

有機ヒ素化合物の汚染源周辺地域における高濃度汚染対策について

1. 高濃度汚染対策の状況及び概要

神栖地区における DPAA 地下水処理施設の運転は、平成 21 年 4 月初旬より準備を行い、4 月 30 日より運転を開始した。本格運転に先立ち、4 月 30 日から 5 月 31 日まで予備運転（日約 8 時間運転）を行い、本格運転（24 時間運転）を 6 月 1 日より実施している。

6 月 22 日現在までにおける、DPAA 地下水処理施設の運転概要は下記のとおりである。

4 月 初旬～	準備
4 月 30 日	予備運転開始
5 月 7～27 日	予備運転（日約 8 時間運転）
5 月 22～27 日	地下水定期採水（春季）
5 月 28～29 日	予備運転（24 時間運転実施）
6 月 1 日～	本格運転（24 時間運転）開始



2. 予備運転

当初、計画高濃度汚染地下水濃度は、通常時 DPAA 濃度 20mg-As/L、最大 35mg-As/L を想定していたが、昨年度 3 月 16 日～21 日の 6 日間で実施した水処理システム性能試験時の原水槽での DPAA 分析の結果は、最大濃度 17mg-As/L（1 日目）、最小濃度 6.3mg-As /L（4 日目）、平均濃度 10.8mg-As /L であった。

そのため、当初計画濃度における薬品添加量では、過度になることが想定されたため、特に安定した処理水質確保、原水の有機ヒ素濃度の低下に応じた粉末活性炭添加量の設定、および各種薬品の適切な添加量の設定をするために、4 月 30 日から 5 月 31 日まで実状濃度に対応した適正な水処理の実施および確認を行った。

予備運転では、揚水された汚染地下水の有機ヒ素濃度（DPAA）を 10mg-As/L 程度と想定し、日稼働時間 8 時間、揚水量約 100m³/日を目安とした運転を行った。また、5 月 28～29 日にかけては、24 時間運転を行って最終確認を行い、6 月 1 日からの本格運転に備えた。

（1）予備運転時における揚水量・注水量

予備運転期間の揚水量は、日稼働時間約 8 時間として、期間中の総揚水量として B-1 井戸で 946.0m³、F-15 井戸で 567.0m³、掘削箇所内井戸の F-1 井戸で 18.2m³、F-5 井戸で 55.3m³、F-6 井戸で 55.2m³、F-22 井戸で 18.3m³、計 1,660.0m³ であった。

予備運転期間の注水は、掘削地点内において揚水量 > 注水量となることを原則とし、期間中の総注水量は、F-16 井戸で 12.7m³、F-17 井戸で 16.0m³、F-18 井戸で 10.2m³、F-19 井戸で 14.4m³、F-20 井戸で 21.8m³、F-21 井戸で 23.9m³、計 99.0m³（同期間の掘削地点揚水総量は 147.0 m³）であった。図 2.1 に揚水井戸の配置図を、表 2.1 に揚水量・注水量の日毎データを示す。

図 2.1 揚水井戸配置図



本格運転時では、各井戸からの予定揚水量を、150m³/日(B-1 井戸)、90m³/日(F-15 井戸)、60m³/日(掘削調査地点の F-1、F-5、F-6、F-22)としていることから、各井戸の時間あたりの揚水量を本格運転時と同一とし、予備運転を実施している。

表 2.1 予備運転時における日単位揚水量および注水量

日	処理時間 (h)	揚水量 (m ³)							注水量 (m ³)								
		B-1	F-15	F-1	F-5	F-6	F-22	掘削箇所 計 (①)	合計	F-16	F-17	F-18	F-19	F-20	F-21	合計 (②)	
30	木	3.50	21.9	13.4	0.8	2.2	2.2	0.7	6.0	41.2	0.4	0.6	0.1	0.4	0.3	0.3	2.2
1	金	4.25	27.0	15.9	0.9	2.6	2.7	0.9	7.1	50.0	0.6	0.8	0.4	0.6	0.9	0.9	4.3
2	土																
3	日																
4	月																
5	火																
6	水																
7	木	8.25	50.9	30.5	1.7	5.1	5.1	1.7	13.5	94.8	1.3	1.9	0.9	1.5	1.5	1.9	9.0
8	金	8.00	50.0	30.0	1.6	5.0	5.0	1.7	13.2	93.2	1.6	2.5	1.0	1.7	2.0	2.4	11.2
9	土																
10	日																
11	月	7.75	48.9	29.3	1.6	5.0	4.9	1.6	13.1	91.4	1.6	1.9	1.1	0.8	3.5	2.5	11.3
12	火	8.00	49.9	29.9	1.6	5.0	5.0	1.7	13.2	93.1	1.2	1.1	1.3	2.4	2.6	2.8	11.5
13	水	8.00	49.5	29.7	1.6	4.9	4.9	1.6	13.1	92.3	1.1	2.3	1.1	1.0	1.9	2.7	10.0
14	木	8.00	50.1	30.1	1.7	5.0	5.0	1.7	13.3	93.5	1.2	0.3	1.1	1.5	2.1	2.6	8.7
15	金	8.00	49.8	29.8	1.6	5.0	5.0	1.6	13.2	92.8	1.2	1.4	1.0	1.4	2.1	2.4	9.7
16	土																
17	日																
18	月	8.00	49.6	29.7	1.6	4.9	4.9	1.6	13.1	92.4	1.2	1.6	1.1	1.6	2.4	2.7	10.5
19	火	8.00	49.8	29.9	1.6	5.0	5.0	1.6	13.2	92.9	0.3	0.3	0.2	0.4	0.6	0.6	2.4
20	水	8.00	49.7	29.8	1.6	5.0	5.0	1.6	13.2	92.7	0.9	1.1	0.7	1.0	1.6	1.8	7.1
21	木	8.00	49.8	29.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	79.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22	金	8.00	50.7	30.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	81.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23	土																
24	日																
25	月	8.00	49.6	29.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	79.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
26	火	8.00	49.7	29.8	0.3	0.6	0.6	0.2	1.7	81.3	0.1	0.2	0.1	0.2	0.3	0.3	1.2
27	水	8.00	49.7	29.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	79.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
28	木	24.00	149.2	89.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	238.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
29	金																
30	土																
31	日																
月計		151.75	946.0	567.0	18.2	55.3	55.2	18.3	147.0	1660.0	12.7	16.0	10.2	14.4	21.8	23.9	99.0

(2) 放流水水質及び除去率の評価

放流前の貯留槽における総ヒ素濃度分析は 10 回実施しており、いずれも総ヒ素濃度の排出管理基準値 (0.01mg/L) 未満。分析結果は、定量下限値 (0.005mg/L) 未満であった。分析機関 (計量証明事業者) による有機ヒ素分析結果 (1 回実施) においても、DPAA、PAA、PMAA はすべて定量下限値 (0.001mg-As/L) 未満であった。なお、下水道排除基準項目の分析結果においても、基準値を超過する水質項目はなかった。表 2.2 に水質の分析結果を示す。

地下水 (原水) の総ヒ素濃度分析 (現場分析) は 8 回実施している。最大濃度で 8.9mg/L、最小濃度で 3.4mg/L、平均濃度は 5.3mg/L であり、放流時測定結果 (定量下限値 0.005mg/L) を放流水濃度とすると、予備運転期間の除去率はすべて 99%以上であった。

表 2.2 予備運転時における水質分析

項目	単位	基準	分析結果		備考
			[現場分析]	[分析機関]	
総ヒ素濃度					
地下水(原水)	(mg/L)	-	5.3	5.7	現場: 平均値 (最大値: 8.9、最小値: 3.4)
放流水	(mg/L)	<0.01	<0.005	<0.001	貯留槽水質現場分析結果
除去率	(%)	-	99.9%	99.9%	除去率 (%) = (原水濃度 - 放流水濃度) / (原水濃度) × 100

(3) 予備運転時における運転維持管理 (薬品量等)

水処理のシステムは、原水 DPAA 濃度を通常 20mg-As/L (最大 35mg-As/L) と設定した薬品添加量としていたが、予備運転での薬品添加量は、現状の原水 DPAA 濃度に応じた添加量に再設定を行った。

再設定では、原水 DPAA 濃度を 10mg-As/L 程度と想定して、粉末活性炭添加量を設計値の 50% とし、処理プロセスで必要となるその他薬品については、沈降分離槽での凝集フロックの生成状況に応じて、調整を行いながら実施した。結果としては、高分子凝集剤等の添加量は増えることとなったが、粉末活性炭の添加量は再設定した量で問題無く、安定したシステム稼働と水処理結果が得られた。

(4) 予備運転時におけるヒ素濃度とヒ素回収量

予備運転時におけるヒ素回収量を算出するため、原水槽および各揚水井戸で採水を行い、総ヒ素分析を行った。表 2.3 に運転日毎の揚水量、総ヒ素濃度およびヒ素回収量を示す。

表 2.3 中の原水槽濃度は、各揚水井戸からの地下水を原水槽で集約した濃度であり、全体の平均的濃度と位置付けられる。原水槽でのモニタリング頻度は、週 2 回の分析としていることから、データのない個所の記載は、前後のデータの平均値として示した。

また、5 月 19 日には各井戸からのサンプリングおよび分析を行い、B-1、F-15 については 5 月 19 日以降、2 日に 1 回程度の割合でサンプリングおよび分析を行った。

原水槽の濃度は、最大濃度で 8.9mg/L、最小濃度で 3.4mg/L、平均濃度は 5.3mg/L であり、予備運転初日の 4 月 30 日の濃度が最も高い。B-1 井戸は極端な濃度変化が少なく安定しているが、掘削調査地点と A 井戸の中間に位置する F-15 では、やや濃度が上昇傾向にあり、5 月 27 日では 7.5 mg/L となる。

揚水量 (合計値) と原水槽総ヒ素濃度 (推定値含む) から算出される予備運転時におけるヒ素回収量は、総ヒ素換算で約 8.26kg となった。

表 2.3 予備運転時における総ヒ素濃度およびヒ素回収量

	揚水量(m3)							総ヒ素濃度[μg/L]							ヒ素回収量 (Kg)
	B-1	F-15	F-1	F-5	F-6	F-22	合計	原水槽濃度	B-1	F-15	F-1	F-5	F-6	F-22	
2009/4/30	21.9	13.4	0.8	2.2	2.2	0.7	41.2	8900							0.367
2009/5/1	27.0	15.9	0.9	2.6	2.7	0.9	50.0	7000							0.350
2009/5/2															
2009/5/3															
2009/5/4															
2009/5/5															
2009/5/6															
2009/5/7	50.9	30.5	1.7	5.1	5.1	1.7	94.8	5100							0.484
2009/5/8	50.0	30.0	1.6	5.0	5.0	1.7	93.2	4900							0.457
2009/5/9															
2009/5/10															
2009/5/11	48.9	29.3	1.6	5.0	4.9	1.6	91.4	4700							0.429
2009/5/12	49.9	29.9	1.6	5.0	5.0	1.7	93.1	4900							0.456
2009/5/13	49.5	29.7	1.6	4.9	4.9	1.6	92.3	4900							0.452
2009/5/14	50.1	30.1	1.7	5.0	5.0	1.7	93.5	5100							0.477
2009/5/15	49.8	29.8	1.6	5.0	5.0	1.6	92.8	5000							0.464
2009/5/16															
2009/5/17															
2009/5/18	49.6	29.7	1.6	4.9	4.9	1.6	92.4	4900							0.453
2009/5/19	49.8	29.9	1.6	5.0	5.0	1.6	92.9	4900	3700	3200	1000	3500	2300	2500	0.455
2009/5/20	49.7	29.8	1.6	5.0	5.0	1.6	92.7	4900							0.454
2009/5/21	49.8	29.8	0.0	0.0	0.0	0.0	79.6	4900	4000	4300					0.390
2009/5/22	50.7	30.4	0.0	0.0	0.0	0.0	81.2	4150	4600	6300					0.337
2009/5/23															
2009/5/24															
2009/5/25	49.6	29.8	0.0	0.0	0.0	0.0	79.4	3400	3500	5400					0.270
2009/5/26	49.7	29.8	0.3	0.6	0.6	0.2	81.3	4350							0.354
2009/5/27	49.7	29.8	0.0	0.0	0.0	0.0	79.6	4350	3500	7500					0.346
2009/5/28	149.2	89.4	0.0	0.0	0.0	0.0	238.6	5300							1.265
2009/5/29															
2009/5/30															
2009/5/31															
合計	946.0	567.0	18.2	55.3	55.2	18.3	1660.0								8.260

※原水槽濃度欄の赤字は推定値（前後の値の平均値）

※ヒ素回収量：＝揚水量×総ヒ素濃度