
②処理水	高度排水処理施設への送水管の途中	

表4 加圧浮上装置による貯留トレンチ表層水の処理試験結果

項目	H28. 2. 3		H28. 2. 5		管理基準値	
	原水	処理水	原水	処理水		
濁度	20	8	21	8	-	
浮遊物質 (SS)	11	8	17	7	50mg/L (日間平均 40mg/L)	
ダイオキシン類	溶解態	7.6	0.055	16	0.0051	-
	懸濁態	4.2	0.013	1.4	0.011	
	合計	12	0.068	17	0.015	10pg-TEQ/L

- (備考) 1 : 検査方法は平成10年6月16日付け環境庁・厚生省告示第1号に規定する方法による。
 2 : 溶解態と懸濁態は、孔径0.5μmのガラスろ紙で濾過分別した。
 3 : ダイオキシン類濃度の「合計値」は「溶解態」と「懸濁態」の各分析値を2桁に丸める前の値を合計してから2桁処理した値である。
 4 : 濁度の単位は度 (カオリン標準液にて校正) である。



写真1 左：原水（低層水） 右：処理水（H28.1.13）



写真2 左：原水（表層水） 右：処理水（H28.2.3）



写真3 左：原水（表層水） 右：処理水（H28.2.5）

6. 今後の対応

試験結果から、加圧浮上装置によるダイオキシン類の処理が可能であったことから、春先の降雨への対応のためにも現在実施している凝集膜分離装置による処理に加え、加圧浮上装置単独処理も実施し、早急に貯留トレンチ貯留量を減らすこととする。なお、処理水については活性炭吸着塔の放流配管につなぎ込み、西海岸へ放流することとする。

別添 平成 28 年 2 月 3 日採水 加圧浮上装置原水水質試験結果

区分	項目	原水	管理基準値	定量下限値
健康項目	カドミウム及びその化合物	ND	0.03mg/L (カドミウムとして)	0.003mg/L
	シアン化合物	ND	1mg/L (シアンとして)	0.1mg/L
	有機燐化合物 (パラチオン、メチルパラチオン、メチルメトン及び EPN に限る。)	ND	1mg/L	0.1mg/L
	鉛及びその化合物	ND	0.1mg/L (鉛として)	0.01mg/L
	六価クロム及びその化合物	ND	0.5mg/L (六価クロムとして)	0.05mg/L
	砒素及びその化合物	ND	0.1mg/L (砒素として)	0.01mg/L
	水銀及びアルキル水銀その他の水銀化合物	ND	0.005mg/L (水銀として)	0.0005mg/L
	アルキル水銀化合物	ND	検出されないこと	0.0005mg/L
	PCB	ND	0.003mg/L	0.0005mg/L
	トリクロロエチレン	ND	0.3mg/L	0.03mg/L
	テトラクロロエチレン	ND	0.1mg/L	0.01mg/L
	ジクロロメタン	ND	0.2mg/L	0.02mg/L
	四塩化炭素	ND	0.02mg/L	0.002mg/L
	1,2-ジクロロエタン	ND	0.04mg/L	0.004mg/L
	1,1-ジクロロエチレン	ND	1mg/L	0.02mg/L
	トリス-1,2-ジクロロエチレン	ND	0.4mg/L	0.04mg/L
	1,1,1-トリクロロエタン	ND	3mg/L	0.3mg/L
	1,1,2-トリクロロエタン	ND	0.06mg/L	0.006mg/L
	1,3-ジクロロプロパン	ND	0.02mg/L	0.002mg/L
	チウラム	ND	0.06mg/L	0.006mg/L
	シマジン	ND	0.03mg/L	0.003mg/L
	チオベンカルブ	ND	0.2mg/L	0.02mg/L
	ベンゼン	ND	0.1mg/L	0.01mg/L
	セレン及びその化合物	ND	0.1mg/L	0.01mg/L
	ほう素及びその化合物	3.2	230mg/L	0.1mg/L
	ふっ素及びその化合物	ND	15mg/L	0.8mg/L
	1,4-ジオキサン	ND	0.5mg/L	0.05mg/L
アンモニア、アンモニウム化合物、亜硝酸化合物及び硝酸化合物	ND	100mg/L	10mg/L	
生活環境項目	水素イオン濃度 (pH)	8.4	5.0~9.0	—
	生物学的酸素要求量 (BOD)	6.0	30mg/L (日間平均 20mg/L)	0.5mg/L
	化学的酸素要求量 (COD)	25	30mg/L (日間平均 20mg/L)	0.5mg/L
	浮遊物質 (SS)	11	50mg/L (日間平均 40mg/L)	1mg/L
	ノマルキサン抽出物質含有量 (鉱油類含有量)	1.6	5mg/L	0.5mg/L
	ノマルキサン抽出物質含有量 (動植物油脂類含有量)		30mg/L	3mg/L
	フェノール類含有量	ND	5mg/L	0.02mg/L
	銅含有量	ND	3mg/L	0.3mg/L
	亜鉛含有量	ND	2mg/L	0.2mg/L
	溶解性鉄含有量	0.82	10mg/L	0.05mg/L
	溶解性マンガン含有量	0.46	10mg/L	0.4mg/L
	クロム含有量	ND	2mg/L	0.2mg/L
	大腸菌群数	24	日間平均 3,000 個/cm ³	0 個/cm ³
	窒素含有量	11	120mg/L (日間平均 60mg/L)	1mg/L
燐含有量	ND	16mg/L (日間平均 8mg/L)	0.1mg/L	
項目	モリブデン	ND	—	0.07mg/L
	全マンガン	0.55	—	0.4mg/L
	ウラン	—	—	0.0001mg/L
	ダイオキシン類	12	10pg-TEQ/L	—
	濁度 (度)	21	—	—
	透視度 (度)	—	—	—

廃棄物等底面掘削及び掘削完了判定調査の状況

1. 廃棄物等底面掘削について

豊島処分地において、「廃棄物等の掘削完了判定マニュアル」に基づき、廃棄物等の掘削・除去後に地表となった土壌等が完了判定基準を満たすと判定された時点で、掘削が完了したこととなる。

今回、第2工区（E-F、2-3）、（H+15、2）付近及び第3工区（C-D、2-3）付近の土壌部において、廃棄物底面掘削を実施し、現地において廃棄物が除去されていることを確認した。

また、第38回豊島廃棄物等管理委員会において報告された西海岸の黒色物質が除去されていることを確認した。

- (1) 日時 平成28年 1月22日（金） 8:45～ （E-F、3）、（H+15、2）付近
西海岸
平成28年 2月29日（月） 8:45～ （E-F、2）、（C-D、2-3）付近

(2) 場所（土壌部）

- ・豊島処分地第2工区（E-F、2-3）、（H+15、2）付近

面積 約1,120m²

- ・豊島処分地第3工区（C-D、2-3）付近

面積 約 400m²

(黒色物質除去)

- ・西海岸

面積 約 150m²

(3) 体制

- (1) 調査指導 山中技術アドバイザー
- (2) 調査実施者 廃棄物対策課、直島環境センター
- (3) 調査立会 豊島住民会議

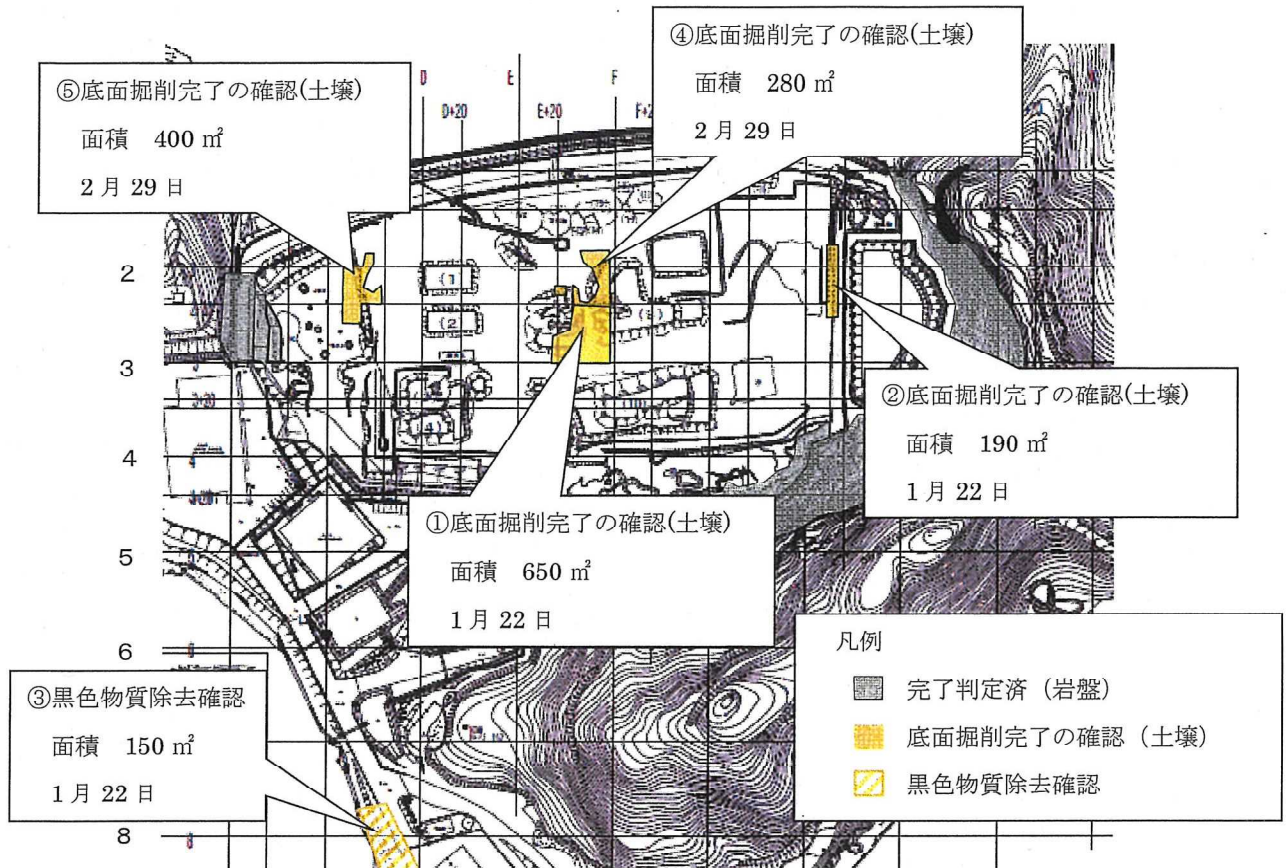


図1 掘削完了判定等の実施区域



写真1 (E-F, 2-3) 付近の底面掘削完了の確認



写真2 (H+15, 2) 付近の底面掘削完了の確認



写真3 (C-D, 2-3) 付近の底面掘削完了の確認



写真4 西海岸の黒色物質除去の確認

(4) 調査結果

①第2工区 (E-F、2-3) 付近について

第2工区 (E-F、2-3) 付近の直下土壌部については、廃棄物等が掘削・除去されたと判定された。



写真5 底面掘削完了確認の様子 (H28. 1. 22)

図1 ①の区域内



写真6 底面掘削完了確認の様子 (H28. 2. 29)

図1 ④の区域内

②第2工区 (H+15、2) 付近について

第2工区 (H+15、2) 付近の直下土壌部については、廃棄物等が掘削・除去されたと判定された。



写真7 底面掘削完了確認の様子 (H28. 1. 22)

図1 ②の区域内

③第3工区 (C-D、2-3) 付近について

第3工区 (C-D、2-3) 付近の直下土壌部については、廃棄物等が掘削・除去されたと判定された。



写真8 底面掘削完了確認の様子 (H28. 2. 29)

図1 ④の区域内

④西海岸について

西海岸の黒色物質については、除去されたと判定され、除去した黒色物質混じりの土壌について調べた結果、表1のとおり、搬出先の受け入れ基準を満たしていたことから、廃棄物混じりの土壌として島外処理する。

また、除去の際に出た土壌について、調査した結果は表2のとおりで、汚染は確認されなかった。なお、黒色物質の混じった層より下の土壌については、現在分析中である。



写真9 黒色物質撤去確認の様子 (H28.1.22)

図1 ③の区域内

表1 黒色物質が混じっていた層の土壌調査結果

No.	調査地点名	調査種別	試料採取日	鉛		砒素		PCB	ダイキシン類	備考
				土壌溶出量	土壌含有量	土壌溶出量	土壌含有量	土壌溶出量	土壌含有量	
-	完了判定基準等	-	-	0.01mg/l以下	150mg/kg以下	0.01mg/l以下	150mg/kg以下	検出されないこと	1,000pg-TEQ/g	
	西海岸黒色混じり	5地点混合	H28.1.28	0.009	40	0.001	0.8	<0.0005	360	黒色物質の混じっていた部分の層

表2 黒色物質除去に伴って出た土壌等の調査結果

調査地点名	調査種別	試料採取日	鉛		砒素		PCB	ダイキシン類	備考
			土壌溶出量	土壌含有量	土壌溶出量	土壌含有量	土壌溶出量	土壌含有量	
完了判定基準等	-	-	0.01mg/l以下	150mg/kg以下	0.01mg/l以下	150mg/kg以下	検出されないこと	1,000pg-TEQ/g	
西海岸①	掘削後	H28.1.28	0.003	18	0.001	0.8	<0.0005	62	黒測物質層の上にあった土壌
西海岸②	掘削後	H28.1.28	<0.001	8.9	<0.001	0.6	<0.0005	24	
西海岸③	掘削後	H28.1.28	<0.001	8.4	<0.001	0.5	<0.0005	25	
西海岸壁面①	表層	H28.1.28	<0.001	9.3	0.001	0.8	<0.0005	20	黒色物質層を取り除いた後、道路側の壁から採取
西海岸壁面②	表層	H28.1.28	0.001	44	0.001	1.1	<0.0005	22	

調査種別の「掘削後」は100㎡毎に掘削し、その掘り上げた山についてそれぞれ5地点混合で採取して分析した。

調査種別の「表層」は掘削除去されて現れた土壌面から採取して分析した。

2. 土壌の掘削完了判定調査の状況について

豊島処分地で廃棄物層が除かれ、表面が土壌となった区域について、掘削完了判定調査を継続して実施しており、今回、第21回排水・地下水等対策検討会(H27.12.23開催)以降に判明した調査結果を報告する。

(1) 調査日

平成27年11月11日～平成28年2月25日

(2) 調査結果

調査結果については表3、表4及び表5のとおりで、今回調査した35の区画のうち、調査地点番号18の区画で鉛の溶出量が超過していたほかは完了判定基準を満足していた。なお、調査地点番号32の区画については、貯留トレンチ横の矢板施工に用いる重機の足場となる場所に位置していたため、地下水基準面まで掘削し、掘削後調査を実施している間に健全土で埋め戻しをしている。

表3 重金属等及びダイオキシン類調査結果

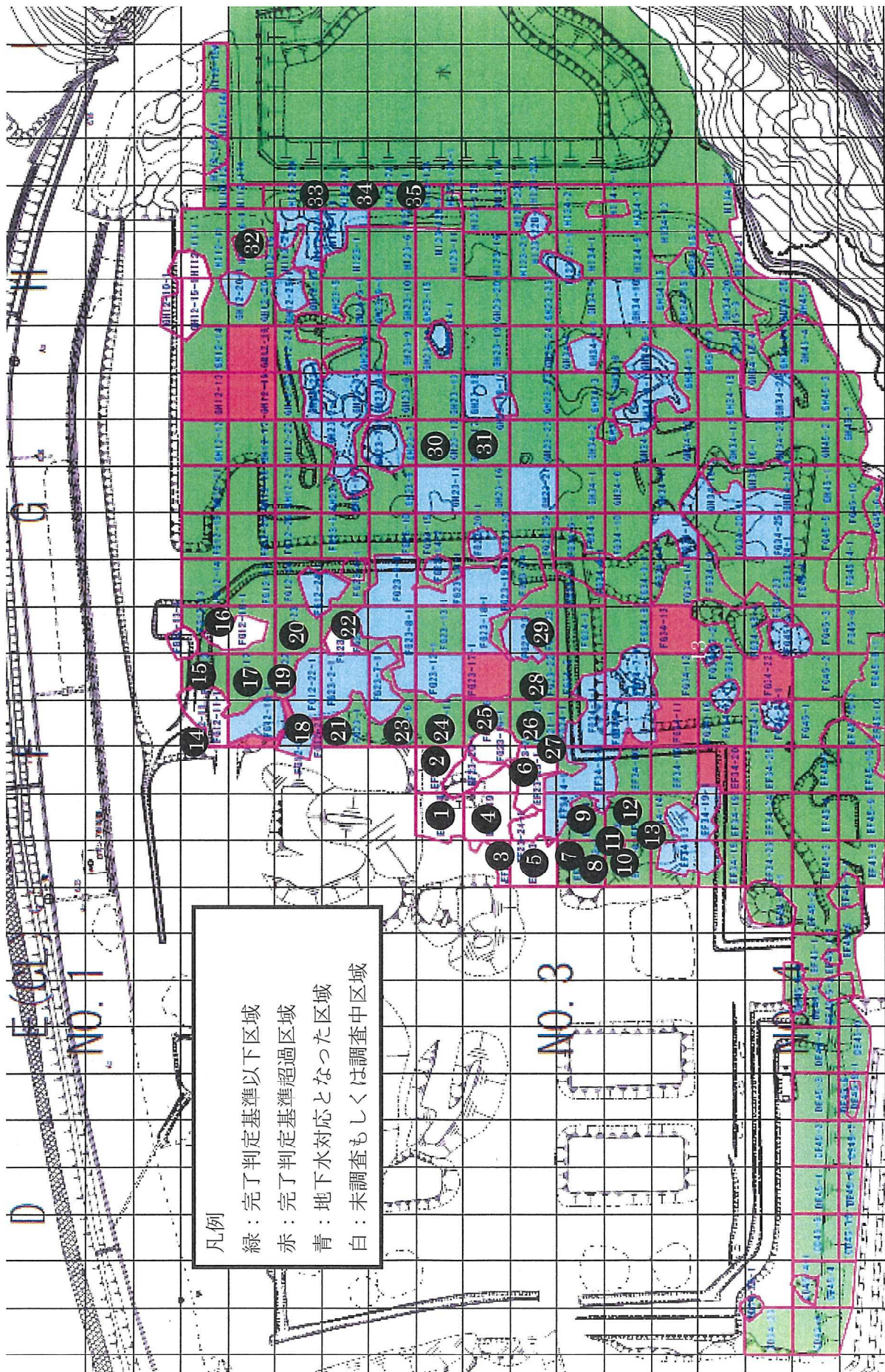
No.	調査地点名	調査種別	試料採取日	調査地点平均標高	地下水基準水位	鉛		砒素		PCB	ダイオキシン類	備考
						土壌溶出量 0.01mg/l以下	土壌含有量 150mg/kg以下	土壌溶出量 0.01mg/l以下	土壌含有量 150mg/kg以下	土壌溶出量 検出されないこと	土壌含有量 1,000pg-TEQ/g	
-	完了判定基準等	-	-	-	-	0.01mg/l以下	150mg/kg以下	0.01mg/l以下	150mg/kg以下	検出されないこと	1,000pg-TEQ/g	
14	FG12-11	表層	H27.11.11	3.3		<0.001	4.5	0.001	0.5	<0.0005	0.016	
15	FG12-12	表層	H27.11.11	3.9		<0.001	6.0	<0.001	0.7	<0.0005	14	
16	FG12-13	表層	H27.11.11	3.9		<0.001	9.8	<0.001	<0.5	<0.0005	11	
17	FG12-17	表層	H27.11.11	3.9	1.2	<0.001	8.0	<0.001	0.7	<0.0005	1.5	
18	FG12-21	表層	H27.11.11	2.7	1.2	0.012	17	0.006	1.6	<0.0005	5.1	
19	FG12-22	表層	H27.11.11	4.1	1.2	0.002	7.3	<0.001	<0.5	<0.0005	1.2	
20	FG12-23	表層	H27.11.11	4.0	1.2	0.001	6.4	<0.001	0.5	<0.0005	24	
21	FG23-1	表層	H27.11.11	3.2	1.2	<0.001	6.1	<0.001	<0.5	<0.0005	12	
22	FG23-3	表層	H27.11.11	3.3	1.2	0.001	10	<0.001	<0.5	<0.0005	57	
23	FG23-6	表層	H27.11.11	3.4	1.4	<0.001	9.6	0.001	0.9	<0.0005	0.46	
24	FG23-11	表層	H27.11.11	3.9	1.4	0.008	6.9	0.002	<0.5	<0.0005	1.9	
25	FG23-16	表層	H27.11.11	4.0	1.4	0.003	6.9	0.002	<0.5	<0.0005	9.4	
26	FG23-21	表層	H27.11.11	4.2	1.3	0.004	9.6	0.004	0.8	<0.0005	0.83	
27	FG23-21-1	表層	H27.11.20	2.0	1.3	<0.001	27	<0.001	1.1	<0.0005	150	
28	FG23-22	表層	H27.11.11	4.2	1.3	0.004	6.9	0.003	<0.5	<0.0005	5.1	
29	FG23-23	表層	H27.11.11	4.0	1.3	0.002	5.5	0.001	<0.5	<0.0005	5.4	
30	GH23-12	2層目	H27.12.15	3.1	2.7	0.008	-	-	-	-	-	
31	GH23-17	2層目	H27.12.17	3.2	2.7	0.001	-	-	-	-	-	
32	HI12-16-1	掘削後	H27.12.10	2.5	2.4	0.010	16	0.008	1.0	<0.0005	5.9	地下水面まで掘削し、掘削後調査
33	貯留トレンチ西1	掘削後	H28.2.3	-	-	0.003	12	0.001	0.5	<0.0005	23	矢板施工後、地下水基準水位以上を掘削後調査分(HI12-22A、23-1-1、23-2A、23-7A、23-12A)
34	貯留トレンチ西2	掘削後	H28.2.3	-	-	0.004	8.5	0.003	<0.5	<0.0005	14	
35	貯留トレンチ西3	掘削後	H28.2.3	-	-	0.005	9.8	0.002	0.5	<0.0005	20	

表4 土壌ガス調査結果

No.	調査地点名	試料採取日	分析項目										
			四塩化炭素	1,2-ジクロロエタン	1,1-ジクロロエチレン	シス-1,2-ジクロロエチレン	1,3-ジクロロプロパン	ジクロロメタン	テトラクロロエチレン	1,1,1-トリクロロエタン	1,1,2-トリクロロエタン	トリクロロエチレン	ベンゼン
—	定量下限値	—	0.1ppmv	0.1ppmv	0.1ppmv	0.1ppmv	0.1ppmv	0.1ppmv	0.1ppmv	0.1ppmv	0.1ppmv	0.1ppmv	0.05ppmv
1	EF23-14	H28.2.25	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2	EF23-15	H28.2.25	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
3	EF23-18	H28.2.25	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
4	EF23-19	H28.2.25	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
5	EF23-23	H28.2.25	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
6	EF23-25	H28.2.25	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
7	EF34-3	H27.12.17	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
8	EF34-3-1	H28.2.25	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
9	EF34-4	H27.12.17	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
10	EF34-8	H27.12.17	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.17
11	EF34-8-1	H28.2.25	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
12	EF34-9	H27.12.17	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
13	EF34-14	H27.12.17	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
18	FG12-21	H27.12.8	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
21	FG23-1	H27.12.7	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
22	FG23-3	H27.12.8	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
23	FG23-6	H27.12.7	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
24	FG23-11	H27.12.7	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
25	FG23-16	H27.12.7	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

表5 土壌溶出量調査結果

No.	調査地点名	試料採取日	分析項目											
			四塩化炭素	1,2-ジクロロエタン	1,1-ジクロロエチレン	シス-1,2-ジクロロエチレン	1,3-ジクロロプロパン	ジクロロメタン	テトラクロロエチレン	1,1,1-トリクロロエタン	1,1,2-トリクロロエタン	トリクロロエチレン	ベンゼン	1,4-ジオキサソ
—	完了判定基準	—	0.02mg/l以下	0.04mg/l以下	0.2mg/l以下	0.4mg/l以下	0.02mg/l以下	0.2mg/l以下	0.1mg/l以下	3mg/l以下	0.06mg/l以下	0.3mg/l以下	0.1mg/l以下	0.5mg/l以下
—	土壌溶出量基準	—	0.002mg/l以下	0.004mg/l以下	0.02mg/l以下	0.04mg/l以下	0.002mg/l以下	0.02mg/l以下	0.01mg/l以下	1mg/l以下	0.006mg/l以下	0.03mg/l以下	0.01mg/l以下	
32	HI12-16-1	H27.12.15	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
33	幹留トレンチ西1	H28.2.3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
34	幹留トレンチ西2	H28.2.3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
35	幹留トレンチ西3	H28.2.3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND



凡例
 緑：完了判定基準以下区域
 赤：完了判定基準超過区域
 青：地下水対応となった区域
 白：未調査もしくは調査中区域

図2 今回報告区画位置図

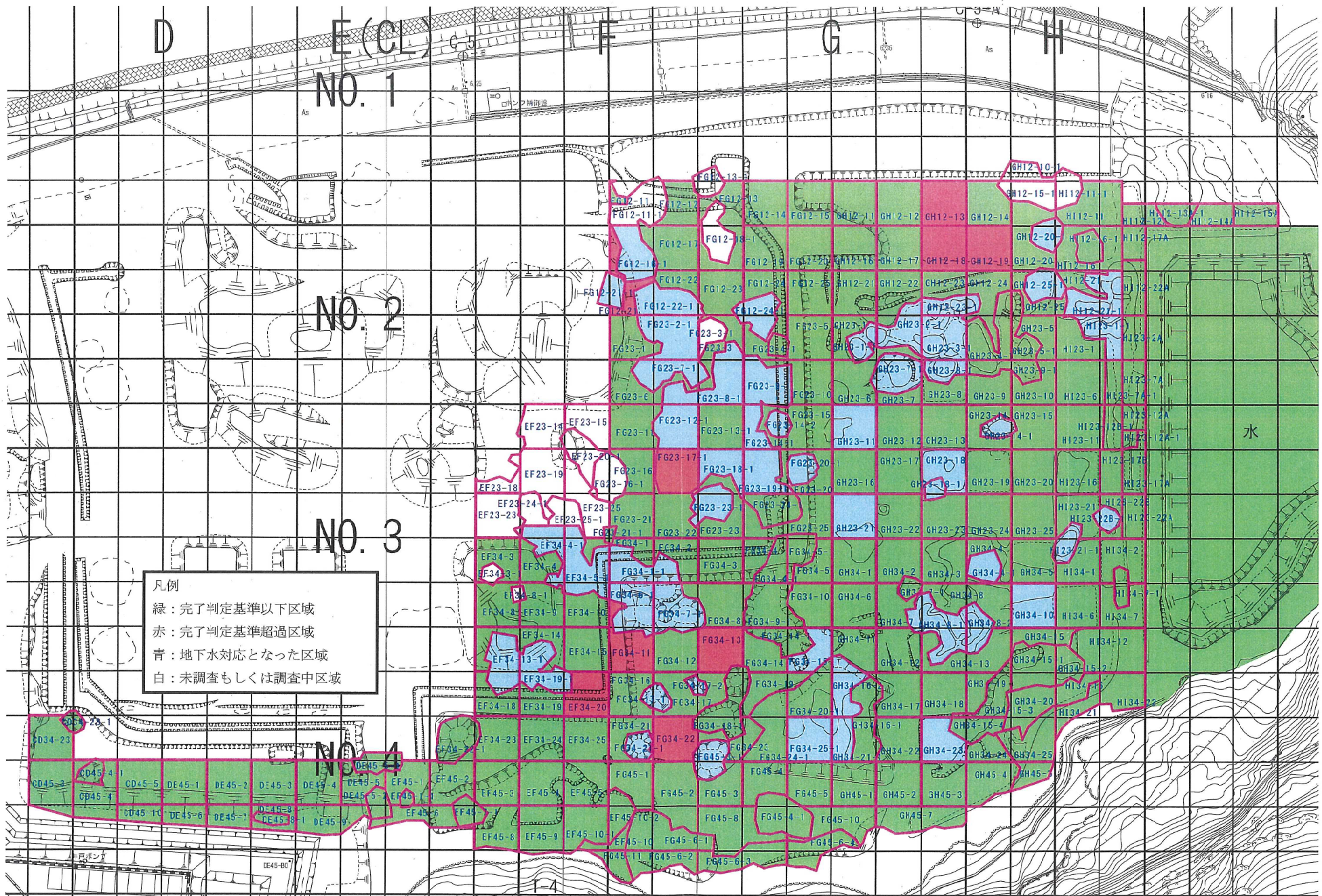


図3 完了判定調査結果

底面掘削の完了確認方法の検討状況

1. 概要

第 39 回豊島廃棄物等管理委員会にて報告した「底面掘削の完了確認方法の検討状況」(資料 39・II/3-4)において、今後の検討課題としていた、天候の影響、埋設物の性状と埋設状況、探査深度について、検証のため調査を行ったので、その結果を報告する。

調査は平成 28 年 1 月 22 日に実施したが、検出可能深度が製品能力を大きく下回っていたことから、探査装置を所有する日本環境衛生センターでは、調査結果を探査装置の販売元である応用地質株式会社に報告するとともに、探査装置本体を送付して動作確認を依頼した。

その結果、探査機器の故障が判明したため、2 月 29 日に、応用地質が所有する同じ機種 of 探査装置 EMP-400 を用いて、再度調査を行った。

なお、探査機器が故障していたため、平成 27 年 11 月 13 日、14 日と平成 28 年 1 月 22 日に実施した探査結果は検証に値しない。

2. 調査概要

応用地質が所有する探査装置を用いて 2 月 29 日に行った調査の結果は次のとおりであった。

- 1) 調査期間：平成 28 年 2 月 29 日 (月) 天候：午前 雨、午後 くもり
- 2) 調査手法：電磁法探査 Profiler EMP-400 (GSSI 社製) ※応用地質所有
- 3) 調査内容

検出可能深度を確認するため、盛土中にドラム缶を埋設して探査を実施した。埋設深度は、横置きにしたドラム缶の上端が表層から 0.8m と 0.9m とした。

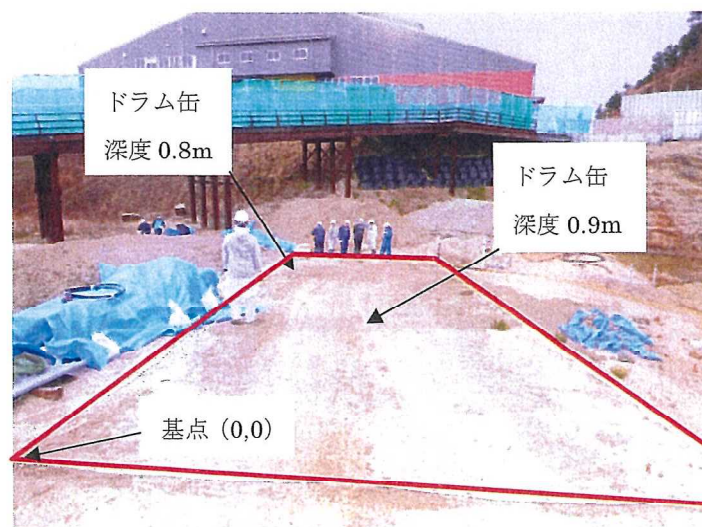


写真-1 調査地点の状況

探査結果を図-1 に示す。図-1 の上段は見掛け電気伝導率の平面分布図、下段は同相成分の平面分布図を表したものである。同相成分の平面分布図は、地盤中に電気的性質が明らかに異なる物質が存在するかを評価するのに適している。

見掛け電気伝導率の平面分布図において、周波数 10000Hz と 4000Hz の結果では、ドラム缶を埋設した 2 箇所の近辺で、周囲よりも高い電気伝導率を示している。しかし、ドラム缶の埋設位置に対して、高電気伝導率の検出範囲が広く、検出位置も若干のずれが生じていることから、大まかな傾向は把握できるものの、明確な埋設位置までは特定できていないと考えられる。

一方、同相成分の平面分布図では、周波数 10000Hz と 4000Hz の結果において、ドラム缶を埋設した 2 箇所の範囲で、周囲とは明らかに異なる反応を示している。ドラム缶の埋設位置と検出範囲もよく一致し、検出位置のずれもわずかなことから、埋設されたドラム缶を明確に検出できることが証明された。

周波数 15000Hz の結果では、見掛け電気伝導率、同相成分のどちらもドラム缶を検出できていない。これは、周波数の大きさにより、探査深度が異なることに起因していると考えられ、一般的に、周波数が大きいほど探査深度は浅く、周波数が小さいほど探査深度は深くなる。ただし、周波数が小さくなるほど、探査精度は低下する。以上のことから、周波数 15000Hz を用いた探査では、ドラム缶の埋設深度まで達しておらず、少なくとも深度 0.8m よりも浅い範囲の結果を反映したものであると考えられる。

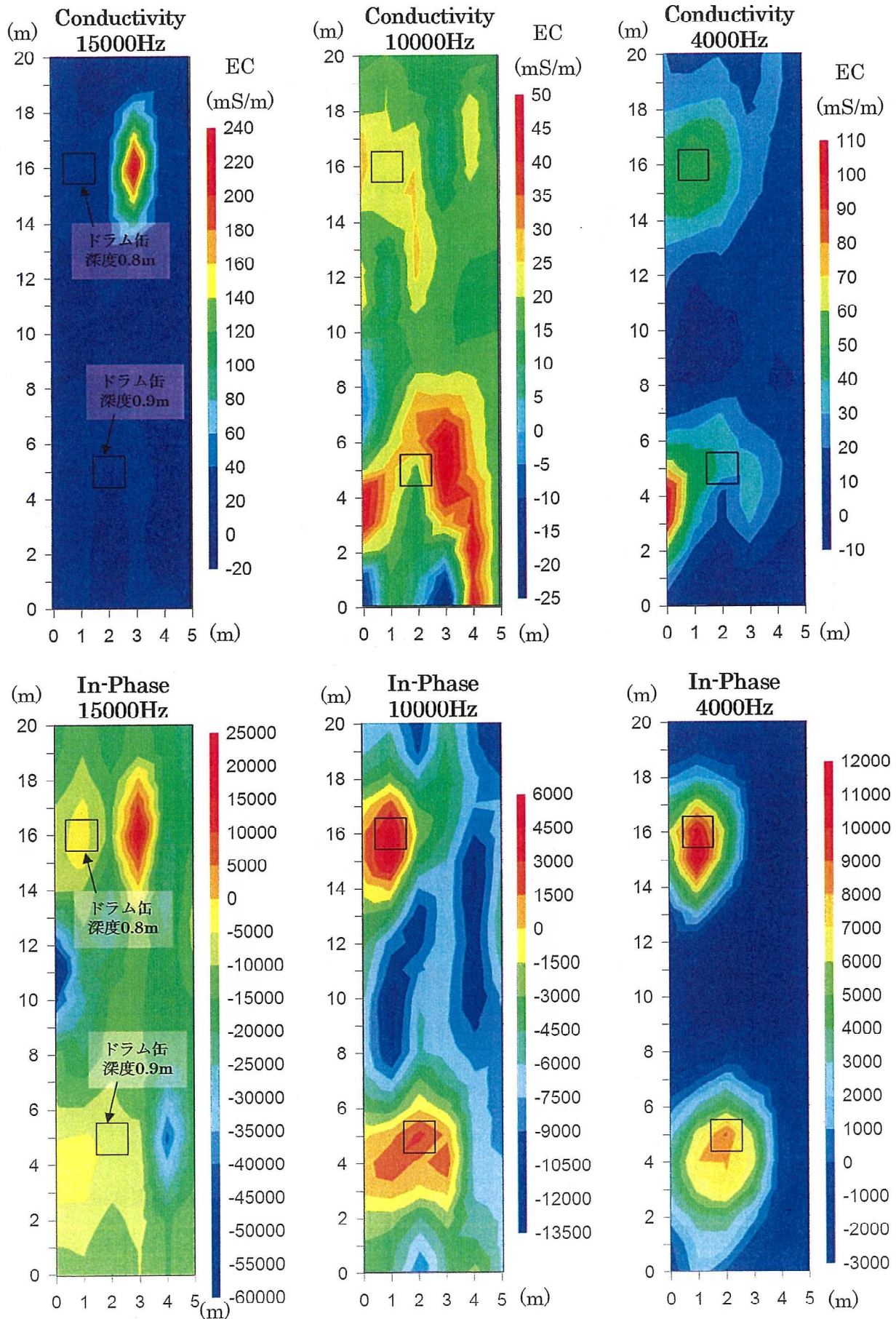


図-1 探査結果 (上段：見掛け電気伝導率、下段：同相成分)

3. 課題の検討結果

(1) 天候の影響について

豊島処分地では午前中 2.4 mm の降雨があり、前日より岡山県には雷注意報が発令されており、香川県も当日の午前中は雷注意報が発令されていたが、調査中に雷が観測されることはなかった。

上記のように、探査当日の天候条件としては、決して良い条件ではなかったが、埋設深度 0.8m と 0.9m の 2 つのドラム缶を検出できている。今回使用した応用地質所有の探査機器では、晴天時に同地点での探査を行っていないため、晴天時との比較はできないが、比較的悪い天候条件の中で、ドラム缶を検出できていることから、天候の影響はそれほどないものと考えられる。ただし、表層に水溜まりがある場合には、探査結果に影響が出るおそれがあるため、ポンプで排水するなどの措置が必要である。

(2) 埋設物の性状と埋設状況について

今回の探査結果から、低電気伝導率のマサ土中に埋設された、高電気伝導率を示す比較的大きな金属類であるドラム缶を検出できることが証明された。

(3) 探査深度について

今回の探査結果では、埋設深度 0.9m のドラム缶を検出できていることから、豊島処分地における電磁法探査によるドラム缶の検出可能深度は、少なくとも 0.9m 以上であることが明らかになった。

なお、探査装置 EMP-400 の探査深度は、送信ループと受信ループの距離に依存しており、理論上はループ間の距離の 1.5 倍程度が最大探査深度となる。探査装置 EMP-400 のループ間の距離は 1.2m であるので、最大探査深度は約 1.8m である。図-2 は応用地質の試験場にて実施した電磁法探査の結果である。探査深度は、使用する周波数や地盤状況により異なるが、応用地質の試験場では、深度 1.4m に埋設したドラム缶を検出できている。

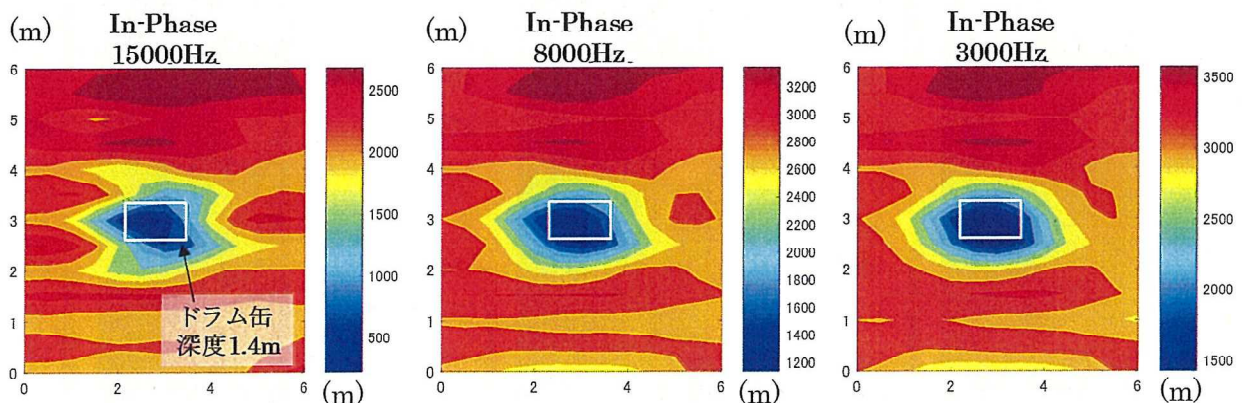


図-2 応用地質による試験結果

4. まとめ

今回の調査結果から、豊島処分地における電磁法探査によるドラム缶の検出可能深度は降雨時でも 0.9m 以上であることが明らかになった。

底面掘削の完了確認方法は現在日視で行っているが、廃棄物の撤去を完了確認済みの一部の地点からドラム缶が見つかった事例も存在しており、今回の電磁法探査を用いることで目視のみでは確認できなかった埋設ドラム缶の確認が可能と考えられる。

今後、電磁法探査を用いた底面掘削の完了確認について、具体的な確認方法を検討する。

最終混合面等の施工状況

1. 概要

最終混合面等の施工については、第 21 回排水・地下水等対策検討会（平成 27 年 12 月 23 日開催）において承認された「最終混合面等の施工方法」に従って施工しているところであるが、平成 28 年 2 月末時点の施工状況について報告する。

併せて、土壌の掘削後調査の作業ヤードの確保等を図るため、廃棄物仮置きヤードの縮小及び廃棄物等搬入路の法線について計画を変更する。

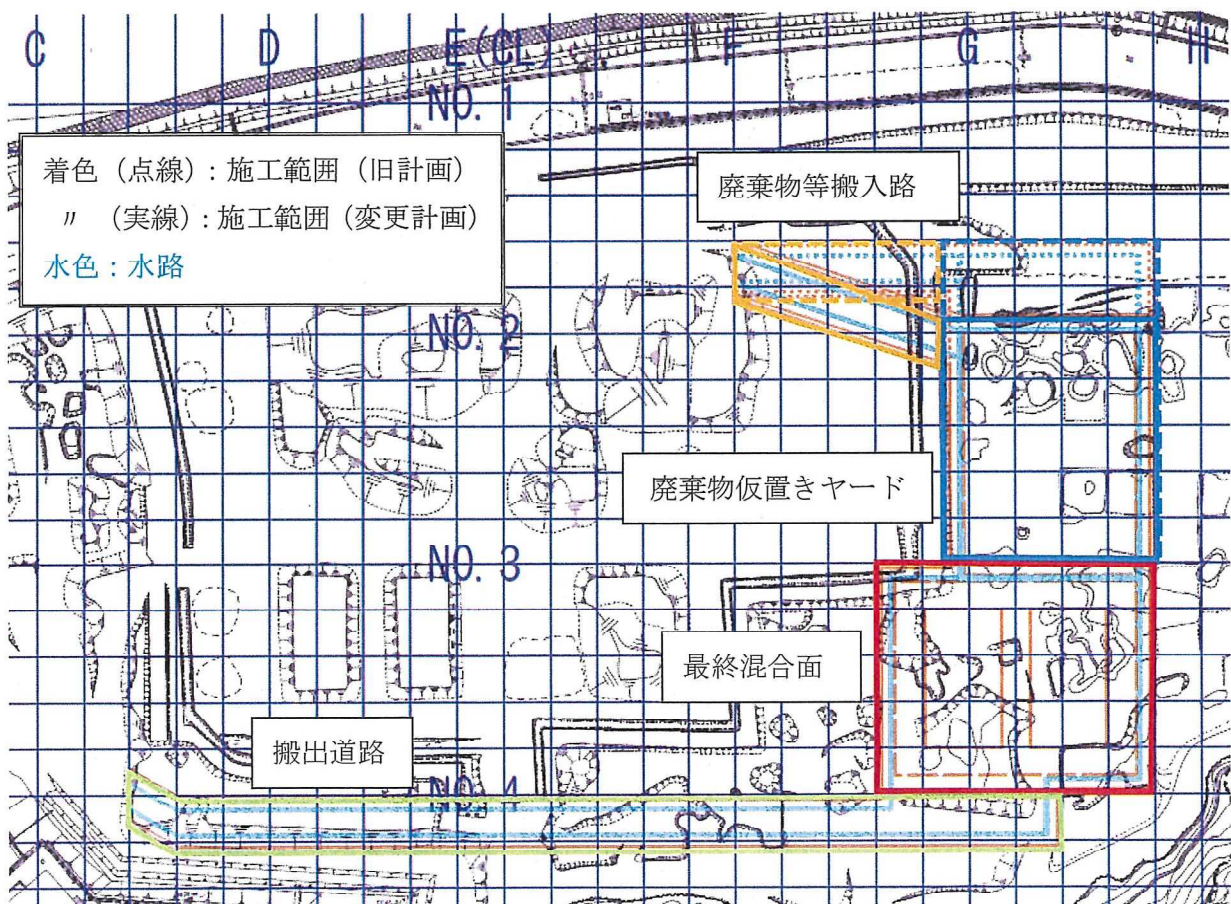


図 1 最終混合面等の施工場所（平面図）

2. 施工状況（平成28年2月末時点）

現在、最終混合面の施工が完了しており、4月上旬より廃棄物仮置きヤードで盛土材として使用する均質化物の混合作業を予定している。

搬出道路については、西側の盛土施工途中で3月中には水路及び仮囲いが設置され、運用開始を予定している。

また、仮置きヤードと廃棄物搬入路については、3月中旬から残りの盛土施工を行い、4月中には水路及び仮囲いを設置し運用開始を予定しているが、均質化物の作成状況によっては部分的な運用開始となる。



写真1 最終混合面の施工状況



写真2 搬出道路の施工状況



写真3 廃棄物仮置きヤード及び廃棄物搬入路の施工状況

3. 廃棄物仮置きヤード及び廃棄物搬入路の施工範囲の変更

(1) 廃棄物仮置きヤードの大きさの変更及び廃棄物搬入路の法線の変更

土壌の掘削後調査に必要な置き場等、場内作業ヤードを確保するため、廃棄物仮置きヤードを必要最小限に縮小するとともに、廃棄物搬入路の法線についても併せて変更する。



写真4 仮置きヤードの縮小と廃棄物等搬入路の法線変更

(2) 廃棄物搬入路の施工に伴う周辺つぼ掘りの埋戻し

最終混合面等の施工範囲にある排水基準を満足するつぼ掘りについては、埋戻しを行っているが、廃棄物搬入路の施工にあたっては、降雨などによりつぼ掘りの法肩が崩壊している箇所があり、安全な作業環境を確保するため、つぼ掘りから一定の距離を取ることとし、施工範囲がつぼ掘りに囲まれ、つぼ掘り部から十分な距離が取れない場合は、周辺の排水基準を満足するつぼ掘りについても埋戻しを行う。

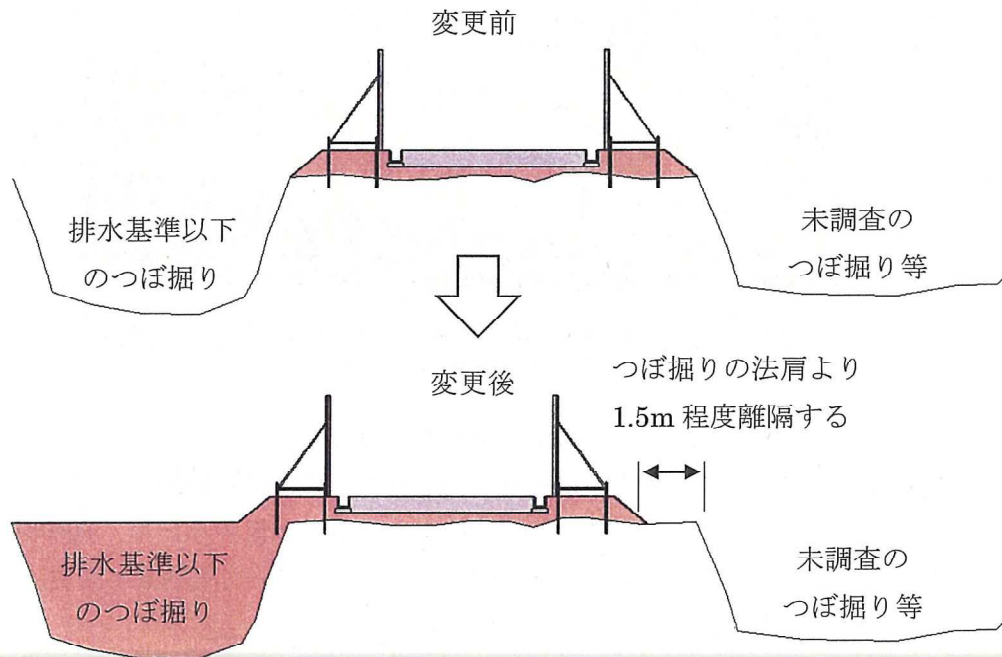


図2 横断面図

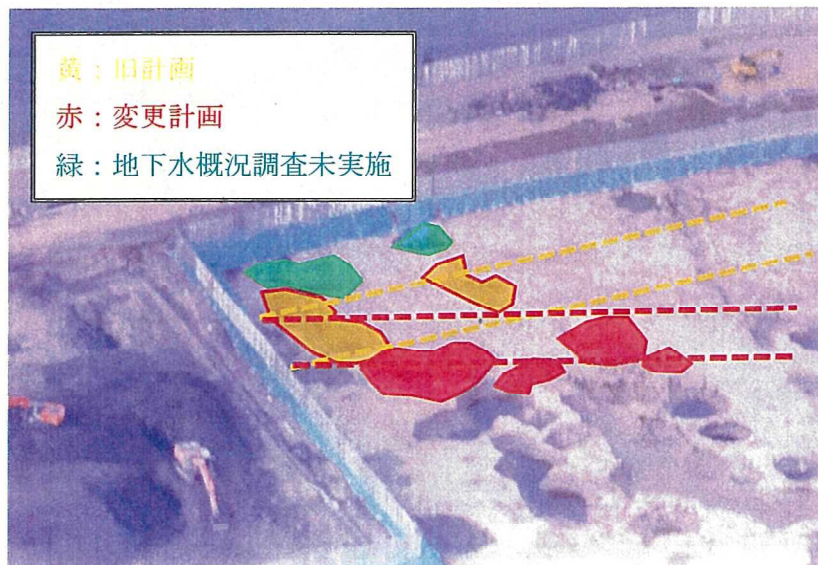


写真5 廃棄物搬入路周辺のつぼ掘り

電磁法探査による底面掘削の完了確認方法

1. 概要

第22回豊島処分地排水・地下水等対策検討会（H28.3.13開催）において報告した「底面掘削の完了確認方法の検討状況」の結果を受け、今回、電磁法探査による底面掘削の完了確認方法を示す。

2. 電磁法探査による底面掘削の完了確認方法

確認方法については次のとおりとする。

（1）探査対象範囲

探査対象範囲は、廃棄物等の掘削・除去後、目視による完了確認が行われた範囲とし、過去に完了確認後に見つかったドラム缶の埋設状況を踏まえ、次の範囲は対象外とする。

- ・つぼ掘り
- ・既に1層分または地下水基準水位まで汚染土壌を掘削した区画

（2）実施時期

目視による廃棄物撤去の確認後、山中技術アドバイザーの立会の下、4月以降順次行う。



写真1 過去に完了確認後に見つかったドラム缶の埋設状況
：汚染土壌を50cm掘削中にドラム缶が出現（H27.3.30撮影）

(3) 実施手順

① 概略調査

測定対象範囲内に格子等の測点を設定せずに、機器に内蔵された GPS を用いて、位置情報を取得しながら、ゆっくりとした歩行速度で測定を行い、磁場の伝わり方 (In-Phase) が大きく変化する地点を大まかに把握する。

② 詳細調査

概略調査により磁場の伝わり方 (In-Phase) の大きな変化が測定された地点において、測定対象範囲内に 1m 格子を設定し、格子の各交点上で電磁法探査装置を地面と水平になるように支持し、交流磁場の送受信を行い、ドラム缶等の埋設物の可能性が考えられる地点を絞り込む。

③ バックホウによる掘削

詳細調査によりドラム缶等の埋設物の可能性が考えられる地点において、バックホウにより掘削を行い、ドラム缶等の埋設物が確認された場合は、周辺土壌を汚染しないように慎重に掘削し、ダンプトラック等により搬出する。なお、ドラム缶等の埋設物が確認されない場合は、底面掘削が完了した土壌表面より深さ 1m まで掘削を行った時点で完了とし、掘削した箇所については埋め戻しを行う。

また、つぼ掘りや土壌表面の凹凸により作業環境が確保できない場合は、排水基準を満足するつぼ掘り及び完了判定基準を満足する土壌表面においては、切り盛り土工により作業環境を確保する。

(4) 遮水壁等の影響により電磁法探査が困難な箇所の底面掘削の完了確認方法

遮水壁沿い等、周辺に金属類があり電磁法探査に影響が生じる範囲においては、バックホウ等により底面掘削が完了した土壌表面より深さ 1 m で掘削を行い、ドラム缶等の埋設物の確認を行う。

掘削作業に当たっては上記の (3) ③と同様とする。



写真 2 北海岸遮水壁沿い

ドラム缶内容物の処理

1. 概要

平成 27 年 1 月 26 日、2 月 6 日、9 日及び 5 月 26 日に掘削されたドラム缶の固体状内容物について、縮分してハンディ蛍光 X 線で測定を行ったところ、表 1 のとおり「特殊前処理物の取扱マニュアル」に定める取扱判断基準を超過しており、鉛が約 19～33 重量%を占める結果であった。

このため、縮分前のドラム缶内容物を対象として再度測定を行ったところ、表 2 のとおり、10 検体のうち 9 検体が取扱判断基準を超過しており、そのうち 8 検体（検体番号 83-1～83-4、86-1～86-4）については、約 32～52 重量%の鉛が含まれていた。

表 1 縮分したドラム缶内容物の検査結果

	検体番号	83	86	取扱判断基準
	縮分数	5	5	
検査項目	カドミウム	170	51	150
	鉛	330,000	190,000	14,000
	総クロム	10,000	6,300	3,850
	砒素	24,000	12,000	150
	セレン	ND	ND	150
	ニッケル	ND	ND	440
	総水銀	ND	ND	10
	アンチモン	350	100	50

※1 単位は、mg/kg・wet である。

※2 黄色は取扱判断基準超過と評価したもの。

表 2 縮分前のドラム缶内容物の検査結果

	検体番号	83-1	83-2	83-3	83-4	83-5	取扱判断基準
	カドミウム	150	270	270	270	ND	
検査項目	鉛	340,000	440,000	450,000	440,000	70,000	14,000
	総クロム	10,000	9,900	9,300	10,000	4,500	3,850
	砒素	26,000	34,000	38,000	37,000	2,300	150
	セレン	ND	ND	ND	ND	ND	150
	ニッケル	ND	ND	ND	ND	ND	440
	総水銀	ND	ND	ND	ND	ND	10
	アンチモン	340	520	500	570	32	50
	内容物重量(kg)	320	130	220	180	200	

	検体番号	86-1	86-2	86-3	86-4	86-5	取扱判断基準
	カドミウム	150	170	320	330	ND	
検査項目	鉛	320,000	370,000	440,000	520,000	1,100	14,000
	総クロム	6,600	8,600	10,000	11,000	150	3,850
	砒素	23,000	27,000	32,000	38,000	43	150
	セレン	ND	ND	ND	ND	ND	150
	ニッケル	ND	ND	ND	ND	86	440
	総水銀	ND	ND	ND	ND	ND	10
	アンチモン	310	330	600	600	ND	50
	内容物重量(kg)	280	280	250	120	210	

※1 単位は、mg/kg・wet である。

※2 黄色は取扱判断基準超過と評価したもの。なお、各測定における測定誤差を測定値に加え、基準超過と評価したものを含む。

2. ドラム缶の掘削状況

高濃度の鉛を含むドラム缶内容物は図1の地点で掘削されており、掘削時のドラム缶の状況は写真1のとおりである。

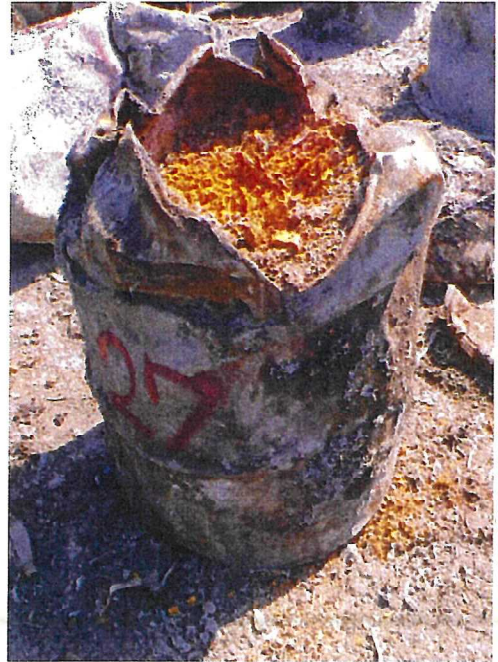
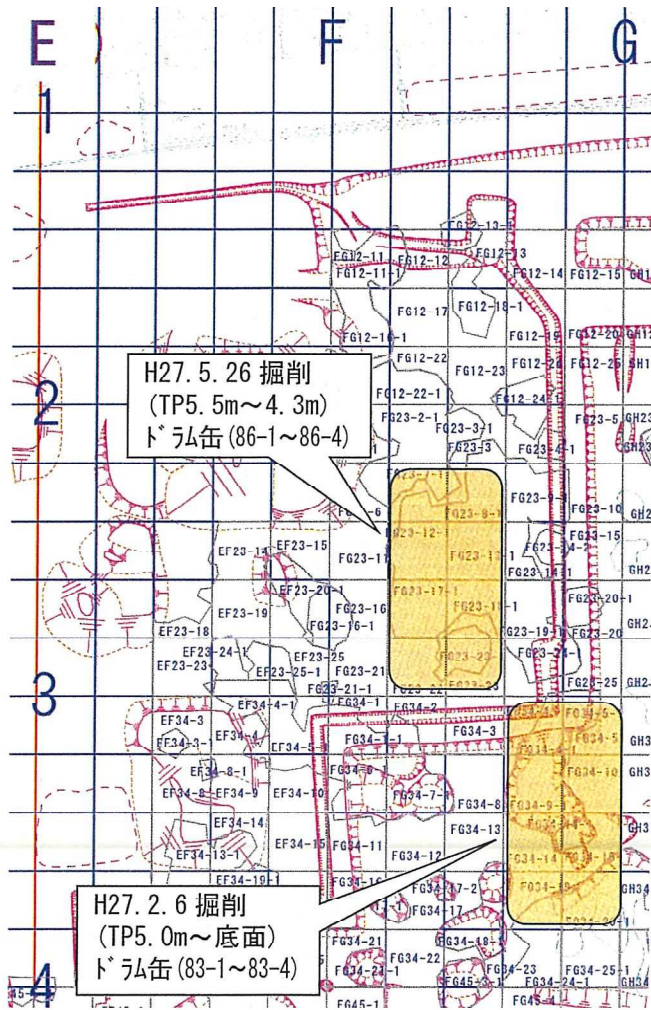


写真1 掘削時のドラム缶の状況

図1 ドラム缶の掘削場所

3. 今後の取扱い

高濃度の鉛を含むドラム缶内容物は総計 1.78t もあり、直島の熔融炉で処理した場合、熔融スラグ及び飛灰中の鉛含有量が上昇する原因となり、有効利用の支障となることが想定される。

そこで、中間処理施設で処理することなく専門業者に処理委託することにより、有効利用を図る方向で検討する。



写真2 ドラム缶内容物 (拡大)

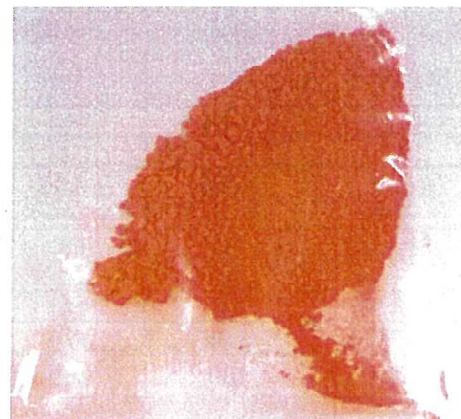


写真3 粉碎後の状況

中間処理施設の最近のトラブルと対策

平成28年12月6日に開催された第39回豊島廃棄物等管理委員会での報告以降、計画外で処理停止に至った事案を表1に示す。

表1 処理停止に至った事案

No.	炉停止 発生日	内容	原因	対策	1号 炉停止 時間 [h]	2号 炉停止 時間 [h]	キルン 炉停止 時間 [h]	備考
1	H27.12.23	キルン磁力選別機故障のため、一時処理停止	選別機内部へのダスト侵入により、軸受が損傷したことによる	軸受の交換周期を2年から1年とする	-	-	41	
2	H28.1.30	2号第1スラグコンベヤ故障のため、一時処理停止	ヘッド部ライナーとシャフトの間に隙間が発生していたことにより、スラグがテール部に回り込み、過負荷で停止した	当該箇所のライナーは1月工事で更新していたことから、工事完了時の確認体制を強化する	-	31	-	
3	H28.2.21	消石灰供給不足によるSO ₂ 濃度上昇のため、一時処理停止	消石灰貯留槽のレベル計付近に消石灰が付着して、適正なレベル管理ができず、消石灰が不足した	レベル計付近にエアノッカーを設置する	22	22	19	詳細は後述
4	H28.3.7	2号第1スラグコンベヤ故障のため、一時処理停止	スラグ量の増加に伴い、フライト幅全体にスラグが広がり、ヘッド部の両サイドからスラグがこぼれてテール部に回り込み、過負荷で停止した	ヘッド部ライナーの両サイドにスラグこぼれ防止板を取り付ける	-	0.5	-	

キルン磁力選別機故障について

1. 経緯と故障状況

平成 27 年 12 月 23 日 1:00 頃、No.1 キルン磁力選別機の故障が発生したため、現場を確認したところ、過負荷で停止していた。運転を継続したままの修理が困難であることから、同日 1:30 頃に処理を停止した。

磁力選別機を分解したところ、磁力選別機内部にダストが侵入しており、軸受が損傷していた。

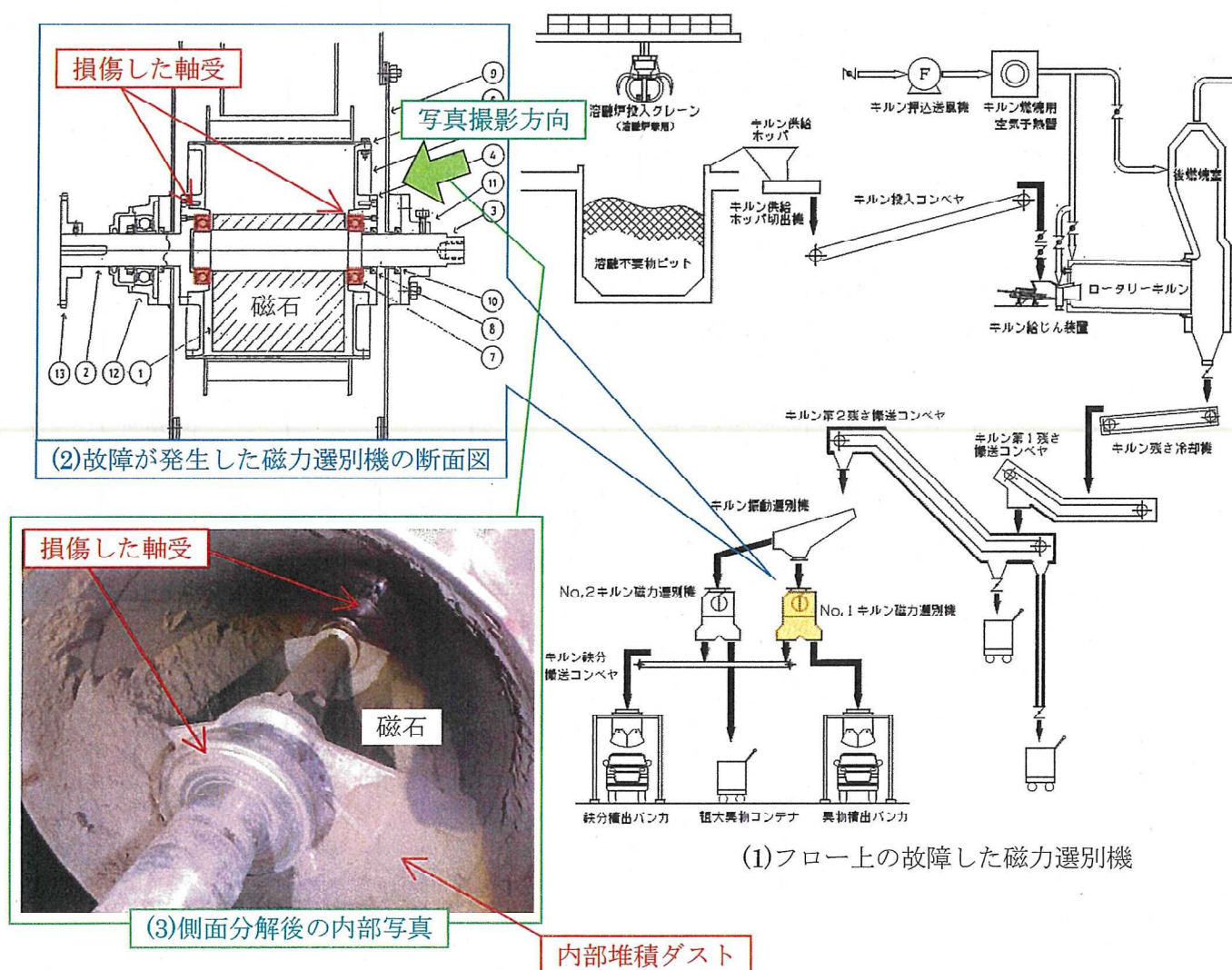


図 1.1 故障した磁力選別機の状況

12 月 23 日及び 12 月 24 日に損傷した軸受の交換を行い、組立・復旧後、12 月 24 日 18:30 頃から処理を再開した。

2. 今後の対策

今回損傷した軸受は、平成 21 年 2 月の仮置き土処理開始後、平成 23 年 9 月に損傷したころから、その後は約 2 年周期で交換していた。

前回は平成 26 年 10 月に交換しており、今回 1 年 2 ヶ月経過後に損傷したこととなることから、今後は 1 年周期で交換することとする。

表 2.1 No.1 磁力選別機に関わる履歴

年月	No.1 磁力選別機に関わる項目
平成21年2月	仮置き土処理開始
平成23年9月	内部へのダスト侵入による軸受損傷発生→軸受交換
平成24年9月	回転ドラム穴あきによるダスト侵入発生 →回転ドラム更新(その際、軸受交換実施)
平成26年10月	軸受交換
平成27年12月	軸受損傷(今回)

1月30日の2号第1スラグコンベヤ故障について

1. 経緯

平成28年1月30日10:50頃、2号溶融炉の第1スラグコンベヤの故障が発生したため、現場の状況を確認したところ、コンベヤリターン側スプロケット部にスラグが堆積し、スプロケットと主務チェーンの稼働を阻害していることが判明した。

運転を継続したままの復旧が困難であったことから、キープ運転（主燃焼室温度を概ね1,000℃程度に保持した状態）に移行させて、一時的に処理を停止した。

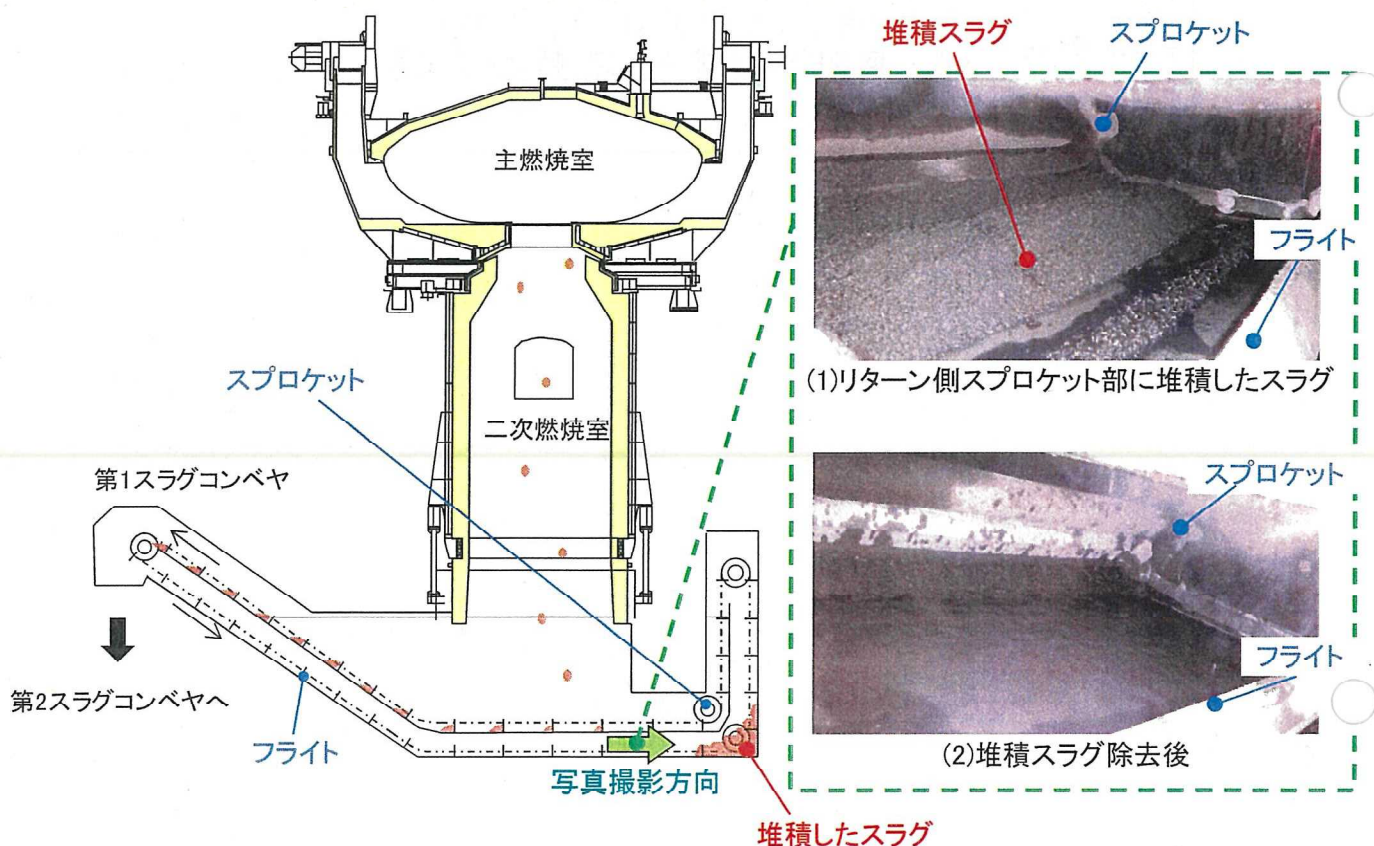


図 1.1 2号第1スラグコンベヤのリターン側スプロケット部のスラグ堆積状況

2. 原因と処置

リターン側にスラグが入り込んだ原因を調査した結果、コンベヤヘッド部のライナー両端とシャフトの隙間が大きく、その隙間からスラグがリターン側にこぼれていたことが分かった。

リターン側スプロケット部に堆積したスラグを除去するとともに、スラグこぼれ防止対策として、シャフトとライナーに隙間が発生しないように、曲げ部のライナー幅を拡張して取り付けることとした。

上記復旧作業を終え、1月31日16時頃から昇温を開始し、21時頃から処理を再開した。

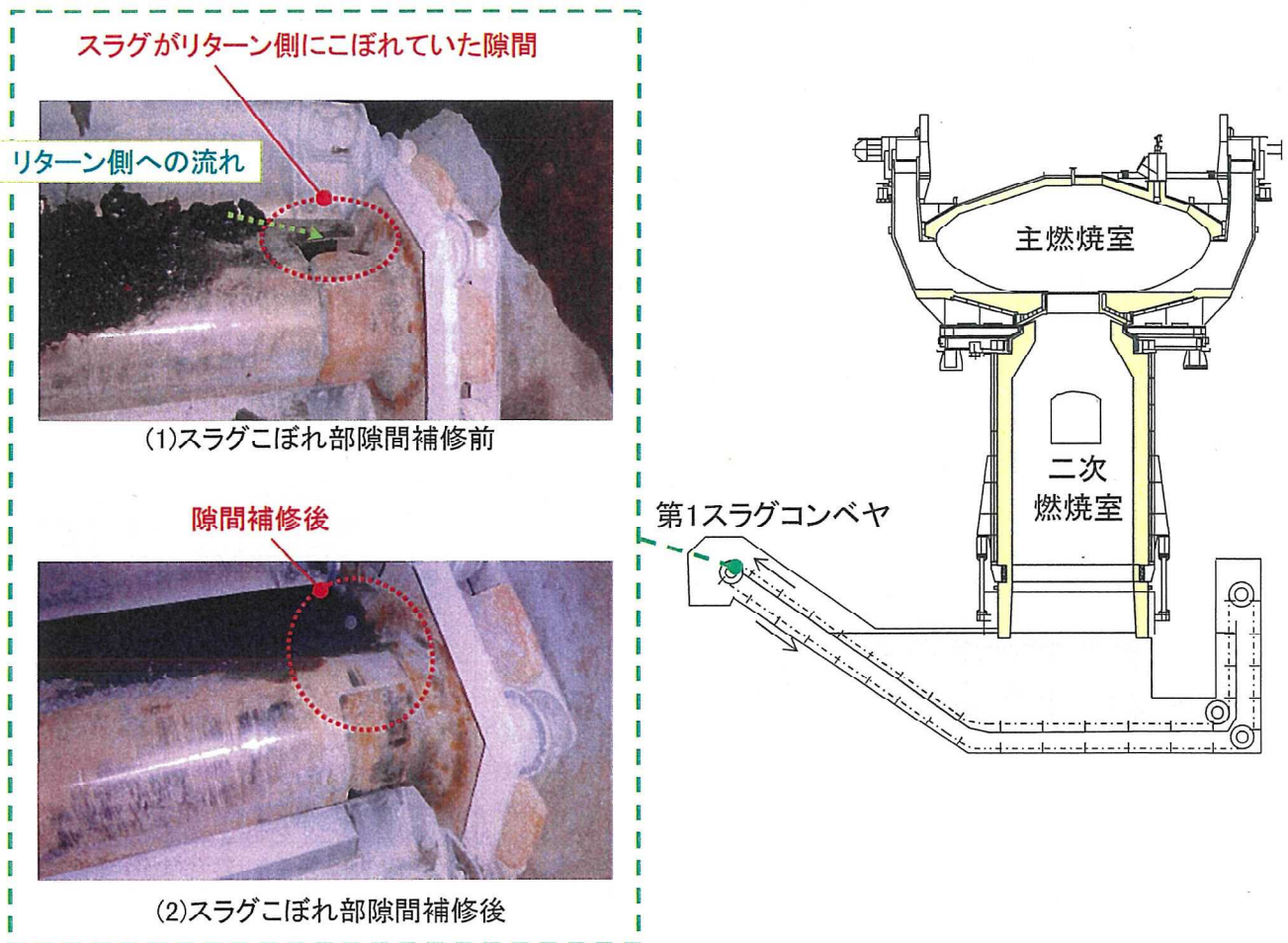


図 2.1 2号第1スラグコンベヤのヘッド部ライナー補修状況

3. 今後の対策

該当箇所のライナーは1月の定期整備工事で交換した箇所であったが、工事完了時の確認が不十分であった。

今後、工事完了時の確認は工事監督責任者及び運転責任者の両者で行うこととする。

酸性ガス中和剤不足による一時処理停止について

1. 経緯

平成 28 年 2 月 21 日 13:30 頃から 1 号溶融炉排ガスの硫黄酸化物 (SO₂) 濃度が上昇し始めたことから、中和剤である消石灰供給装置を点検したところ、消石灰貯留槽内が空になっていることが判明した。

消石灰の供給ができない状態で硫黄酸化物 (SO₂) 濃度を要監視レベル (20ppm) 以下に維持することが困難であることから、14:30 頃から 1、2 号溶融炉はキープ運転 (主燃焼室温度を概ね 1,000℃程度に保持した状態) への移行を開始し、ロータリーキルン炉は投入を一時的に停止した。

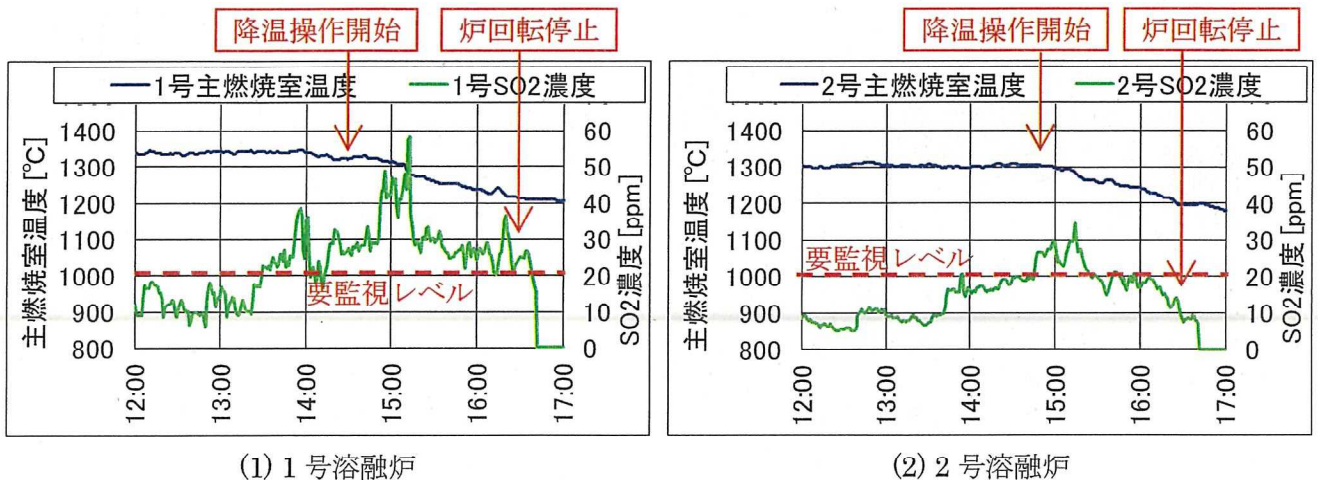


図 1.1 主燃焼室温度と排ガス中硫黄酸化物 (SO₂) 濃度の推移

翌日 (2月 22日) 消石灰が入荷したことから、ロータリーキルン炉は 9:30 頃より処理を再開し、1、2号溶融炉は 9:40 頃より昇温を開始して 13:30 頃より処理を再開した。

2. 原因と対策

消石灰貯留槽には、図 2.1 の通り、3 箇所にレベル計が設置されており、そのレベルは中央制御室で監視している。レベル M を下回ると消石灰を注文し、翌営業日に消石灰が入荷、という流れとなっている。

今回、レベル L、M とも中央制御室の表示では ON 状態 (そのレベルに消石灰がある、という状態) で SO₂ 濃度が上昇したが、現場で消石灰貯留槽の側面ケーシングをハンマリングしたところ、レベル L、M とも OFF 状態 (そのレベルに消石灰がない、という状態) になったことから、レベル計付近に消石灰が付着してレベル計が誤作動していたものと考

えられる。

対策として、レベル計付近にエアノッカーを設置し、消石灰の付着によるレベル計誤作動の防止を図ることとする。

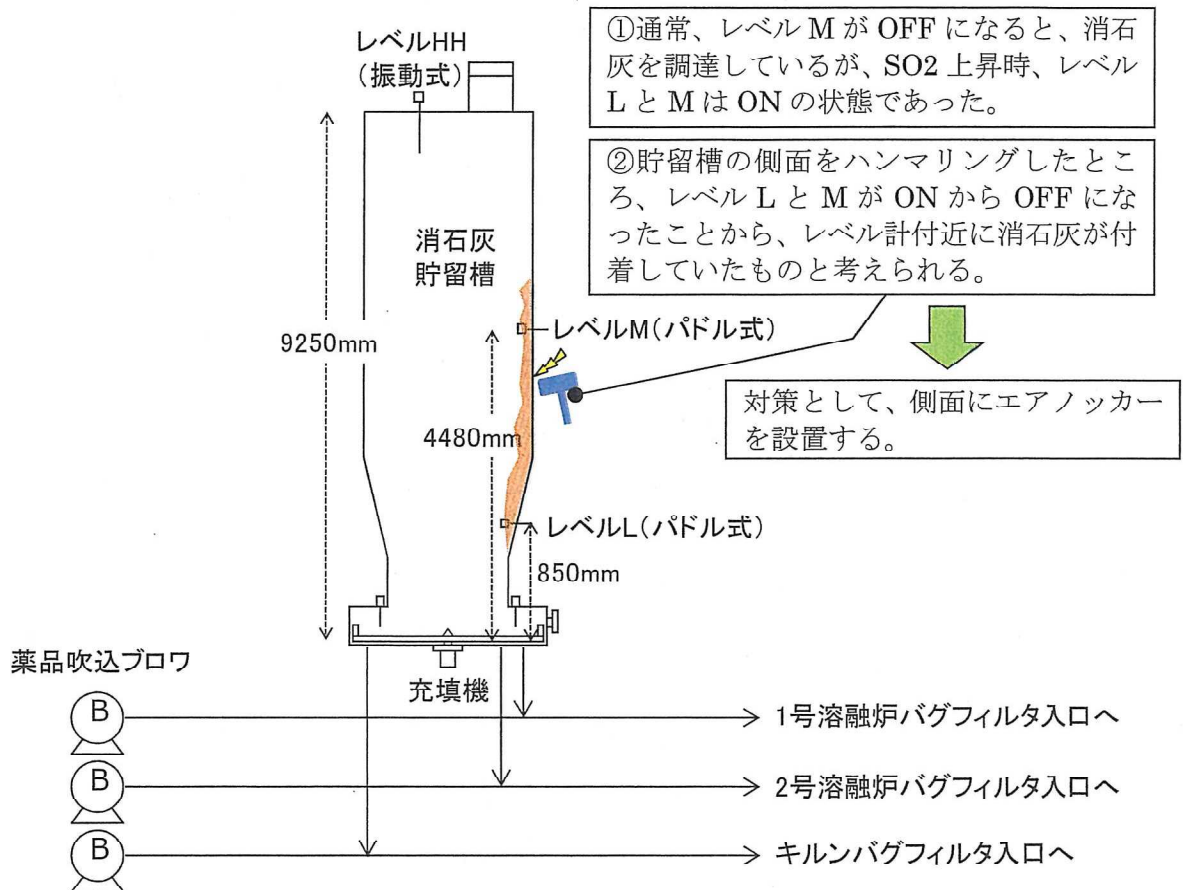


図 2.1 消石灰貯留槽のレベル計誤作動の状況

3月7日の2号第1スラグコンベヤ故障について

1. 経緯

平成28年3月7日17:20頃、2号溶融炉の第1スラグコンベヤの故障が発生したため、現場の状況を確認したところ、1月30日に発生した故障と同様、コンベヤリターン側スプロケット部にスラグが堆積し、スプロケットと主務チェーンの稼働を阻害していることが判明した。

運転を継続したままの復旧が困難であったことから、キープ運転（主燃焼室温度を概ね1,000℃程度に保持した状態）に移行させた。

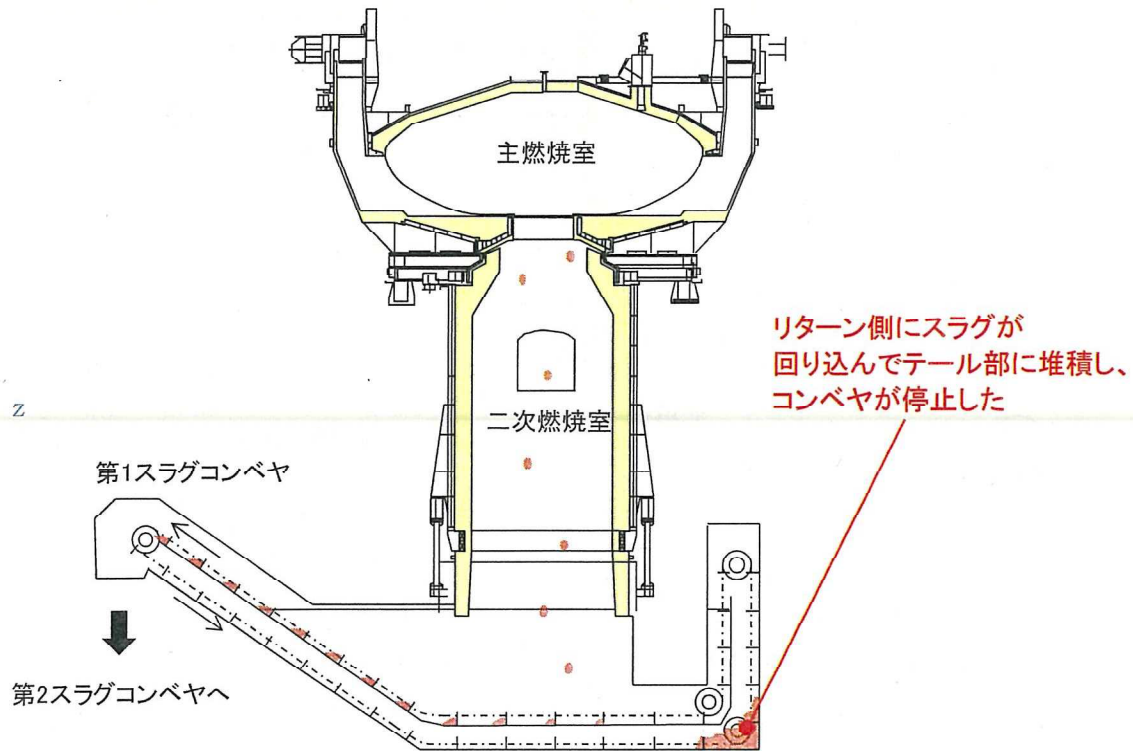
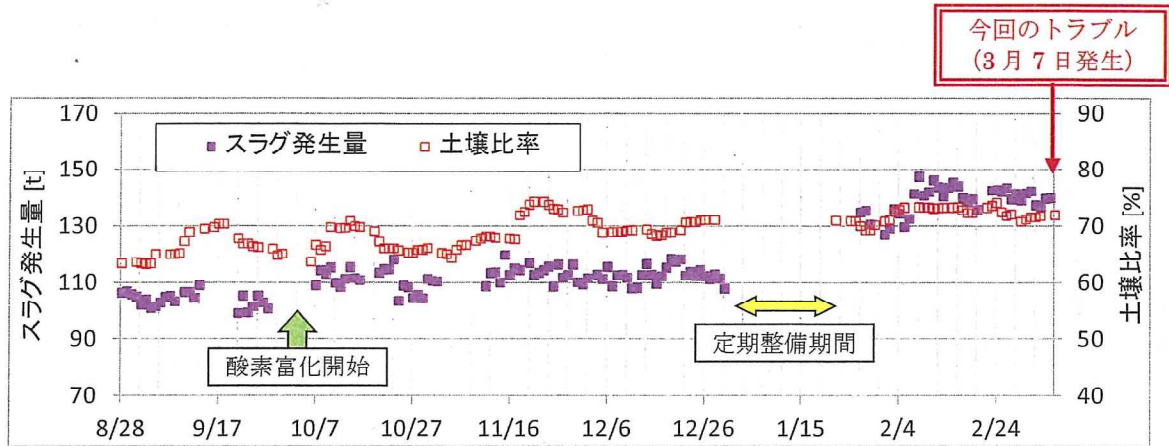


図 1.1 2号第1スラグコンベヤのリターン側スプロケット部のスラグ堆積状況

テール部に堆積したスラグの除去作業を行い、同日19:00頃から昇温を開始し、19:30頃から処理を再開した。降温操作を行いながら復旧したため、処理停止時間は40分程度であった。

2. 原因と対策

図 2.1 に昨年 8 月からのスラグ発生量と土壌比率の推移を示す。酸素富化の実施と土壌比率の上昇に伴い、スラグの発生量が増加傾向にある。



- 注1) スラグ発生量は、定期整備、スラグ置換、計量器異常等の非定常時を除く 1 口単位のデータをプロットしている。
注2) 土壌比率は、直島受入ピット搬入時点の均質化物ロット量と土壌比率から計算したものである。

図 2.1 土壌比率とスラグ発生量の推移

現場の状況を確認したところ、スラグ運搬量の増加に伴い、1 枚のフライトで運搬するスラグが増加して、フライト幅全体にわたってスラグが掻き上げられ、ヘッド部で両サイドにこぼれ、リターン側に回り込んでいることが判明した。

対策として、リターン側に回り込むスラグを軽減するために、ヘッド部のライナーにこぼれ防止のフラットバーを取りつけた。

酸素富化や土壌比率上昇に伴い、掘削均質化、前処理、スラグ処理、分析等の各工程で、負荷が増加する等の影響が出て来ていることから、必要に応じて対策を検討する等の配慮が必要である。

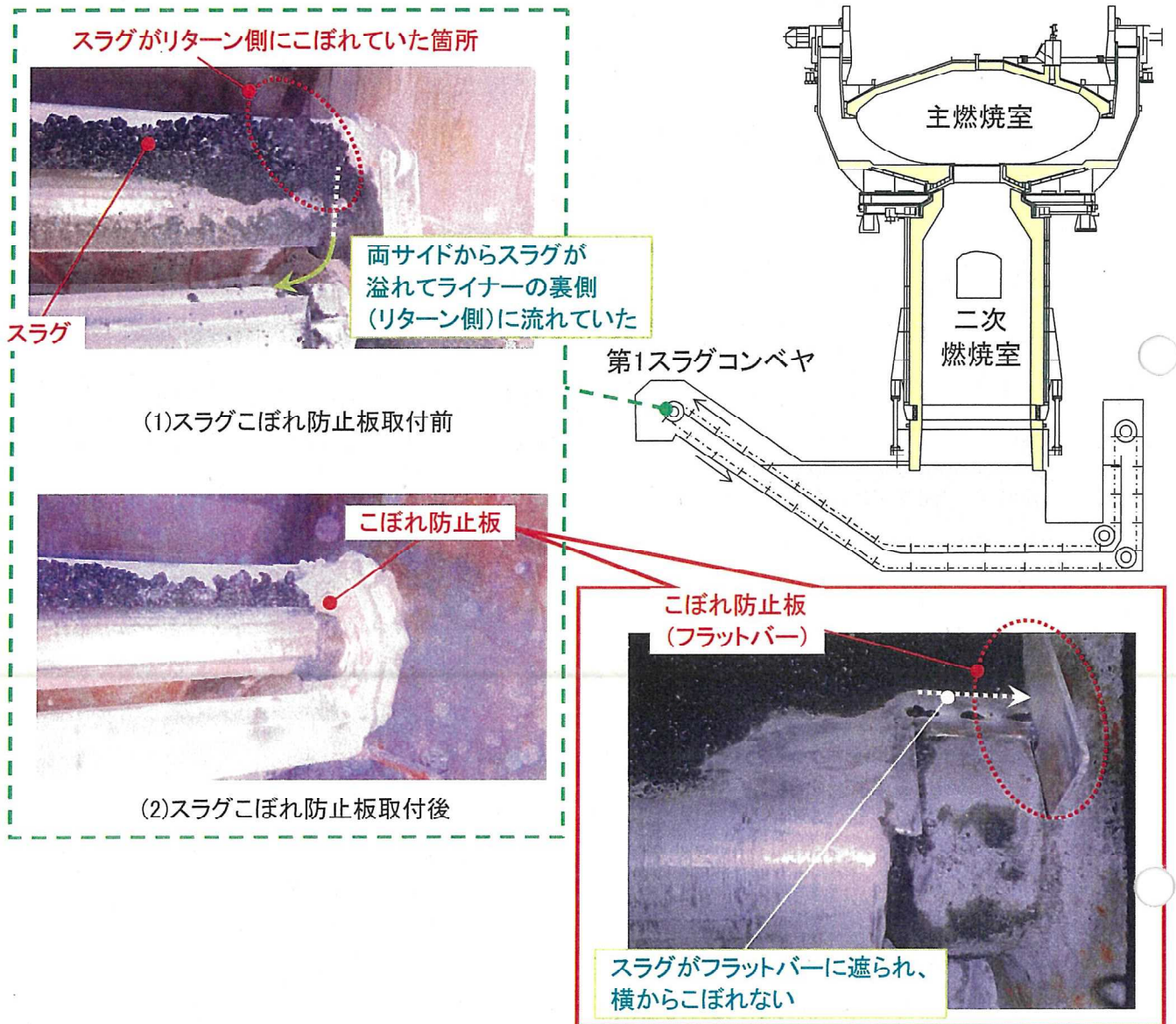


図 2.2 2号第1スラグコンベヤのヘッド部スラグこぼれ防止板取付状況

以上

中間処理施設の定期点検整備結果

1. 平成28年1月の点検整備結果

平成28年1月に実施した主な点検整備工事実績を表1.1に示す。点検整備の概要については、表に併記した。なお、熔融炉、ボイラー、バグフィルター等各部の点検整備結果については、2項『各部の点検整備結果』で説明する。

表1.1 平成28年1月の点検整備工事実績と概要

No.	項目	平成28年1月																								概要
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
		金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	
1号炉 処理停止期間		12月30日夜立下げ開始												1月21日夜立上げ開始(1月22日夜処理開始)												
2号炉 処理停止期間		12月30日夜立下げ開始												1月21日夜立上げ開始(1月22日夜処理開始)												
キルン炉 処理停止期間		12月31日夜立下げ開始												1月22日昼立上げ開始(1月22日夜処理開始)												
1	前処理 破碎機整備					←	各消耗部品交換	→					←	投入フードライナ交換、試運転	→											・ライナ等消耗品の交換 ・肉盛補修
2	前処理 粗破碎機整備												←	刃物交換	→											・刃物交換
3	熔融炉 炉内整備																									・壁面付着物除去 ・耐火物簡易補修 ・供給羽根交換
4	熔融炉主燃・後燃 バーナ点検整備																									・点検及び消耗部品の交換
5	ボイラー及び 脱気器 点検整備																									・ボイラー壁面付着ダストの清掃 ・法定検査 ・2号4.5室管寄耐火物補修
6	熔融炉 ダスト排出装置 整備																									・後燃焼室ダスト排出装置ローラ交換 ・ボイラーダスト排出装置スクレーパ交換
7	バグフィルタ 整備																									・各所点検及びパッキン交換 ・ブローパイプ交換 ・ろ布交換(1号のみ)
8	第1スラグコンベヤ 整備																									・ライナー交換
9	分析計 点検整備																									排ガス分析計及び 可燃ガス検知警報器の 消耗部品交換
10	燃焼用空気流量計 交換																									燃焼用空気流量計の交換

2. 各部の点検整備結果

(1)前処理破砕機整備

図 2.1 に示す消耗部品の交換・整備を行った。また、ブレーカカバーの摩耗箇所肉盛溶接及び下部投入フードライナ交換も併せて実施した。

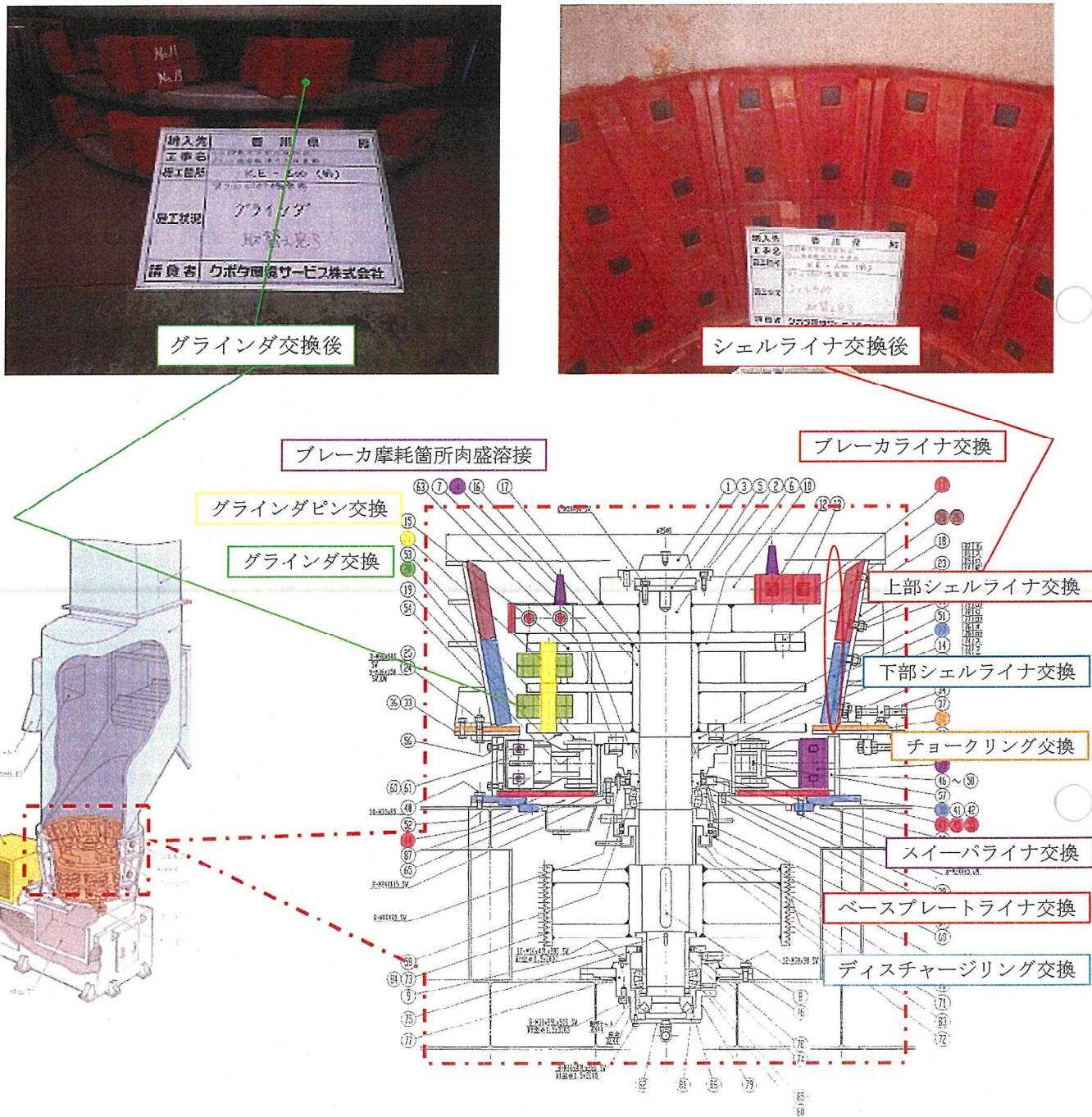


図 2.1 破砕機の交換部品

各部の摩耗状況や軸の振れ幅等、これまでと同様の傾向であり、来年度以降も今年度同様の整備周期で部品交換等を行っていく。(表 2.1 参照)

表 2.1 平成 27 年度整備実績

整備項目	第1回目	第2回目	第3回目	第4回目	第5回目	第6回目	第7回目	第8回目
	H27.4.25	H27.6.6	H27.7.18~19	H27.8.29	H27.10.10	H27.11.14	H28.1.5~14	H28.3.5
ヘッドカバー	—	—	交換	—	—	—	—	—
ブレーカライナ	交換	交換	交換	交換	交換	交換	交換	交換
グラインダ	交換	反転	交換	反転	交換	反転	交換	反転
スィーパーライナ	交換	反転	交換	反転	交換	反転	交換	反転
チョークリング 櫛刃 隙間調整	隙間調整	隙間確認	隙間確認	隙間確認	隙間確認	隙間確認	交換(隙間調整)	隙間確認
チョークリング 平刃 隙間調整	隙間調整	隙間確認	隙間確認	隙間確認	隙間確認	隙間確認	交換(隙間調整)	隙間確認
シェルライナ上段	—	—	交換	—	—	—	交換	—
シェルライナ下段	—	—	交換	—	—	—	交換	—
ブレーカバー肉盛修繕	肉盛修繕	肉盛補修	交換	肉盛補修	肉盛補修	肉盛補修	肉盛補修	肉盛補修
ブレーカ木体肉盛修繕	肉盛修繕	肉盛補修	交換	肉盛補修	肉盛補修	肉盛補修	肉盛補修	肉盛補修
ディスチャージリングライナ	—	—	—	—	納入のみ	—	交換	—
ベースプレートライナ (外周部)	—	—	—	—	納入のみ	—	交換	—
下部フードライナ	—	—	—	—	—	—	下側2段交換	—
グラインダピン	—	—	—	—	—	—	交換	—
ブレーカ本体	—	—	工場持ち帰り	—	—	—	整備品納入	—
ロータ木体	—	—	工場持ち帰り	—	—	—	整備品納入	—

(2) 前処理粗破碎機

粗破碎機の消耗部品である刃物交換を実施した。

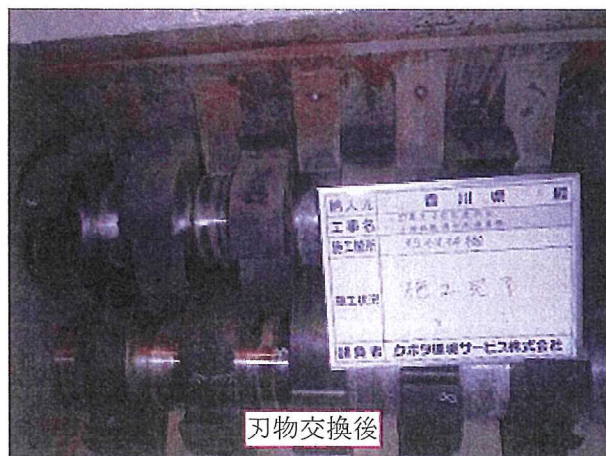
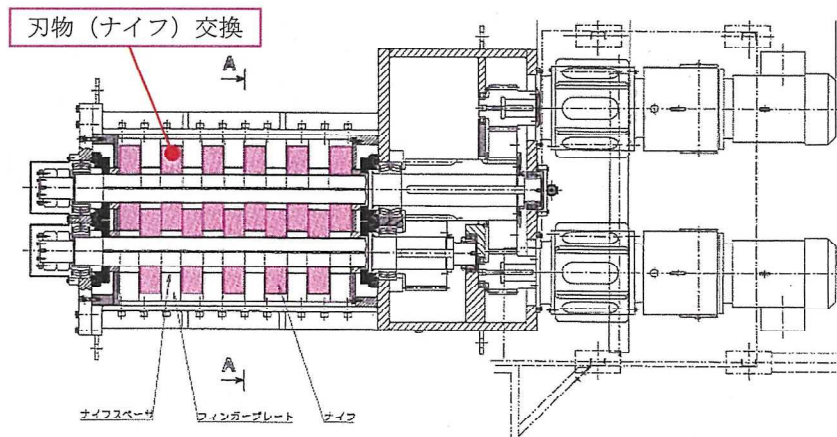


図 2.2 粗破碎機の交換部品 (刃物)

(3) 溶融炉内整備

(4) 溶融炉主燃・後燃バーナ点検整備

図 2.3 に示す壁面付着物除去、供給羽根交換（1,2 号炉）を行った。また、酸素富化運転での既存耐火物の影響を調査するため、耐火物厚み測定を行い（詳細は後述の測定結果参照）、耐火物のクラックや剥離が確認される箇所についてはパッチング補修材による簡易補修を実施した。

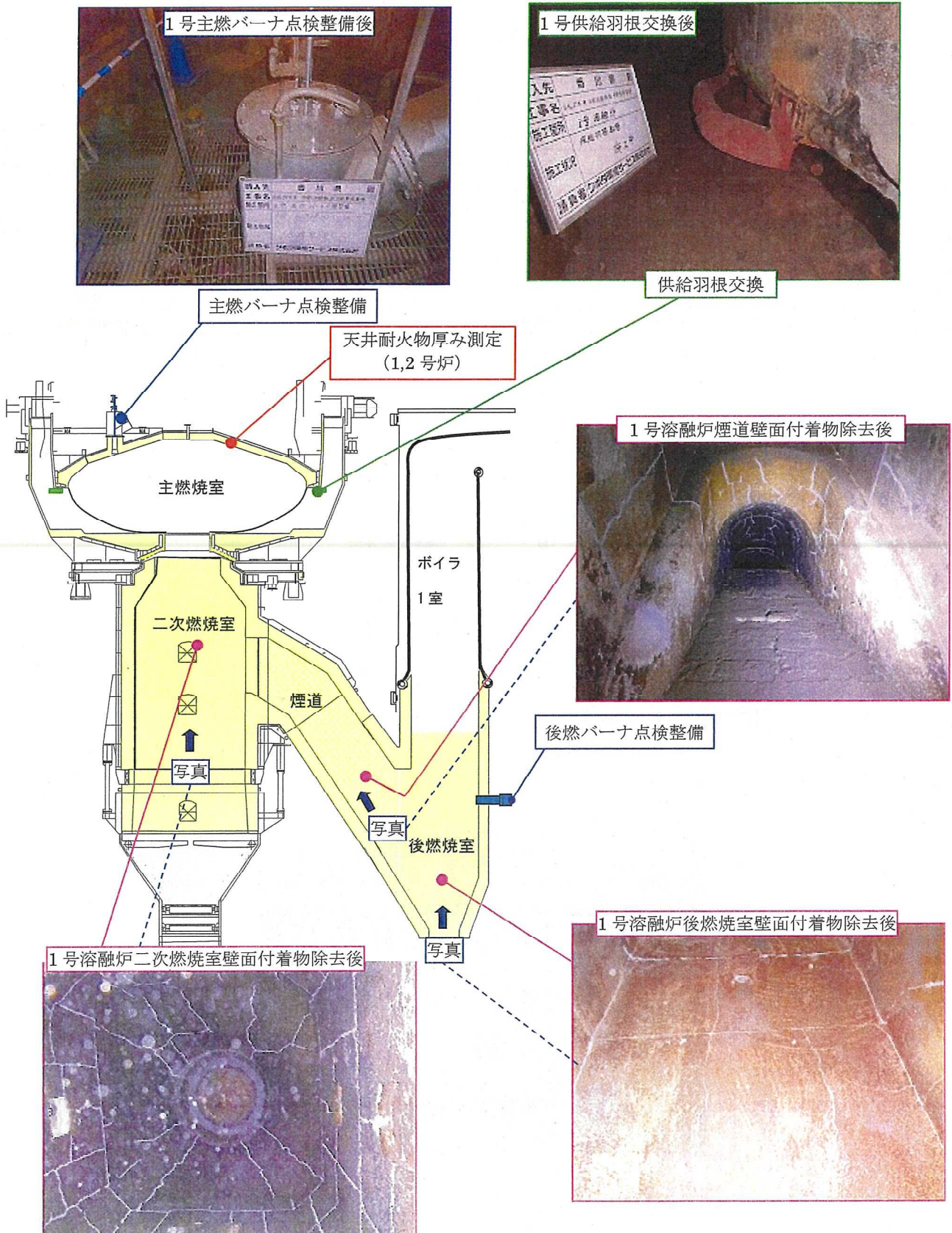
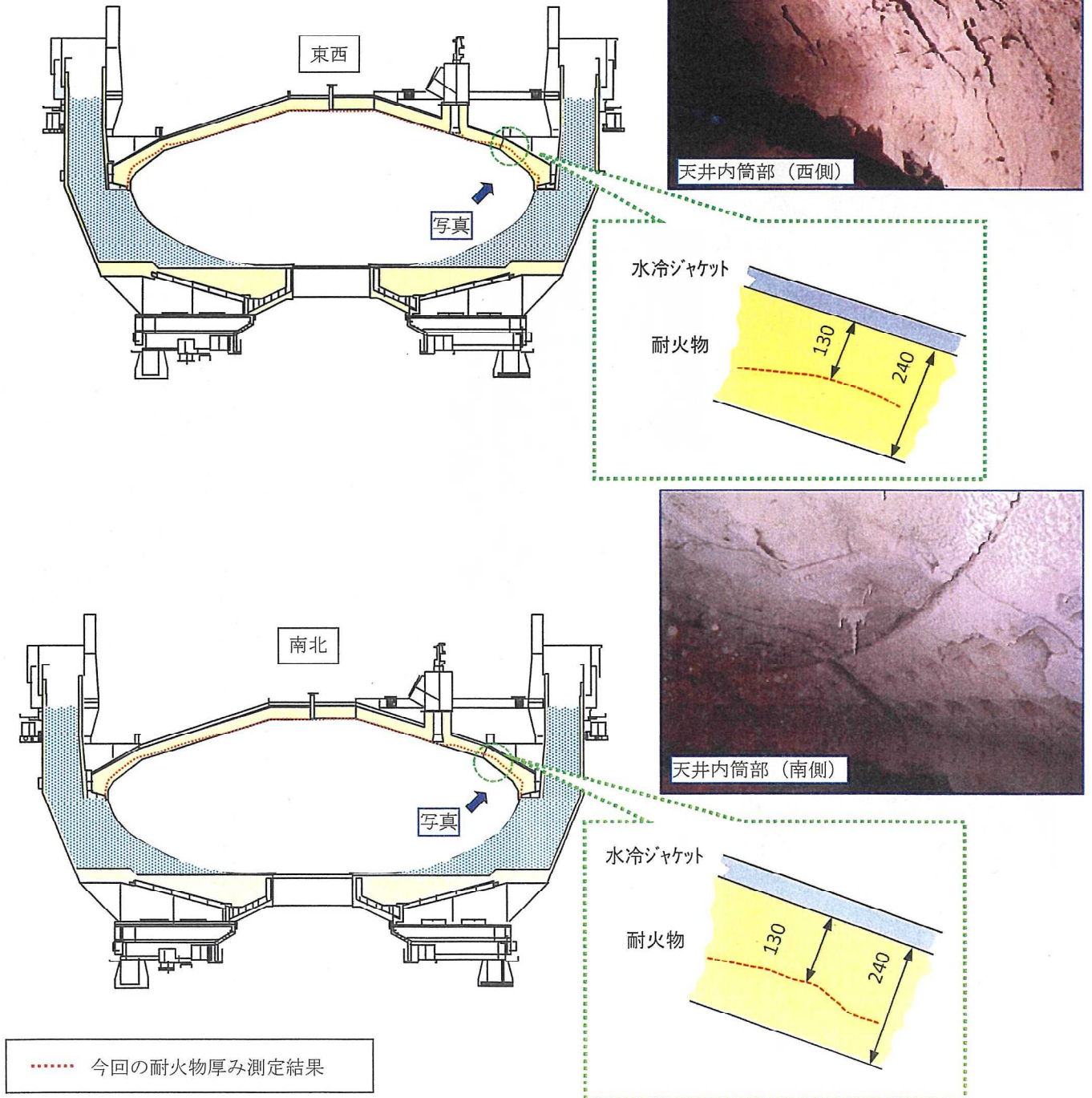


図 2.3 溶融炉内整備箇所

耐火物厚み測定について、1号主燃焼室耐火物は平成27年1月の定期整備に耐火物を更新していることから、天井内筒部で最大36mmの溶損が確認された程度であった。2号主燃焼室耐火物は天井内筒部で溶損が確認された。測定結果を表2.2に詳細を図2.4に示す。また、部分的にアンカー金物の露出が確認されたことから、次回の定期整備で溶損部の補修を検討したい。

表 2.2 2号溶融炉主燃焼室耐火物厚み測定結果 単位:mm

測定方角	残存耐火物厚み(最小値)	設計耐火物厚み
東西	130	240
南北	130	240



(5) ボイラー及び脱気器点検整備

2号ボイラー4・5室の耐火物が傷んでいる管寄せ部の耐火物補修を行った。また、ボイラーに付着したダストの除去を行い（ダスト除去の範囲・耐火物補修範囲を図2.5参照）、ボイラー及び脱気器は、年に1度の法定検査を実施した。水管の肉厚測定については、水管露出が確認されなかったため、実施していない。

(6) 溶融炉ダスト排出装置整備

後燃焼室ダスト排出装置の消耗品であるローラの交換を実施した。No.1、2ボイラーダスト排出装置については、スクレーパの交換を実施した。（図2.5参照）

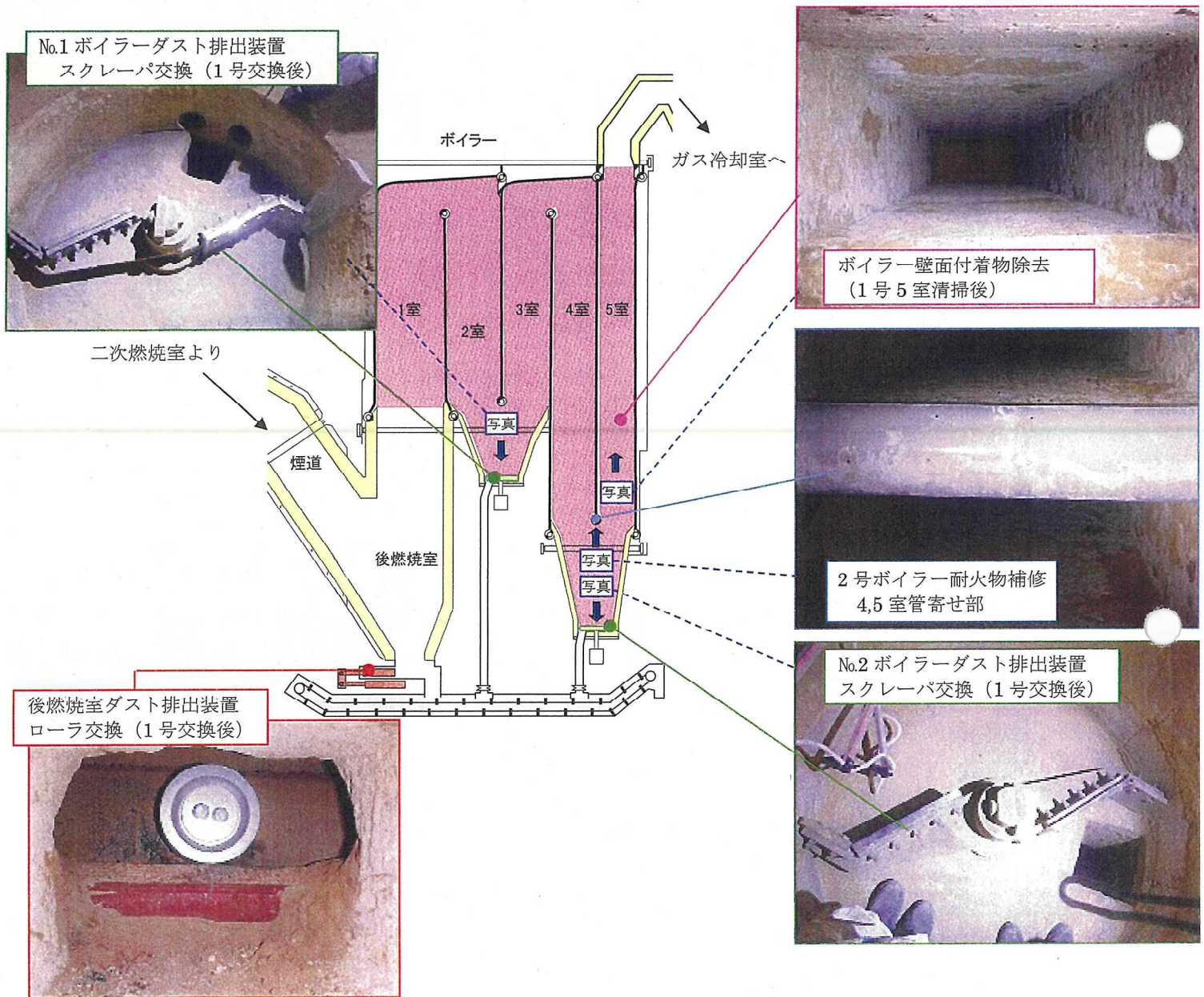


図 2.5 ボイラー及びダスト排出装置整備

(7) バグフィルタ整備

1、2号溶融炉バグフィルタ、キルンバグフィルタの点検及び各所パッキン交換を実施した。1、2号溶融炉バグフィルタについては、前年度の点検結果に基づき劣化が認められたブローパイプの交換を実施した。1号溶融炉バグフィルタについては、過去の整備履歴から交換時期を迎えているため、ろ布の交換を実施した。(図 2.6 参照)

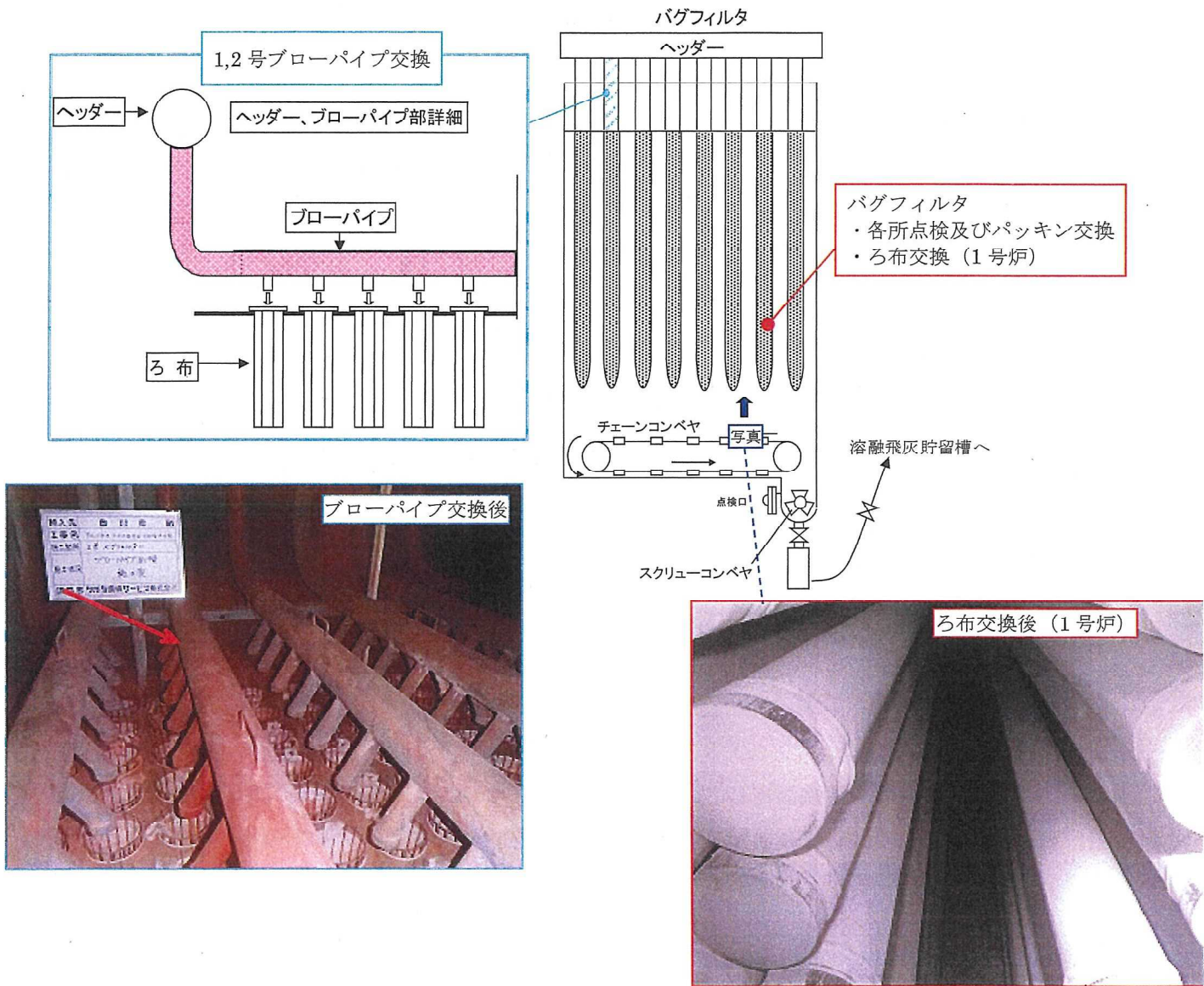


図 2.6 バグフィルタ整備

(8) 第1スラグコンベヤ整備

1、2号第1スラグコンベヤのライナーの更新を実施した。これまで2年周期で実施していたが、摩耗の進行が認められることから1年毎に実施することとする。

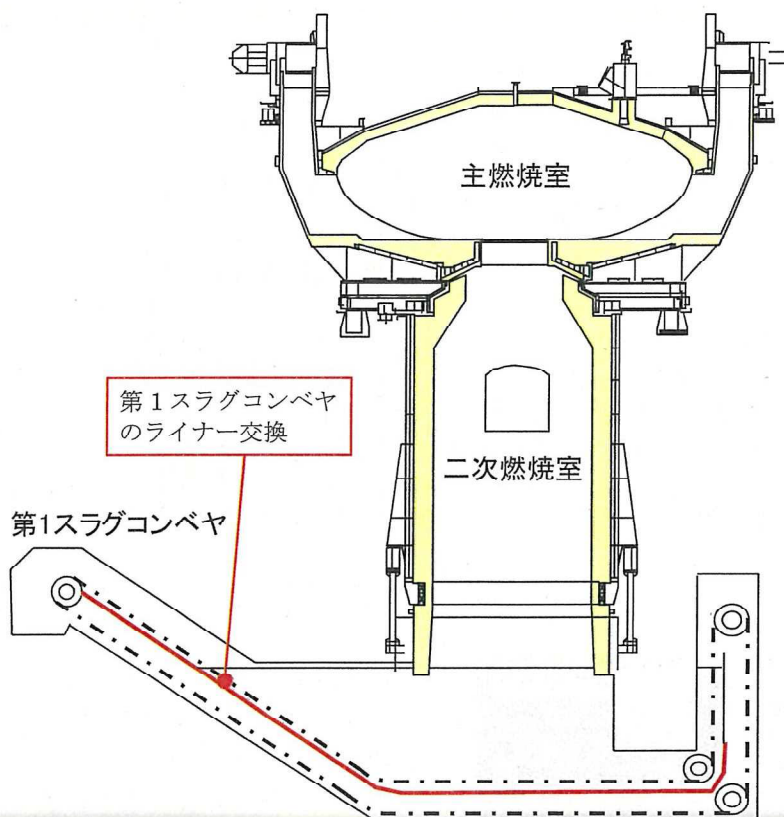


図 2.7 第1スラグコンベヤ整備

(9) 分析計整備

排ガスの性状を連続測定している O_2 、 CO 、 SO_2 、 NO_x 、ばいじん、 HCl 計の消耗部品の交換を実施した。また、供給筒やコンベヤ内の可燃ガスを検知する可燃ガス検知警報機についても、消耗部品及び指示計の交換を実施した。

(10) 燃焼用空気流量計交換

熔融炉の燃焼空気流量の状況を常時監視して中央制御室へ伝送している差圧発信器の本体交換を実施した。

2号主燃焼室天井耐火物補修の施工範囲及び施工方法

施工範囲について、平成28年1月定期整備の耐火物厚み測定結果に基づき、補修範囲を計画した。(図1.2参照) [施工箇所寸法は幅1500mm×主燃焼室全周×厚さ70mm]
また、施工方法を図1.3に示す。

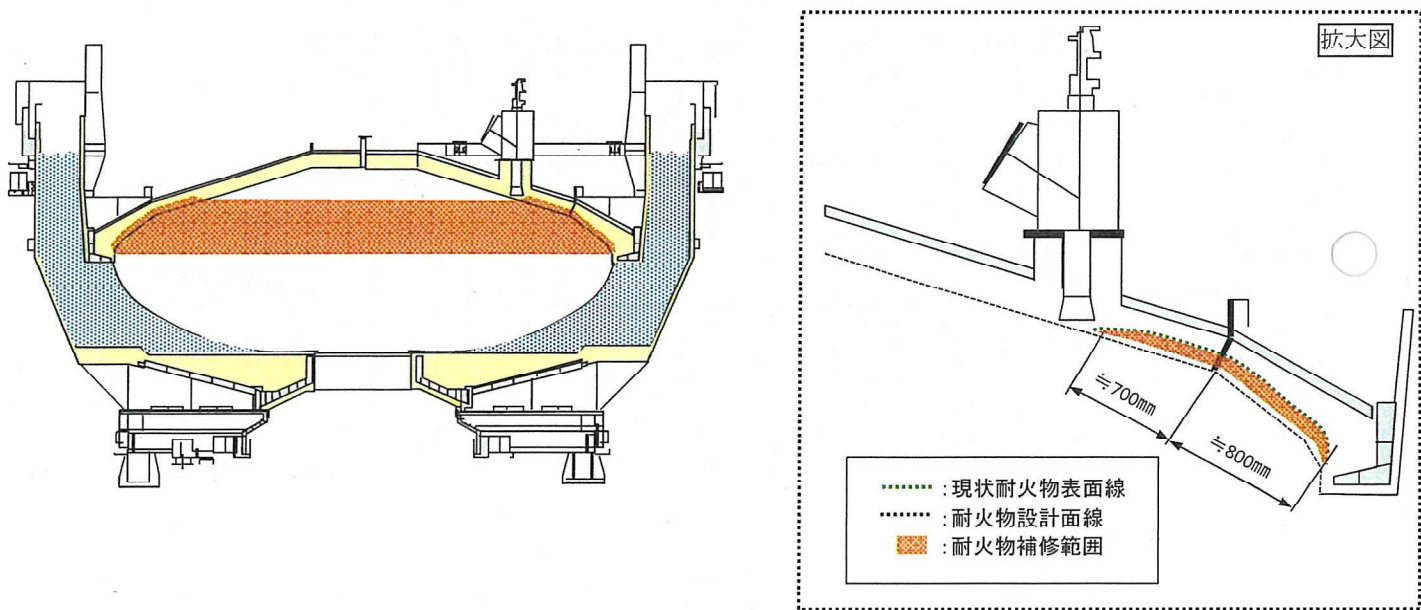
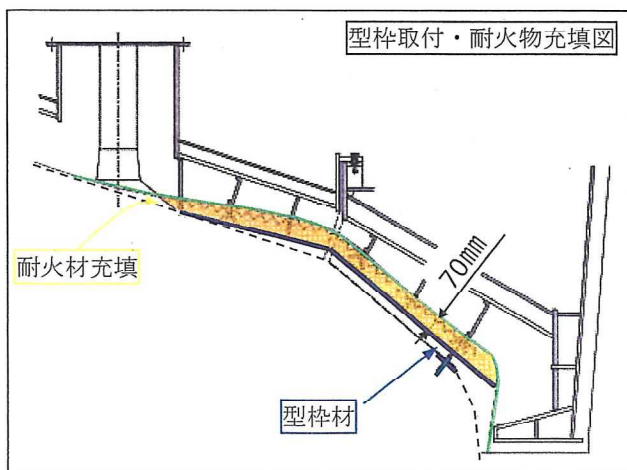
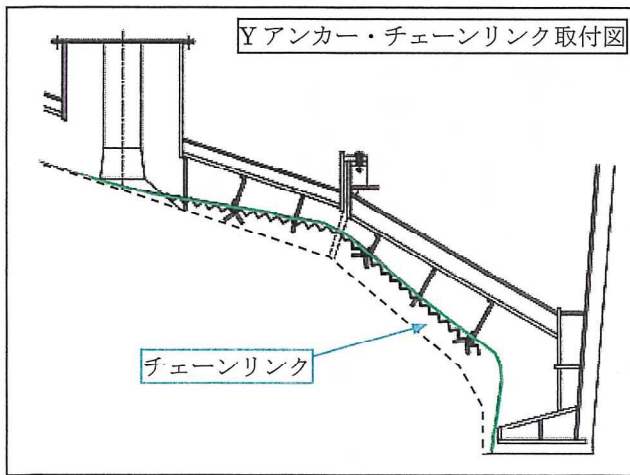
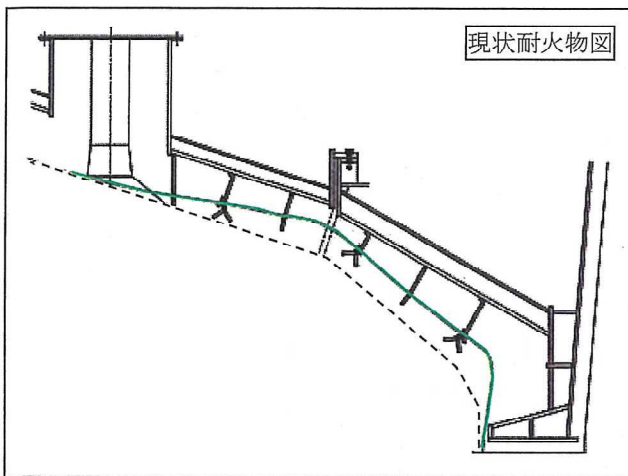
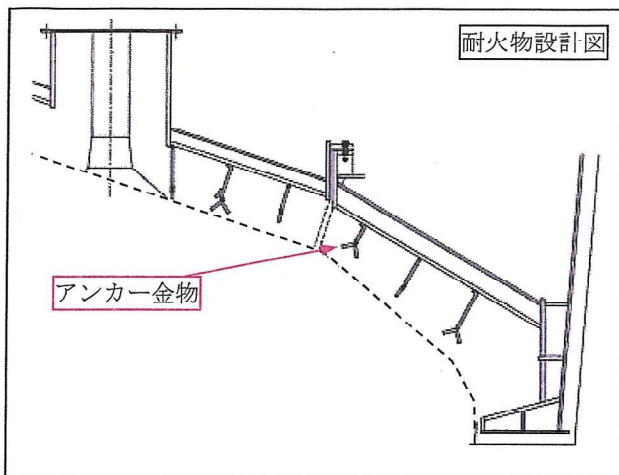


図 1.2 2号主燃焼室天井耐火物施工範囲



施工方法

現状耐火物を部分解体しアンカー金物を露出させる



新規アンカー金物(Yアンカー・チェーンリンク)を既存アンカーに取り付ける



型枠を設置し、補修用耐火材を枠内に充填する



充填された耐火材を工具により押し固めて型枠を撤去する

----- : 耐火物設計面線
 ———— : 現状耐火物表面線

チェーンリンク本体



チェーンリンク取付

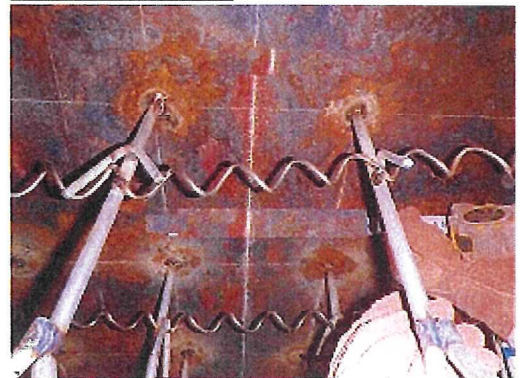


図 1.3 2号主燃焼室天井耐火物施工方法

(2) 2号ボイラー壁面ダスト除去

2号ボイラーに付着したダストの除去を行い（ダスト除去範囲 図 1.4 参照）、耐火物が脱落して水管が確認される箇所については、水管の肉厚測定を行う。JIS B 8201「陸用鋼製ボイラー構造」に基づき算定される最小厚みは 2.63 mm（管寄せ部：4.0 mm）であることから、肉厚測定の結果、3.0 mmを下回った場合、肉盛補修等の処置を行う。なお、水管の初期厚みは 4.0 mmである。

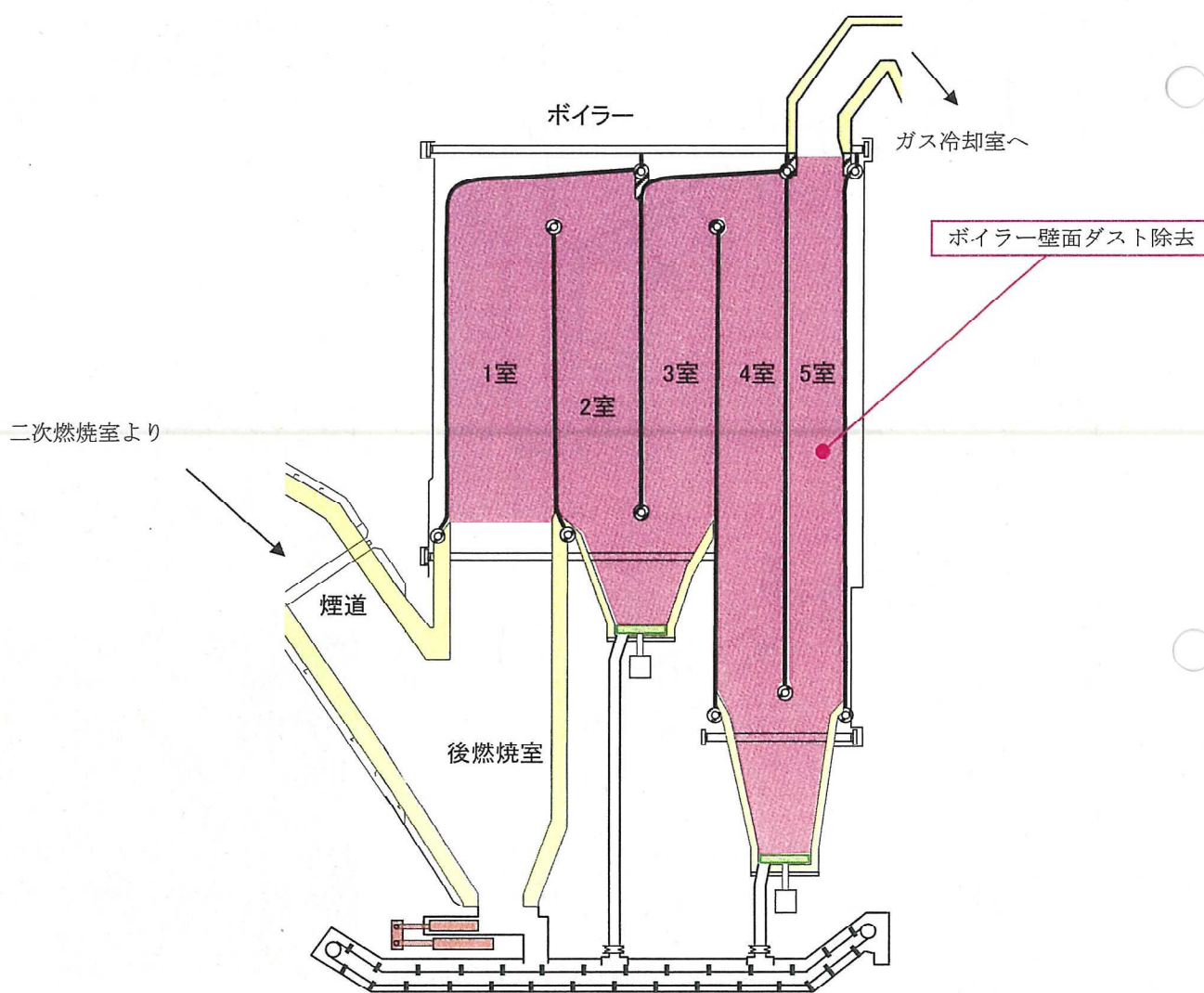


図 1.4 2号ボイラーダスト除去範囲

(3) 2号第1スラグコンベヤ整備

平成28年1月の定期整備時に、2号第1スラグコンベヤで図1.5に示す通り、水漏れが確認された。

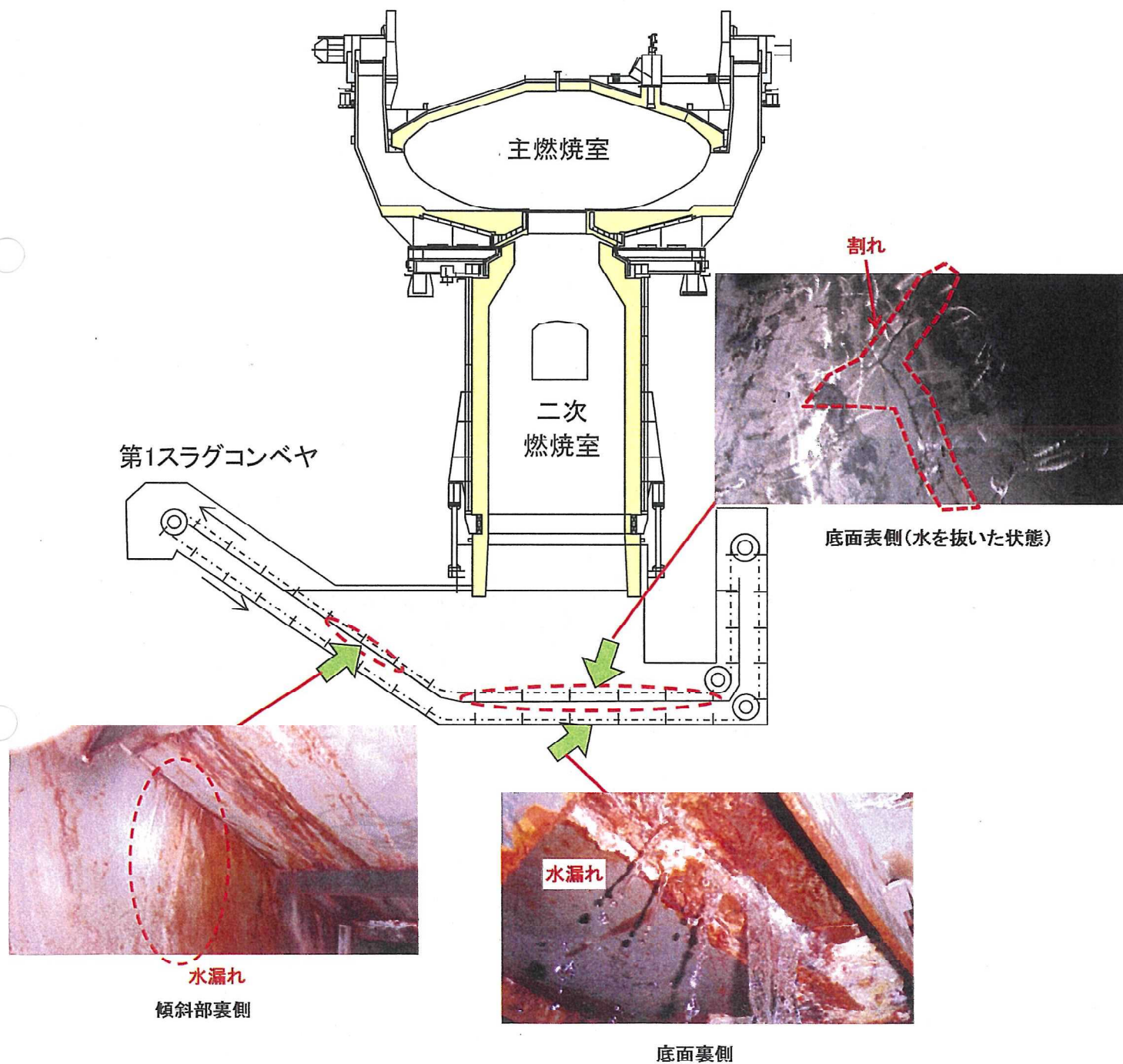


図 1.5 2号第1スラグコンベヤ水漏れ状況
(平成28年1月定期整備時)

ケーシングの劣化が進行していることから、図 1.6 に示す箇所について、ケーシングの部分更新を実施する。

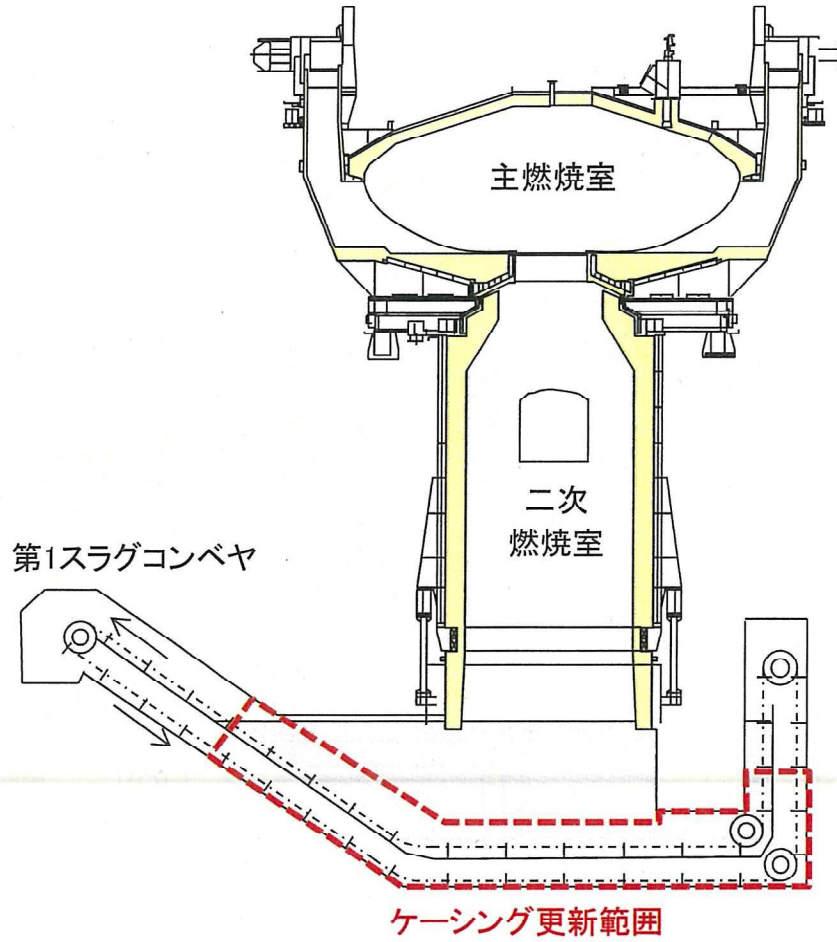


図 1.6 2号第1スラグコンベヤケーシング部分更新範囲

以上

2. 点検業務内容

①原水調整槽

原水調整槽のうち、第1槽（流入槽）、第2槽（曝気槽）、第4槽（多目的槽1）の3槽の浚渫、内部洗浄清掃を実施した。各水槽内の防食塗膜についても、目視点検においてトップコートの膨らみ等は認められないことを確認した。



写真1 第1槽（流入槽） 清掃後

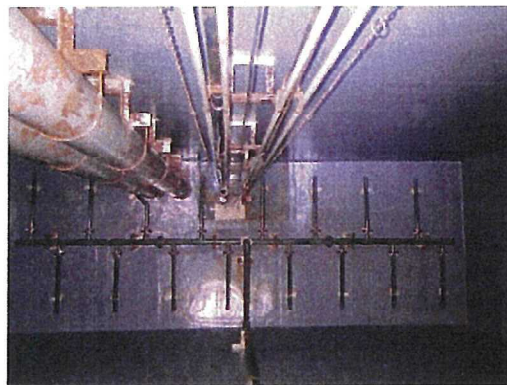


写真2 第2槽（曝気槽） 清掃後



写真3 第4槽（多目的槽1） 清掃後

②凝集沈殿槽汚泥掻寄機

異音が発生していた減速機の内部点検と消耗部品交換、モーターの交換を実施した。整備完了後の実負荷運転において、異常は認められないことを確認した。

③脱水機

脱水機のギアボックス工場持ち帰り整備及び本体消耗部品の交換を実施した。ギアボックス工場整備の結果、第1歯車及び第2歯車のベアリング嵌合部に摩耗跡が認められた。なお、歯車は本整備において交換対象であったため、適切な交換時期であったと判断される。

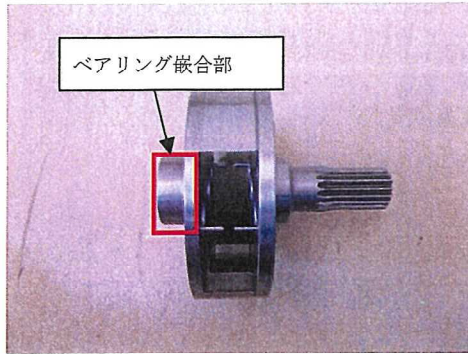


写真4 第1歯車



写真5 ベアリング嵌合部

④凝集膜ろ過装置

凝集膜ろ過装置 セラミック膜モジュールの有機及び無機成分洗浄を目的とした塩酸、次亜塩素酸ソーダ、シュウ酸による薬液洗浄と、セラミック膜モジュールより処理水の引抜を行うポンプ4台の分解整備を実施した。

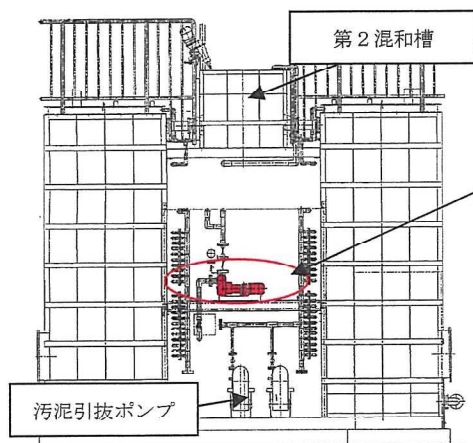


図1 組立図

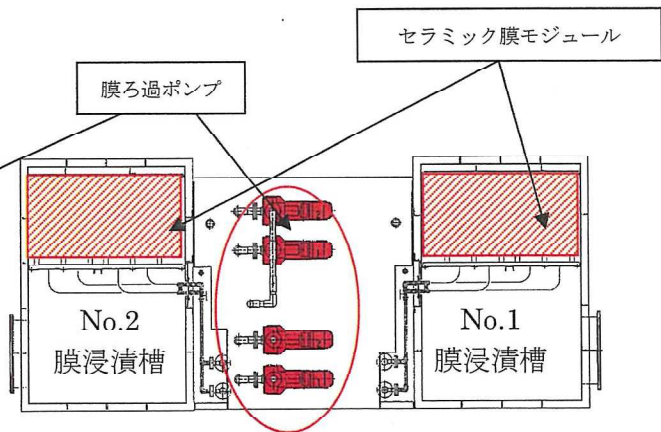


図2 断面図

ポンプ分解整備の結果、No.2 膜ろ過ポンプ 2号において、モーター軸の歪みに起因するモーターベアリングの摩耗が認められた。運転継続を行った場合、モーター破損に繋がる恐れがあるため、修繕完了まで使用中止とし、1号での運転を実施している。なお、残り3台の試運転結果は良好であった。



写真6 モーターベアリング摩耗

セラミック膜モジュールの薬液洗浄後の内部の結果、No.1 膜浸漬槽内において塗膜の剥離と錆の発生が認められた。次回の凝集膜ろ過装置薬液洗浄に併せて、剥離面と、錆除去部に対して防食塗装補修を実施予定である。

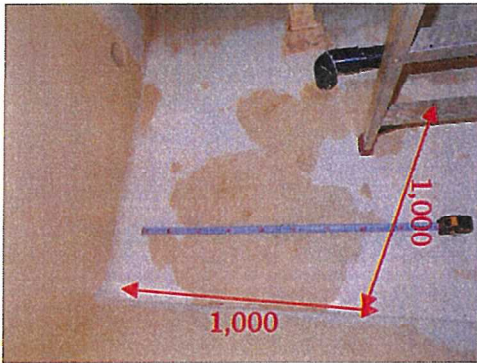


写真7 水槽床の塗膜剥離面



写真8 水槽上部 錆発生部

⑤オゾン発生装置

オゾン発生機、オゾン原料である酸素の濃度を上げる酸素発生機、発生したオゾンを計測するオゾンモニター（オゾン濃度測定装置）、圧縮空気を発生させるコンプレッサの分解清掃、消耗部品交換を実施した。

整備後の点検において、冷却ファンモーターより異音が認められたが、継続運転は可能と判断されるレベルであったため、経過観察を行い、次回整備時にモーター交換を実施予定である。なお、酸素発生機、オゾンモニター、コンプレッサの試運転結果は、良好であった。

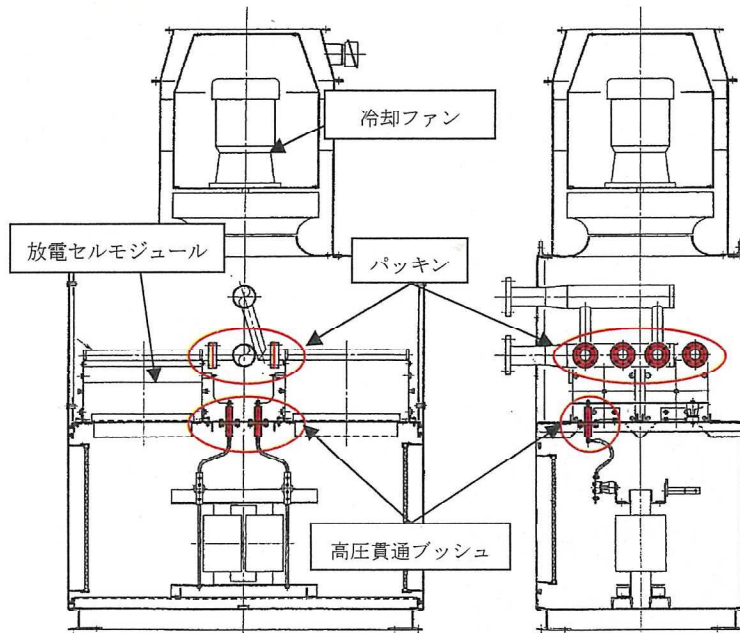


図3 オゾン発生機 構造図

⑥紫外線照射装置

紫外線ランプユニットの引抜き、ジャケットの洗浄清掃を実施し、寿命である 8,000 時間を超えた紫外線ランプは、全数交換した。

交換後の運転において、ランプ電圧が全て基準値内であることを確認した。

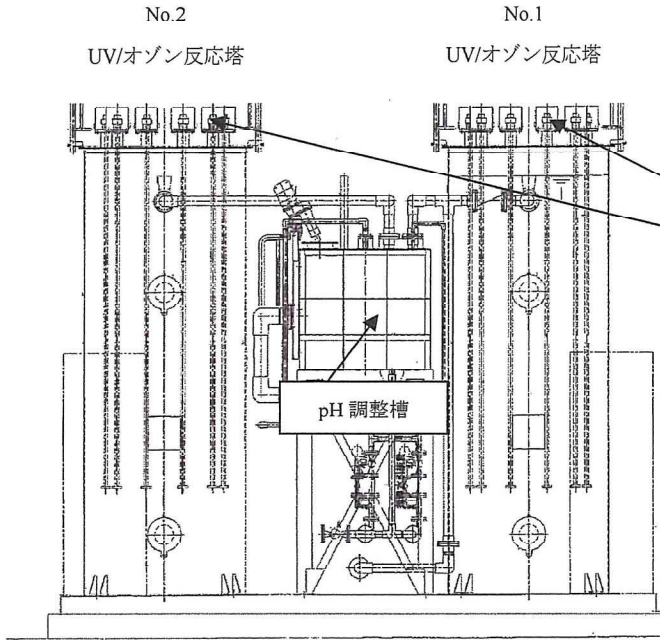


図4 ダイオキシン類分解処理装置 組立図

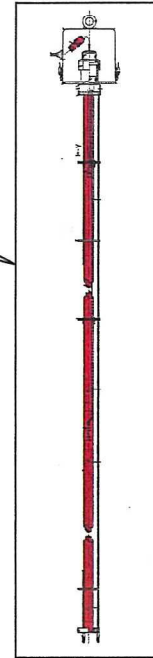


図5 紫外線ランプ 外形図

⑦計装設備

pH 計、DO 計、ORP 計、UV 計等、計装機器の校正作業、ループテストを実施した。点検の結果、UV 計を除く各計装において校正時に反応速度低下が認められた。

これらは次回整備時に電極部交換を実施予定である。

UV 計のランプ寿命が近づいていたため、ランプ交換を実施した。

表2 整備対象計装機器

No.	機器名称	点検内容	点検結果
1	反応槽 pH 計	校正、ループテスト	校正時、反応速度低下
2	第1 混和槽 pH 計	校正、ループテスト	校正時、反応速度低下
3	第1 中和槽 pH 計	校正、ループテスト	校正時、反応速度低下
4	硝化槽 pH 計	校正、ループテスト	校正時、反応速度低下
5	第2 混和槽 pH 計	校正、ループテスト	校正時、反応速度低下
6	第2 中和槽 pH 計	校正、ループテスト	校正時、反応速度低下
7	pH 調整槽 pH 計	校正、ループテスト	校正時、反応速度低下
8	消毒槽 pH 計	校正、ループテスト	校正時、反応速度低下
9	硝化槽 DO 計	消耗品交換、校正、ループテスト	校正時、反応速度低下
10	脱窒槽 ORP 計	校正、ループテスト	変換器ボタン劣化
11	放流ピット UV 計	ランプ交換、校正、ループテスト	異常なし

⑧電気設備

各機器を制御する動力配電盤、中央監視盤の点検清掃を実施した。
盤内点検の結果、異常は認められなかった。

溶融スラグコンクリートを使用した構造物の調査

1 概要

豊島溶融スラグを使用したコンクリート構造物について、第35回豊島管理委員会（H26.7.27）で報告したアルカリ骨材反応による劣化症状（ひび割れ等）等の調査を継続して実施したので結果を報告する。

2 現況調査の実施について

(1) 調査業務概要

業務名：溶融スラグコンクリート構造物調査業務

工期：平成27年10月26日～平成28年3月31日

調査項目：構造物の外観目視観察及びコンクリートコアの採取

コンクリートコアの外観観察

コンクリートコアの偏光顕微鏡観察

コンクリートコアの圧縮強度、静弾性係数の試験

コンクリートコアの促進膨張試験（デンマーク法）

調査対象：表1の3構造物

表1 調査対象構造物一覧

工事名	調査箇所	構造物	工期
①16 災第313号 県道塩江屋島西線 道路災害復旧工事外（314）	高松市菅沢町	道路のもたれ擁壁	H17.2～ H18.1
②梶羽川 通常砂防工事	綾歌郡綾川町	砂防ダム	H17.9～ H18.3
③（地方道路整備臨時交付金）県道三木 津田線 緊急地方道路整備工事	さぬき市造田宮西	道路側壁	H16.10～ H17.3

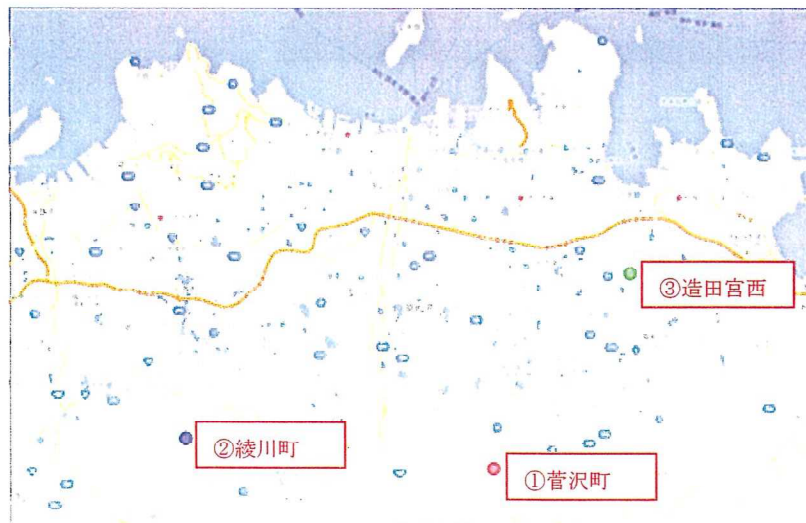


図1 調査対象構造物の位置図

(2) 現地調査の実施日

構造物の外観目視観察及びコンクリートコアの採取：平成27年12月1日、2日

3 調査結果について

(1) 構造物の外観目視観察

②綾川町の砂防ダムでは、表面の乾燥によると思われる微細なひび割れが僅かに発生しているが、アルカリ骨材反応を疑わせるひび割れは全く認められない。①菅沢町の擁壁および③造田宮西の側壁では、ひび割れは発生しておらず、調査した3か所とも、アルカリ骨材反応は見られない。

調査個所の外観を写真1～3に示す。



(2) コンクリートコアの外観観察

①から③いずれのサンプルでも目視で確認できるようなひび割れは発生していない。また、アルカリシリカ反応生成物を疑わせるような白色物質は全く析出していない。採取したコンクリートコア切断面を写真4に示す。

溶融スラグは細骨材の30%を占めているが、コア切断面で識別することは目視では困難であった。しかし、スラグを含むすべての細骨材とセメントペーストとの境界は良好な状態であり、アルカリシリカ反応が発生している様子はいかがいえない。

コアの破断面(写真5)では、ガラス質である溶融スラグを識別することが可能であった。スラグは製造直後と同様な光沢を示しており、セメントとの境界部で反応が発生している様子はいかがいえない。

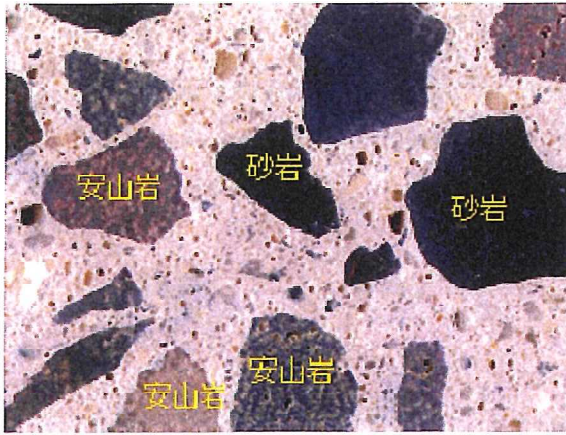


写真4 コンクリートコア切断面 (①)

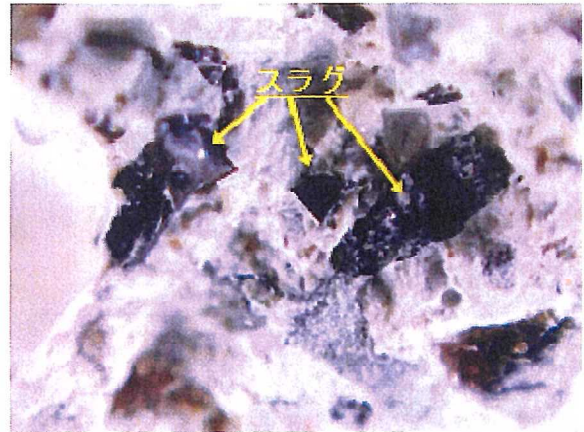


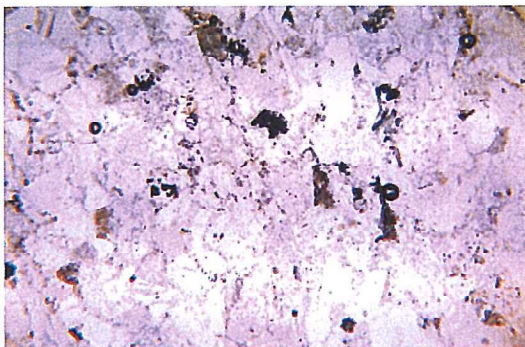
写真5 コンクリートコア破断面 (②)

(3) コンクリートコアの偏光顕微鏡観察

アルカリ骨材反応が進行すると、セメントペースト部から骨材に繋がるひび割れが発生し、ひび割れ内部に反応生成物が充填されていることが多い。また、骨材自身にもひび割れや変質が発生していることが多い。

調査した3か所のコアから作製した薄片の偏光顕微鏡観察(写真6)では、このような症状は全く認められない。また、熔融スラグとセメントペースト界面において反応した様子はいくつか見られ、アルカリ骨材反応は発生していないと判断できる。

粗骨材

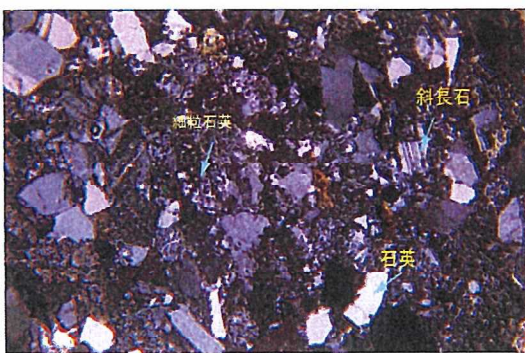


open

モルタル部

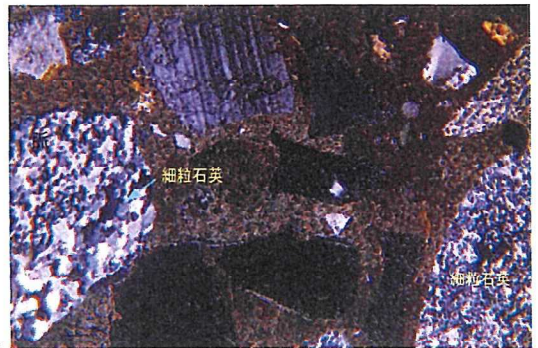


open



cross

1mm



cross

1mm

粗骨材: 中粒砂岩. 0.3mm前後のほぼ粒径のそろった粒子で構成され、粒間を膠結物が充填している。コンクリートとして施工されて以後の変質はみられない。

モルタル部: スラグ、ひずんだ石英、細粒石英、長石を含む。スラグには結晶化や溶解等、コンクリートとして施工後の変質を示す組織はない。

上は、1枚のニコル(偏光板)だけで観察。

下は、2枚のニコル(偏光板)の間に試料を入れて観察。

写真6 コンクリートコア①の偏光顕微鏡の写真

(4) コンクリートコアの圧縮強度、静弾性係数の試験

採取したコアの圧縮強度と静弾性係数の関係を図2に示す。

コンクリートにアルカリ骨材反応が生じた場合、圧縮強度に比べ静弾性係数が大きく低下することが知られているが、本調査結果では、圧縮強度は設計基準強度を十分に上回っていること、静弾性係数は一般的なコンクリートの値を示していることから、調査したコンクリートにおいてアルカリ骨材反応は発生していないと判断できる。

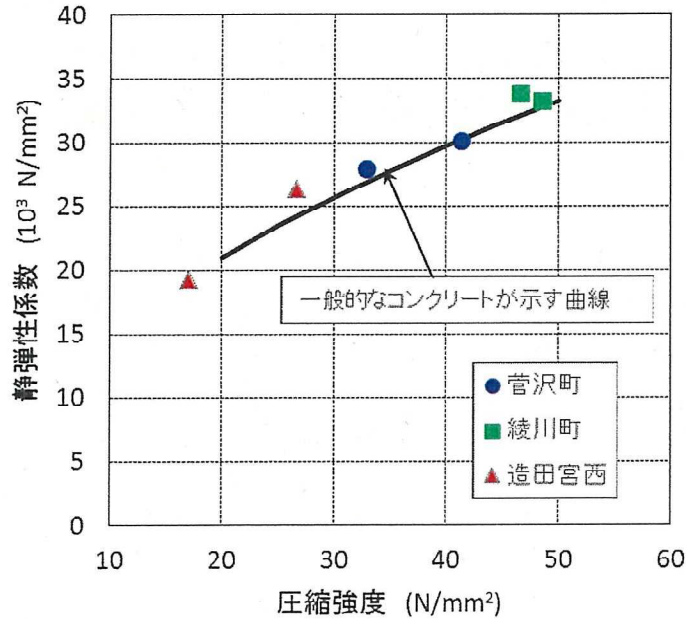


図2 圧縮強度と静弾性係数の関係

(5) コンクリートコアの促進膨張試験

採取したコアのデンマーク法※による試験結果を図3に示す。

本試験法は骨材の反応性を評価するための試験であり、判定基準の結果をコンクリートコアにただちに適用できるものではないが、図3からわかるようにほとんど膨張しておらず、今後、仮に厳しい塩害環境にさらされたとしても、アルカリ骨材反応による有害な膨張が生じる可能性は極めて低いと判断できる。

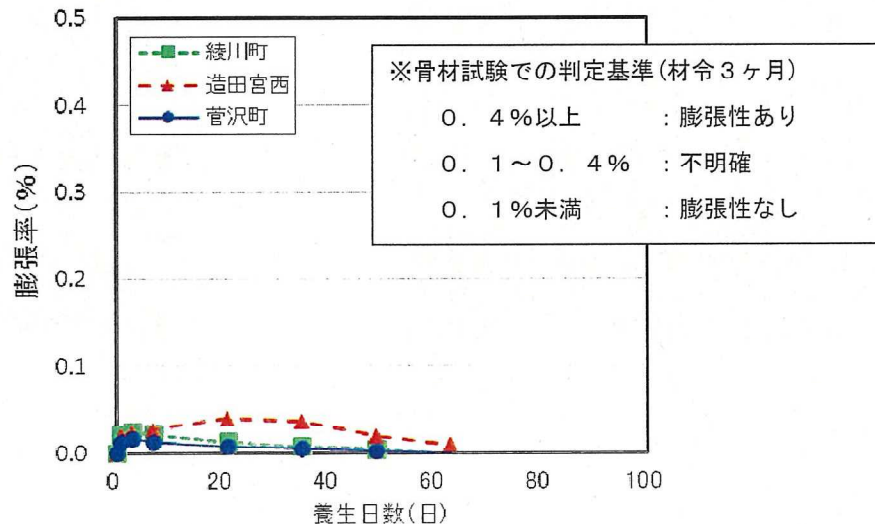


図3 促進膨張量の経時変化

※デンマーク法は、採取したコンクリートコアを写真7のとおり 50°Cの飽和 NaCl 溶液に浸漬した場合の長さ変化を測定し、アルカリ骨材反応によるコアの潜在的な膨張性を評価する方法。



写真7 コンクリートコアを 50°Cの飽和 NaCl 溶液に浸漬中及び測定中の写真

(6) 調査結果のまとめ

豊島溶融スラグを利用した 3 か所のコンクリート構造物では、以下のような特徴が認められ、第35回豊島管理委員会で報告したコンクリート構造物と同様にアルカリ骨材反応は発生していないと判断でき、また、今後も反応が発生する可能性はほとんどないと言える。

- 構造物にアルカリ骨材反応によるひび割れは発生していない。
- コア観察および偏光顕微鏡観察では、アルカリ骨材反応の症状は認められない。
- 採取コアの物性は健全なコンクリートを示している。
- アルカリ促進環境下でもコアはほとんど膨張を示さない。

今後の同様の調査については、対象構造物や頻度など効率的なモニタリングの詳細を検討する。また、当初に施工された構造物について、堺委員の指導のもと現地調査を実施する。

熔融スラグの品質試験結果

1 概要

現在、均質化物の土壌比率は 72%程度となっていることから、この土壌比率で熔融処理を行い、発生した熔融スラグを用いて試験（化学法、迅速法（今年度 4 回目）等）を実施したので報告する。

また、第 39 回豊島廃棄物等管理委員会（資料 39・Ⅱ / 5）にて報告した熔融スラグの品質試験結果のうち検査中であった 1 サンプル（酸素富化本実験時に発生した熔融スラグ）の検査結果、及び日常的に管理している化学法の結果が 0.97 となったことから追加試験（迅速法、X線回折強度）を実施した検査結果についても報告する。

2 試験結果

試験は次の 3 サンプルについて実施し、結果を表 1（今回の結果は赤字）に示す。

- ・「10/15～10/19 に発生した熔融スラグ」（酸素富化本実験時）：表 1 の④
- ・「12/1～12/10 に発生した熔融スラグ」（化学法 0.97）：表 1 の⑤
- ・「2/10～2/18 に発生した熔融スラグ」（均質化物の土壌比率は約 73%と推定される）：表 1 の⑥

アルカリシリカ反応性試験において、化学法は Sc/Rc が 1.0 未満であれば「無害」と判定され、迅速法は、膨張率が 0.1%未満であれば「無害」と判定される。

表 1 のとおり、迅速法による試験結果は、普通ポルトランドセメントを用いて全アルカリ量を調整し、骨材は熔融スラグ 100%の場合は、膨張率が 0.1%を超える結果となった。

熔融スラグ 30%骨材の場合及び高炉セメントを用いた場合は、膨張率が 0.1%未満に抑えられている。

よって、土壌比率 72%で発生した熔融スラグ及び、酸素富化により発生した熔融スラグでも、骨材の置換率を 30%とすることや高炉セメントを用いることにより、膨張率を 0.1%未満に抑えることができ、実際の土木工事において、アルカリ骨材反応が問題になるようなことはないものと考えられる。

表 1 平成 27 年度に発生した溶融スラグの追加試験の結果

試験方法	セメントの種類 (アルカリ調整) ※1	酸素富化あり				
		試料採取期間 ※2				
		① H27 10/15~10/19 土壌比率70%	② ①と同時期	③ ①と同時期	④ ①と同時期	
モルタルバー法	普通(1.2%) スラグ100	—	—	—	—	
迅速法	普通(2.5%) スラグ100	0.294%	0.324%	0.280%	0.288%	
	普通(2.5%) スラグ30	0.037%	0.044%	0.033%	0.033%	
	高炉(無調整) スラグ30	0.014%	0.021%	0.016%	0.008%	
化学法	Sc/Rc	0.79	—	—	—	
	Sc、Rc[単位 mmol/l]	67、85	—	—	—	
試験方法	セメントの種類 (アルカリ調整) ※1	酸素富化あり		参考		
		試料採取期間 ※2				
		⑤ H27 12/1~12/10 土壌比率70%	⑥ H28 2/10~2/18 土壌比率73%	⑦ H25 12/20~12/31 土壌比率76%		
モルタルバー法	普通(1.2%) スラグ100	—	—	0.258%		
迅速法	普通(2.5%) スラグ100	0.300%	0.354%	0.251%		
	普通(2.5%) スラグ30	0.039%	0.051%	0.029%		
	高炉(無調整) スラグ30	0.014%	0.016%	0.015%		
化学法	Sc/Rc	0.97	0.88	0.47		
	Sc、Rc[単位 mmol/l]	69、71	67、76	26、55		

※1 アルカリ調整

1.2%： セメント量に対して全アルカリの量が 1.2%になるように調整 (モルタルバー法)

2.5%： セメント量に対して全アルカリの量が 2.5%に調整 (迅速法)

無調整： アルカリ量の調整を行わない

(スラグ 100： 溶融スラグ 100%骨材、スラグ 30： 溶融スラグ 30%骨材)

※2 ①~⑥の試料では、均質化物の溶流度試験の前処理方法を変更したため、助剤添加割合が低減している。

3 溶融スラグの鉱物組成の変化について

定量分析の代わりに、溶融スラグに含まれる結晶性のシリカ鉱物である石英及びクリストバライトについて、X線回折強度の比較を行った結果を図 1 (今回の結果は赤枠) に示す。

石英については、平成 26 年度と同程度の値となっているが、クリストバライトについては、平成 26 年度と比べて高い値を示していることから潜在的にアルカリ骨材反応を起こしやすいスラグであると考えられるが、現在の数値程度であればスラグの置換率を 30%とすることや高炉セメントを用いることにより、アルカリ骨材反応を抑制できることが前述の迅速法等の試験結果から明らかとなっている。

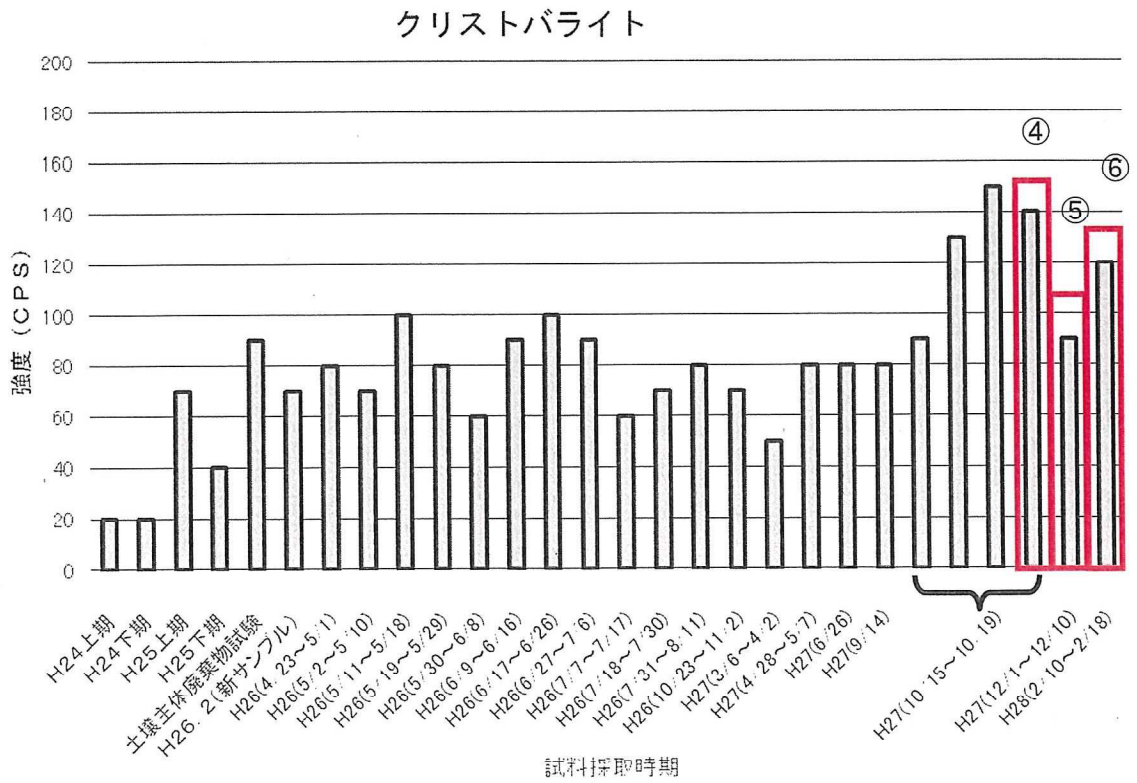
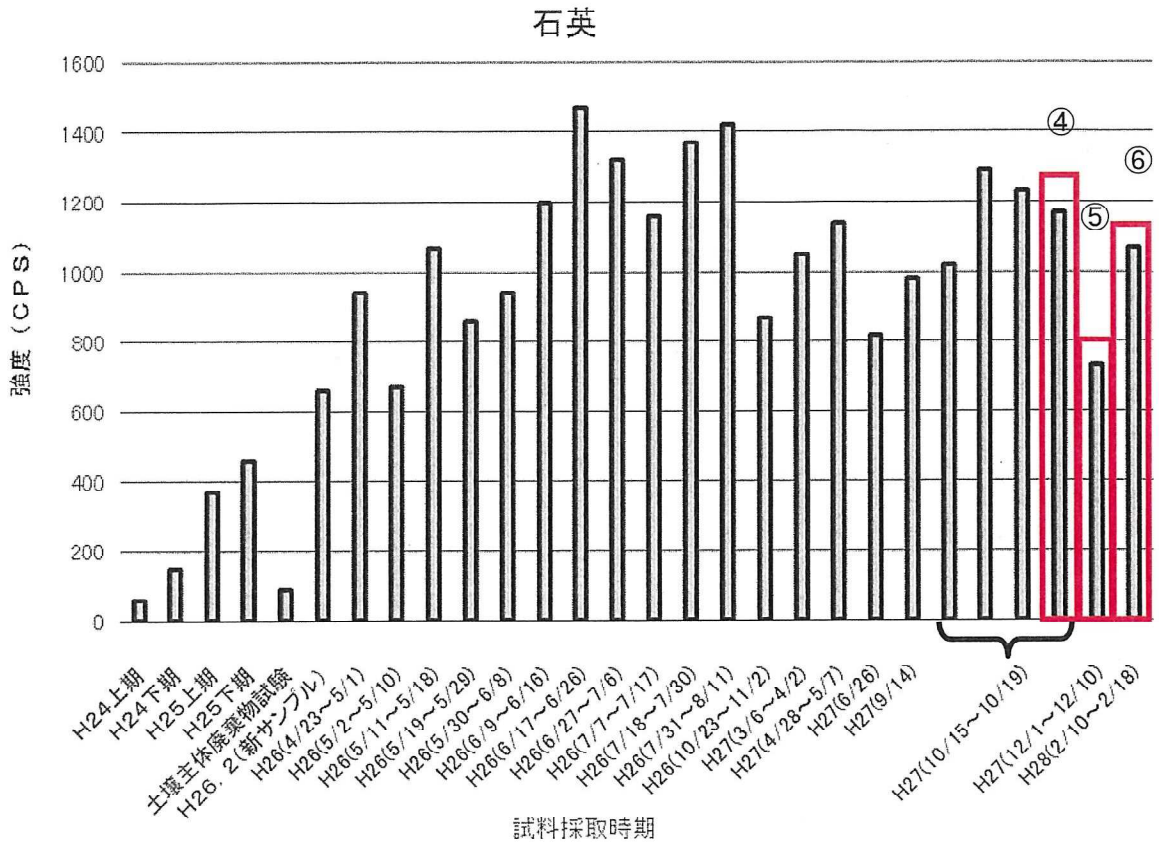


図1 溶融スラグ中の石英及びクリストバライトのX線回折強度

4 今後の対応

豊島溶融スラグについては、レディミクストコンクリート用骨材とする場合は、細骨材への置換率を30%とし、さらに高炉セメントを使うといった抑制対策が講じられており、現状の利用方法で特に問題はないと考えられる。

今後の溶融スラグのアルカリ骨材反応については、今までどおり、日常的には化学法で管理し、年2回のモルタルバー法試験、年4回に加えて、必要に応じ迅速法の試験を実施、溶融スラグの性状を把握することとする。なお、次回の豊島廃棄物等管理委員会においては、平成27年度に実施した年2回のモルタルバー法試験の結果を報告する。

豊島廃棄物等処理事業の今後の主な工事の概要

今後想定される豊島処分地における工事については、廃棄物等の処理完了期限である平成 28 年度末が近づいたため、第 39 回管理委員会で暫定的なスケジュール（素案）等を整理したが、豊島島外のスラグステーションに関する工事及び現状想定される専門家の指導・助言が必要な事項等も加え、豊島廃棄物等処理事業の今後の主な工事の概要を別紙 1～3 のとおり整理しておく。

