

豊洲新市場予定地の汚染物質処理に関する  
適用実験委託

報 告 書

平成 22 年 6 月 30 日

日 本 工 営 株 式 会 社

1.	業務概要 .....	1
1.1.	業務件名 .....	1
1.2.	場所 .....	1
1.3.	目的 .....	1
1.4.	実験内容 .....	1
1.5.	工期 .....	1
1.6.	発注者 .....	1
1.7.	受託者 .....	1
1.8.	実験ケース .....	2
1.9.	実験位置図 .....	3
2.	実験結果の概要 .....	4
2.1.	掘削微生物処理実験（ケース①） .....	4
2.2.	原位置微生物・洗浄処理実験（ケース②） .....	5
2.3.	洗浄処理実験（ケース③） .....	6
2.4.	中温加熱実験（ケース④） .....	6
2.5.	中温加熱・洗浄処理実験（ケース⑤） .....	6
2.6.	地下水浄化処理実験（ケース⑥） .....	7
3.	各実験結果 .....	8
3.1.	掘削微生物処理実験 .....	8
3.1.1.	実験目的と計画 .....	8
3.1.2.	汚染濃度低下に関する解析 .....	12
3.1.3.	実験結果の考察 .....	21
3.1.4.	豊洲新市場予定地への適用性と改善点 .....	22
3.2.	原位置微生物・洗浄処理実験 .....	23
3.2.1.	実験目的と計画 .....	23
3.2.2.	汚染濃度低下に関する解析 .....	27
3.2.3.	細粒分率および残渣発生率 .....	42
3.2.4.	実験結果の考察 .....	45
3.2.5.	豊洲新市場予定地への適用性と改善点 .....	46
3.3.	洗浄処理実験 .....	47
3.3.1.	実験目的と計画 .....	47
3.3.2.	汚染濃度低下に関する解析 .....	50
3.3.3.	細粒分率および残渣発生率 .....	53
3.3.4.	実験結果の考察 .....	55
3.3.5.	豊洲新市場予定地への適用性と改善点 .....	55
3.4.	中温加熱処理実験 .....	56

3.4.1.	実験目的と計画	56
3.4.2.	汚染濃度低下に関する解析	58
3.4.3.	実験結果の考察	61
3.4.4.	豊洲新市場予定地への適用性と改善点	61
3.5.	中温加熱・洗浄処理実験	62
3.5.1.	実験目的と計画	62
3.5.2.	汚染濃度低下に関する解析	63
3.5.3.	細粒分率および残渣発生率	67
3.5.4.	実験結果の考察	67
3.5.5.	豊洲新市場予定地への適用性と改善点	68
3.6.	地下水浄化処理実験	69
3.6.1.	実験目的と計画	69
3.6.2.	汚染濃度低下に関する解析	72
3.6.3.	浄化プラントの浄化結果	73
3.6.4.	揚水試験結果	74
3.6.5.	地下水位の変化	75
3.6.6.	実験結果の考察	82
3.6.7.	豊洲新市場予定地への適用性と改善点	82

■ 巻末資料

1. 実施工程表
2. 実験区画の座標と地盤高
3. 実験補足資料
4. 環境管理計画
5. 掘削管理

□ 別冊資料 分析データ集

## 1. 業務概要

### 1.1. 業務件名

豊洲新市場予定地の汚染物質処理に関する適用実験委託

### 1.2. 場所

東京都江東区豊洲六丁目地内（豊洲新市場予定地）

### 1.3. 目的

本委託は東京都が豊洲新市場予定地において、現地の汚染や土質状況に即して、技術会議が定めた技術・工法を適用し、汚染物質を処理し、所期の効果を事前に確認することを目的とした。

### 1.4. 実験内容

(ア) 掘削微生物処理実験

処理対象物質：ベンゼン

(イ) 原位置微生物・洗浄処理実験

処理対象物質：環境基準値の10倍を超えるベンゼンを含む複合汚染

(ウ) 洗浄処理実験

処理対象物質：シアン化合物、重金属（ヒ素、鉛、水銀、六価クロム、カドミウム）、環境基準値の10倍程度のベンゼンを含む複合汚染

(エ) 中温加熱処理実験

処理対象物質：油膜が見られ、ベンゼンを含み重金属を含まない汚染

(オ) 中温加熱・洗浄処理実験

処理対象物質：油膜の程度が高く、シアン化合物、重金属を含む複合汚染

(カ) 地下水浄化処理実験

処理対象物質：ベンゼン、シアン化合物、重金属の各汚染

### 1.5. 工期

平成22年1月22日から平成22年6月30日

### 1.6. 発注者

東京都中央卸売市場

### 1.7. 受託者

日本工営株式会社

## 1.8. 実験ケース

実験地点は、特記仕様書に示されたとおり、平成 20 年 2 月以降、東京都が実施した土壌汚染調査の結果で高濃度かつ、汚染物質の種類・組合せの特徴を考慮して決定されたものである。

表 1.8-1 実験ケースの概要

処理対象物質	地点数	処理方法		処理概要
<実験ケース> ベンゼン	3	微生物 処理	掘削	・汚染土壌を掘削し、予定地内に畝を作り、空気、栄養塩を投与し、微生物により、分解処理
<実験ケース> ベンゼン、重金属 <sup>1</sup> 、 シアン化合物の複合汚染	3		原位置 (前処理) 洗浄	・現地で、ベンゼンを環境基準値の 10 倍程度(10~20 倍)にまで低下させ、その後汚染土壌を掘削し、場外の洗浄処理施設で処理
<実験ケース> 低濃度ベンゼン <sup>1</sup> 、シアン化合物、 重金属 <sup>2</sup>	3	洗浄処理		・汚染土壌を掘削し、場外の洗浄処理施設で処理
油膜が見られる 汚染土壌	<実験ケース> ベンゼン	2	中温加熱処理	・汚染土壌を掘削し、場外の中温加熱処理施設で処理
	<実験ケース> シアン化合物、 重金属 <sup>1</sup>	2	中温加熱 洗浄処理	・汚染土壌を掘削し、場外の中温加熱処理施設で処理後、場外の洗浄処理施設で処理
(地下水)<実験ケース> ベンゼン、重金属 <sup>2</sup> 、シアン化合物	3	地下水浄化処理		・汚染地下水を揚水し、現地に設置した地下水浄化施設で処理

※1 低濃度：環境基準値の 10 倍程度 (10~20 倍)

※2 重金属：ヒ素、鉛、水銀、六価クロム、カドミウムの 5 物質

1.9. 実験位置図

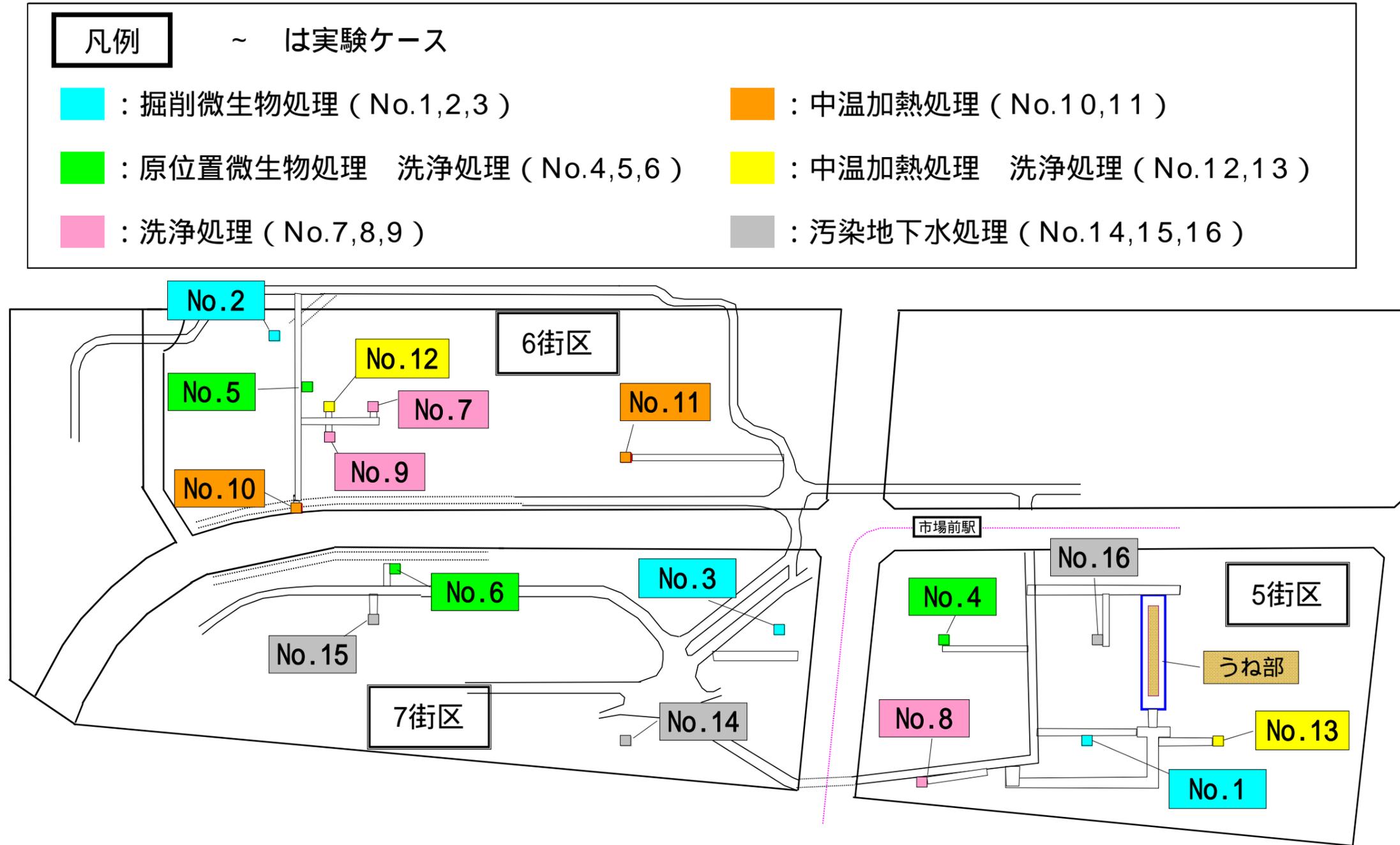


図 1.9-1 実験位置平面図

## 2. 実験結果の概要

### 2.1. 掘削微生物処理実験（ケース ）

- すべての実験ケースで、環境基準値以下になることが確認された。

(単位:mg/L)

実験方法	分析項目	ケース	初期値	畝作成 1週間後	2週間後	3週間後	4週間後	5週間後	7週間後	浄化判定 <sup>1</sup>	
掘削微生物処理	ベンゼン	No.1-	3.3	0.37	0.039	<0.001	<0.001	(終了)			
		No.1-		0.055	0.016	<0.001	<0.001	(終了)			
		No.2-	0.001	0.004	<0.001	(終了)					
		No.2-		0.001	0.001	(終了)					
		No.3-	1.2	1.5	1.2	0.46	1.0	0.14	0.20		
		No.3-		0.089	0.51	0.021	0.010	0.001	< 0.001		
	No.3- を分割	8週間後	8.5週間後	9週間後	9.5週間後	10週間後			浄化判定 <sup>1</sup>		
	3- -1	0.026	0.10	0.014 <sup>3</sup>	0.005	0.001	(終了)				
	3- -2		0.020 <sup>2</sup>	0.007	0.001	(終了)					

1 環境基準値以下、 2 No.3- -2 に昇温材添加（8.5 週後）、 3 No.3- -1 に昇温材添加（9.3 週後）

## 2.2. 原位置微生物・洗浄処理実験（ケース ）

・すべての実験ケースで、環境基準値以下になることが確認された。

(単位:mg/L)

実験方法	分析項目	地点	土壌採取位置	原位置微生物処理						洗浄処理	浄化判定 <sup>2</sup>
				初期値	1週後	4週後	9週後	13週後	15週後	洗浄後	
原位置微生物処理	ベンゼン	No.4	M 1	0.39	0.37	0.38	0.14	0.043	0.039	< 0.001	
			M 2	0.69	0.54	0.93	0.76	0.14	0.12		
			M 3	0.14	0.24	0.27	0.013	0.041	0.042		
			M 4	0.095	0.11	0.084	0.085	0.026	0.017		
			M 5	0.59	0.39	0.36	0.068	0.001	0.093		
			No.4平均 <sup>1</sup>	0.381	0.330	0.405	0.213	0.050	0.062		
		No.5	M 1	< 0.001	0.035	0.003	0.002	< 0.001	0.017	< 0.001	
			M 2	0.040	0.027	0.077	< 0.001	< 0.001	< 0.001		
			M 3	0.34	0.005	0.17	< 0.001	< 0.001	< 0.001		
			M 4	0.006	< 0.001	0.001	0.001	< 0.001	< 0.001		
			M 5	< 0.001	0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001		
			No.5平均 <sup>1</sup>	0.078	0.014	0.050	0.001	0.004	0.004		
		No.6	M 1	0.24	0.032	0.004	0.036	0.047	0.031	< 0.001	
			M 2	9.3	0.051	0.52	0.053	0.047	0.047		
			M 3	8.3	0.024	1.1	0.47	0.75	0.75		
	M 4		0.047	0.021	0.010	0.003	0.017	0.017			
	M 5		0.080	0.25	1.5	0.005	0.005	0.005			
	No.6平均 <sup>1</sup>		3.593	0.076	0.627	0.113	0.170	0.170			

1 平均値は小数点以下第4位を四捨五入  
2 環境基準値以下

(単位:mg/L)

実験方法	分析項目	地点	土壌採取位置	原位置微生物処理						洗浄処理	浄化判定 <sup>2</sup>
				初期値	1週後	4週後	9週後	13週後	15週後	洗浄後	
原位置微生物処理	シアン化合物	No.4	M 1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	
			M 2	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1		
			M 3	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1		
			M 4	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1		
			M 5	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1		
			No.4平均 <sup>1</sup>	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1		
		No.5	M 1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	
			M 2	< 0.1	< 0.1	0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1		
			M 3	0.1	< 0.1	0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1		
			M 4	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1		
			M 5	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	0.1		
			No.5平均 <sup>1</sup>	0.10	< 0.1	0.10	< 0.1	0.10	0.10		
	No.6	M 1	0.3	0.2	< 0.1	0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1		
		M 2	1.0	0.9	2.9	0.6	0.6	0.6			
		M 3	0.6	0.1	0.9	< 0.1	1.4	1.4			
		M 4	0.3	0.2	0.3	0.1	0.2	0.2			
		M 5	0.5	0.6	1.0	0.3	1.3	1.3			
		No.6平均 <sup>1</sup>	0.54	0.40	1.04	0.24	0.72	0.72			

1 平均値は小数点以下第3位を四捨五入  
2 環境基準値以下

### 2.3. 洗浄処理実験（ケース ）

・すべての実験ケースで、環境基準値以下になることが確認された。

実験方法	地点	分析項目	初期値	1回洗浄後	2回洗浄後	浄化判定
洗浄処理	No.7	シアン化合物	0.3	0.1	<0.1	
	No.8	ヒ素	0.39	0.075	<0.005	
	No.9	ベンゼン	7.0	0.012	0.001	
		シアン化合物	0.4	< 0.1	-	
		ヒ素	< 0.005	< 0.005	-	

: 環境基準値以下

### 2.4. 中温加熱実験（ケース ）

・すべての実験ケースで、環境基準値以下になることが確認された。

実験方法	地点	分析項目	単位	初期値	実験後	浄化判定 <sup>1</sup>
中温加熱処理	No.10	ベンゼン	mg/L	0.027	0.003	
		シアン化合物	mg/L	0.1	< 0.1	
		油膜	0なし~5多い	0	0 <sup>2</sup>	
	No.11	ベンゼン	mg/L	0.91	0.003	
		油膜	0なし~5多い	5	0 <sup>2</sup>	

1 環境基準値以下、または油膜なし

2 白色の浮遊物質が確認されたため、全石油系炭化水素(TPHs)分析を行った結果、油分ではないことを確認した

### 2.5. 中温加熱・洗浄処理実験（ケース ）

・すべての実験ケースで、環境基準値以下になることが確認された。

実験方法	地点	分析項目	単位	初期値	中温加熱後	洗浄処理後	浄化判定
中温加熱 洗浄処理	No.12	ベンゼン	mg/L	1.8	0.003	-	
		シアン化合物	mg/L	1.4	0.1	<0.1	
		ヒ素	mg/L	< 0.005	< 0.005	<0.005	
		油膜	0なし~5多い	5	0	0	
	No.13	シアン化合物	mg/L	0.2	< 0.1	<0.1	
		ヒ素	mg/L	< 0.005	< 0.005	<0.005	
油膜		0なし~5多い	4	0	0		

: 環境基準値以下、または油膜なし

## 2.6. 地下水浄化処理実験（ケース ）

- ・すべての実験ケースで、環境基準値以下になることが確認された。

（単位：mg/L）

実験方法	地点	分析項目	初期値	揚水腹水後 （1サイクル後）	連続揚復水 （2サイクル後）	浄化判定 <sup>1</sup>
地下水 浄化 処理	No.14	ベンゼン	< 0.001	< 0.001 <sup>2</sup>		
	No.15	シアン化合物	1.1	0.3	< 0.1	
	No.16	シアン化合物	0.1	< 0.1		
		鉛	< 0.005	< 0.005 <sup>2</sup>		

1 環境基準値以下

2 揚水・復水井戸（12孔）でも分析を実施し、全孔で環境基準値以下を確認

### 3. 各実験結果

#### 3.1. 掘削微生物処理実験

##### 3.1.1. 実験目的と計画

###### (1) 目的

ベンゼン単独の汚染土壌の処理を目的とした。

汚染土を掘削し、地上部に畝を作り、土壌中の微生物を活性化させ汚染土壌を浄化した。

###### (2) 計画

実験条件を表 3.1-1 に示す。

表 3.1-1 掘削微生物処理 実験条件

項目	実験条件
処理対象物質	ベンゼン
実験土壌	5 街区：No.1 034-1 AP-1.12~-2.12m 6 街区：No.2 A9-8 AP+0.77~-0.00m 7 街区：No.3 K24-6 AP-0.08~-1.08m
実験土壌の汚染濃度 (ベンゼン)	【117 条調査結果】 5 街区：No.1 環境基準値の 220 倍 6 街区：No.2 環境基準値の 78 倍 7 街区：No.3 環境基準値の 25 倍
実験方法	実験箇所の土壌を掘削し栄養塩を加えて畝を作製し、空気を供給しながら土中微生物を活性化させベンゼンを分解・処理した。
処理対象数量	【計画数量】各街区それぞれ 100 m <sup>3</sup> (地山換算体積) 【実施数量】No.1：約 60 m <sup>3</sup> No.2：約 66 m <sup>3</sup> No.3：約 88 m <sup>3</sup> (地山換算体積)
分析・確認事項	<ul style="list-style-type: none"><li>各畝内の 5 地点の検体を採取したのち試験室で分取し、汚染濃度を分析して処理効果を確認した。</li><li>分析回数は、No.1 は 5 回、No.2 は 3 回、No.3 は 12 回とした。</li></ul>

## 1) 実験フロー

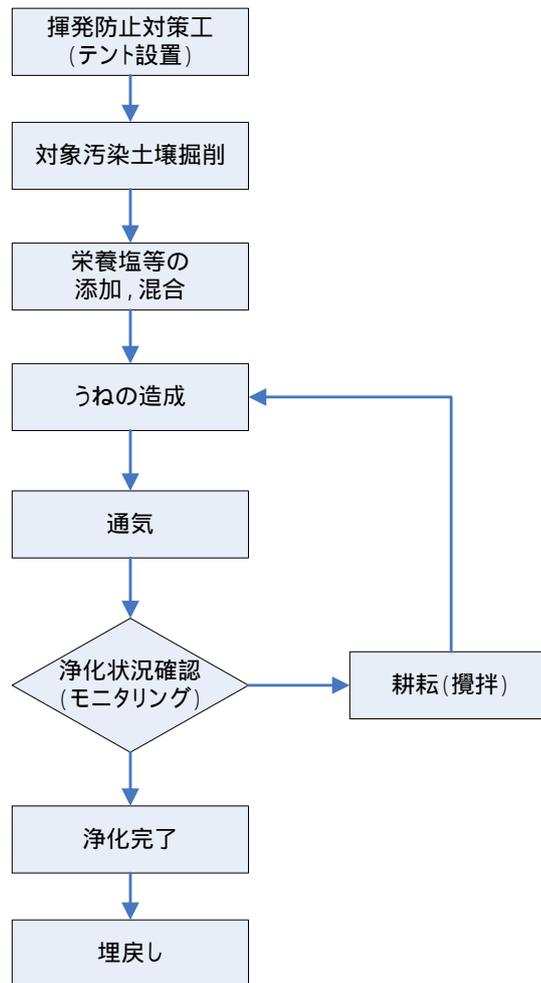


図 3.1-1 掘削微生物処理実験フロー

## 2) 実験の概要

掘削微生物処理工法は、浄化対象土壌を掘削し、栄養塩等を加えて畝状に積上げて畝内に通気することで微生物活動を活発化させて汚染対象物質を分解・除去する土壌浄化手法である。掘削微生物処理実験の実施手順概要を図 3.1-2 に、浄化概念図を図 3.1-3 に示す。

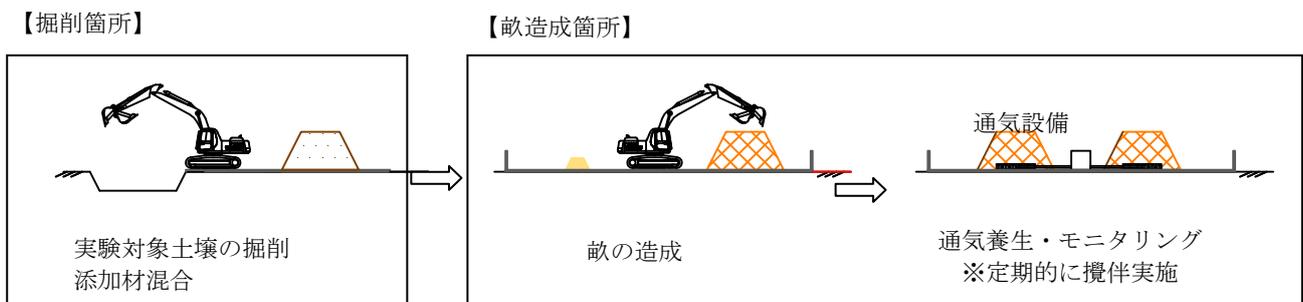


図 3.1-2 掘削微生物処理実験 実施手順概要

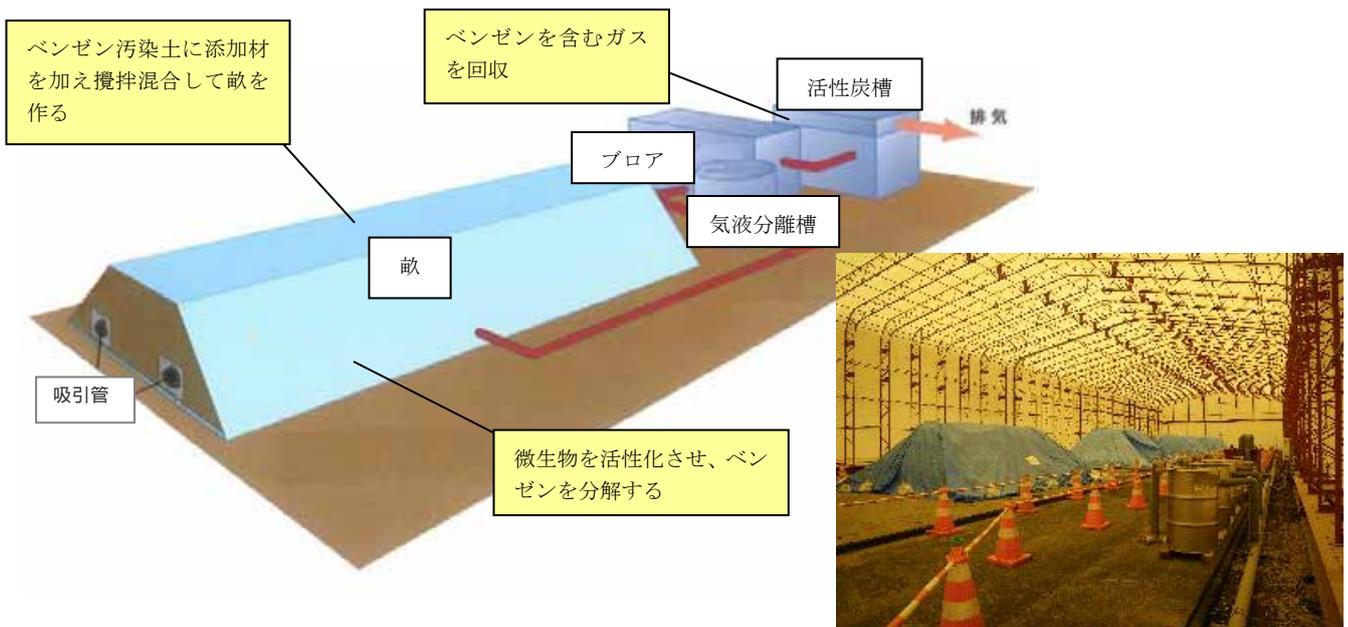


図 3.1-3 掘削微生物処理 浄化概念図

### 3) 実験ケース

試験の実験ケースを表 3.1-2 に示す。それぞれの掘削箇所からの実験対象土壌を 2 畝ずつに分け、昇温材の有無により以下のケースを設定した。

表 3.1-2 実験ケース

ケース (畝名称)	畝の 大きさ	添加材		
		栄養塩	昇温材	土質改良材
1-	各 30m <sup>3</sup>	土壌重量に 対して 0.01%ずつ添加	無添加	土壌重量に 対して 3% 添加
1-			土壌重量に対して 0.5%添加	
2-	各 33m <sup>3</sup>		無添加	
2-			土壌重量に対して 0.5%添加	
3-	各 44m <sup>3</sup>		無添加	
3-			土壌重量に対して 0.5%添加	

#### 4) 分析項目

分析項目は以下のとおりである。

- ・ 土壌ベンゼン溶出量
- ・ 畝内部温度
- ・ 酸素消費活性
- ・ ベンゼン分解活性
- ・ 全菌数

畝の養生開始後、定期的に畝内部の土壌を採取し、ベンゼンの溶出量分析を実施した。

畝部施工図を図 3.1-4 に示す。

分析試料は、1 畝あたり 5 地点からダブルスコップを用いて個々に採取した試料を、試験室において分取し、1 検体とした。

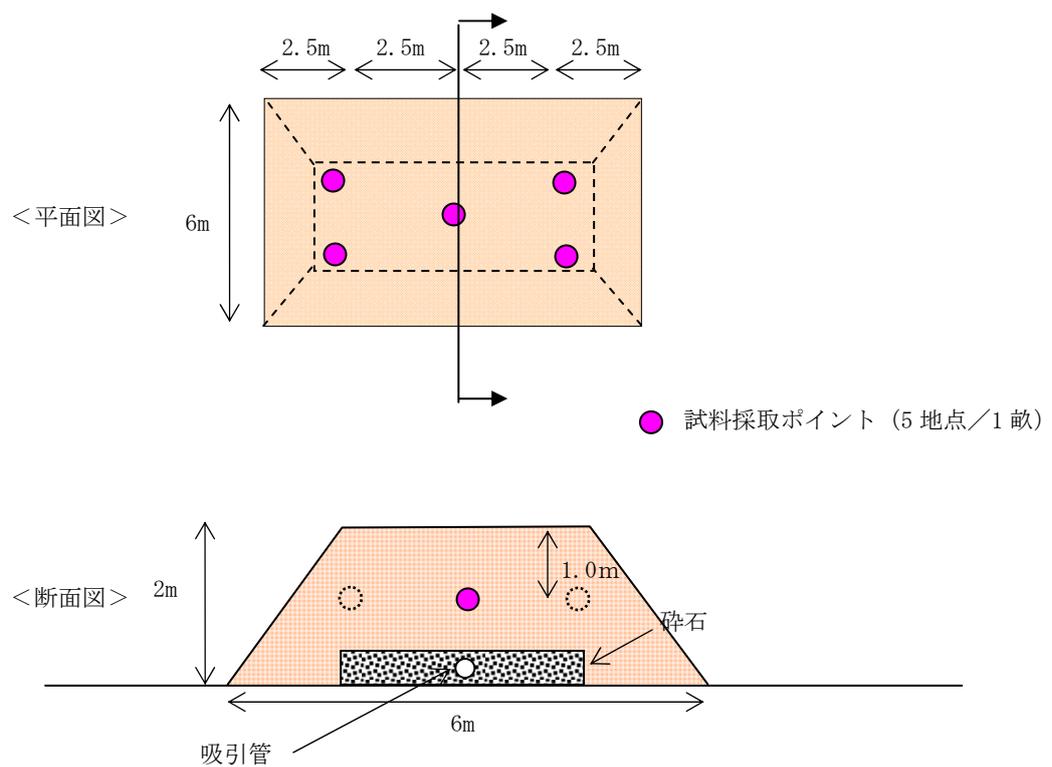


図 3.1-4 畝形状と試料採取地点

### 3.1.2. 汚染濃度低下に関する解析

#### (1) 土壌ベンゼン濃度

実験結果は、すべてのケースで環境基準値以下になることを確認した。

各畝の、汚染濃度（ベンゼン溶出量）の測定結果を下表および図 3.1-5 に示す。

なお、No.3-①（昇温資材なし）は浄化促進のために、途中（8.5週、9.3週）に昇温資材を添加した。

(単位:mg/L)

実験方法	分析項目	ケース	初期値	畝作成 1週間後	2週間後	3週間後	4週間後	5週間後	7週間後	浄化判定 <sup>1</sup>
掘削微生物処理	ベンゼン	No.1-	3.3	0.37	0.039	<0.001	<0.001	(終了)		
		No.1-		0.055	0.016	<0.001	<0.001	(終了)		
		No.2-	0.001	0.004	<0.001	(終了)				
		No.2-		0.001	0.001	(終了)				
		No.3-	1.2	1.5	1.2	0.46	1.0	0.14	0.20	-----
		No.3-		0.089	0.51	0.021	0.010	0.001	< 0.001	
		No.3- を分割	8週間後	8.5週間後	9週間後	9.5週間後	10週間後			浄化判定 <sup>1</sup>
		3- -1	0.026	0.10	0.014 <sup>3</sup>	0.005	0.001	(終了)		
		3- -2		0.020 <sup>2</sup>	0.007	0.001	(終了)			

1 環境基準値以下、 2 No.3- -2 に昇温材添加（8.5 週後）、 3 No.3- -1 に昇温材添加（9.3 週後）

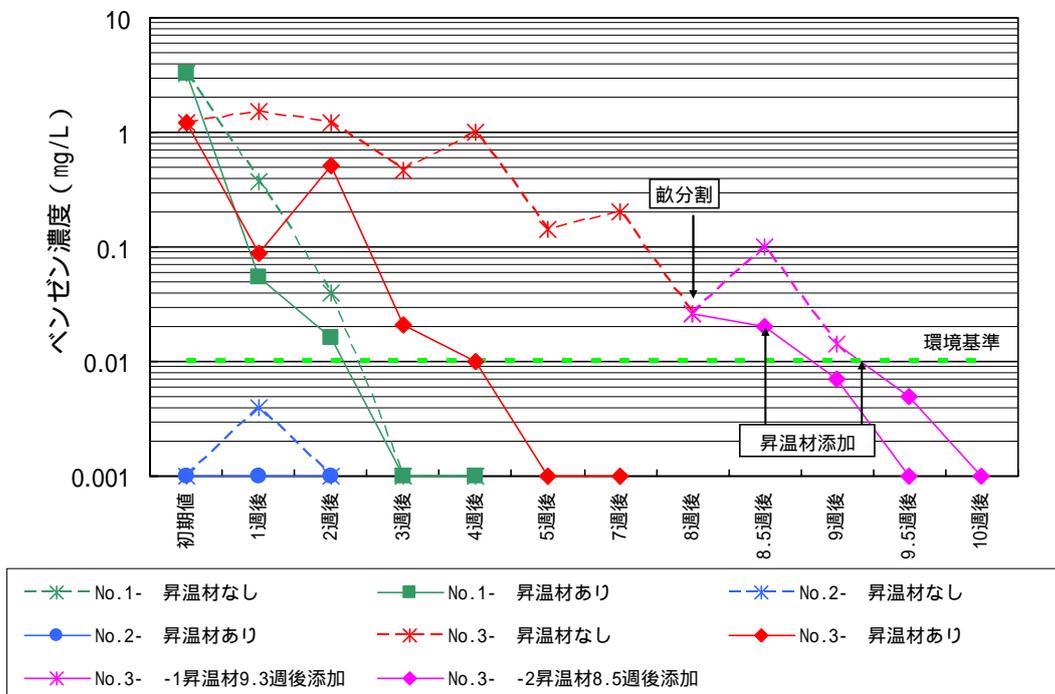


図 3.1-5 土壌ベンゼン濃度 (No.1・No.2・No.3)

## (2) 畝温度

畝内部の温度を測定して、以下のことが確認された。

- ・ 昇温材を添加することにより畝内の温度上昇が確認された。
- ・ 昇温は、最高で50℃を超える温度が確認された。

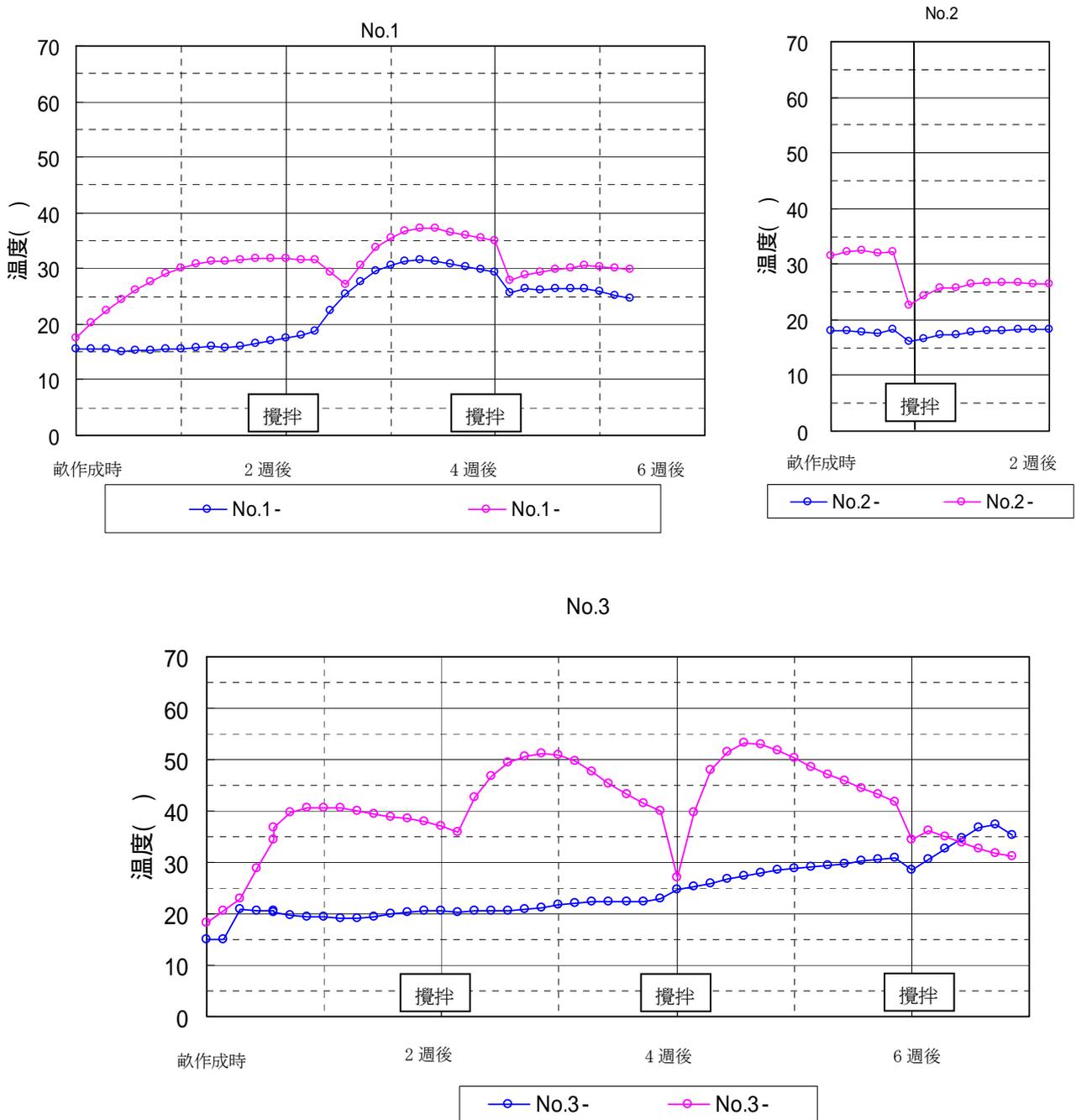


図 3.1-6 畝内部の温度変化(No.1・No.2・No.3)

表 3.1-3 畝温度 (No.1)

※中間部は畝上部から深度 1m、深部は畝上部から 1.5m で測定した

測定場所		テント内		No.1畝温度			
測定日	時間	ベンゼン 濃度 (mg/l)	気温( )	No.1- (昇温材なし)		No.1- (昇温材あり)	
				中間部( )	深部( )	中間部( )	深部( )
4月20日	14:30	<0.1	18.3	15.5	15.2	17.4	17.9
4月21日	14:30	<0.1	24.6	15.6	15.2	20.3	21.2
4月22日	14:30	<0.1	11.0	15.5	15.5	22.4	23.6
4月23日	14:30	<0.1	11.1	15.0	14.5	24.5	25.6
4月24日	14:30	-	16.0	15.2	15.0	26.0	27.1
4月25日	14:30	-	18.3	15.3	15.4	27.6	28.6
4月26日	14:30	<0.1	22.3	15.5	15.9	29.1	30.1
4月27日	13:00	<0.1	14.0	15.6	15.6	30.1	30.6
4月28日	15:30	<0.1	16.9	15.8	15.7	30.8	31.0
4月29日	14:30	<0.1	25.1	15.9	15.7	31.2	31.1
4月30日	14:10	<0.1	23.9	15.8	16.0	31.4	31.0
5月1日	13:00	<0.1	24.8	16.1	16.5	31.6	30.5
5月2日	12:00	<0.1	25.8	16.4	16.9	31.7	30.5
5月3日	12:30	<0.1	26.7	16.9	17.5	31.7	30.3
5月4日	9:30	<0.1	24.9	17.4	18.0	31.7	30.2
5月5日	11:30	-	29.4	18.1	18.8	31.6	30.0
5月6日	14:30	<0.1	28.4	18.8	19.6	31.6	29.9
5月7日	15:30	<0.1	21.9	22.4	22.0	29.4	28.4
5月8日	14:30	<0.1	27.0	25.5	23.6	27.2	26.8
5月9日	14:30	-	27.2	27.5	25.4	30.5	29.8
5月10日	15:00	<0.1	22.5	29.5	27.2	33.8	32.8
5月11日	13:30	<0.1	18.6	30.6	28.3	35.6	34.5
5月12日	14:30	<0.1	24.2	31.3	29.2	36.7	36.0
5月13日	15:30	<0.1	23.6	31.5	29.8	37.2	37.1
5月14日	14:30	<0.1	22.5	31.3	30.0	37.1	37.7
5月15日	14:30	-	23.6	30.8	29.7	36.6	37.6
5月16日	14:30	-	26.3	30.4	29.5	36.1	37.4
5月17日	14:30	<0.1	30.6	29.9	29.2	35.6	37.3
5月18日	12:30	<0.1	29.2	29.4	28.9	35.0	36.7
5月19日	16:00	<0.1	20.7	25.7	25.3	27.9	32.4
5月20日	14:30	<0.1	22.6	26.3	26.4	28.9	31.0
5月21日	15:30	<0.1	31.6	26.2	26.9	29.4	30.9
5月22日	14:30	-	30.5	26.3	26.9	29.8	31.1
5月23日	14:30	-	23.7	26.3	26.9	30.1	31.3
5月24日	14:30	<0.1	20.0	26.4	26.9	30.5	31.5
5月25日	13:30	<0.1	30.9	25.8	27.0	30.3	31.8
5月26日	14:30	<0.1	22.5	25.1	26.2	30.1	31.6
5月27日	14:30	<0.1	23.1	24.6	25.8	29.9	31.4
				実験終了		実験終了	

表 3.1-4 畝温度 (No.2)

測定場所		テント内		No.2畝温度			
測定日	時間	ベンゼン 濃度 (mg/l)	気温( )	No.2- (昇温材なし)		No.2- (昇温材あり)	
				中間部( )	深部( )	中間部( )	深部( )
3月8日	14:30	< 0.1	11.1	18.0	17.9	31.5	30.5
3月9日	14:30	< 0.1	8.0	18.0	18.3	32.3	31.5
3月10日	14:30	-	14.8	17.9	18.5	32.4	32.1
3月11日	14:30	-	16.8	17.6	18.5	32.1	32.4
3月12日	14:30	< 0.1	18.0	18.2	18.6	32.2	32.4
3月13日	14:30	< 0.1	21.6	16.0	15.4	22.7	22.1
3月14日	14:30	-	20.5	16.6	16.2	24.2	24.0
3月15日	14:30	-	20.5	17.2	17.0	25.7	25.8
3月16日	14:30	< 0.1	20.4	17.3	17.1	25.8	26.0
3月17日	14:30	< 0.1	15.3	17.7	17.5	26.4	26.8
3月18日	14:30	< 0.1	17.3	18.0	17.8	26.7	27.4
3月19日	14:30	< 0.1	14.6	18.1	18.1	26.7	27.8
3月20日	14:30	< 0.1	13.8	18.2	18.3	26.6	27.7
3月21日	14:30	-	15.9	18.3	18.4	26.5	27.7
3月22日	14:30	< 0.1	12.4	18.3	18.4	26.4	27.6
				実験終了		実験終了	

※中間部は畝上部から深度 1m、深部は畝上部から 1.5m で測定した

表 3.1-5 畝温度 ( No.3(1) )

測定場所		テント内		No.3畝温度			
測定日	時間	ベンゼン 濃度 (mg/l)	気温( )	No.3- (昇温材なし)		No.3- (昇温材あり)	
				中間部( )	深部( )	中間部( )	深部( )
4月1日	18:00	<0.1	16.7	15.1	16.1	18.2	19.1
4月2日	14:30	<0.1	15.2	15.1	19.3	20.5	20.6
4月3日	14:30	<0.1	17.9	20.9	17.1	23.0	23.3
4月4日	14:30	-	15.1	20.7	17.6	28.8	28.6
4月5日	9:00	<0.1	12.4	20.6	18.1	34.5	33.9
4月5日	17:30	<0.1	10.9	20.4	18.6	36.7	35.8
4月6日	14:30	<0.1	22.4	19.6	24.5	39.6	38.5
4月7日	14:40	<0.1	11.7	19.3	25.7	40.5	40.2
4月8日	14:30	<0.1	18.7	19.3	25.4	40.7	41.2
4月9日	14:30	<0.1	17.9	19.2	24.6	40.6	42.0
4月10日	14:30	<0.1	23.5	19.0	23.5	40.1	42.4
4月11日	14:30	<0.1	24.9	19.5	22.9	39.4	42.0
4月12日	14:30	<0.1	9.3	19.9	22.5	38.9	41.4
4月13日	16:30	<0.1	19.5	20.4	21.5	38.5	40.7
4月14日	14:30	<0.1	19.8	20.5	21.1	38.0	40.3
4月15日	14:30	-	14.0	20.5	18.9	37.0	38.5
4月16日	14:30	<0.1	9.5	20.4	16.7	36.0	36.7
4月17日	14:30	<0.1	17.9	20.5	15.6	42.6	42.1
4月18日	14:30	<0.1	20.0	20.5	15.2	46.8	46.6
4月19日	14:30	<0.1	23.6	20.5	15.2	49.4	49.2
4月20日	14:30	<0.1	18.3	20.8	15.3	50.7	50.4
4月21日	14:30	<0.1	24.6	21.3	15.6	51.2	50.7
4月22日	14:30	<0.1	11.0	21.8	16.1	50.8	50.6
4月23日	14:30	<0.1	11.1	22.2	16.1	49.8	50.1
4月24日	14:30	-	16.0	22.3	16.2	47.6	48.4
4月25日	14:30	-	18.3	22.4	16.3	45.4	46.8
4月26日	14:30	<0.1	22.3	22.5	16.4	43.2	45.1
4月27日	13:00	<0.1	14.0	22.5	16.6	41.6	43.2
4月28日	15:30	<0.1	16.9	22.9	17.0	39.9	41.4
4月29日	14:30	<0.1	25.1	24.8	18.8	27.2	33.1
4月30日	14:10	<0.1	23.9	25.3	18.8	39.6	39.5
5月1日	13:00	<0.1	24.8	26.0	19.2	48.0	46.8
5月2日	12:00	<0.1	25.8	26.7	19.8	51.6	52.8
5月3日	12:30	<0.1	26.7	27.3	20.5	53.1	55.7
5月4日	9:30	<0.1	24.9	27.8	21.1	52.8	55.9
5月5日	11:30	-	29.4	28.4	21.7	51.7	55.1
5月6日	14:30	<0.1	28.4	28.7	22.4	50.2	53.7
5月7日	15:30	<0.1	21.9	29.2	23.1	48.4	52.2
5月8日	14:30	<0.1	27.0	29.5	23.7	47.2	50.7
5月9日	14:30	-	27.2	29.9	24.0	45.8	49.3

※中間部は畝上部から深度1m、深部は畝上部から1.5mで測定した

表 3.1-6 畝温度 ( No.3(2) )

測定場所		テント内		No.3畝温度			
測定日	時間	ベンゼン 濃度 (mg/l)	気温( )	No.3- (昇温材なし)		No.3- (昇温材あり)	
				中間部( )	深部( )	中間部( )	深部( )
5月10日	15:00	<0.1	22.5	30.2	24.3	44.3	47.9
5月11日	13:30	<0.1	18.6	30.5	24.5	43.1	46.6
5月12日	14:30	<0.1	24.2	30.8	24.8	41.8	45.3
5月13日	15:30	<0.1	23.6	28.5	23.5	34.3	30.9
5月14日	14:30	<0.1	22.5	30.6	24.2	36.1	35.7
5月15日	14:30	-	23.6	32.6	25.7	35.0	36.2
5月16日	14:30	-	26.3	34.7	27.3	33.8	36.6
5月17日	14:30	<0.1	30.6	36.7	28.8	32.7	37.1
5月18日	12:30	<0.1	29.2	37.5	30.0	31.7	35.7
5月19日	16:00	<0.1	20.7	35.2	31.4	31.1	34.2
		-		実験終了		実験終了	

※中間部は畝上部から深度 1m、深部は畝上部から 1.5m で測定した

### (3) 酸素消費活性

酸素消費活性の測定により、微生物の活性を確認した。

酸素消費活性は、採取した土壌を密閉容器に一定量添加して、容器内の酸素量を測定して、消費速度として算出した。数値が大きいほど、微生物活性が高いと評価される。

実験当初に微生物による酸素消費量が増え、微生物活性が高くなる傾向が確認された。また、ベンゼン濃度の低下に伴い、酸素消費量が減る傾向が確認された。

**No 1** (mgO<sub>2</sub>/min/kg湿土)

経過日数	0週後	1週後	2週後	3週後	4週後
No.1-昇温材なし	0.21	0.14	0.10	0.02	0.04
No.1-昇温材あり	0.23	0.18	0.12	0.03	0.03

**No 2**

経過日数	0週後	1週後	2週後	3週後
No.2-昇温材なし	0.06	0.15	0.25	0.06
No.2-昇温材あり	0.08	0.33	0.27	0.04

**No 3**

経過日数	0週後	1週後	2週後	3週後	4週後	5週後	7週後
No.3-昇温材なし	0.25	0.25	0.10	0.15	0.11	0.23	0.25
No.3-昇温材あり	0.20	0.35	0.33	0.34	0.20	0.07	0.04

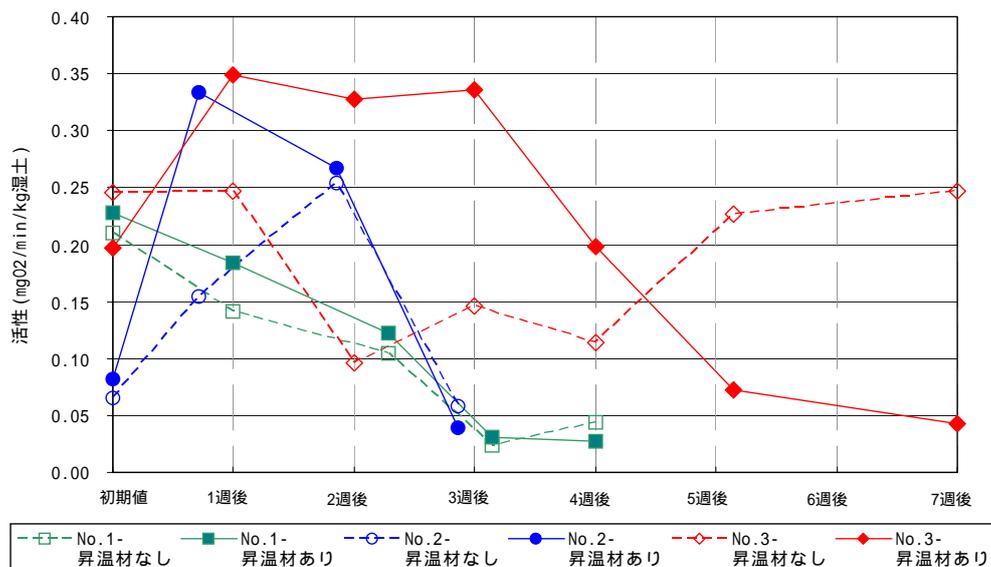


図 3.1-7 各畝の酸素消費活性 (No.1・No.2・No.3)

#### (4) ベンゼン分解活性

微生物によるベンゼンの分解速度を平板気積法により確認した。

ベンゼン分解活性は、一定濃度のベンゼンが入った水を密閉容器に入れ、そこに採取した土壌を添加して、定期的にヘッドスペースのベンゼン濃度を測定して、半減期として算出した。半減期が小さいほど、微生物活性が高いと評価される。

3週目以降、ベンゼンの分解速度が遅くなる傾向が確認された。

**No.1 (半減期(日))**

経過日数	0週後	1週後	2週後	3週後	4週後
No.1-昇温材なし	0.04	0.07	0.04	0.05	0.24
No.1-昇温材あり	0.05	0.04	0.06	0.47	1.4

**No.2**

経過日数	0週後	1週後	2週後	3週後
No.2-昇温材なし	0.06	0.24	0.81	0.32
No.2-昇温材あり	0.03	0.29	0.65	0.12

**No.3**

経過日数	0週後	1週後	2週後	3週後	4週後	5週後	7週後
No.3-昇温材なし	0.87	0.29	0.49	0.95	0.34	0.48	1.9
No.3-昇温材あり	0.58	0.77	0.46	0.44	0.30	0.26	0.47

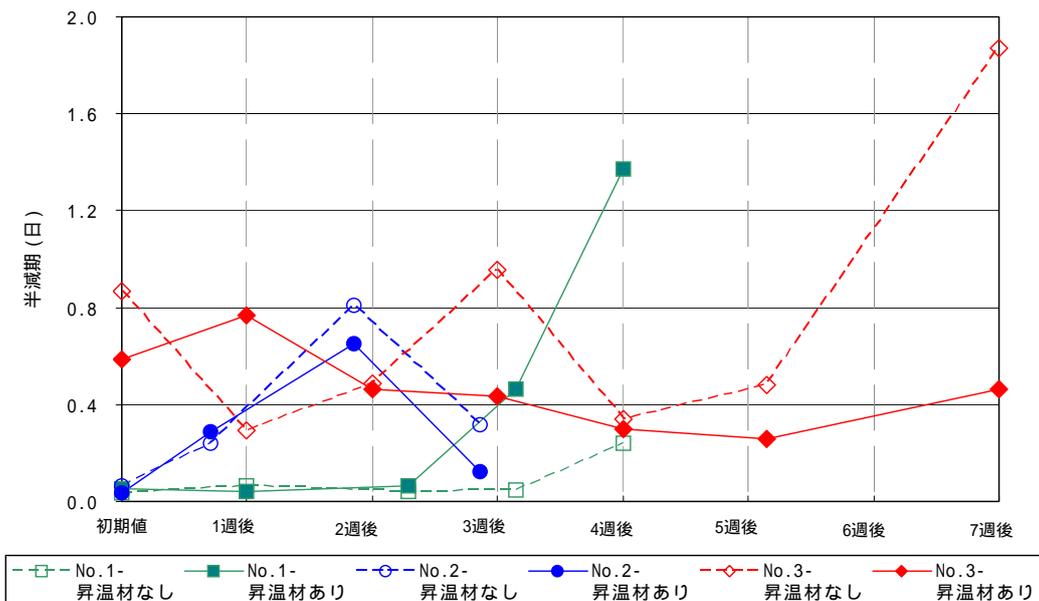


図 3.1-8 各畝のベンゼン分解活性 (No.1・No.2・No.3)

### (5) 全菌数

畝内の土壌中の全菌数の変化を確認した。

全菌数には、ベンゼンを分解する菌数も含まれるため、参考指標として測定した。

微生物は、増加する傾向が確認された。

No.	項目	全菌数 CFU/g	No.	項目	全菌数 CFU/g	
No.1	初期値	$2.1 \times 10^7$	No.3	初期値	$3.1 \times 10^7$	
	畝直後	$1.6 \times 10^8$		畝直後	$7.4 \times 10^7$	
		$3.4 \times 10^8$			$7.5 \times 10^8$	
	1週間後	$1.7 \times 10^8$		1週間後	$5.0 \times 10^7$	
		$4.8 \times 10^8$			$9.4 \times 10^9$	
	2週間後	$1.1 \times 10^8$		2週間後	$3.0 \times 10^7$	
		$9.4 \times 10^8$			$3.0 \times 10^8$	
3週間後	$7.1 \times 10^8$	3週間後		$5.6 \times 10^7$		
	$7.1 \times 10^8$			$6.6 \times 10^8$		
4週間後	$4.3 \times 10^8$	4週間後		$5.9 \times 10^7$		
	$3.4 \times 10^8$		$5.2 \times 10^8$			
No.2	初期値	$1.8 \times 10^7$	No.3	5週間後	$7.6 \times 10^7$	
	畝直後	$6.1 \times 10^7$		5週間後	$5.1 \times 10^8$	
		$2.7 \times 10^8$			7週間後	$3.0 \times 10^8$
	1週間後	$8.5 \times 10^7$		7.5週間後	$1.6 \times 10^9$	
		$4.0 \times 10^8$			$2.6 \times 10^8$	
2週間後	$9.8 \times 10^7$	8週間後		-1	$7.0 \times 10^8$	
	$3.4 \times 10^8$			-2	$1.9 \times 10^9$	
: 昇温材なし : 昇温材あり				9週間後	-1	$4.2 \times 10^8$
土壤環境分析法第 章.9 JIS K 0102 72.2準用					-2	$1.3 \times 10^9$
				9.5週間後	-1	$2.6 \times 10^8$
			-2		$5.2 \times 10^8$	
			10週間後	-1	$1.4 \times 10^8$	

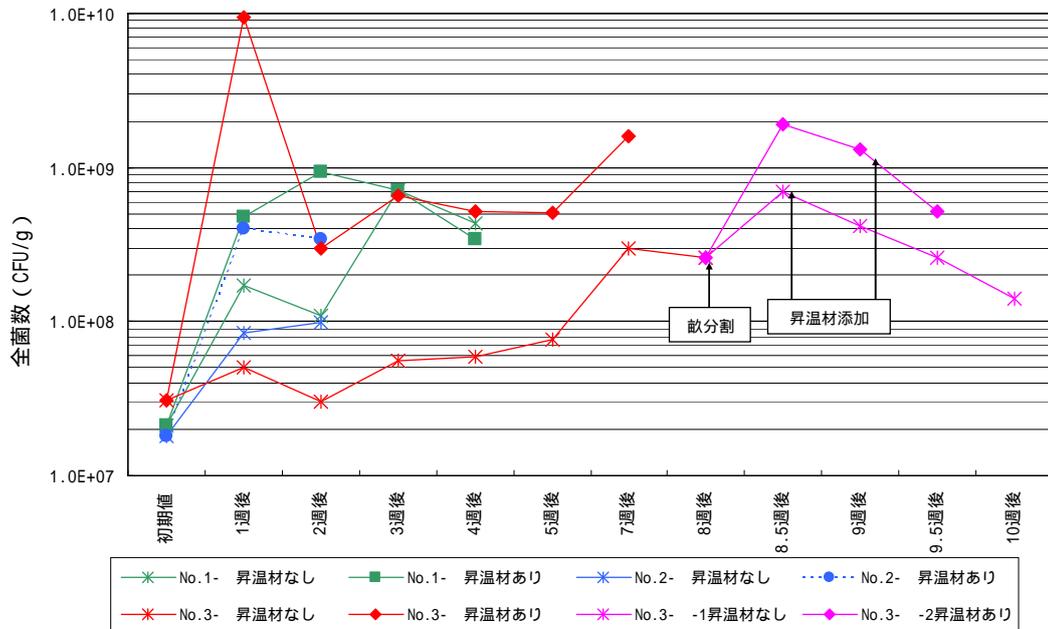


図 3.1-9 各畝の全菌数 (No. 1・No. 2・No. 3)

## (6) 初期土壌状況確認

初期の土壌状況の確認結果は、以下のとおりである。

本測定は、土質改良材の添加量を計画するために、実施した。

いずれの試料も細粒分が30%を超え、粘性分が多く含まれる。

表 3.1-7 初期状況確認結果

試料名	液性限界 (%)	塑性限界 (%)	含水比 (%)	細粒分率(粘土・シルト)含有率 (%)
No. 1 AP-1.12~-2.12m	34	31	35.6	33.9
No. 2 AP+0.77~0.00m	64	55	42.5	32.3
No. 3 AP-0.08~-1.08m	34	25	29.1	31.5

### 3.1.3. 実験結果の考察

以下に、結果について整理し、考察する。

- ① 掘削微生物処理実験では、すべての実験ケースで環境基準値以下となった。
- ② 昇温材を入れた試験系においては、No. 1、No. 2、No. 3のいずれの汚染土についても、土壌温度の上昇が見られた。昇温材は易分解性の有機物から構成されており、それ自体に物理化学的に昇温する材料は含まれていない。したがって、試験で見られた温度の上昇は、昇温材が微生物の発酵に使われて発酵熱が生成したことによるものであると考える。
- ③ 温度は、試験開始後、および再攪伴後に上がり始め、おおむね1週後にピークを迎え下降し始める。
- ④ 濃度の低下傾向は、昇温材を添加しないケースに比較して、昇温材を添加したケースが速いことが確認された。
- ⑤ 土壌温度の上昇は、気温の日変化に影響を受けていない。
- ⑥ 全菌数は、実験開始直後の1週間程度で増加することが確認された。
- ⑦ ベンゼン濃度の減少やベンゼンの分解活性の結果から、豊洲新市場予定地には、ベンゼンを分解する微生物が存在することが確かめられた。
- ⑧ No. 1の汚染土は、昇温材の有無にかかわらず、浄化開始後約3週で浄化が完了した。
- ⑨ No. 3の汚染土は、昇温材の添加された系では、浄化開始後約5週で浄化が完了した。昇温材の添加されていない系では、浄化開始後8週を過ぎても環境基準値には達しなかった。その後、昇温材を添加したところ、濃度は低下し、約1週後に環境基準値以下となった。
- ⑩ No. 3の汚染土については、昇温材を添加した系において温度上昇が大きく、ベンゼン汚染濃度の低減が大きく浄化が速やかに完了した。また、No. 3-①の汚染土で、8.5週後に初めて昇温材を添加したところ、ベンゼン濃度が速やかに低減した。

#### 3.1.4. 豊洲新市場予定地への適用性と改善点

##### (1) 適用性

今回の実験では、最大 3.3mg/L（環境基準：0.01mg/L）のベンゼン汚染土について、掘削微生物処理（バイオスティミュレーション）が有効であることが実証された。

また、浄化期間の短縮に昇温材の添加が有効であることが確認された。

この場合の浄化期間としては、土の透気性や汚染物質の存在形態にもよるが、昇温材無添加では10週程度、昇温材添加では5週程度で浄化可能であると考えられる。

##### (2) 改善点

当試験にて実証されたように、本工事においては、以下の点を考慮することを提案する。

- ・ 粘性分のある（透気性の低い）土壌については、あらかじめ透気性を改良しておく必要がある。
- ・ 冬季施工や浄化促進が必要な場合には、昇温材を添加することが必要である。

### 3.2. 原位置微生物・洗浄処理実験

#### 3.2.1. 実験目的と計画

##### (1) 目的

ベンゼンの高濃度土壌汚染が認められ、かつシアン化合物の土壌汚染が認められる複合汚染の処理を目的とした。

洗浄処理の前処理として、原位置で土壌中の微生物を活性化させ、ベンゼン濃度を環境基準値の10倍程度（10～20倍）まで低減させ、その後、場外施設での洗浄処理により汚染土壌を浄化した。

##### (2) 計画

実験条件を下表に示す。

表 3.2-1 原位置微生物・洗浄処理実験条件

項目	施工条件
処理対象物質	環境基準値の10倍を超えるベンゼンを含む複合汚染
実験土壌	5 街区：No.4 K29-9 AP-1.97～-2.97m 6 街区：No.5 C10-5 AP+1.67～+0.67m 7 街区：No.6 I13-4 AP+2.00～+1.00m
実験土壌の汚染濃度 (ベンゼン、シアン化合物)	①ベンゼン 5 街区：No.4 0.12mg/L 環境基準値の12倍 6 街区：No.5 4.80mg/L 環境基準値の480倍 7 街区：No.6 0.25mg/L 環境基準値の25倍 ②シアン化合物 5 街区：No.4 0.10mg/L 環境基準値超過 6 街区：No.5 0.30mg/L 環境基準値の3倍 7 街区：No.6 1.3mg/L 環境基準値の13倍
実験方法	①原位置微生物処理 実験箇所の周囲を鋼矢板で囲い、地中に管を挿入して土壌中に栄養塩や空気を供給し、活性化させた土壌中の微生物による処理効果(時間の経過とベンゼンの汚染濃度の低下)を確認した。 ②洗浄処理 前項の後、実験箇所の土壌を1 m <sup>3</sup> 程度採取・搬出し、ベンゼンを洗浄することが可能な洗浄装置で、すべての汚染濃度が低下することを確認した。洗浄処理後の残渣については、細粒分率と残渣発生率を比較した。
処理対象数量	①原位置微生物処理 5 街区：No.4 100 m <sup>3</sup> (地山換算体積) 6 街区：No.5 100 m <sup>3</sup> (地山換算体積) 7 街区：No.6 100 m <sup>3</sup> (地山換算体積) ②洗浄処理 5 街区：No.4 1 m <sup>3</sup> (地山換算体積) 6 街区：No.5 1 m <sup>3</sup> (地山換算体積) 7 街区：No.6 1 m <sup>3</sup> (地山換算体積)

分析・確認事項	<p>①原位置微生物処理</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 実験箇所ごとに 5 地点の検体を採取したのち、試験室において分取し、浄化効果の進捗を確認した。</li> <li>・ 分析頻度は、1 週間に 1 回とした。</li> <li>・ 分析回数は、No. 4 は 6 回、No. 5 と No. 6 は 5 回とした。</li> </ul> <p>②洗浄処理</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 洗浄処理後の実験土壌ごとに 5 検体を採取混合し浄化効果を確認した。</li> <li>・ 細粒分率は粒度分布試験を実施、残渣発生率は土壌重量測定を実施した。</li> </ul>
---------	---

1) 実験フロー

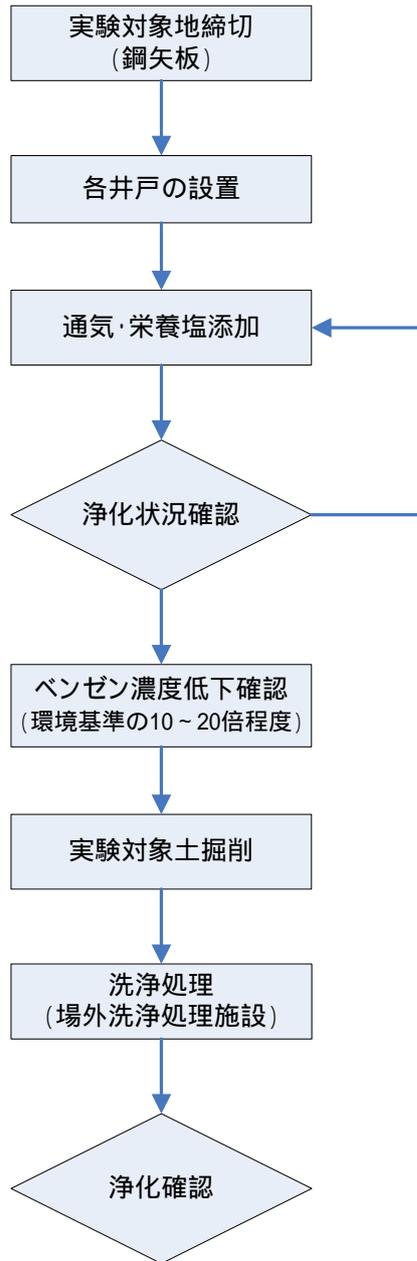


図 3.2-1 原位置微生物・洗浄処理実験フロー図

## 2) 分析項目

分析項目は以下のとおりである。

- ・ 土壌ベンゼン溶出量
- ・ 土壌シアン化合物溶出量
- ・ 酸素消費活性
- ・ ベンゼン消費活性
- ・ 全菌数
- ・ 一般水質

## 3) 実験の概要

原位置微生物処理は、図 3.2-2 に示すように、地中に管（スパージング井戸）を挿入して土壌中に栄養塩や空気を供給し、活性化させた土壌中の微生物により土壌の浄化を行う工法である。

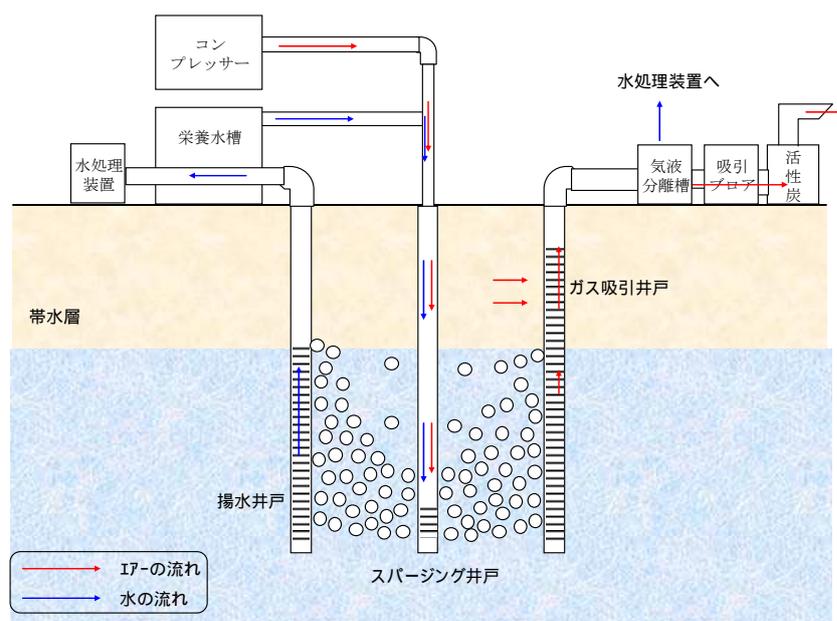


図 3.2-2 スパージング井戸の概念図

実験で採用した井戸の配置を図 3.2-3 に示す。各井戸の目的を以下に示す。

【スパージング井戸】

土壌中に空気や、水に溶かした栄養塩を供給し、土壌中の微生物を活性化させる。

【ガス吸引井戸】

スパージング井戸から地中に送り込んだ空気を回収し、処理装置に送る。

【観測井戸】

水位観測やモニタリングのための採水を行う。

【揚水井戸】

栄養塩の注入時などに、揚水して地下水位を管理する。

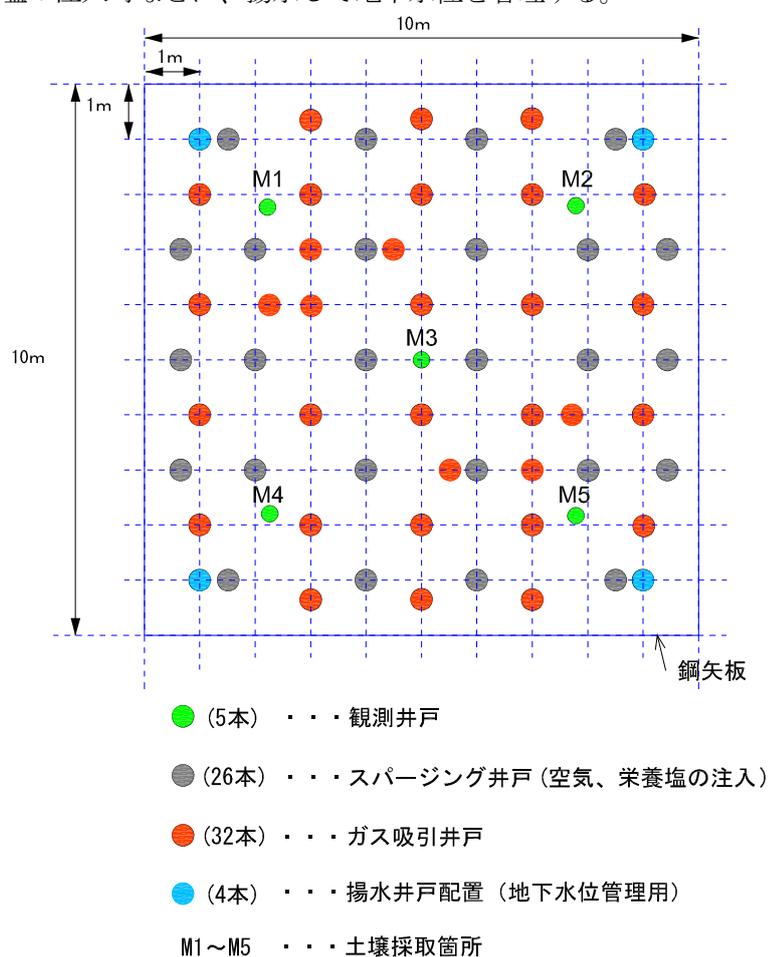


図 3.2-3 原位置微生物処理の井戸配置図

なお、原位置微生物処理では、前半は高濃度の汚染に適するスパージング処理を行い、後期には、スパージング処理に加えて、栄養塩を添加して、低濃度の汚染に適する微生物処理を組み合わせる計画とした。

### 3.2.2. 汚染濃度低下に関する解析

#### (1) 原位置微生物処理

##### 1) 土壌 ベンゼン濃度

実験のすべてのケースで環境基準値の10倍程度(10~20倍)までの濃度低下を確認した。  
 なお、栄養塩の添加は、実験の中間時期となる7週目から実施した。

(単位:mg/L)

実験方法	分析項目	地点	土壌採取位置	原位置微生物処理					
				初期値	1週後	4週後	9週後	13週後	15週後
原位置微生物処理	ベンゼン	No.4	M 1	0.39	0.37	0.38	0.14	0.043	0.039
			M 2	0.69	0.54	0.93	0.76	0.14	0.12
			M 3	0.14	0.24	0.27	0.013	0.041	0.042
			M 4	0.095	0.11	0.084	0.085	0.026	0.017
			M 5	0.59	0.39	0.36	0.068	0.001	0.093
			No.4平均 <sup>1</sup>	0.381	0.330	0.405	0.213	0.050	0.062
		No.5	M 1	< 0.001	0.035	0.003	0.002	0.017	
			M 2	0.040	0.027	0.077	< 0.001	< 0.001	
			M 3	0.34	0.005	0.17	< 0.001	< 0.001	
			M 4	0.006	< 0.001	0.001	0.001	< 0.001	
			M 5	< 0.001	0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	
			No.5平均 <sup>1</sup>	0.078	0.014	0.050	0.001	0.004	
		No.6	M 1	0.24	0.032	0.004	0.036	0.031	
			M 2	9.3	0.051	0.52	0.053	0.047	
			M 3	8.3	0.024	1.1	0.47	0.75	
			M 4	0.047	0.021	0.010	0.003	0.017	
			M 5	0.080	0.25	1.5	0.005	0.005	
			No.6平均 <sup>1</sup>	3.593	0.076	0.627	0.113	0.170	

<sup>1</sup> 平均値は小数点以下第4位を四捨五入

↑ 7週後 栄養塩添加開始

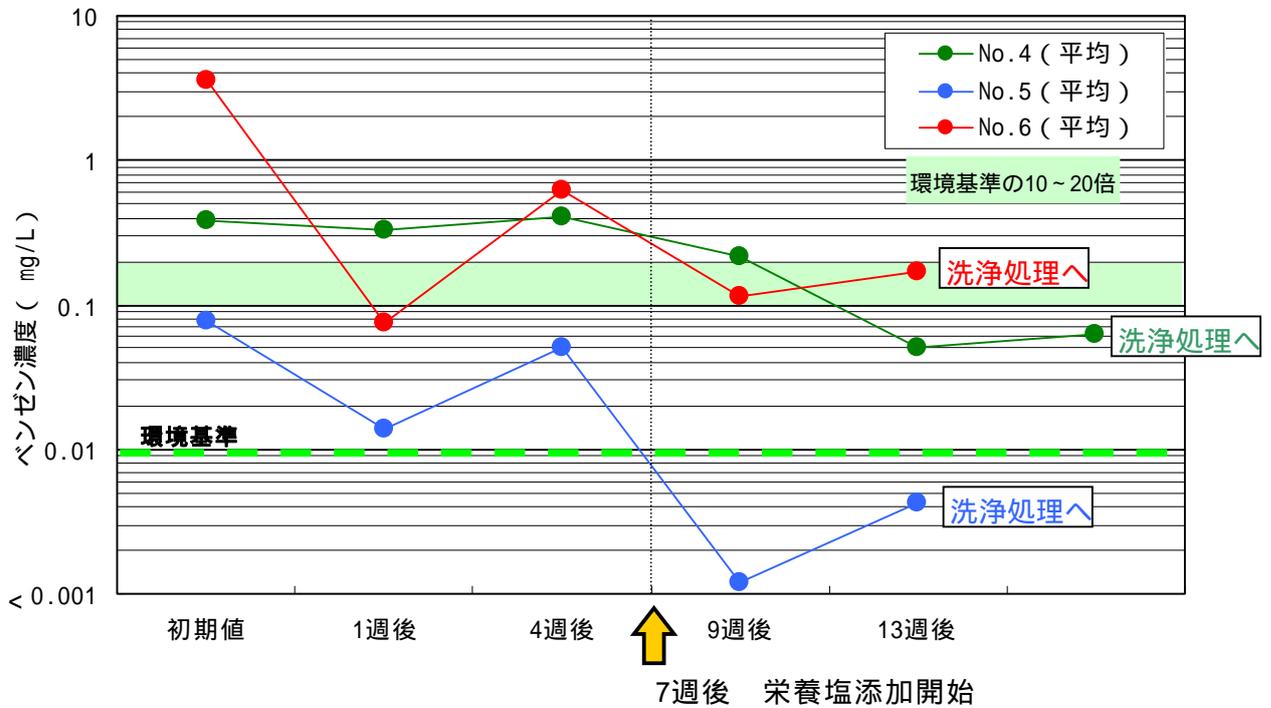


図 3.2-4 土壌ベンゼン濃度 (No.4・No.5・No.6)

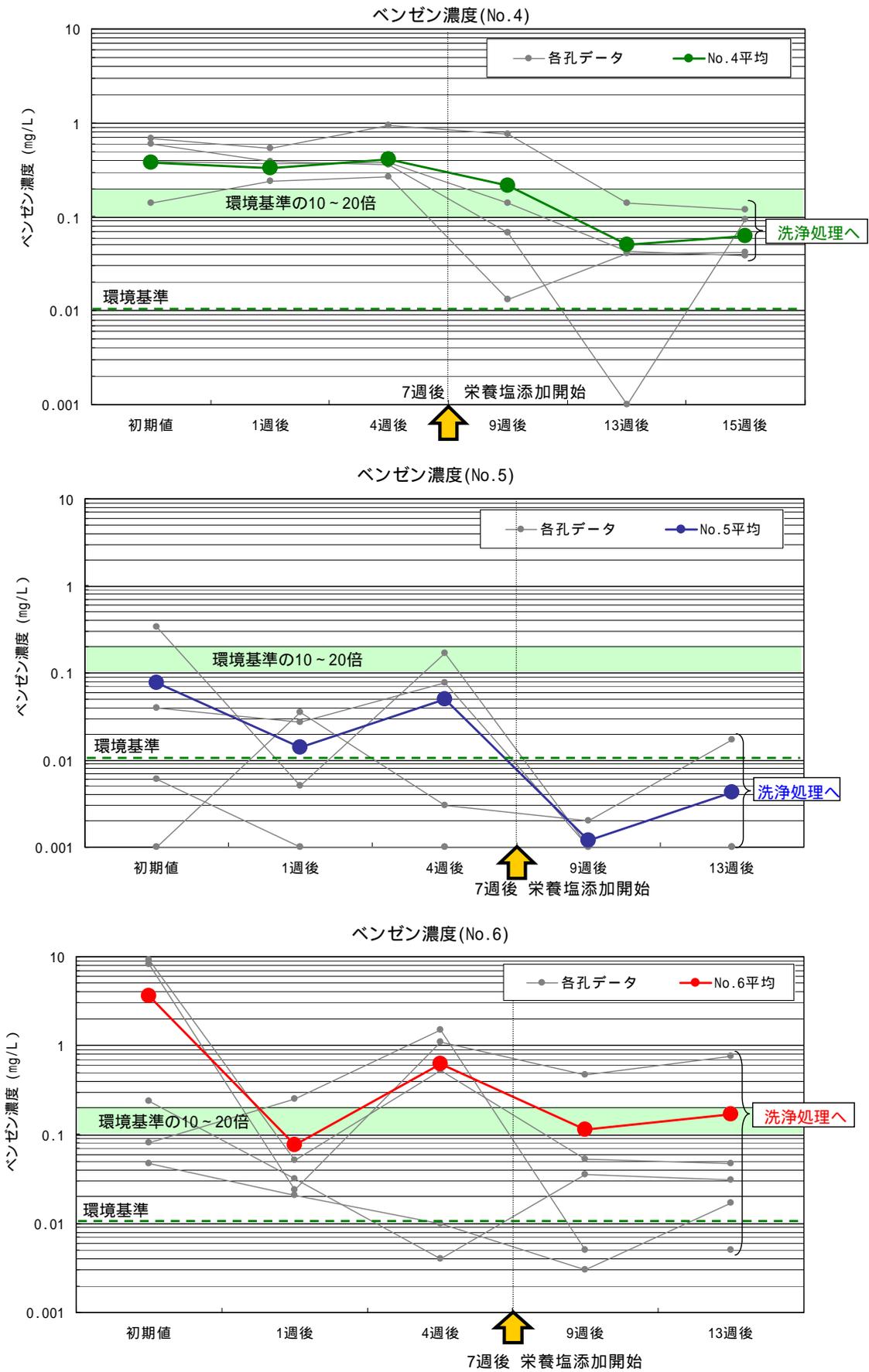


図 3.2-5 各地点の土壤ベンゼン濃度 (No.4・No.5・No.6)

## 2) 土壌 シアン化合物濃度

(単位:mg/L)

実験方法	分析項目	地点	土壌採取位置	原位置微生物処理					
				初期値	1週後	4週後	9週後	13週後	15週後
原位置微生物処理	シアン化合物	No. 4	M 1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
			M 2	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
			M 3	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
			M 4	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
			M 5	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
			No. 4平均 <sup>1</sup>	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
		No. 5	M 1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	
			M 2	< 0.1	< 0.1	0.1	< 0.1	< 0.1	
			M 3	0.1	< 0.1	0.1	< 0.1	< 0.1	
			M 4	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	
			M 5	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	0.1	
			No. 5平均 <sup>1</sup>	0.10	< 0.1	0.10	< 0.1	0.10	
		No. 6	M 1	0.3	0.2	< 0.1	0.1	< 0.1	
			M 2	1.0	0.9	2.9	0.6	0.6	
			M 3	0.6	0.1	0.9	< 0.1	1.4	
			M 4	0.3	0.2	0.3	0.1	0.2	
			M 5	0.5	0.6	1.0	0.3	1.3	
			No. 6平均 <sup>1</sup>	0.54	0.40	1.04	0.24	0.72	

<sup>1</sup> 平均値は小数点以下第3位を四捨五入

↑ 7週後 栄養塩添加開始

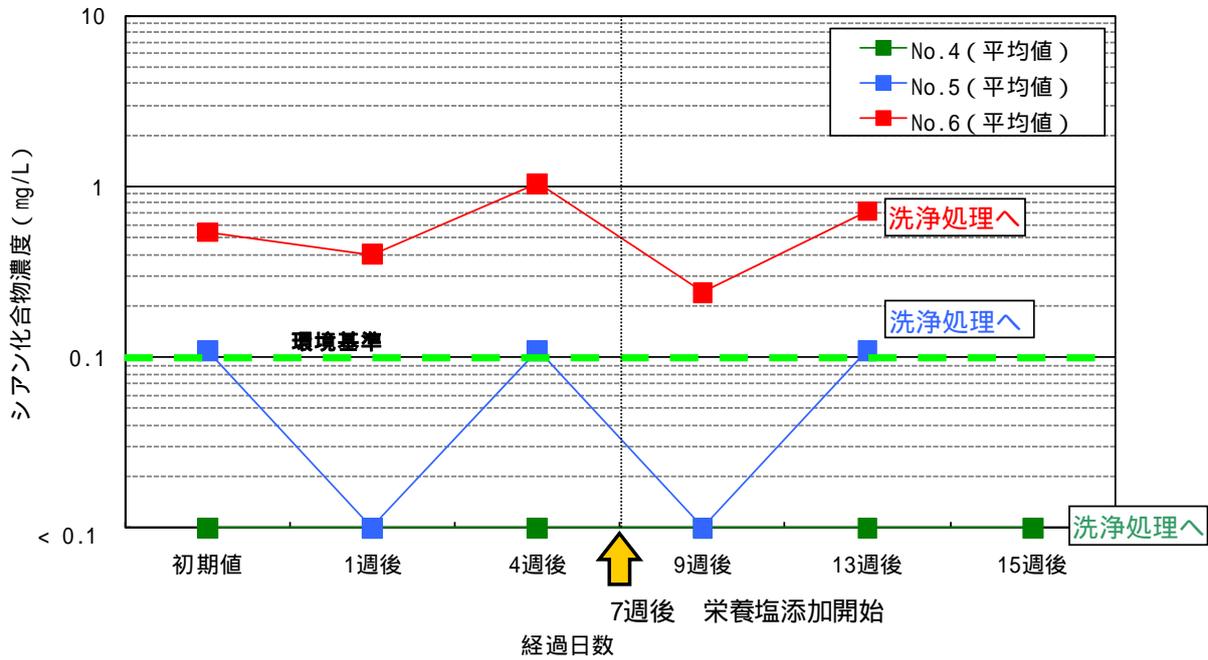


図 3.2-6 土壌シアン化合物濃度 (No. 4・No. 5・No. 6)

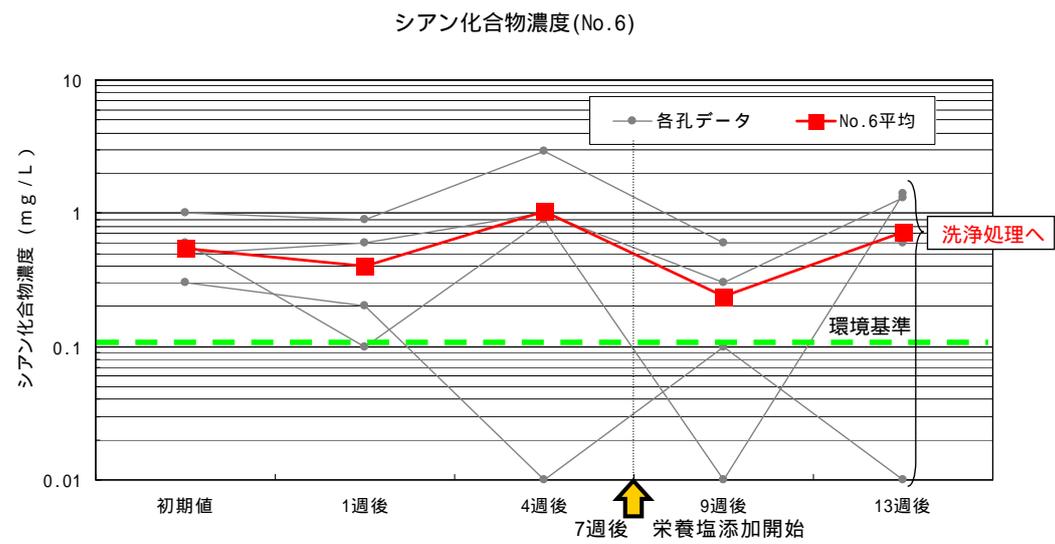
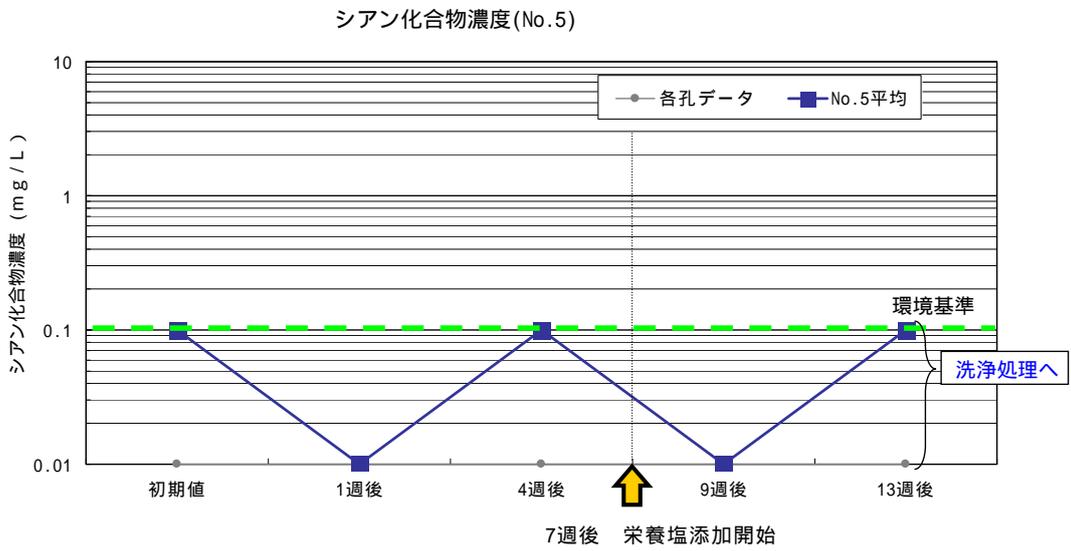
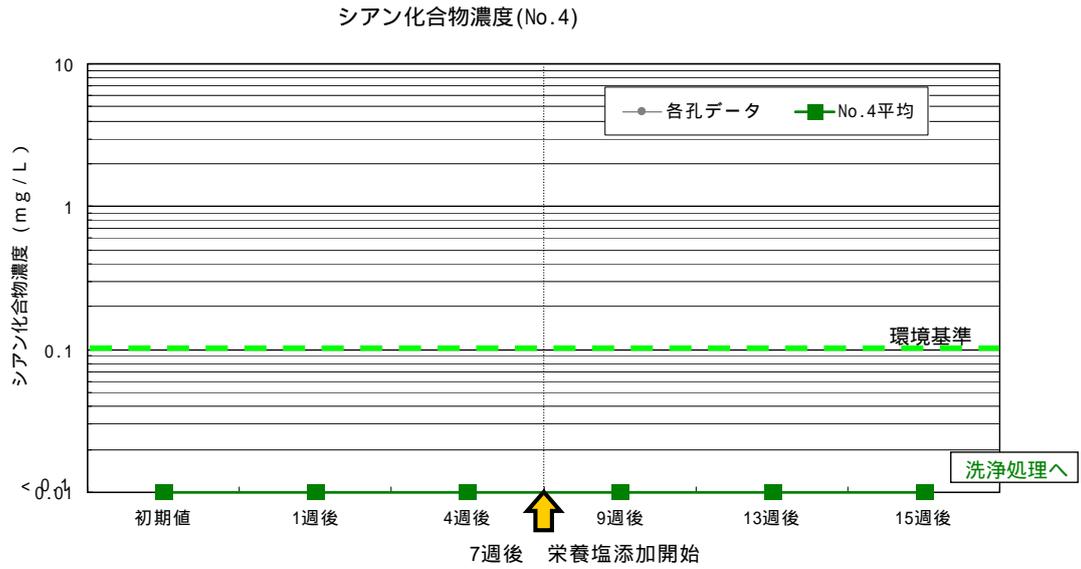


図 3.2-7 各地点の土壤シアン化合物濃度 (No.4・No.5・No.6)

## (2) 洗浄処理

実験のすべてのケースで、ベンゼンおよびシアン化合物の環境基準の適合が確認された。

実験方法	分析項目	地点	(単位:mg/L)			分析項目	地点	(単位:mg/L)		
			洗浄前 <sup>1</sup>	洗浄後	浄化判定 <sup>2</sup>			洗浄前 <sup>1</sup>	洗浄後	浄化判定 <sup>2</sup>
原位 洗浄 微生物 処理	ベンゼン	No.4	0.062	< 0.001		シアン化合物	No.4	< 0.1	<0.1	
		No.5	0.004	< 0.001			No.5	0.10	<0.1	
		No.6	0.170	< 0.001			No.6	0.72	<0.1	

1 5地点平均      2 環境基準値以下

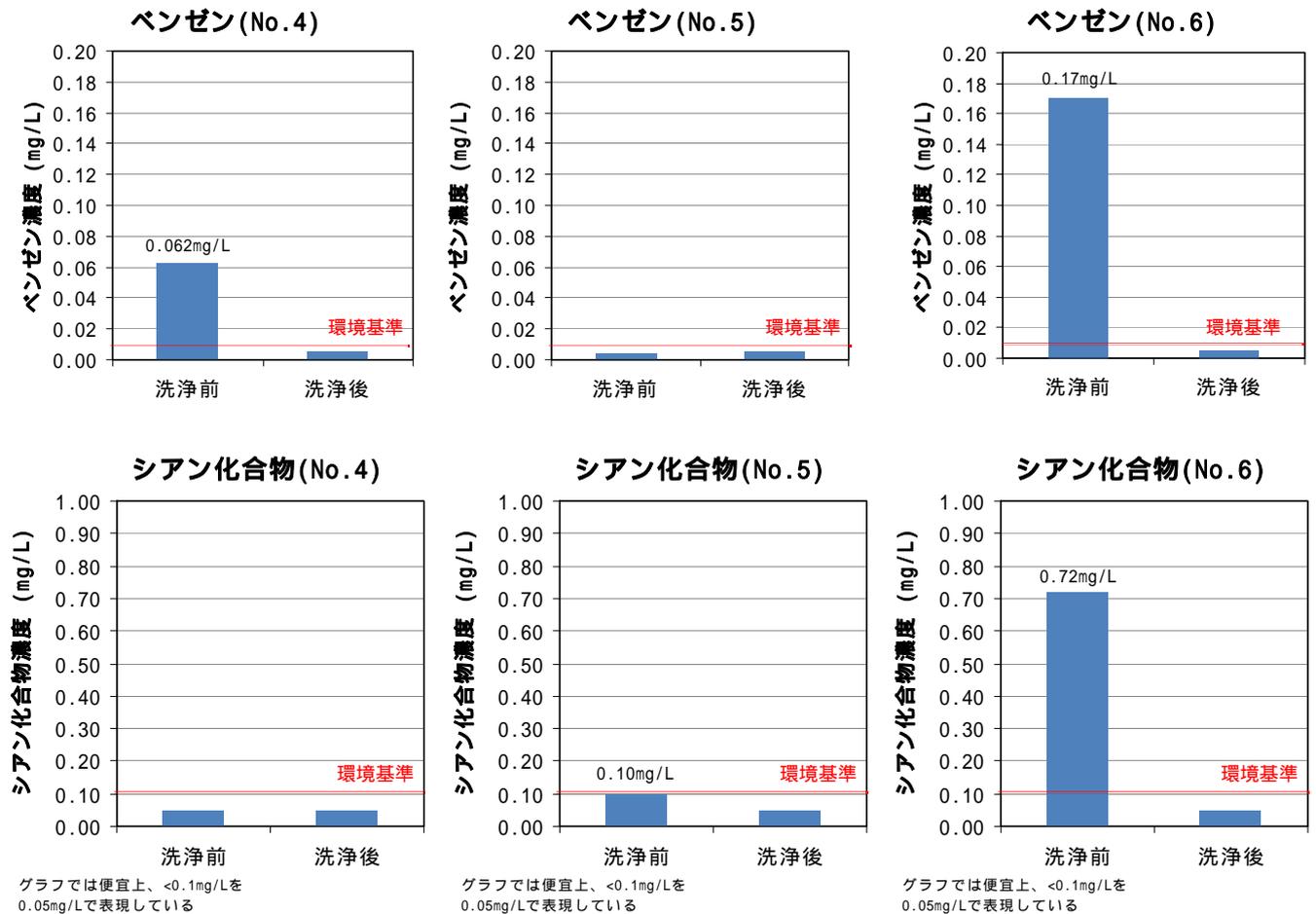


図 3.2-8 洗浄処理結果 (No.4・No.5・No.6)

(3) 酸素消費活性(地下水)

酸素消費活性の測定により、微生物の活性を確認した。

微生物による酸素消費量が栄養塩を添加することで一時的に増加する傾向が確認された。

**酸素消費（呼吸）活性**

(単位：mgO<sub>2</sub>・min<sup>-1</sup>・L<sup>-1</sup>)

経過日数	No.4	No.5	No.6
6週後	0.044	0.029	0.037
7週後	0.030	0.028	0.017
8週後	0.031	0.016	0.014
9週後	0.028	0.023	0.049
11週後	0.058	0.086	0.047
13週後	-	0.036	0.056
14週後	0.043	-	-
15週後	0.028	-	-

7週後 栄養塩添加開始

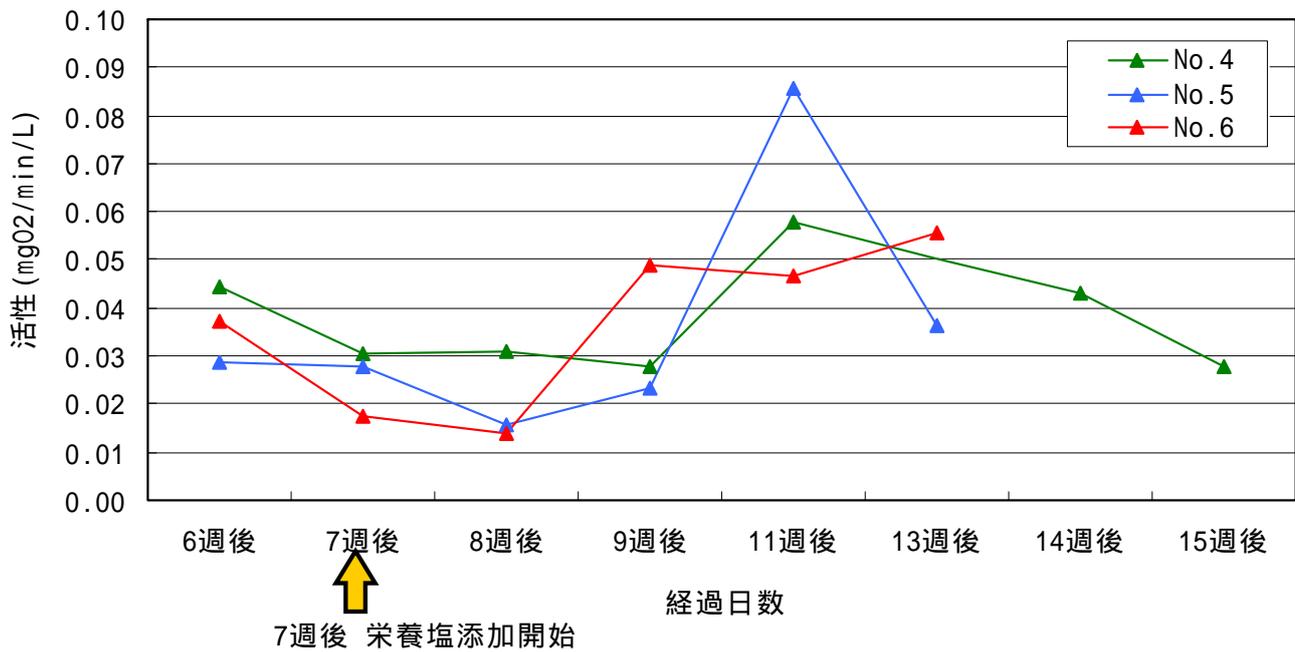


図 3.2-9 酸素消費活性 (No.4・No.5・No.6)

(4) ベンゼン分解活性（地下水）

微生物によるベンゼンの分解速度を確認した。

ベンゼンの分解速度は、栄養塩を添加した後に速く（半減期が短い）なり、ベンゼン分解菌の活性が高くなる傾向が確認された

ベンゼン分解活性（半減期）

（単位：日）

経過日数	No. 4	No. 5	No. 6
6週後	0.14	3.9	2.3
7週後	0.36	5.1	2.0
8週後	0.48	0.15	0.18
9週後	0.44	0.19	0.21
11週後	0.18	0.15	0.19
13週後	-	0.15	0.30
14週後	0.99	-	-
15週後	0.71	-	-

7週後 栄養塩添加開始

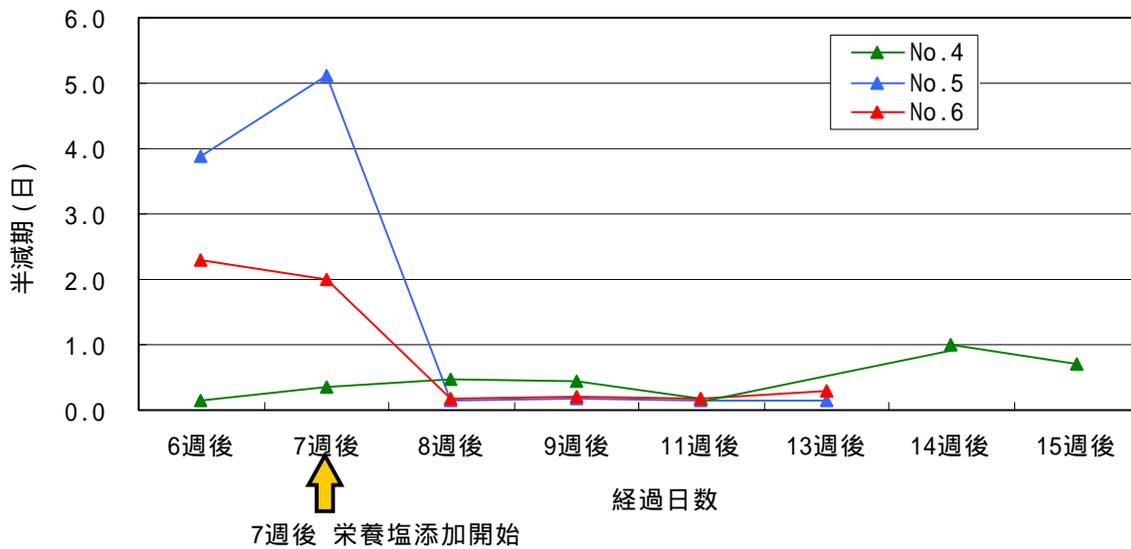


図 3.2-10 ベンゼン分解活性 (No. 4・No. 5・No. 6)

(5) 全菌数

土壌中の全菌数の変化を確認した。

$10^6 \sim 10^7$ CFU/g 程度の微生物が確認された。

項目		全菌数(CFU/g)		
		No.4	No.5	No.6
4週後	M1	$2.6 \times 10^7$	$2.6 \times 10^7$	$6.7 \times 10^7$
	M2	$2.1 \times 10^7$	$3.8 \times 10^7$	$4.3 \times 10^7$
	M3	$2.5 \times 10^7$	$3.8 \times 10^7$	$8.1 \times 10^7$
	M4	$1.1 \times 10^7$	$9.0 \times 10^6$	$4.4 \times 10^7$
	M5	$2.1 \times 10^7$	$1.1 \times 10^7$	$3.4 \times 10^7$
9週後	M1	$6.9 \times 10^6$	$9.5 \times 10^6$	$5.1 \times 10^6$
	M2	$1.0 \times 10^7$	$6.3 \times 10^6$	$6.0 \times 10^6$
	M3	$3.4 \times 10^6$	$5.6 \times 10^6$	$6.6 \times 10^6$
	M4	$6.7 \times 10^6$	$9.9 \times 10^6$	$7.5 \times 10^6$
	M5	$6.1 \times 10^6$	$9.7 \times 10^6$	$9.5 \times 10^6$
13週後	M1	$1.4 \times 10^6$	$1.9 \times 10^7$	$6.4 \times 10^6$
	M2	$2.0 \times 10^6$	$1.4 \times 10^6$	$3.2 \times 10^6$
	M3	$1.0 \times 10^6$	$8.6 \times 10^5$	$6.1 \times 10^5$
	M4	$3.4 \times 10^6$	$1.2 \times 10^6$	$4.0 \times 10^5$
	M5	$1.2 \times 10^7$	$3.2 \times 10^6$	$2.6 \times 10^6$
15週後	M1	$1.1 \times 10^6$	/	/
	M2	$6.7 \times 10^6$		
	M3	$2.6 \times 10^6$		
	M4	$1.9 \times 10^6$		
	M5	$5.6 \times 10^5$		

土壌環境分析法第三章. 9JIS K 0102 72.2 準用

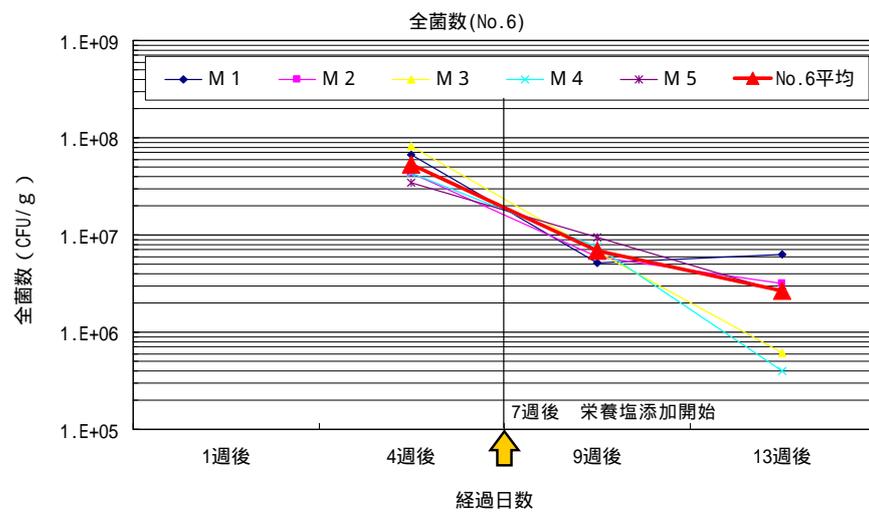
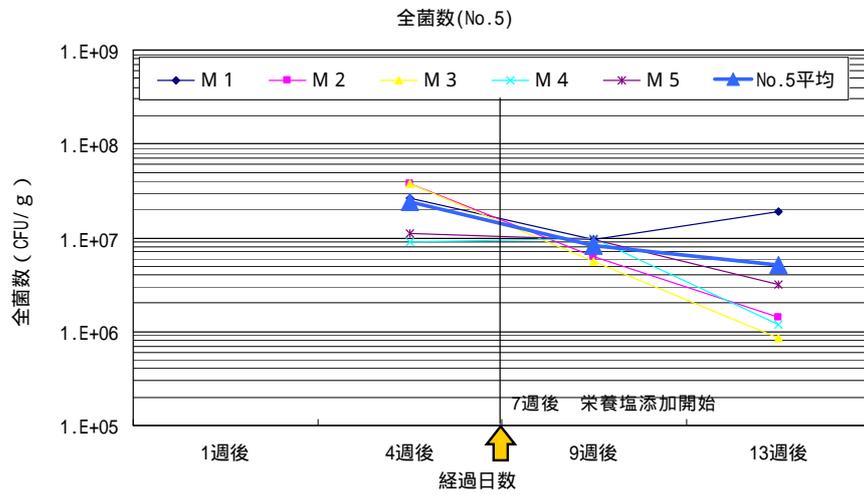
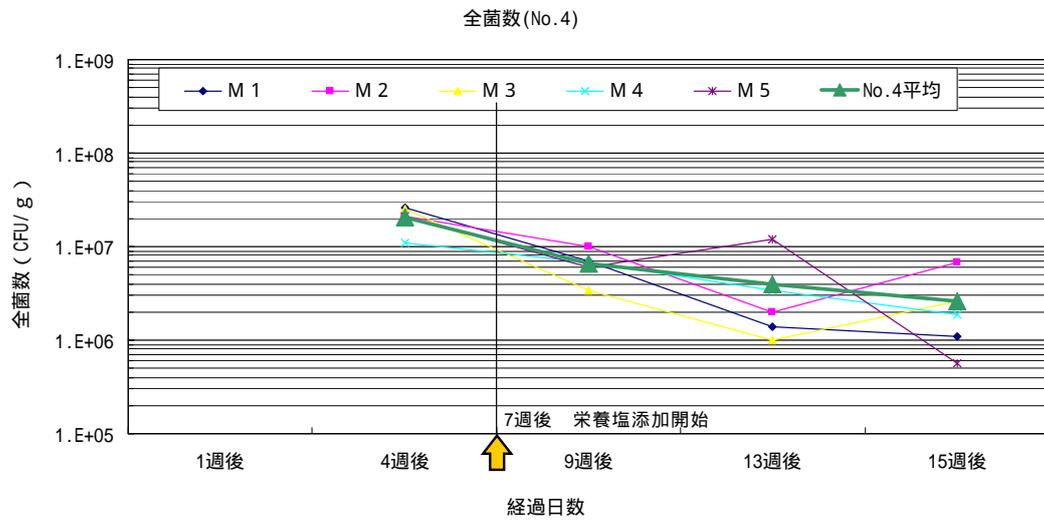


図 3.2-11 全菌数 (No.4・No.5・No.6)

## (6) 一般水質

微生物の活動環境項目を確認した。

溶存酸素濃度と酸化還元電位の変動から、好気的な環境が形成されていることが確認された。

また、pH、電気伝導率、水温の結果からは、微生物が十分に活動できる環境にあることが確認された。

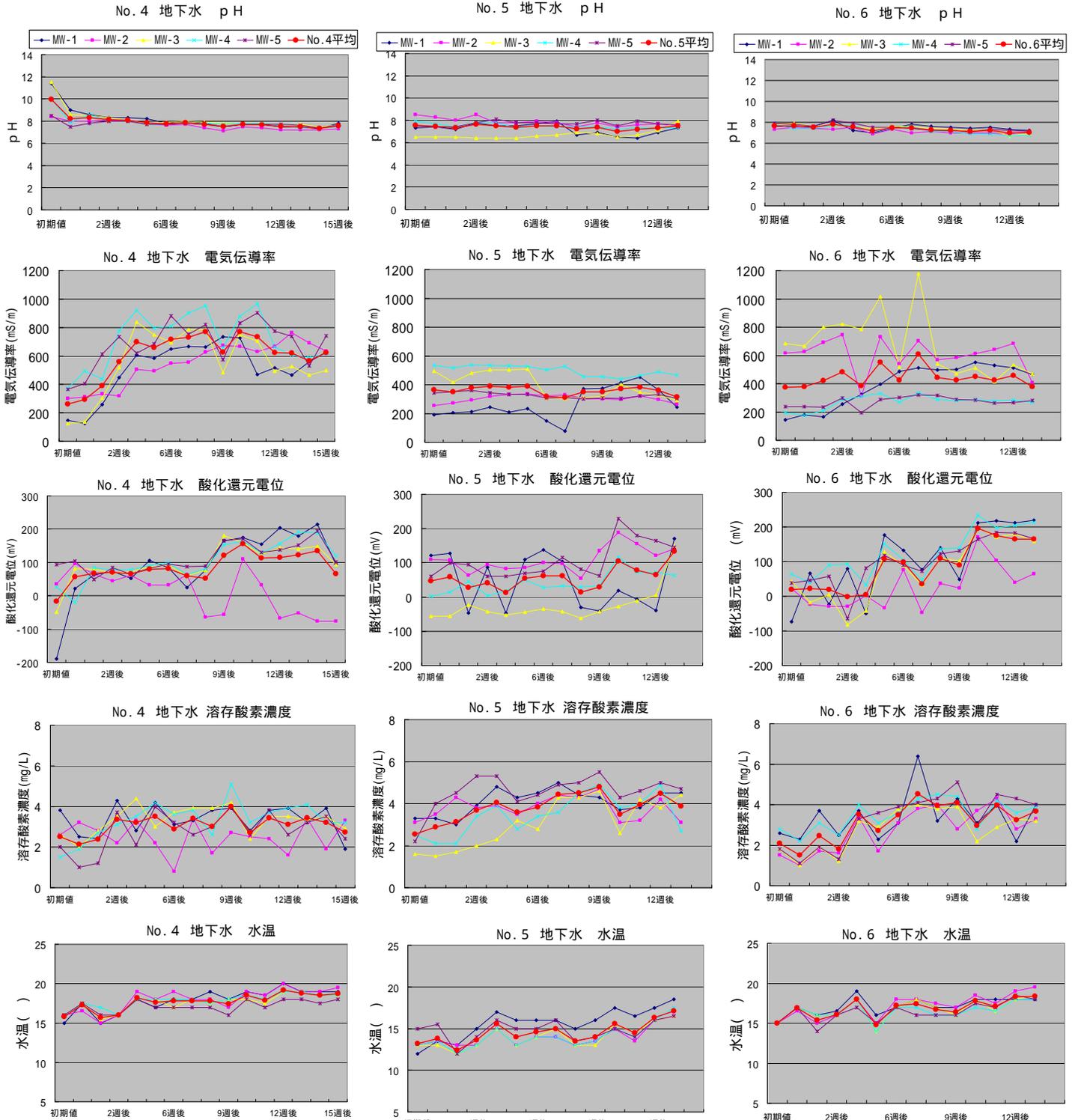


図 3.2-12 一般水質 (No.4・No.5・No.6)

表 3.2-2 p H (No.4・No.5・No.6)

試料名		1	2	3	4	5	6	7	8	備考
		初期値	5日後	1週目	2週目	3週目	4週目	6週目	7週目	
		2月21日	2月26日	3月1日	3月9日	3月16日	3月23日	4月6日	4月13日	
		pH	pH	pH	pH	pH	pH	pH	pH	
		-	-	-	-	-	-	-	-	
No.4	MW-1	11.4	9.0	8.6	8.3	8.3	8.2	7.8	8.0	
	MW-2	8.4	8.0	8.0	8.1	8.1	7.8	7.6	7.7	
	MW-3	11.5	8.6	8.5	8.3	8.1	7.8	7.9	8.0	
	MW-4	10.0	7.9	8.6	8.0	8.0	7.7	7.7	7.8	
	MW-5	8.5	7.5	7.8	8.0	8.0	7.7	7.7	7.8	
	No.4平均	10.0	8.2	8.3	8.1	8.1	7.8	7.7	7.9	-
No.5	MW-1	7.3	7.4	7.2	7.8	7.5	7.5	7.7	7.9	
	MW-2	8.5	8.3	8.0	8.5	7.8	7.8	7.9	7.8	
	MW-3	6.5	6.5	6.5	6.4	6.4	6.4	6.6	6.7	
	MW-4	7.9	7.7	7.4	7.8	7.8	7.3	7.5	7.4	
	MW-5	7.5	7.4	7.4	7.8	8.1	7.8	7.8	7.7	
	No.5平均	7.5	7.5	7.3	7.7	7.5	7.4	7.5	7.5	-
No.6	MW-1	7.6	7.6	7.6	8.2	7.2	7.0	7.4	7.8	
	MW-2	7.3	7.5	7.4	7.3	7.5	6.9	7.3	7.0	
	MW-3	7.8	7.9	7.6	7.7	7.6	7.4	7.6	7.6	
	MW-4	7.8	7.4	7.4	7.7	7.7	7.1	7.4	7.6	
	MW-5	7.9	7.8	7.6	8.2	7.9	7.5	7.5	7.4	
	No.6平均	7.7	7.6	7.5	7.8	7.6	7.2	7.4	7.5	-
定量下限値		-	-	-	-	-	-	-	-	-
地下水基準値		-	-	-	-	-	-	-	-	-

試料名		9	10	11	12	13	14	15	16	備考
		8週目	9週目	10週目	11週目	12週目	13週目	14週目	15週目	
		4月20日	4月27日	5月4日	5月11日	5月18日	5月25日	6月1日	6月8日	
		pH	pH	pH	pH	pH	pH	pH	pH	
		-	-	-	-	-	-	-	-	
No.4	MW-1	7.8	7.5	7.7	7.7	7.5	7.5	7.3	7.8	
	MW-2	7.4	7.1	7.5	7.4	7.2	7.2	7.2	7.3	
	MW-3	7.9	7.8	7.8	7.8	7.6	7.7	7.5	7.6	
	MW-4	7.8	7.7	7.8	7.8	7.6	7.4	7.4	7.5	
	MW-5	7.7	7.5	7.7	7.7	7.7	7.6	7.4	7.6	
	No.4平均	7.7	7.5	7.7	7.7	7.5	7.5	7.4	7.6	-
No.5	MW-1	6.7	6.9	6.5	6.4	6.9	7.3			
	MW-2	7.4	7.8	7.4	7.6	7.7	7.5			
	MW-3	6.9	6.8	6.5	6.7	7.1	7.9			
	MW-4	7.4	7.4	7.2	7.3	7.3	7.3			
	MW-5	7.7	8.0	7.5	7.9	7.7	7.6			
	No.5平均	7.2	7.4	7.0	7.2	7.3	7.5			-
No.6	MW-1	7.6	7.5	7.4	7.5	7.3	7.2			
	MW-2	7.1	7.0	7.0	7.0	6.9	7.1			
	MW-3	7.4	7.3	7.2	7.3	6.7	6.9			
	MW-4	7.1	7.1	6.9	6.9	6.7	6.8			
	MW-5	7.2	7.2	7.1	7.3	7.2	7.1			
	No.6平均	7.3	7.2	7.1	7.2	7.0	7.0			-
定量下限値		-	-	-	-	-	-	-	-	-
地下水基準値		-	-	-	-	-	-	-	-	-

表 3.2-3 電気伝導度 (No.4・No.5・No.6)

試料名		1	2	3	4	5	6	7	8	備考
		初期値	5日後	1週目	2週目	3週目	4週目	6週目	7週目	
		2月21日	2月26日	3月1日	3月9日	3月16日	3月23日	4月6日	4月13日	
		EC								
		mS/m								
No.4	MW-1	147	127	259	447	605	583	649	667	
	MW-2	300	310	333	318	506	494	549	556	
	MW-3	124	135	305	521	838	749	696	784	
	MW-4	372	493	437	778	919	794	811	903	
	MW-5	366	404	614	734	618	684	881	752	
	No.4平均	261.8	293.8	389.6	559.6	697.2	660.8	717.2	732.4	-
No.5	MW-1	192	206	213	243	210	235	147	78.6	
	MW-2	255	271	295	320	333	336	322	330	
	MW-3	497	416	482	501	503	510	309	305	
	MW-4	536	517	539	536	531	529	503	528	
	MW-5	343	350	360	344	332	331	307	313	
	No.5平均	364.6	352.0	377.8	388.8	381.8	388.2	317.6	310.9	-
No.6	MW-1	143	181	167	257	325	395	486	510	
	MW-2	618	626	693	747	312	730	542	701	
	MW-3	683	666	800	820	786	1015	520	1180	
	MW-4	194	176	208	288	311	330	271	336	
	MW-5	238	238	234	298	193	290	303	320	
	No.6平均	375.2	377.4	420.4	482.0	385.4	552.0	424.4	609.4	-
定量下限値		-	-	-	-	-	-	-	-	-
地下水基準値		-	-	-	-	-	-	-	-	-

試料名		9	10	11	12	13	14	15	16	備考
		8週目	9週目	10週目	11週目	12週目	13週目	14週目	15週目	
		4月20日	4月27日	5月4日	5月11日	5月18日	5月25日	6月1日	6月8日	
		EC								
		mS/m								
No.4	MW-1	662	734	727	470	515	465	558	627	
	MW-2	627	675	666	631	668	762	691	633	
	MW-3	783	484	750	704	494	528	466	499	
	MW-4	952	660	879	967	663	606	588	617	
	MW-5	819	573	830	901	774	737	531	740	
	No.4平均	768.6	625.2	770.4	734.6	622.8	619.6	566.8	623.2	-
No.5	MW-1	371	374	413	452	363	246			
	MW-2	305	302	296	321	297	264			
	MW-3	311	317	403	346	330	292			
	MW-4	458	458	438	465	487	468			
	MW-5	300	307	305	321	332	303			
	No.5平均	349.0	351.6	371.0	381.0	361.8	314.6			-
No.6	MW-1	496	500	550	528	512	465			
	MW-2	571	585	613	641	684	407			
	MW-3	540	471	512	414	534	469			
	MW-4	288	282	288	277	283	266			
	MW-5	316	287	284	263	268	281			
	No.6平均	442.2	425.0	449.4	424.6	456.2	377.6			-
定量下限値		-	-	-	-	-	-	-	-	-
地下水基準値		-	-	-	-	-	-	-	-	-

表 3.2-4 酸化還元電位 (No.4・No.5・No.6)

試料名		1	2	3	4	5	6	7	8	備考
		初期値	5日後	1週目	2週目	3週目	4週目	6週目	7週目	
		2月21日	2月26日	3月1日	3月9日	3月16日	3月23日	4月6日	4月13日	
		ORP	ORP	ORP	ORP	ORP	ORP	ORP	ORP	
		mV	mV	mV	mV	mV	mV	mV	mV	
No.4	MW-1	-189	22	63	74	53	106	84	25	
	MW-2	36	97	65	45	62	32	33	63	
	MW-3	-48	82	80	69	72	87	92	60	
	MW-4	27	-19	84	78	79	91	99	63	
	MW-5	93	105	49	84	64	83	95	88	
No.4平均		-16.2	57.4	68.2	70.0	66.0	79.8	80.6	59.8	-
No.5	MW-1	121	128	-47	87	-46	109	138	104	
	MW-2	109	108	64	95	82	85	101	98	
	MW-3	-55	-55	-23	-42	-53	-44	-35	-43	
	MW-4	2	14	46	4	18	50	28	32	
	MW-5	60	99	95	60	61	70	75	115	
No.5平均		47.4	58.8	27.0	40.8	12.4	54.0	61.4	61.2	-
No.6	MW-1	-74	66	-24	79	-50	177	132	76	
	MW-2	22	-23	-29	-29	2	-34	76	-47	
	MW-3	43	-17	4	-83	-42	128	88	33	
	MW-4	63	39	89	92	33	152	105	46	
	MW-5	38	45	58	-65	81	117	90	72	
No.6平均		18.4	22.0	19.6	-1.2	4.8	108.0	98.2	36.0	-
定量下限値		-	-	-	-	-	-	-	-	-
地下水基準値		-	-	-	-	-	-	-	-	-

試料名		9	10	11	12	13	14	15	16	備考
		8週目	9週目	10週目	11週目	12週目	13週目	14週目	15週目	
		4月20日	4月27日	5月4日	5月11日	5月18日	5月25日	6月1日	6月8日	
		ORP	ORP							
		mV	mV							
No.4	MW-1	76	166	175	155	204	179	215	94	
	MW-2	-64	-57	110	32	-67	-52	-76	-76	
	MW-3	76	181	160	124	144	141	149	94	
	MW-4	82	153	164	129	156	192	188	119	
	MW-5	89	165	172	131	138	151	195	101	
No.4平均		51.8	121.6	156.2	114.2	115.0	122.2	134.2	66.4	-
No.5	MW-1	-30	-41	19	-6	-40	170			
	MW-2	54	135	188	155	122	141			
	MW-3	-61	-42	-28	-11	5	149			
	MW-4	29	34	117	73	72	63			
	MW-5	81	62	229	179	165	145			
No.5平均		14.6	29.6	105.0	78.0	64.8	133.6			-
No.6	MW-1	139	48	212	217	212	219			
	MW-2	37	24	170	103	40	64			
	MW-3	111	102	197	171	180	159			
	MW-4	137	140	234	197	205	213			
	MW-5	122	131	164	184	183	166			
No.6平均		109.2	89.0	195.4	174.4	164.0	164.2			-
定量下限値		-	-	-	-	-	-	-	-	-
地下水基準値		-	-	-	-	-	-	-	-	-

表 3.2-5 溶存酸素濃度 (No.4・No.5・No.6)

試料名		1	2	3	4	5	6	7	8	備考
		初期値	5日後	1週目	2週目	3週目	4週目	6週目	7週目	
		2月21日	2月26日	3月1日	3月9日	3月16日	3月23日	4月6日	4月13日	
		DO	DO	DO	DO	DO	DO	DO	DO	
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	
No.4	MW-1	3.8	2.5	2.4	4.3	2.8	4.2	3.1	3.3	
	MW-2	2.6	3.2	2.8	2.2	3.3	2.2	0.8	3.4	
	MW-3	2.6	2.0	2.8	3.5	4.4	3.0	3.7	3.9	
	MW-4	1.5	1.9	2.7	3.1	3.5	4.2	3.6	3.8	
	MW-5	2.0	1.0	1.2	3.7	2.1	4.0	3.2	2.6	
No.4平均		2.5	2.1	2.4	3.4	3.2	3.5	2.9	3.4	-
No.5	MW-1	3.3	3.3	3.0	3.9	4.8	4.3	4.5	5.0	
	MW-2	3.1	3.5	4.3	3.8	3.9	3.5	4.0	4.4	
	MW-3	1.6	1.5	1.7	2.0	2.3	3.2	2.8	4.3	
	MW-4	2.5	2.1	2.1	3.4	3.9	2.8	3.4	3.6	
	MW-5	2.2	4.0	4.5	5.3	5.3	4.1	4.4	4.9	
No.5平均		2.5	2.9	3.1	3.7	4.0	3.6	3.8	4.4	-
No.6	MW-1	2.6	2.3	3.7	2.5	3.7	2.3	3.1	6.4	
	MW-2	1.5	<1.0	1.7	1.6	3.4	1.7	3.1	3.8	
	MW-3	1.8	<1.0	1.9	1.2	3.2	2.9	3.8	4.0	
	MW-4	2.8	2.2	3.1	2.5	4.0	3.1	3.6	4.3	
	MW-5	1.8	1.1	1.9	1.3	3.3	3.6	3.9	4.1	
No.6平均		2.1	1.5	2.5	1.8	3.5	2.7	3.5	4.5	-
定量下限値		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	-
地下水基準値		-	-	-	-	-	-	-	-	-

試料名		9	10	11	12	13	14	15	16	備考
		8週目	9週目	10週目	11週目	12週目	13週目	14週目	15週目	
		4月20日	4月27日	5月4日	5月11日	5月18日	5月25日	6月1日	6月8日	
		DO	DO	DO	DO	DO	DO	DO	DO	
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	
No.4	MW-1	3.8	3.9	2.8	3.8	3.9	3.2	3.9	1.9	
	MW-2	1.7	2.7	2.5	2.4	1.6	3.4	1.9	3.3	
	MW-3	3.9	4.2	2.4	3.5	3.5	3.3	3.5	2.9	
	MW-4	2.6	5.1	3.2	3.7	3.9	4.1	3.2	3.2	
	MW-5	3.0	4.0	2.6	3.8	2.6	3.2	3.5	2.4	
No.4平均		3.0	4.0	2.7	3.4	3.1	3.4	3.2	2.7	-
No.5	MW-1	4.4	4.3	3.7	3.8	4.5	4.5			
	MW-2	4.3	4.7	3.1	3.2	4.2	3.1			
	MW-3	4.3	4.6	2.6	4.2	3.8	4.4			
	MW-4	4.5	4.9	3.8	4.0	4.9	2.7			
	MW-5	5.0	5.5	4.3	4.6	5.0	4.7			
No.5平均		4.5	4.8	3.5	4.0	4.5	3.9			-
No.6	MW-1	3.2	4.3	3.1	4.0	2.2	4.0			
	MW-2	4.0	2.8	3.7	4.3	2.8	3.3			
	MW-3	3.8	3.9	2.2	2.9	3.3	3.2			
	MW-4	4.5	4.4	2.8	4.2	3.6	3.9			
	MW-5	4.3	5.1	3.0	4.5	4.3	4.0			
No.6平均		4.0	4.1	3.0	4.0	3.2	3.7			-
定量下限値		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	-
地下水基準値		-	-	-	-	-	-	-	-	-

表 3.2-6 水温 (No.4・No.5・No.6)

試料名		1	2	3	4	5	6	7	8	備考
		初期値	5日後	1週目	2週目	3週目	4週目	6週目	7週目	
		2月21日	2月26日	3月1日	3月9日	3月16日	3月23日	4月6日	4月13日	
		水温	水温	水温	水温	水温	水温	水温	水温	
No.4	MW-1	15.0	17.5	15.0	16.0	18.0	17.0	18.0	18.0	
	MW-2	16.0	16.5	15.0	16.0	19.0	18.0	19.0	18.0	
	MW-3	16.0	17.5	15.5	16.0	18.0	18.0	17.0	18.0	
	MW-4	16.0	17.5	17.0	16.0	18.0	18.0	18.0	18.0	
	MW-5	16.0	17.5	16.0	16.0	18.0	17.0	17.0	17.0	
	No.4平均	15.8	17.3	15.7	16.0	18.2	17.6	17.8	17.8	-
No.5	MW-1	12.0	13.5	13.0	15.0	17.0	16.0	16.0	16.0	
	MW-2	13.0	13.5	13.0	13.0	15.0	13.0	14.0	14.0	
	MW-3	13.0	13.0	12.0	13.0	15.0	13.0	14.0	15.0	
	MW-4	13.0	13.5	12.0	13.0	15.0	13.0	14.0	14.0	
	MW-5	15.0	15.5	12.0	14.0	16.0	15.0	15.0	16.0	
	No.5平均	13.2	13.8	12.4	13.6	15.6	14.0	14.6	15.0	-
No.6	MW-1	15.0	17.0	16.0	16.5	19.0	16.0	17.0	18.0	
	MW-2	15.0	16.5	15.0	16.0	18.0	15.0	18.0	18.0	
	MW-3	15.0	17.0	16.0	16.0	18.0	14.0	17.0	18.0	
	MW-4	15.0	17.0	16.0	16.0	18.0	14.0	17.0	17.0	
	MW-5	15.0	17.0	14.0	16.0	17.0	15.0	17.0	16.0	
	No.6平均	15.0	16.9	15.4	16.1	18.0	14.8	17.2	17.4	-
定量下限値		-	-	-	-	-	-	-	-	-
地下水基準値		-	-	-	-	-	-	-	-	-

試料名		9	10	11	12	13	14	15	16	備考
		8週目	9週目	10週目	11週目	12週目	13週目	14週目	15週目	
		4月20日	4月27日	5月4日	5月11日	5月18日	5月25日	6月1日	6月8日	
		水温	水温	水温	水温	水温	水温	水温	水温	
No.4	MW-1	19.0	18.0	19.0	18.5	20.0	19.0	19.0	19.0	
	MW-2	18.0	17.0	19.0	18.5	20.0	19.0	19.0	19.5	
	MW-3	17.5	18.0	18.0	17.5	19.0	19.0	18.5	18.5	
	MW-4	17.5	18.0	18.5	18.0	19.0	19.0	18.5	18.5	
	MW-5	17.0	16.0	18.0	17.0	18.0	18.0	17.5	18.0	
	No.4平均	17.8	17.4	18.5	17.9	19.2	18.8	18.5	18.7	-
No.5	MW-1	15.0	16.0	17.5	16.5	17.5	18.5			
	MW-2	13.0	13.5	15.0	13.5	16.0	16.5			
	MW-3	13.0	13.0	15.5	14.5	16.0	16.5			
	MW-4	13.0	13.5	15.0	14.0	16.0	17.5			
	MW-5	13.5	14.0	15.0	14.0	16.0	16.5			
	No.5平均	13.5	14.0	15.6	14.5	16.3	17.1			-
No.6	MW-1	17.0	17.0	18.0	18.0	18.0	18.0			
	MW-2	17.5	17.0	18.5	17.5	19.0	19.5			
	MW-3	17.0	16.0	18.0	16.5	18.0	18.5			
	MW-4	16.0	16.0	17.0	16.5	18.0	18.0			
	MW-5	16.0	16.0	17.5	17.0	18.5	18.0			
	No.6平均	16.7	16.4	17.8	17.1	18.3	18.4			-
定量下限値		-	-	-	-	-	-	-	-	-
地下水基準値		-	-	-	-	-	-	-	-	-

### 3.2.3. 細粒分率および残渣発生率

表 3.2-7 洗浄処理実験の細粒分率と重量測定結果

試験No.	実験開始時 (原位置微生物処理前)			洗浄前 (原位置微生物処理後)		洗浄処理後	
	No.	土質	細粒分率	搬入土量	細粒分率	土量	
						種類	比率(%)
No. 4	MW-1	砂混じり粘土	87.4%	1.20(t)	56.3%	洗浄砂	45.9%
	MW-2	砂質粘性土	78.7%			グリ・粗砂等	5.9%
	MW-3	砂質粘性土	77.8%			濃縮残渣	48.2%
	MW-4	砂質土	22.2%			合計	100.0%
	MW-4	砂質粘性土	80.2%				
	MW-5	砂質粘性土	83.8%				
No. 5	MW-1	細粒分質砂	12.5%	1.50(t)	26.0%	洗浄砂	45.8%
	MW-2	細粒分質礫質砂	39.1%			グリ・粗砂等	33.2%
	MW-3	砂礫質粘性土	50.6%			濃縮残渣	21.0%
	MW-4	細粒分質礫質砂	40.0%			合計	100.0%
	MW-5	細粒分質礫質砂	38.5%				
No. 6	MW-1	細粒分質礫質砂	29.6%	1.30(t)	28.9%	洗浄砂	41.2%
	MW-2	細粒分質礫質砂	41.4%			グリ・粗砂等	28.6%
	MW-2	細粒分質礫質砂	35.1%			濃縮残渣	30.2%
	MW-3	細粒分質礫質砂	22.5%			合計	100.0%
	MW-3	砂混じり粘性土	90.2%				
	MW-4	細粒分質礫質砂	45.7%				
	MW-5	礫混じり細粒分質砂	43.0%				

洗浄処理後の土量は、乾燥土として算出している

#### (1) 実験 No. 4

##### ① 洗浄前粒度分布試験結果による細粒分率

粒度試験により細粒分率(%)を求めた。

細粒分率(%) = 56.3%

##### ② 土壌重量測定による残渣発生率

表 3.2-2 は試験プラントによる濃縮残渣発生率であることから、標準的な含水率にて補正し、残渣発生率(%)を求めた。

$$\begin{aligned} \text{残渣発生率(\%)} &= \text{乾燥重量での濃縮残渣発生率(\%)} \\ &\times (100(\%) / \text{濃縮残渣の固形分率(\%)}) / (100(\%) / \text{投入土の固形分率(\%)}) \\ &= 48.2\% \times (100/60) / (100/75) = 60.3\% \end{aligned}$$

### ③考察

洗浄処理前の粒度試験による細粒分率は 56.3%、また洗浄処理後の濃縮残渣発生率は 60.3%であった。残渣発生率と粒度試験による細粒分率とで、近い値が得られた。

## (2) 実験 No. 5

### ①洗浄前粒度分布試験結果による細粒分率

粒度試験により細粒分率(%)を求めた。

$$\text{細粒分率(\%)} = 26.0\%$$

### ②土壌重量測定による残渣発生率

表 3.2-2 は試験プラントによる濃縮残渣発生率であることから、標準的な含水率にて補正し、残渣発生率(%)を求めた。

$$\begin{aligned} \text{残渣発生率(\%)} &= \text{乾燥重量での濃縮残渣発生率(\%)} \\ &\times (100(\%) / \text{濃縮残渣の固形分率(\%)}) / (100(\%) / \text{投入土の固形分率(\%)}) \\ &= 21.0\% \times (100/60) / (100/75) = 26.3\% \end{aligned}$$

### ③考察

洗浄処理前の粒度試験による細粒分率は 26.0%、また洗浄処理後の濃縮残渣発生率は 26.3%であった。残渣発生率と粒度試験による細粒分率とで、近い値が得られた。

## (3) 実験 No. 6

### ①洗浄前粒度分布試験結果による細粒分率

粒度試験により細粒分率(%)を求めた。

$$\text{細粒分率(\%)} = 28.9\%$$

### ②土壌重量測定による残渣発生率

表 3.2-2 は試験プラントによる濃縮残渣発生率であることから、標準的な含水率にて補正し、残渣発生率(%)を求めた。

$$\begin{aligned} \text{残渣発生率(\%)} &= \text{乾燥重量での濃縮残渣発生率(\%)} \\ &\times (100(\%) / \text{濃縮残渣の固形分率(\%)}) / (100(\%) / \text{投入土の固形分率(\%)}) \\ &= 30.2\% \times (100/60) / (100/75) = 37.8\% \end{aligned}$$

### ③考察

洗浄処理前の粒度試験による細粒分率は 28.9%、また洗浄処理後の濃縮残渣発生率は 37.8%であった。残渣発生率と、粒度試験による細粒分率とで、若干の差が生じた。

### 3.2.4. 実験結果の考察

実験結果から考察される点を以下にまとめる。

- ① 原位置微生物処理実験では、すべての実験ケースで目標（環境基準値の10倍程度）の濃度低減性が確認された。
- ② 微生物処理後の実験土壌を洗浄処理した結果では、ベンゼン・シアン化合物共に浄化が確認された。
- ③ 栄養塩の添加後は、ベンゼン分解活性の上昇が認められた。
- ④ 原位置微生物処理において、処理効果は、透水係数の大きさに依存すると考えられる（下表参照）。

表 3.2-8 対象試験区の透水係数と土壌ベンゼン濃度の減少率

試験区	透水係数 <sup>※1</sup> (m/s)	土壌ベンゼン濃度 初期値 <sup>※2</sup> (mg/L)	土壌ベンゼン濃度 最終値 <sup>※2</sup> (mg/L)	濃度減少率
No. 4	5.2E-07	0.38	0.062	83.68%
No. 5	1.2E-05	0.078	0.004	94.87%
No. 6	1.3E-05	3.6	0.17	95.28%

※1 各試験区で土質試験データ（D20 とクガーの表）により求めた。

※2 各試験区のモニタリング土壌ポイント（各5本）の分析値の平均値を示す。

- ⑤ 対象地の電気伝導率は、最高で 1,200mS/m 程度であった。過去の報告書における電気伝導度と塩分濃度の相関から算出すると、塩分濃度が 2,500mg/L 程度に収まると想定される。よって、実験対象区画の塩分が、微生物の増殖に支障をきたす可能性は低いと考える。なお、海水の塩分濃度は約 35,000mg/L である。

### 3.2.5. 豊洲新市場予定地への適用性と改善点

#### (1) 適用性

今回の実験では、最大3.6mg/L（環境基準：0.01mg/L、処理目標：0.1～0.2 mg/L）のベンゼン汚染土について、原位置微生物処理（エアスパーキング＋バイオスティミュレーション）が、ベンゼンの濃度低下に有効であることが実証された。

また、ベンゼンの原位置処理目標達成後に実施したベンゼン及びシアン化合物の洗浄処理では、両物質共に浄化が確認された。

#### (2) 改善点

当試験にて実証されたように、本工事においては、以下の点を考慮することを提案する。

- ・ 透気性の低い粘性土を処理対象とする場合、的確な濃度低減を得るためには、事前に対象地盤の透気性を把握し、適切な孔配置計画を策定する必要がある。

### 3.3. 洗浄処理実験

#### 3.3.1. 実験目的と計画

##### (1) 目的

重金属、シアン化合物、低濃度のベンゼンの処理を目的とする。  
汚染土壌を掘削し、場外の洗浄処理施設で汚染物質を除去する。

##### (2) 計画

実験条件を下表に示す。

表 3.3-1 洗浄処理 実験条件

項目	施工条件
処理対象物質	シアン化合物、重金属（ヒ素、鉛、水銀、六価クロム、カドミウム）、環境基準値の10倍程度のベンゼンを含む複合汚染
実験土壌	6街区：No.7 D12-2 AP+2.71～+2.21m 5街区：No.8 P29-4 AP-1.35～-2.35m 6街区：No.9 E11-1 AP-0.42～-1.42m
実験土壌の汚染濃度 (シアン化合物、ヒ素、ベンゼン)	①シアン化合物 6街区：No.7 17mg/L 環境基準値の170倍 6街区：No.9 0.20mg/L 環境基準値の2倍 ②ヒ素 5街区：No.8 0.62mg/L 環境基準値の62倍 6街区：No.9 0.034mg/L 環境基準値の3.4倍 ③ベンゼン 6街区：No.9 0.02mg/L 環境基準値の8.4倍
実験方法	実験箇所の土壌を掘削・搬出し、外部にある既存の洗浄処理施設ですべての汚染濃度が低下することを確認した。洗浄処理後の残渣については、細粒分率と残渣発生率を比較した。
処理対象数量	6街区No.7 50 m <sup>3</sup> (地山換算体積) 5街区No.8 100 m <sup>3</sup> (地山換算体積) 6街区No.9 100 m <sup>3</sup> のうちボーリング掘削で採取する1 m <sup>3</sup> (地山換算体積)
分析・確認事項	<ul style="list-style-type: none"> <li>洗浄処理後の実験土壌ごとに5検体を採取混合し、浄化効果を確認した。</li> <li>細粒分率は粒度分布試験を実施、残渣発生率は土壌重量測定を実施した。</li> <li>分析回数は、洗浄処理後の1回とした。</li> </ul>
実験場所	早来工営株式会社 神奈川県川崎市川崎区扇町5-7-9

表 3.3-2 実験条件

滞留時間	40分 (試験プラント20分)
使用水量	100～200t/時間
実験対象土量	約50～100 m <sup>3</sup> (試験プラント1 m <sup>3</sup> )

1) 実験フロー

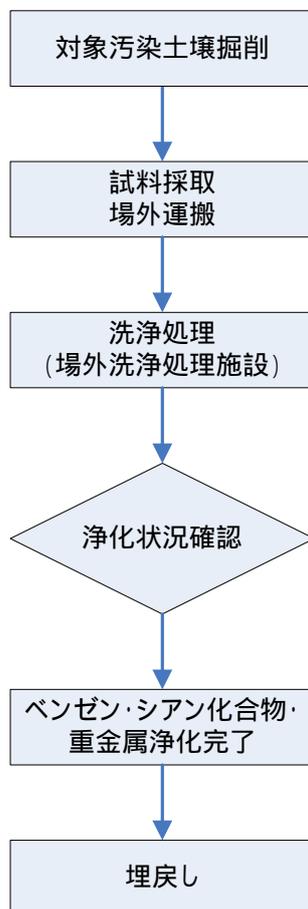


図 3.3-1 洗浄実験フロー図

## 2) 洗浄処理フロー

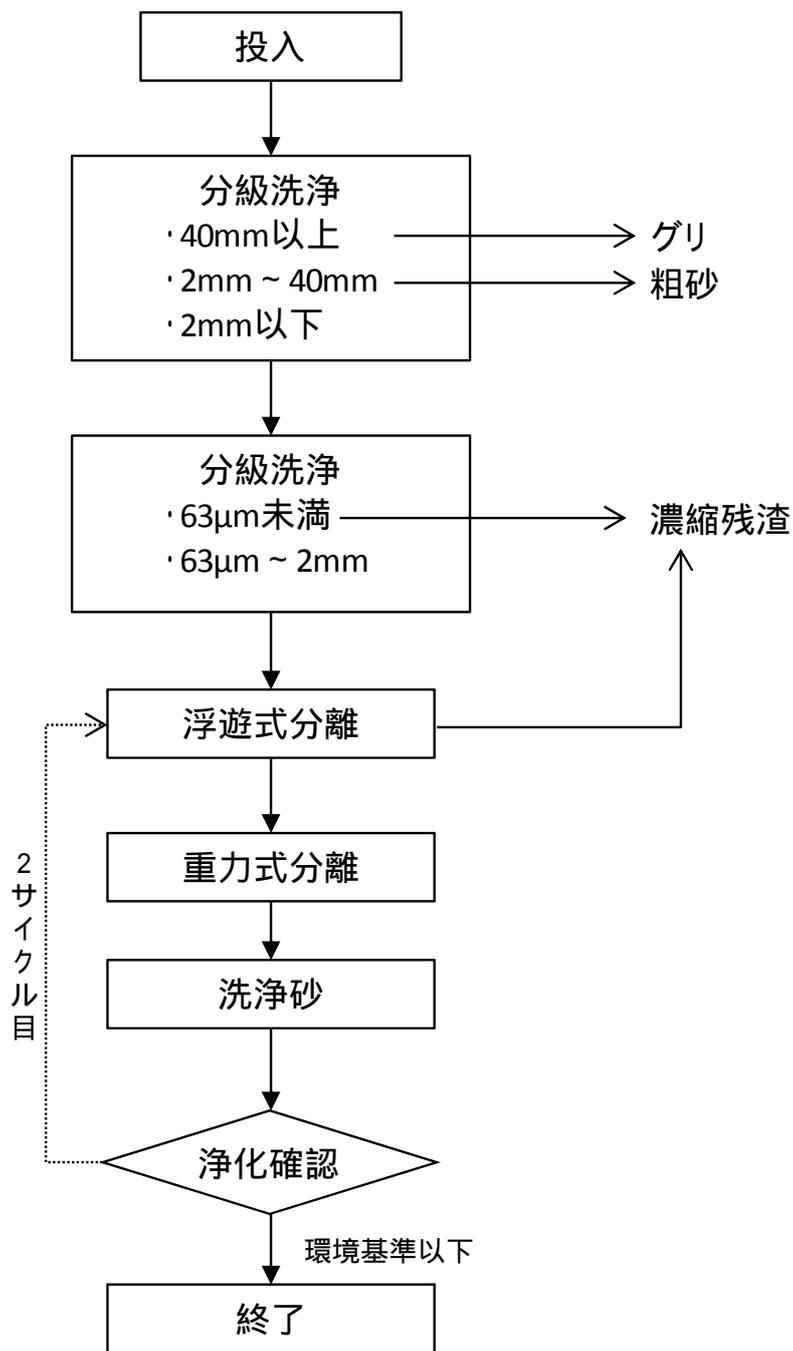


図 3.3-2 洗浄処理フロー図

### 3.3.2. 汚染濃度低下に関する解析

実験結果は、すべてのケースにおいて、環境基準の適合が確認された。

表 3.3-3 洗浄処理実験の濃度測定結果

実験方法	地点	分析項目	初期値	1回洗浄後	2回洗浄後	浄化判定
洗浄処理	No.7	シアン化合物	0.3	0.1	<0.1	
	No.8	ヒ素	0.39	0.075	<0.005	
	No.9	ベンゼン	7.0	0.012	0.001	
		シアン化合物	0.4	< 0.1	-	
		ヒ素	< 0.005	< 0.005	-	

: 環境基準値以下

#### (1) 実験 No. 7

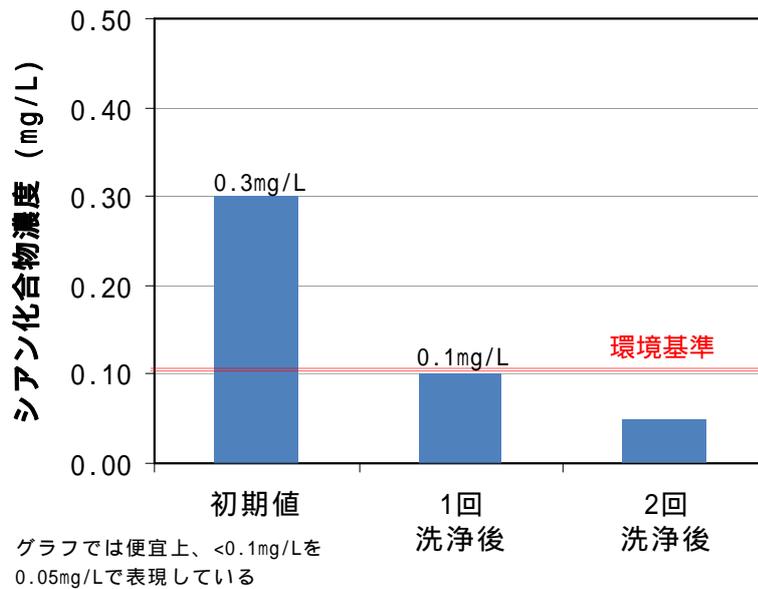


図 3.3-3 シアン化合物溶出量の比較 ( No . 7 )

シアン化合物については、1回目の洗浄処理によって基準の1倍にまで低減し、2回目の洗浄処理によって基準値以下に処理することができた。

(2) 実験 No. 8

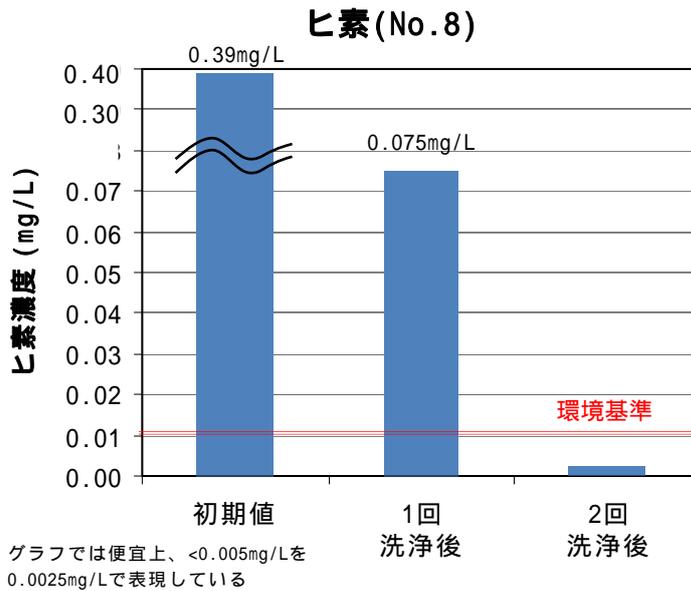


図 3.3-4 ヒ素溶出量の比較 ( No . 8 )

ヒ素については、1回目の洗浄処理によって基準の7.5倍にまで低減し、2回目の洗浄処理によって基準値以下に処理することができた。

(3) 実験 No. 9

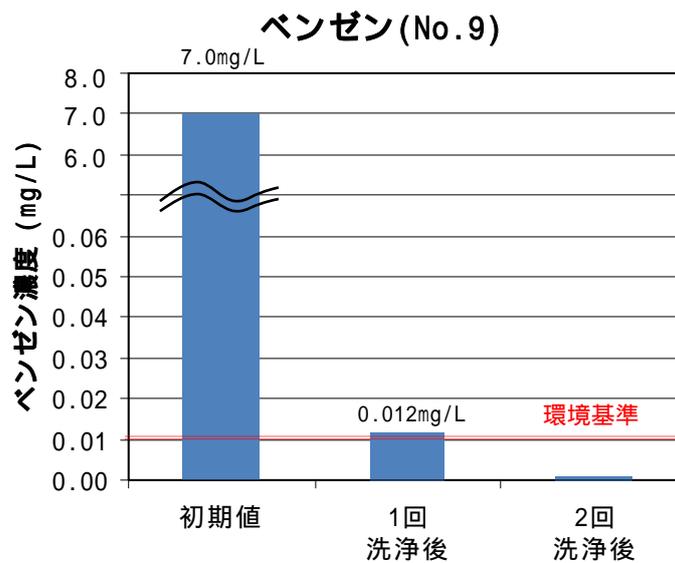


図 3.3-5 ベンゼン溶出量の比較 ( No . 9 )

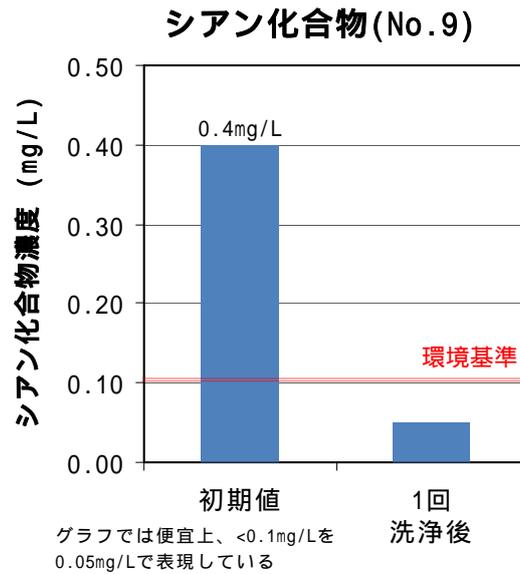


図 3.3-6 シアン化合物溶出量の比較 (No. 9)

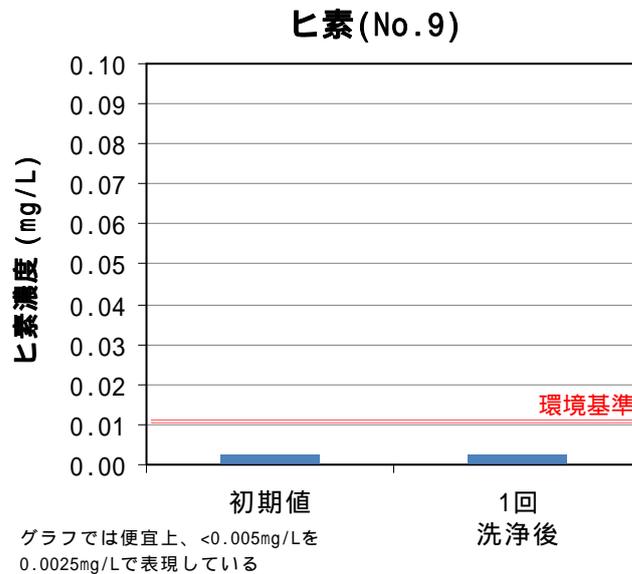


図 3.3-7 ヒ素溶出量の比較 (No. 9)

- ・ベンゼンについては、処理前の濃度が想定以上（基準の700倍）であったため、浮上分離処理を2回行った。1回目の浮上分離処理によって基準の1.2倍にまで低減し、2回目の浮上分離処理によって基準以下に処理することができた。ベンゼンの洗浄処理においては、この浮上分離処理の効果が大きいものと推定される。
- ・シアン化合物については、洗浄処理により環境基準値以下に処理することができた。
- ・ヒ素については、洗浄前後とも基準値以下であった。

### 3.3.3. 細粒分率および残渣発生率

表 3.3-4 洗浄処理実験の細粒分率と重量測定結果

地点	洗浄処理前		処理後土量		
	搬入土量	細粒分率	種類	重量	比率(%)
No.7	86.84(t)	41.9%	洗浄砂	32.07(t)	36.9%
			グリ・粗砂等	24.21(t)	27.9%
			濃縮残渣	26.92(t)	31.0%
			合計	83.20(t)	95.8%
No.8	162.75(t)	51.8%	洗浄砂	66.44(t)	40.8%
			グリ・粗砂等	12.53(t)	7.7%
			濃縮残渣	73.68(t)	45.3%
			合計	152.65(t)	93.8%
No.9	2.24(t)	45.8%	洗浄砂	-	49.7%
			グリ・粗砂等	-	28.2%
			濃縮残渣	-	22.1%
			合計	-	100.0%

#### (1) 実験 No. 7

##### ① 粒度分布試験結果による細粒分率

粒度試験により細粒分率(%)を求めた。

細粒分率(%)=41.9%

##### ② 土壌重量測定による残渣発生率

以下の計算により残渣発生率(%)を求めた。

残渣発生率(%)=濃縮残渣土量(t) / 搬入土量(t) = 26.92(t) / 86.84(t) = 31.0%

##### ③ 考察

洗浄処理前の粒度試験による細粒分率は41.9%、また洗浄処理後の濃縮残渣発生率は31.0%であった。残渣発生率と、処理前の1サンプルでの粒度試験による細粒分率とは、差が生じた。

## (2) 実験 No. 8

### ①粒度分布試験結果による細粒分率

粒度試験により細粒分率 (%) を求めた。

$$\text{細粒分率 (\%)} = 51.8\%$$

### ②土壌重量測定による残渣発生率

以下の計算により残渣発生率 (%) を求めた。

$$\text{残渣発生率 (\%)} = \text{濃縮残渣土量 (t)} / \text{搬入土量 (t)} = 73.68(t) / 162.75(t) = 45.3\%$$

### ③考察

洗浄処理前の粒度試験による細粒分率は 51.8%、また洗浄処理後の濃縮残渣発生率は 45.3%であった。残渣発生率と、処理前の 1 サンプルでの粒度試験による細粒分率とでは、若干の差が生じた。

## (3) 実験 No. 9

### ①粒度分布試験結果による細粒分率

粒度試験により細粒分率 (%) を求めた。

$$\text{細粒分率 (\%)} = 45.8\%$$

### ②土壌重量測定による残渣発生率

標準的な含水率にて補正し、残渣発生率 (%) を求めた。

$$\begin{aligned} \text{残渣発生率 (\%)} &= \text{乾燥重量での濃縮残渣発生率 (\%)} \\ &\quad \times (100 (\%) / \text{濃縮残渣の固形分率 (\%)} ) / (100 (\%) / \text{投入土の固形分率 (\%)} ) \\ &= 22.1\% \times (100/60) / (100/75) = 27.6\% \end{aligned}$$

### ③考察

洗浄処理前の粒度試験による細粒分率は 45.8%、また洗浄処理後の濃縮残渣発生率は 27.6%であった。残渣発生率と、処理前の 1 サンプルでの粒度試験による細粒分率とでは、差が生じた。

### 3.3.4. 実験結果の考察

実験結果から考察される点を以下にまとめる。

#### シアン化合物汚染土壌について

No. 7 の実験によってシアン化合物汚染土壌を、2 回の浮上分離プロセスを含む洗浄処理により基準値以下に処理できた。

#### ヒ素汚染土壌について

No. 8 の実験によって基準値の数十倍のヒ素汚染土壌を、2 回の浮上分離プロセスを含む洗浄処理により基準値以下に処理できた。

#### ベンゼン汚染土壌について

No. 9 の実験によってベンゼン汚染土壌を、2 回洗浄処理することにより基準値以下に処理できた。

#### 残渣発生率について

残渣は、約 22%～約 45%発生した。

### 3.3.5. 豊洲新市場予定地への適用性と改善点

#### (1) 適用性

今回の実験では、シアン化合物：最大 0.4mg/L（環境基準：認められないこと [実質：0.1mg/L 未満]）、ベンゼン：最大 7.0mg/L（環境基準：0.01mg/L）、ヒ素：0.39mg/L（環境基準：0.01mg/L）の汚染土壌について、洗浄処理が有効であることが実証された。ただし、洗浄回数は、複数回実施する必要がある場合が想定される。

#### (2) 改善点

- ・ 当試験にて実証されたように、本工事においては、以下の点を考慮することを提案する。
- ・ ベンゼン及びシアン化合物による汚染土壌の洗浄処理については汚染の特性から、ハイドロサイクロンによる分級効果に加えて、浮上分離効果も大きな要因となっていることから、複数回洗浄を避けるシステムを構築することが好ましいと考えられる。

### 3.4. 中温加熱処理実験

#### 3.4.1. 実験目的と計画

##### (1) 目的

油膜が見られる土壌でベンゼン処理および油膜の除去を目的とした。

除去汚染土壌を掘削し、中温加熱処理プラント(場外施設)で汚染物質を除去した。

##### (2) 計画

実験条件を下表に示す。

表 3.4-1 中温加熱処理 実験条件

項目	施工条件
処理対象物質	油膜が見られベンゼンを含み重金属を含まない汚染
実験土壌	6 街区 : No.10 G10-4 AP+3.50~+3.00m 6 街区 : No.11 E20-7 AP+3.02~+2.52m
実験土壌の汚染濃度 (ベンゼン、シアン化合物、油膜)	①ベンゼン 6 街区 : No.10 430mg/L 環境基準値の 43000 倍 6 街区 : No.11 4.2mg/L 環境基準値の 420 倍 ②シアン化合物 6 街区 : No.10 86mg/L 環境基準値の 860 倍 ③油膜 6 街区 : No.11 指数 5
実験方法	実験箇所の土壌を掘削・搬出し、外部にある既存の中温加熱処理プラントで、全ての汚染濃度が低下し、油膜が見られなくなることを確認した。
処理対象数量	6 街区No.10 50 m <sup>3</sup> (地山換算体積) 6 街区No.11 50 m <sup>3</sup> (地山換算体積)
分析・確認事項	<ul style="list-style-type: none"> <li>中温加熱処理後の実験土壌ごとに 5 検体を採取混合し、浄化効果を確認した。</li> <li>処理後の試料採取箇所は、処理土が処理プラントから細長く山積みになら排出されることから、排出された時間を考慮して等間隔に地点を配置した。</li> <li>分析回数は、中温加熱処理後の 1 回とした。</li> </ul>
実験場所	株式会社サンビック 愛知県半田市日東町 1-7

表 3.4-2 実験条件

加熱温度	約 600℃ (中温域)
滞留時間	1 時間
処理能力	3~4t/時間
実験対象土量	約 50m <sup>3</sup>

1) 実験フロー

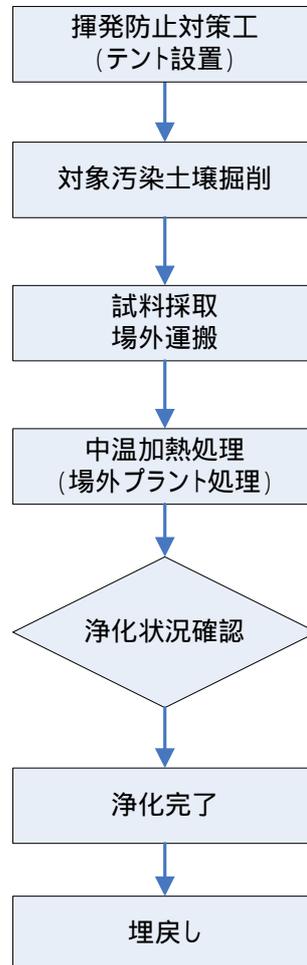


図 3.4-1 中温加熱実験フロー図

### 3.4.2. 汚染濃度低下に関する解析

実験結果は、すべてのケースにおいて、環境基準の適合が確認された。

表 3.4-3 洗浄処理実験の濃度測定結果

実験方法	地点	分析項目	単位	初期値	実験後	浄化判定 <sup>1</sup>
中温加熱処理	No.10	ベンゼン	mg/L	0.027	0.003	
		シアン化合物	mg/L	0.1	< 0.1	
		油膜	0なし~5多い	0	0 <sup>2</sup>	
	No.11	ベンゼン	mg/L	0.91	0.003	
		油膜	0なし~5多い	5	0 <sup>2</sup>	

※1 環境基準値以下、または油膜なし

※2 油膜については、白色の浮遊物質が確認されたため、油分量(炭化水素の総量)を測定する全石油系炭化水素(TPHs)分析を行った結果、油分ではないことを確認した(表3.4-4参照)

表 3.4-4 全石油系炭化水素(TPHs)分析結果

地点	試料	TPHs(mg/kg)			
		C6-C44	(C6-C10)	(C10-C28)	(C28-C44)
No.10	砂	< 4.0	< 4.0	< 4.0	< 4.0
	砂利	< 4.0	< 4.0	< 4.0	< 4.0
No.11	砂	< 4.0	< 4.0	< 4.0	< 4.0
	砂利	< 4.0	< 4.0	< 4.0	< 4.0

(1) 実験 No.10

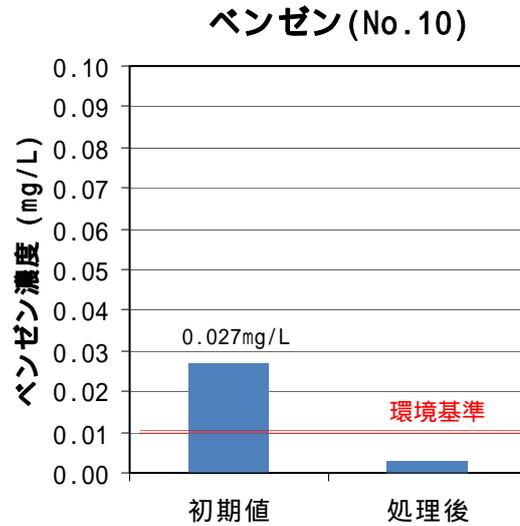
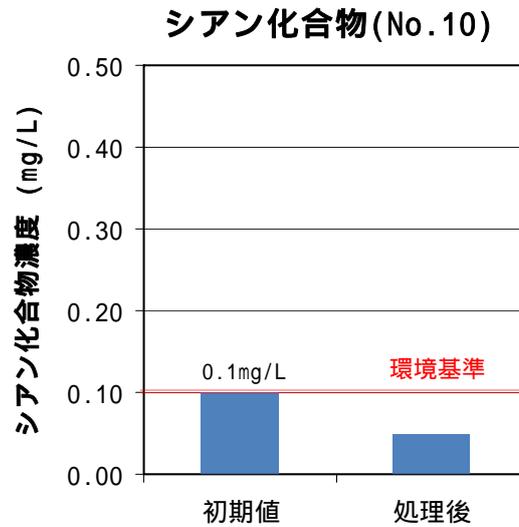


図 3.4-2 ベンゼン分析結果 (No.10)



グラフでは便宜上、 $<0.1\text{mg/L}$ を  
 $0.05\text{mg/L}$ で表現している

図 3.4-3 シアン化合物溶出量分析結果 (No.10)

- ベンゼンについては、中温加熱処理により基準の 2.7 倍を環境基準値以下に処理することができた。
- シアン化合物溶出量については、中温加熱処理によりを環境基準値以下に処理することができた。
- 油膜は処理前後とも確認されなかった。

(2) 実験 No.11

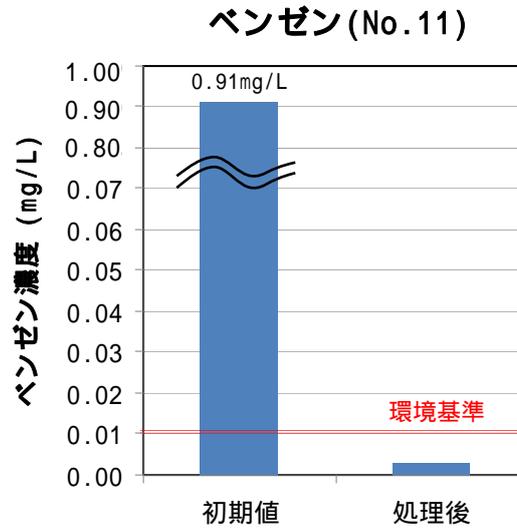


図 3.4-4 ベンゼン分析結果 (No.11)

- ・ベンゼンについては、中温加熱処理により環境基準値の 91 倍を基準値以下に処理することができた。
- ・油膜は、中温加熱処理後は油膜なしを確認した。

### 3.4.3. 実験結果の考察

実験結果から考察される点を以下にまとめる。

- ① 中温加熱処理実験では、すべての実験ケースで浄化が確認された。
- ② 中温加熱処理において、低濃度のシアン化合物が処理できることが確認された。
- ③ 中温加熱処理により、油膜の除去が確認された。

### 3.4.4. 豊洲新市場予定地への適用性と改善点

#### (1) 適用性

今回の実験では、油膜が認められ、かつベンゼンの最大濃度 0.91mg/L(環境基準:0.01mg/L)、シアン化合物の最大濃度 0.1mg/L(環境基準:検出されないこと)の汚染土壌について、中温加熱処理が有効であることが実証された。

#### (2) 改善点

当試験にて実証されたように、本工事においては、以下の点を考慮することを提案する。

- ・ シアン化合物についても中温加熱処理で浄化が可能であることが判明したことから、油膜が認められる複合汚染土壌について、洗浄処理の省略の可能性も考えられる。

### 3.5. 中温加熱・洗浄処理実験

#### 3.5.1. 実験目的と計画

##### (1) 目的

油膜が見られる土壌で、ベンゼン、シアン化合物、重金属等の複合汚染土壌の浄化を目的とした。

除去汚染土壌を掘削し、中温加熱処理プラント(場外施設) および土壌洗浄プラント(場外施設)で汚染物質を除去した。

##### (2) 計画

実験条件を下表に示す。

表 3.5-1 中温加熱・洗浄処理 実験条件

項目	施工条件
処理対象物質	油膜の程度が高く、シアン化合物、重金属を含む複合汚染
実験土壌	6 街区 : No.12 D11-1 AP+0.49~-0.51m 5 街区 : No.13 038-1 AP+2.83~+1.83m
実験土壌の汚染濃度 (ベンゼン、シアン、ヒ素、油膜)	①ベンゼン 6 街区 : No.12 40mg/L 環境基準値の 4000 倍 ②シアン化合物 6 街区 : No.12 93mg/L 環境基準値の 930 倍 5 街区 : No.13 1.9mg/L 環境基準値の 19 倍 ③ヒ素 6 街区 : No.12 0.013mg/L 環境基準値の 1.3 倍 5 街区 : No.13 0.17mg/L 環境基準値の 17 倍 ④油膜 6 街区 : No.12 指数 5 5 街区 : No.13 指数 5
実験方法	①中温加熱処理 実験箇所の土壌を掘削・搬出し、外部にある既存の中温加熱処理プラントで、ベンゼン、シアン化合物の汚染濃度が低下し、油膜が見られなくなることを確認した。 ②洗浄処理 前項の後、重金属を含む汚染土壌については、外部にある既存の洗浄プラントで、すべての汚染濃度が低下することを確認した。洗浄処理後の残渣については、細粒分率と残渣発生率を比較した。
処理対象数量	6 街区No.12 100 m <sup>3</sup> (地山換算体積) 5 街区No.13 100 m <sup>3</sup> (地山換算体積)
分析・確認事項	<ul style="list-style-type: none"> <li>中温加熱処理後、洗浄処理後とも、実験土壌ごとに 5 検体を採取混合し、浄化効果を確認した。</li> <li>細粒分率は粒度分布試験を実施、残渣発生率は土壌重量測定を実施し、その結果をまとめた。</li> <li>分析回数は、中温加熱処理後、洗浄処理後の各 1 回とした。</li> </ul>

実験場所	<ul style="list-style-type: none"> <li>中温加熱処理 株式会社サンビック 愛知県半田市日東町 1-7</li> <li>洗浄処理 早来工営株式会社 神奈川県川崎市川崎区扇町 5-79</li> </ul>
------	---

中温加熱・洗浄処理実験は、対象土壌を掘削して、場外の中温加熱処理施設で油分やベンゼンを処理した後に、洗浄処理施設において重金属等の処理を行うものである。

処理施設は、「洗浄処理実験」「中温加熱処理実験」と同じ施設とした。

### 3.5.2. 汚染濃度低下に関する解析

実験結果は、すべてのケースにおいて、環境基準の適合が確認された。

表 3.5-2 中温加熱・洗浄処理実験の濃度測定結果

実験方法	地点	分析項目	単位	初期値	中温加熱後	洗浄処理後	浄化判定
中温加熱 洗浄処理	No.12	ベンゼン	mg/L	1.8	0.003	-	
		シアン化合物	mg/L	1.4	0.1	<0.1	
		ヒ素	mg/L	< 0.005	< 0.005	<0.005	*
		油膜	0なし~5多い	5	0	0	
	No.13	シアン化合物	mg/L	0.2	< 0.1	<0.1	
		ヒ素	mg/L	< 0.005	< 0.005	<0.005	*
油膜		0なし~5多い	4	0	0		

: 環境基準値以下、または油膜なし

\*: 初期値が環境基準値以下

(1) 実験 No. 12

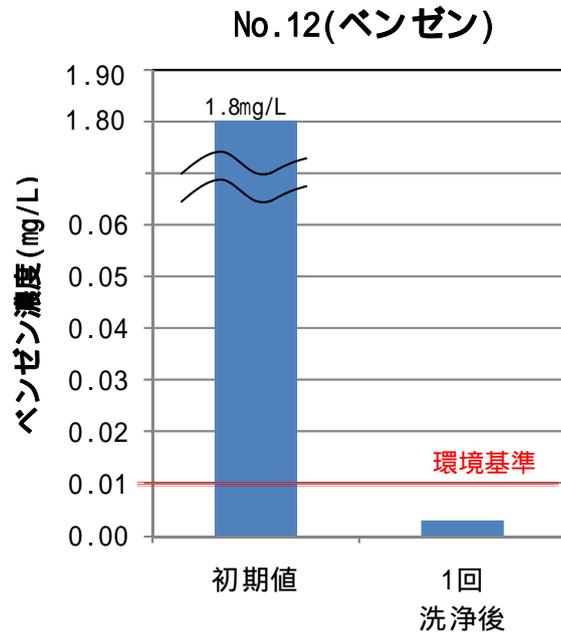
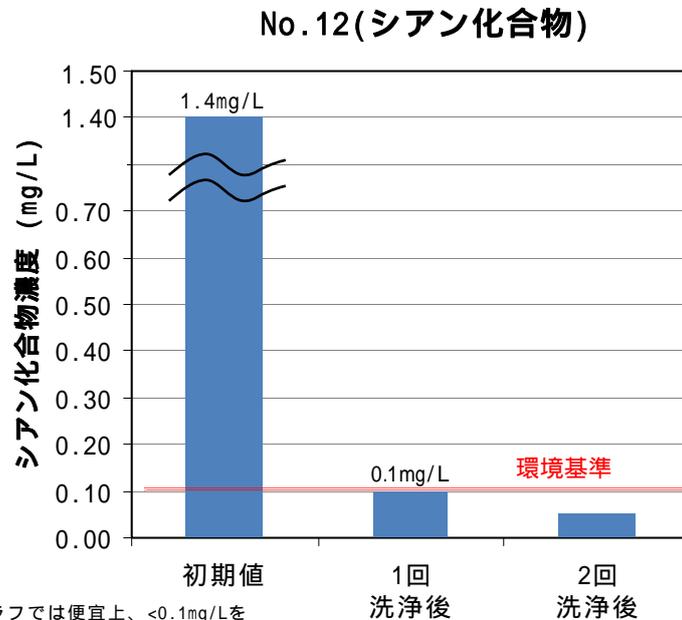


図 3.5-1 ベンゼン分析結果 (No.12)



グラフでは便宜上、<0.1mg/Lを0.05mg/Lで表現している

図 3.5-2 シアン化合物溶出量の比較 (No.12)

### No.12(ヒ素)

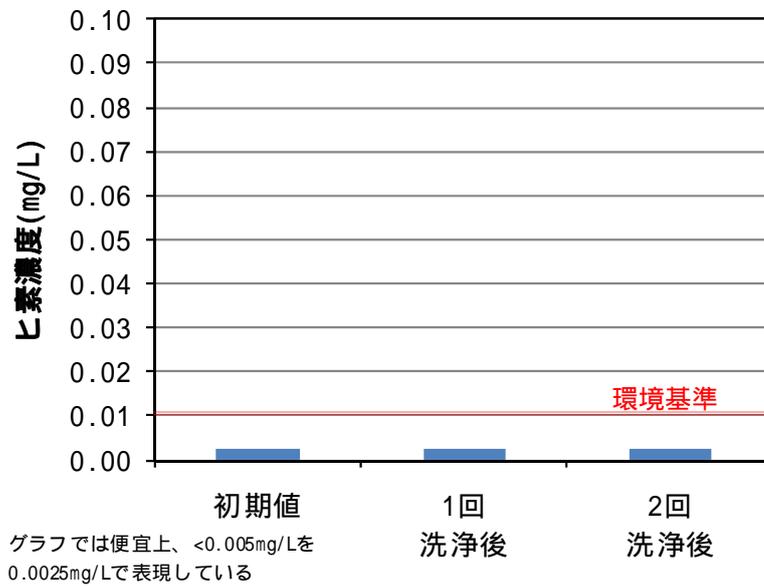


図 3.5-3 ヒ素溶出量の比較 (No. 12)

- ・ベンゼンについては、中温加熱処理により基準の180倍を基準以下に処理することができた。
- ・シアン化合物については、中温加熱処理により基準の14倍を定量下限値まで低減することができ、後段の洗浄処理にて基準以下が達成できた。
- ・ヒ素については、処理前後とも基準以下であった。
- ・中温加熱処理後に、油膜の検出なしを確認した。

(2) 実験 No. 13

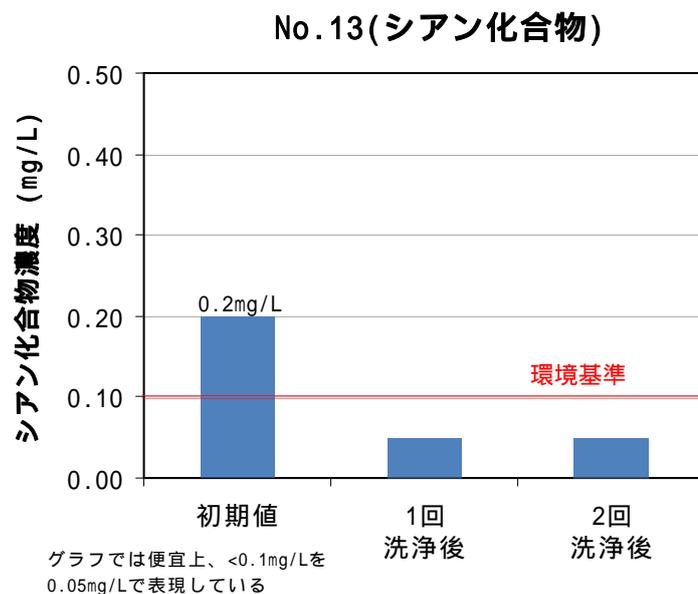


図 3.5-4 シアン化合物溶出量の比較 ( No . 13 )

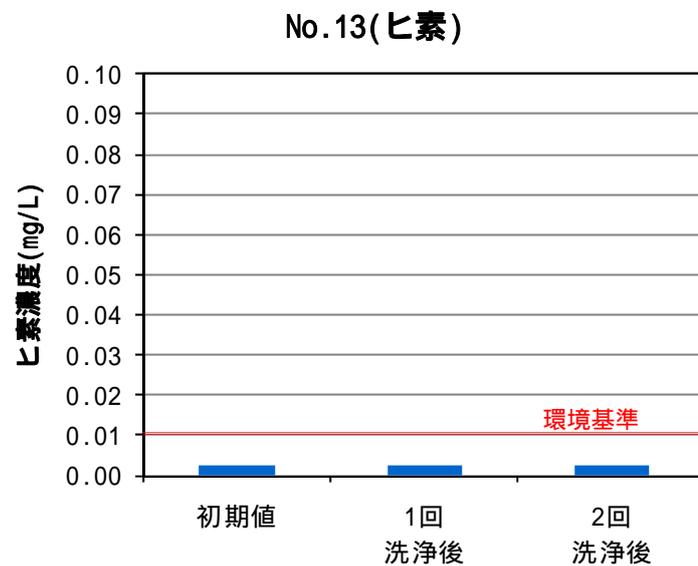


図 3.5-5 ヒ素溶出量の比較 ( No . 13 )

- ・シアン化合物については、中温加熱処理により基準の2倍を基準以下に処理することができ、洗浄処理後においても基準以下であった。
- ・ヒ素については、処理前後とも基準以下であった。
- ・中温加熱処理後に、油膜の検出なしを確認した。

### 3.5.3. 細粒分率および残渣発生率

表 3.5-3 中温加熱・洗浄処理実験の細粒分率と重量測定結果

地点	加熱処理前	洗浄処理前		処理後土量		
	搬入土量	搬入土量	細粒分率	種類	重量	比率(%)
No.12	178.09(t)	129.99(t)	13.3%	洗浄砂	86.61(t)	66.6%
				グリ・粗砂等	39.41(t)	30.3%
				濃縮残渣	18.88(t)	14.5%
				合計	144.90(t)	111.5%
No.13	181.64(t)	98.80(t)	26.5%	洗浄砂	73.88(t)	74.8%
				グリ・粗砂等	14.93(t)	15.1%
				濃縮残渣	16.80(t)	17.0%
				合計	105.61(t)	106.9%

### 3.5.4. 実験結果の考察

実験結果から考察される点を以下にまとめる。

- ① 中温加熱処理実験では、すべての実験ケースで浄化が確認された。
- ② シアン化合物汚染土壌を、洗浄処理により基準値以下に処理できた。
- ③ 中温加熱処理で、すべての実験ケースの油膜が除去できることが確認された。

### 3.5.5. 豊洲新市場予定地への適用性と改善点

#### (1) 適用性

今回の実験では、油膜が認められ、かつ、シアン化合物や重金属などの複合汚染が認められる、ベンゼン（最大濃度 1.8mg/L）、シアン化合物（最大濃度 1.4mg/L）の汚染土壌について中温加熱処理＋洗浄処理が有効であることが実証された。

なお、中温加熱処理段階で油膜・ベンゼン以外に、シアン化合物が 0.1mg/L まで低下することが確認された。

#### (2) 改善点

当試験にて実証されたように、本工事においては、以下の点を考慮することを提案する。

- ・ 中温加熱処理は、油膜が認められる土壌試料について実施を計画しているが、ベンゼンのみならず、シアン化合物や重金属等についても溶出量の低減効果が認められることから、中温加熱処理の対象土の選定基準の幅を拡げることも可能と考える。

### 3.6. 地下水浄化処理実験

#### 3.6.1. 実験目的と計画

##### (1) 目的

ベンゼン、シアン化合物、重金属の地下水汚染の浄化を目的とした。  
地下水を揚水し、水処理プラントで浄化した。

##### (2) 計画

実験条件を下表に示す。

表 3.6-1 地下水浄化処理 実験条件

項目	施工条件
処理対象物質	ベンゼン、シアン化合物、重金属の各汚染
実験土壌	7 街区 : No.14 020-1 AP-1. 19mより上部 7 街区 : No.15 K12-2 AP-4. 90mより上部 5 街区 : No.16 K34-8 AP-2. 60mより上部
実験土壌の汚染濃度 (ベンゼン、シアン化合物、鉛)	①ベンゼン 7 街区 : No.14 5.2mg/L 環境基準値の 520 倍 ②シアン化合物 7 街区 : No.15 6.9mg/L 環境基準値の 69 倍 5 街区 : No.16 0.2mg/L 環境基準値の 2 倍 ③鉛 5 街区 : No.16 0.08mg/L 環境基準値の 8 倍
実験方法	地下水浄化処理 実験箇所の周囲を鋼矢板で囲い、実験箇所の汚染地下水を揚水し、新市場予定地内に仮設プラントを設置したうえで処理を行い、復水させた後、処理効果(時間の経過と汚染濃度の低下)を確認した。
分析・確認事項	<ul style="list-style-type: none"><li>実験範囲内の地下水を揚水し、復水させた後、検体を採取し、浄化効果の進捗を確認した。</li><li>分析頻度は、実験の初期値と、各サイクル終了時とした。</li></ul>

1) 実験フロー

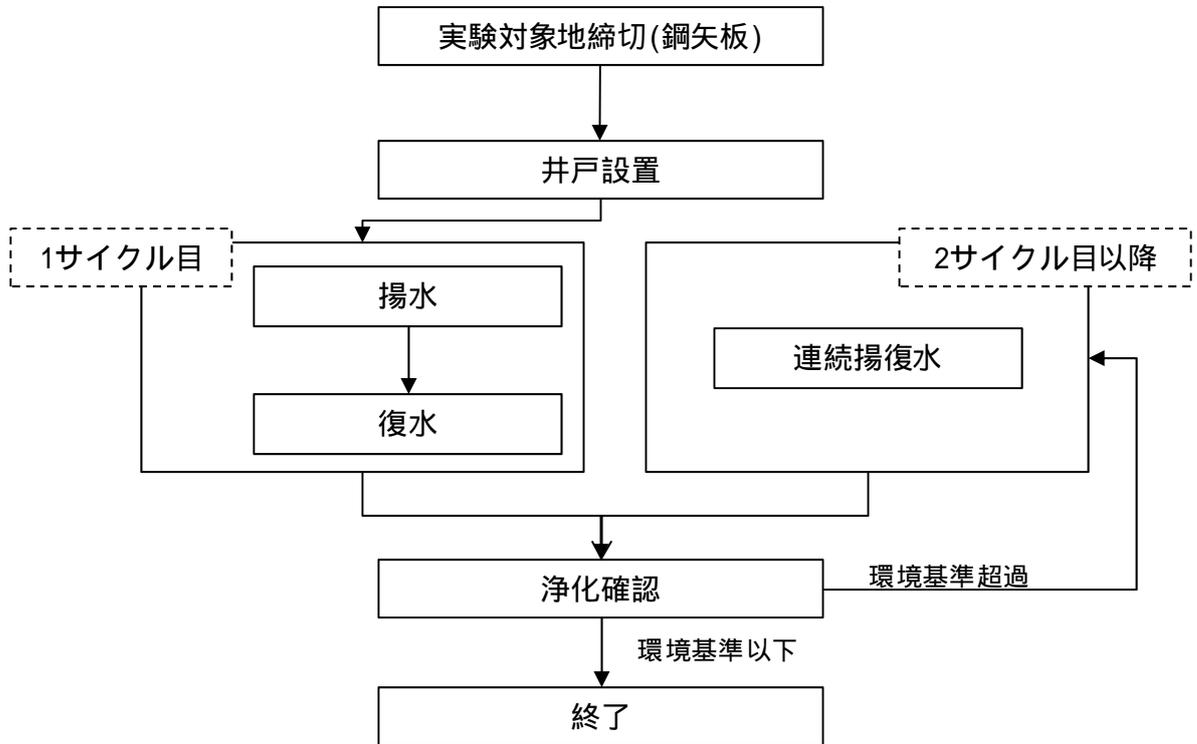


図 3.6-1 地下水処理実験フロー図

## 2) 実験の概要

地下水のみが汚染されている箇所において適用する処理法で、鋼矢板で締め切られた内部で地下水を揚水したのち、水道水を復入し、浄化効果の進捗を確認する。揚水は図の揚水井から行い、復水は復水井から行った。モニタリングは観測井から採水して実施した。

汚染地下水の浄化処理は、地下水処理施設において、ベンゼンはばっ気・活性炭吸着処理法、シアン化合物はアルカリ塩素法や紺青法、重金属については凝集沈殿法により、それぞれ実施した。

実験の手順は、1 サイクル目として、揚水を実施した後に復水を行い、次に2 サイクル目として揚水と復水を同時に実施する連続揚復水を実施した。

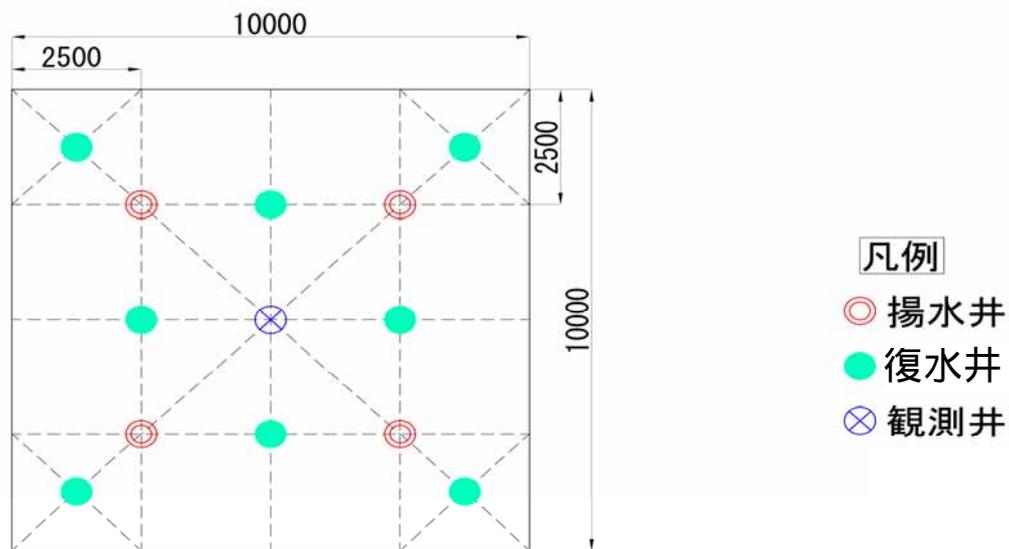


図 3.6-2 井戸配置図

### 3.6.2. 汚染濃度低下に関する解析

実験結果は、全てのケースで浄化の完了を確認した。

表 3.6-2 地下水処理実験の濃度測定結果

(単位:mg/L)

実験方法	地点	分析項目	初期値	揚水腹水後 (1サイクル後)	連続揚復水 (2サイクル後)	浄化判定 <sup>1</sup>
地下水 浄化 処理	No.14	ベンゼン	< 0.001	< 0.001 <sup>2</sup>		
	No.15	シアン化合物	1.1	0.3	< 0.1	
	No.16	シアン化合物	0.1	< 0.1		
		鉛	< 0.005	< 0.005 <sup>2</sup>		

1 環境基準値以下

2 揚水・復水井戸(12孔)でも分析を実施し、全孔で環境基準値以下を確認

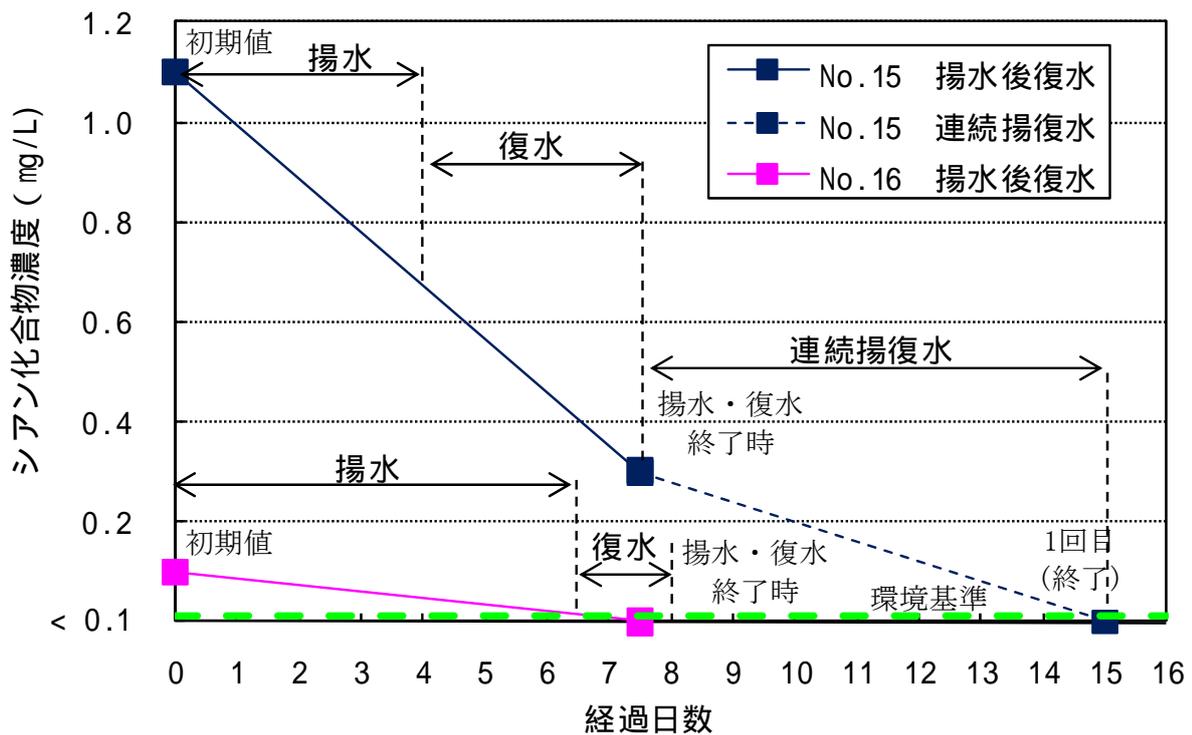


図 3.6-3 地下水処理実験のシアン化合物濃度

### 3.6.3. 浄化プラントの浄化結果

地下水浄化処理プラントによる浄化効果を以下に示す。

表 3.6-3 処理水の分析結果（1）

(単位:mg/L)

地点	採取試料	対象物質	処理方法	原水濃度	処理水濃度	浄化判定*
No.14	1サイクル目	ベンゼン	ばっ気処理	< 0.001	< 0.001	
No.15	1サイクル目	シアン化合物	酸化分解処理・紺青法	0.1	< 0.1	
	2サイクル目			0.1	< 0.1	
No.16	1サイクル目	鉛	凝集沈殿処理	< 0.005	< 0.005	
		シアン化合物	酸化分解処理・紺青法	< 0.1	< 0.1	

\* 下水排除基準値以下

[参考]

ベンゼンと鉛については、プラントの性能評価のため、自主的に模擬汚染水を作成して処理能力を確認した。

表 3.6-4 処理水の分析結果（2）

(単位:mg/L)

試料	対象物質	処理方法	原水濃度	処理水濃度	浄化判定*
模擬汚染水	ベンゼン	ばっ気処理	9.7	< 0.1	
	鉛	凝集沈殿処理	0.92	< 0.1	

\* 下水排除基準値以下

### 3.6.4. 揚水試験結果

揚水試験を実施し、以下に示す透水係数が得られた。

表 3.6-5 連続揚水試験解析結果一覧

解析方法		Thiem	ヤコブ	タイス	回復法	平均 (Thiem 除く)
単位		m/sec	m/sec	m/sec	m/sec	m/sec
調査地点	No.14 S-2	(0.000028)	0.0000047	0.0000024	0.0000088	$5 \times 10^{-6}$
	S-3		-	-	-	
	No.15 S-2	(0.000006)	0.0000019	0.0000015	0.0000030	$3 \times 10^{-6}$
	S-3		0.0000030	0.0000024	0.0000044	
	No.16 S-2	(0.000013)	0.0000017	0.0000012	0.0000018	$2 \times 10^{-6}$
	S-3		0.0000020	0.0000014	0.0000017	
平均		$(2 \times 10^{-5})$	$(3 \times 10^{-6})$	$(2 \times 10^{-6})$	$(4 \times 10^{-6})$	$(3 \times 10^{-6})$

※：No.14 区画 S-3 井戸 については、土質的な差異が大きいと判断されたため、除外した。

### 3.6.5. 地下水位の変化

(1) No.14

#### 【地下水位の変化】

揚水経過時間と地下水位の関係を図 3.6-4 および表 3.6-6 に示す。

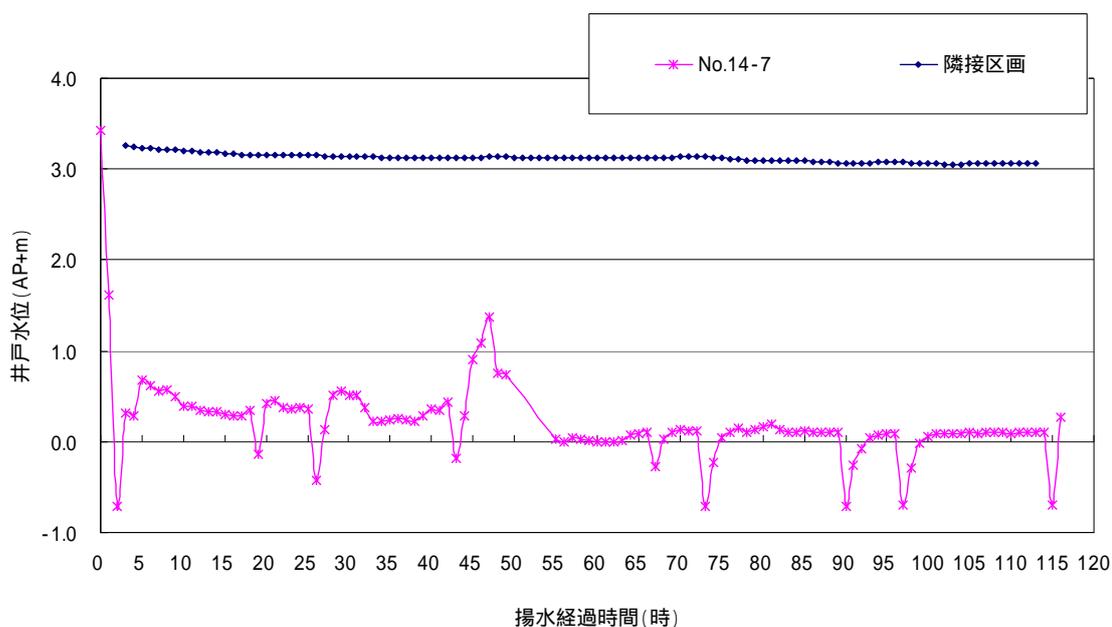


図 3.6-4 No.14 揚水経過時間と水位の関係

なお、対象区画の周囲は、隣接区画の地下水が流入しないように、鋼矢板を打設している。隣接区画には、観測井戸を設置し、水位を測定して、対象区画の揚水による影響を確認した。

その結果、鋼矢板は十分な止水性を確保していることが確認された。

(計算結果  $K=3.5 \times 10^{-8}(\text{m/s}) < K_e=(1\sim 3) \times 10^{-7}(\text{m/s})$ …「鋼矢板 設計から施工まで 鋼管杭協会」)

表 3.6-6 No.14 揚水経過時間と水位の関係

日付	孔内水位 (AP+m)	日付	孔内水位 (AP+m)
2010/3/10 14:20	3.430	2010/3/13 0:20	0.020
2010/3/10 15:20	1.620	2010/3/13 1:20	0.010
2010/3/10 16:20	-0.710	2010/3/13 2:20	-0.010
2010/3/10 17:20	0.310	2010/3/13 3:20	0.000
2010/3/10 18:20	0.290	2010/3/13 4:20	0.000
2010/3/10 19:20	0.670	2010/3/13 5:20	0.010
2010/3/10 20:20	0.610	2010/3/13 6:20	0.070
2010/3/10 21:20	0.550	2010/3/13 7:20	0.090
2010/3/10 22:20	0.570	2010/3/13 8:20	0.100
2010/3/10 23:20	0.490	2010/3/13 9:20	-0.280
2010/3/11 0:20	0.390	2010/3/13 10:20	0.030
2010/3/11 1:20	0.390	2010/3/13 11:20	0.110
2010/3/11 2:20	0.340	2010/3/13 12:20	0.130
2010/3/11 3:20	0.330	2010/3/13 13:20	0.120
2010/3/11 4:20	0.320	2010/3/13 14:20	0.120
2010/3/11 5:20	0.300	2010/3/13 15:20	-0.710
2010/3/11 6:20	0.290	2010/3/13 16:20	-0.230
2010/3/11 7:20	0.280	2010/3/13 17:20	0.040
2010/3/11 8:20	0.340	2010/3/13 18:20	0.100
2010/3/11 9:20	-0.140	2010/3/13 19:20	0.140
2010/3/11 10:20	0.410	2010/3/13 20:20	0.110
2010/3/11 11:20	0.450	2010/3/13 21:20	0.130
2010/3/11 12:20	0.370	2010/3/13 22:20	0.160
2010/3/11 13:20	0.360	2010/3/13 23:20	0.190
2010/3/11 14:20	0.370	2010/3/14 0:20	0.130
2010/3/11 15:20	0.360	2010/3/14 1:20	0.110
2010/3/11 16:20	-0.430	2010/3/14 2:20	0.100
2010/3/11 17:20	0.140	2010/3/14 3:20	0.110
2010/3/11 18:20	0.510	2010/3/14 4:20	0.100
2010/3/11 19:20	0.550	2010/3/14 5:20	0.100
2010/3/11 20:20	0.510	2010/3/14 6:20	0.110
2010/3/11 21:20	0.520	2010/3/14 7:20	0.100
2010/3/11 22:20	0.370	2010/3/14 8:20	-0.710
2010/3/11 23:20	0.220	2010/3/14 9:20	-0.270
2010/3/12 0:20	0.220	2010/3/14 10:20	-0.070
2010/3/12 1:20	0.240	2010/3/14 11:20	0.040
2010/3/12 2:20	0.250	2010/3/14 12:20	0.080
2010/3/12 3:20	0.240	2010/3/14 13:20	0.090
2010/3/12 4:20	0.230	2010/3/14 14:20	0.090
2010/3/12 5:20	0.280	2010/3/14 15:20	-0.700
2010/3/12 6:20	0.350	2010/3/14 16:20	-0.290
2010/3/12 7:20	0.340	2010/3/14 17:20	-0.020
2010/3/12 8:20	0.430	2010/3/14 18:20	0.050
2010/3/12 9:20	-0.190	2010/3/14 19:20	0.080
2010/3/12 10:20	0.280	2010/3/14 20:20	0.090
2010/3/12 11:20	0.900	2010/3/14 21:20	0.080
2010/3/12 12:20	1.090	2010/3/14 22:20	0.090
2010/3/12 13:20	1.380	2010/3/14 23:20	0.100
2010/3/12 14:20	0.760	2010/3/15 0:20	0.080
2010/3/12 15:20	0.730	2010/3/15 1:20	0.100
2010/3/12 21:20	0.020	2010/3/15 2:20	0.100
2010/3/12 22:20	0.000	2010/3/15 3:20	0.100
2010/3/12 23:20	0.040	2010/3/15 4:20	0.090
		2010/3/15 5:20	0.110
		2010/3/15 6:20	0.100
		2010/3/15 7:20	0.100
		2010/3/15 8:20	0.100
		2010/3/15 9:20	-0.700
		2010/3/15 10:20	0.270

表 3.6-7 No.14 揚水経過時間と隣接区画の水位の関係

日付	孔内水位 (AP+m)	日付	孔内水位 (AP+m)
2010/3/10 14:20		2010/3/13 0:20	3.128
2010/3/10 15:20	3.330	2010/3/13 1:20	3.127
2010/3/10 16:20	3.289	2010/3/13 2:20	3.127
2010/3/10 17:20	3.265	2010/3/13 3:20	3.128
2010/3/10 18:20	3.251	2010/3/13 4:20	3.126
2010/3/10 19:20	3.237	2010/3/13 5:20	3.124
2010/3/10 20:20	3.228	2010/3/13 6:20	3.122
2010/3/10 21:20	3.218	2010/3/13 7:20	3.124
2010/3/10 22:20	3.213	2010/3/13 8:20	3.127
2010/3/10 23:20	3.208	2010/3/13 9:20	3.124
2010/3/11 0:20	3.202	2010/3/13 10:20	3.129
2010/3/11 1:20	3.196	2010/3/13 11:20	3.131
2010/3/11 2:20	3.191	2010/3/13 12:20	3.135
2010/3/11 3:20	3.187	2010/3/13 13:20	3.139
2010/3/11 4:20	3.177	2010/3/13 14:20	3.135
2010/3/11 5:20	3.172	2010/3/13 15:20	3.139
2010/3/11 6:20	3.166	2010/3/13 16:20	3.128
2010/3/11 7:20	3.159	2010/3/13 17:20	3.120
2010/3/11 8:20	3.160	2010/3/13 18:20	3.111
2010/3/11 9:20	3.157	2010/3/13 19:20	3.104
2010/3/11 10:20	3.155	2010/3/13 20:20	3.101
2010/3/11 11:20	3.154	2010/3/13 21:20	3.096
2010/3/11 12:20	3.157	2010/3/13 22:20	3.094
2010/3/11 13:20	3.156	2010/3/13 23:20	3.093
2010/3/11 14:20	3.153	2010/3/14 0:20	3.091
2010/3/11 15:20	3.151	2010/3/14 1:20	3.090
2010/3/11 16:20	3.148	2010/3/14 2:20	3.090
2010/3/11 17:20	3.143	2010/3/14 3:20	3.087
2010/3/11 18:20	3.138	2010/3/14 4:20	3.084
2010/3/11 19:20	3.136	2010/3/14 5:20	3.076
2010/3/11 20:20	3.135	2010/3/14 6:20	3.071
2010/3/11 21:20	3.136	2010/3/14 7:20	3.065
2010/3/11 22:20	3.133	2010/3/14 8:20	3.062
2010/3/11 23:20	3.132	2010/3/14 9:20	3.067
2010/3/12 0:20	3.129	2010/3/14 10:20	3.068
2010/3/12 1:20	3.130	2010/3/14 11:20	3.069
2010/3/12 2:20	3.130	2010/3/14 12:20	3.072
2010/3/12 3:20	3.129	2010/3/14 13:20	3.076
2010/3/12 4:20	3.126	2010/3/14 14:20	3.075
2010/3/12 5:20	3.123	2010/3/14 15:20	3.073
2010/3/12 6:20	3.121	2010/3/14 16:20	3.069
2010/3/12 7:20	3.120	2010/3/14 17:20	3.067
2010/3/12 8:20	3.119	2010/3/14 18:20	3.062
2010/3/12 9:20	3.121	2010/3/14 19:20	3.059
2010/3/12 10:20	3.121	2010/3/14 20:20	3.055
2010/3/12 11:20	3.122	2010/3/14 21:20	3.053
2010/3/12 12:20	3.130	2010/3/14 22:20	3.055
2010/3/12 13:20	3.134	2010/3/14 23:20	3.056
2010/3/12 14:20	3.133	2010/3/15 0:20	3.056
2010/3/12 15:20	3.134	2010/3/15 1:20	3.059
2010/3/12 16:20	3.131	2010/3/15 2:20	3.062
2010/3/12 17:20	3.130	2010/3/15 3:20	3.064
2010/3/12 18:20	3.127	2010/3/15 4:20	3.063
2010/3/12 19:20	3.129	2010/3/15 5:20	3.063
2010/3/12 20:20	3.128	2010/3/15 6:20	3.062
2010/3/12 21:20	3.126	2010/3/15 7:20	3.059
2010/3/12 22:20	3.127	2010/3/15 8:20	
2010/3/12 23:20	3.129	2010/3/15 9:20	
		2010/3/15 10:20	

( 2 ) No.15

【地下水位の変化】

揚水経過時間と地下水位の関係を図に示す。

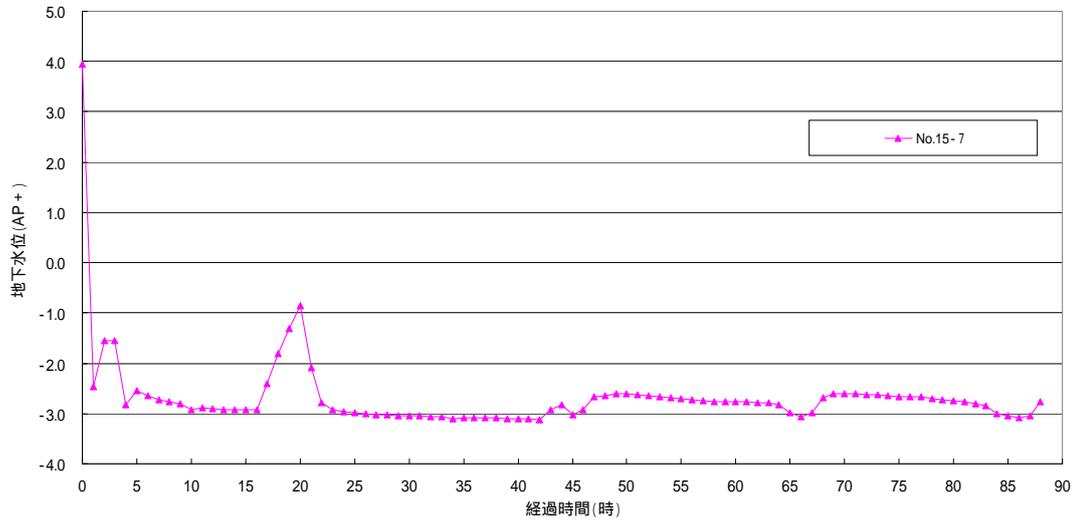


図 3.6-5 No.15 揚水経過時間と水位の関係

表 3.6-8 No.15 揚水経過時間と水位の関係

日付	孔内水位 (AP+m)
2010/2/25 22:46	3.952
2010/2/25 23:46	-2.462
2010/2/26 0:46	-1.558
2010/2/26 1:46	-1.576
2010/2/26 2:46	-2.247
2010/2/26 3:46	-2.546
2010/2/26 4:46	-2.640
2010/2/26 5:46	-2.721
2010/2/26 6:46	-2.773
2010/2/26 7:46	-2.814
2010/2/26 8:46	-2.916
2010/2/26 9:46	-2.879
2010/2/26 10:46	-2.900
2010/2/26 11:46	-2.916
2010/2/26 12:46	-2.931
2010/2/26 13:46	-2.919
2010/2/26 14:46	-2.932
2010/2/26 15:46	-2.406
2010/2/26 16:46	-1.803
2010/2/26 17:46	-1.303
2010/2/26 18:46	-0.862
2010/2/26 19:46	-2.083
2010/2/26 20:46	-2.776
2010/2/26 21:46	-2.917
2010/2/26 22:46	-2.963
2010/2/26 23:46	-2.990
2010/2/27 0:46	-3.006
2010/2/27 1:46	-3.018
2010/2/27 2:46	-3.027
2010/2/27 3:46	-3.035
2010/2/27 4:46	-3.043
2010/2/27 5:46	-3.049
2010/2/27 6:46	-3.059
2010/2/27 7:46	-3.065
2010/2/27 8:46	-3.109
2010/2/27 9:46	-3.081
2010/2/27 10:46	-3.080
2010/2/27 11:46	-3.086
2010/2/27 12:46	-3.090
2010/2/27 13:46	-3.096
2010/2/27 14:46	-3.099
2010/2/27 15:46	-3.096
2010/2/27 16:46	-3.121
2010/2/27 17:46	-2.915
2010/2/27 18:46	-2.819
2010/2/27 19:46	-3.028
2010/2/27 20:46	-2.917
2010/2/27 21:46	-2.668
2010/2/27 22:46	-2.637
2010/2/27 23:46	-2.605

日付	孔内水位 (AP+m)
2010/2/28 0:46	-2.602
2010/2/28 1:46	-2.621
2010/2/28 2:46	-2.644
2010/2/28 3:46	-2.665
2010/2/28 4:46	-2.686
2010/2/28 5:46	-2.709
2010/2/28 6:46	-2.728
2010/2/28 7:46	-2.743
2010/2/28 8:46	-2.758
2010/2/28 9:46	-2.762
2010/2/28 10:46	-2.766
2010/2/28 11:46	-2.773
2010/2/28 12:46	-2.781
2010/2/28 13:46	-2.791
2010/2/28 14:46	-2.828
2010/2/28 15:46	-2.986
2010/2/28 16:46	-3.067
2010/2/28 17:46	-2.992
2010/2/28 18:46	-2.680
2010/2/28 19:46	-2.613
2010/2/28 20:46	-2.605
2010/2/28 21:46	-2.612
2010/2/28 22:46	-2.621
2010/2/28 23:46	-2.633
2010/3/1 0:46	-2.651
2010/3/1 1:46	-2.667
2010/3/1 2:46	-2.675
2010/3/1 3:46	-2.669
2010/3/1 4:46	-2.703
2010/3/1 5:46	-2.726
2010/3/1 6:46	-2.750
2010/3/1 7:46	-2.774
2010/3/1 8:46	-2.797
2010/3/1 9:46	-2.843
2010/3/1 10:46	-2.997
2010/3/1 11:46	-3.054
2010/3/1 12:46	-3.076
2010/3/1 13:46	-3.053
2010/3/1 14:46	-2.768

(3) No.16

【地下水位の変化】

揚水経過時間と地下水位の関係を図に示す。

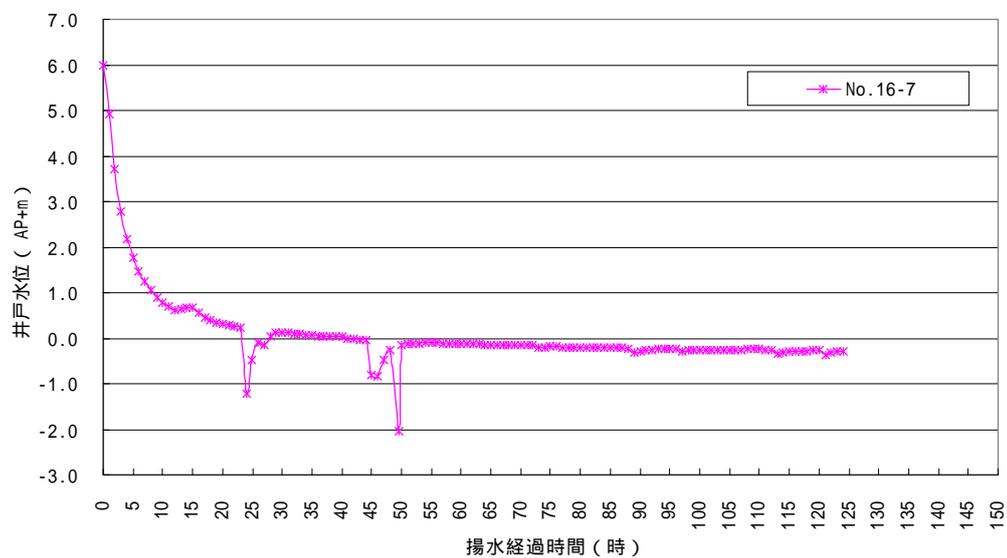


図 3.6-6 No.16 揚水経過時間と水位の関係

表 3.6-9 No.16 揚水経過時間と水位の関係

日付	孔内水位 (AP+m)
2010/3/3 15:11	5.980
2010/3/3 16:11	4.930
2010/3/3 17:11	3.700
2010/3/3 18:11	2.780
2010/3/3 19:11	2.190
2010/3/3 20:11	1.780
2010/3/3 21:11	1.460
2010/3/3 22:11	1.240
2010/3/3 23:11	1.050
2010/3/4 0:11	0.880
2010/3/4 1:11	0.780
2010/3/4 2:11	0.700
2010/3/4 3:11	0.630
2010/3/4 4:11	0.640
2010/3/4 5:11	0.670
2010/3/4 6:11	0.660
2010/3/4 7:11	0.570
2010/3/4 8:11	0.440
2010/3/4 9:11	0.390
2010/3/4 10:11	0.340
2010/3/4 11:11	0.330
2010/3/4 12:11	0.290
2010/3/4 13:11	0.270
2010/3/4 14:11	0.240
2010/3/4 15:11	-1.220
2010/3/4 16:11	-0.470
2010/3/4 17:11	-0.090
2010/3/4 18:11	-0.140
2010/3/4 19:11	0.030
2010/3/4 20:11	0.120
2010/3/4 21:11	0.120
2010/3/4 22:11	0.120
2010/3/4 23:11	0.080

日付	孔内水位 (AP+m)
2010/3/5 0:11	0.080
2010/3/5 1:11	0.070
2010/3/5 2:11	0.060
2010/3/5 3:11	0.050
2010/3/5 4:11	0.050
2010/3/5 5:11	0.040
2010/3/5 6:11	0.050
2010/3/5 7:11	0.040
2010/3/5 8:11	-0.010
2010/3/5 9:11	-0.020
2010/3/5 10:11	-0.040
2010/3/5 11:11	-0.030
2010/3/5 12:11	-0.820
2010/3/5 13:11	-0.830
2010/3/5 14:11	-0.480
2010/3/5 15:11	-0.260
2010/3/5 16:11	-2.030
2010/3/5 17:11	-0.160
2010/3/5 18:11	-0.130
2010/3/5 19:11	-0.120
2010/3/5 20:11	-0.110
2010/3/5 21:11	-0.110
2010/3/5 22:11	-0.110
2010/3/5 23:11	-0.110
2010/3/6 0:11	-0.110
2010/3/6 1:11	-0.120
2010/3/6 2:11	-0.120
2010/3/6 3:11	-0.120
2010/3/6 4:11	-0.120
2010/3/6 5:11	-0.130
2010/3/6 6:11	-0.130
2010/3/6 7:11	-0.140
2010/3/6 8:11	-0.140
2010/3/6 9:11	-0.140
2010/3/6 10:11	-0.150
2010/3/6 11:11	-0.150
2010/3/6 12:11	-0.150
2010/3/6 13:11	-0.150
2010/3/6 14:11	-0.150
2010/3/6 15:11	-0.160
2010/3/6 16:11	-0.220
2010/3/6 17:11	-0.200
2010/3/6 18:11	-0.190
2010/3/6 19:11	-0.190
2010/3/6 20:11	-0.190
2010/3/6 21:11	-0.200
2010/3/6 22:11	-0.200
2010/3/6 23:11	-0.200

日付	孔内水位 (AP+m)
2010/3/7 0:11	-0.200
2010/3/7 1:11	-0.200
2010/3/7 2:11	-0.200
2010/3/7 3:11	-0.200
2010/3/7 4:11	-0.210
2010/3/7 5:11	-0.220
2010/3/7 6:11	-0.220
2010/3/7 7:11	-0.220
2010/3/7 8:11	-0.320
2010/3/7 9:11	-0.290
2010/3/7 10:11	-0.260
2010/3/7 11:11	-0.250
2010/3/7 12:11	-0.240
2010/3/7 13:11	-0.230
2010/3/7 14:11	-0.230
2010/3/7 15:11	-0.240
2010/3/7 16:11	-0.290
2010/3/7 17:11	-0.270
2010/3/7 18:11	-0.260
2010/3/7 19:11	-0.260
2010/3/7 20:11	-0.260
2010/3/7 21:11	-0.250
2010/3/7 22:11	-0.250
2010/3/7 23:11	-0.250
2010/3/8 0:11	-0.260
2010/3/8 1:11	-0.250
2010/3/8 2:11	-0.250
2010/3/8 3:11	-0.240
2010/3/8 4:11	-0.240
2010/3/8 5:11	-0.240
2010/3/8 6:11	-0.250
2010/3/8 7:11	-0.250
2010/3/8 8:11	-0.340
2010/3/8 9:11	-0.320
2010/3/8 10:11	-0.300
2010/3/8 11:11	-0.290
2010/3/8 12:11	-0.280
2010/3/8 13:11	-0.270
2010/3/8 14:11	-0.270
2010/3/8 15:11	-0.270
2010/3/8 16:11	-0.360
2010/3/8 17:11	-0.320
2010/3/8 18:11	-0.300
2010/3/8 19:11	-0.300

### 3.6.6. 実験結果の考察

実験結果から考察される点を以下にまとめる。

- ① 地下水処理実験では、すべての実験ケースで浄化が確認された。なお、ベンゼン、鉛については、初期値が環境基準値以下であったが、揚水・復水（1 サイクル）を実施し、全井戸で環境基準値以下であることを確認した。
- ② 揚水した地下水は、仮設プラントにおいて処理されることが確認された。ベンゼンはばっ気処理により、シアン化合物は酸化分解処理・紺青法により、鉛等の重金属は凝集沈殿処理により処理された。

### 3.6.7. 豊洲新市場予定地への適用性と改善点

#### (1) 適用性

今回の実験では、土壤汚染が認められず、地下水汚染のみが認められる区画について、揚水・復水を実施することで、シアン化合物（最大 1.1mg/L）の地下水浄化処理が有効であることが確認された。

また、揚水した汚染地下水について水処理の計画手法（ベンゼン：ばっ気処理、シアン化合物：酸化分解処理・紺青法、鉛：凝集沈殿処理）は、妥当な処理方法であることが確認された。

#### (2) 改善点

- ・ 現場状況に応じて、揚水・復水を交互に実施する方法と、揚水復水を同時に実施する方法とを使い分けると良いと考える。
- ・ シアン化合物の水処理は、複数の処理方法があるため、水質に応じて、最適な処理方法を検討する必要がある。