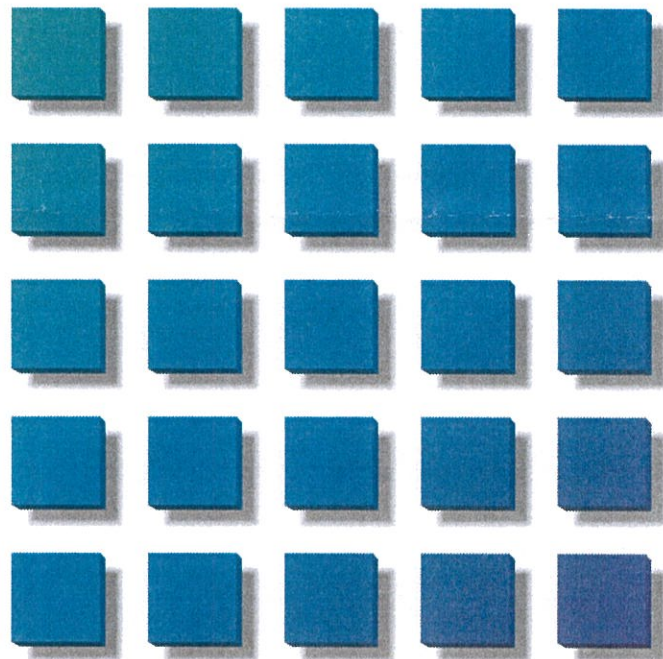


株式会社 NEOMAX マテリアル 殿

工場敷地内浄化対策

---

## 2010 年度実施計画書（案）



2010 年 10 月 20 日



大成建設株式会社

## 目 次

1.	全体計画	1
1.1.	汚染状況	1
1.2.	浄化方法	6
1.3.	浄化対象と浄化目標	6
1.4.	浄化計画	7
2.	2010年度実施計画	9
2.1.	実施フロー	9
2.2.	実施計画位置	11
3.	パイロット試験の概要	12
4.	単井戸注入試験	15
4.1.	実施内容	15
4.2.	実施フロー	18
4.2.1.	単井戸注入試験 Case1	20
4.2.2.	単井戸注入試験 Case2	22
4.3.	事前調査、試験時のモニタリング	24
4.4.	注入設備	30
4.5.	工程	32
5.	複数井戸注入試験	34
5.1.	実施内容	34
5.2.	実施フロー	37
5.3.	事前調査・試験時モニタリング	38
5.4.	工程	39
6.	シルト層汚染の長期的浄化効果検討のための室内試験	41
6.1.	徐放性有機資材の浄化効果の検討	42
6.1.1.	試験方法	42
6.1.2.	試験条件	43
6.1.3.	測定項目と試験期間	43
6.2.	シルト層からの溶出特性の検討	44
6.2.1.	試験方法	44
6.2.2.	測定項目と試験期間	44
7.	本対策	45
7.1.	実施位置	45
7.2.	対策時の周辺環境対策	46
7.3.	敷地境界の対策に関する浄化効果の評価（検収条件）	46
7.4.	三角帯（JR境界部）敷地境界における対策	47

## 1. 全体計画

## 1.1. 汚染状況

図 1-1 に平成 5 年に実施された TCE と cis-1,2-DCE の表層土壌ガス調査結果を示す。

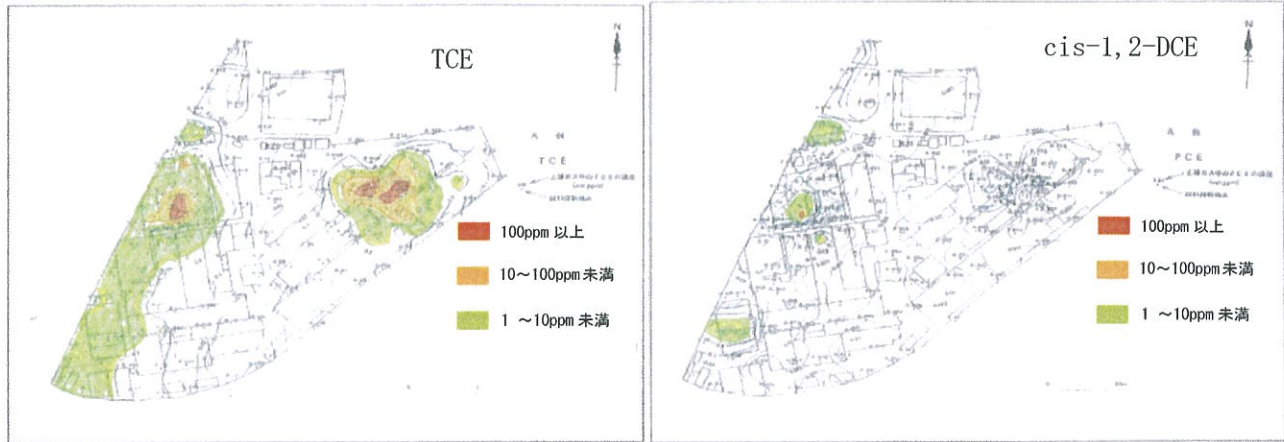


図 1-1 表層土壌ガス調査結果（平成 5 年実施）

PCE、TCE の使用履歴箇所は図 1-2 に示すように大きく 3 箇所確認されており、その位置は表層土壌ガス調査結果でガス濃度が高いエリアと一致している。

- 汚染物質の使用履歴箇所
- ① 線材工場付近
  - ② 板材工場・旧廃液保管場所付近
  - ③ 旧溶剤保管場所付近



図 1-2 汚染物質の使用履歴

図 1-3、図 1-4 に 2010 年 6 月に実施した敷地内の地下水流向調査結果を示す。図 1-3 は敷地内 2 箇所で実施している揚水が稼動している状態、図 1-4 は揚水を停止した状態で観測井戸の孔内水位を一斉測定したものである。広域な地下水の流向は南から北と考えられるが、揚水停止状態の敷地内の調査では、地下水の流向に明確な方向性が認められなかった。揚水稼動時は揚水箇所にて地下水が集まる傾向を示している。



図 1-3 地下水流向（揚水稼動時）

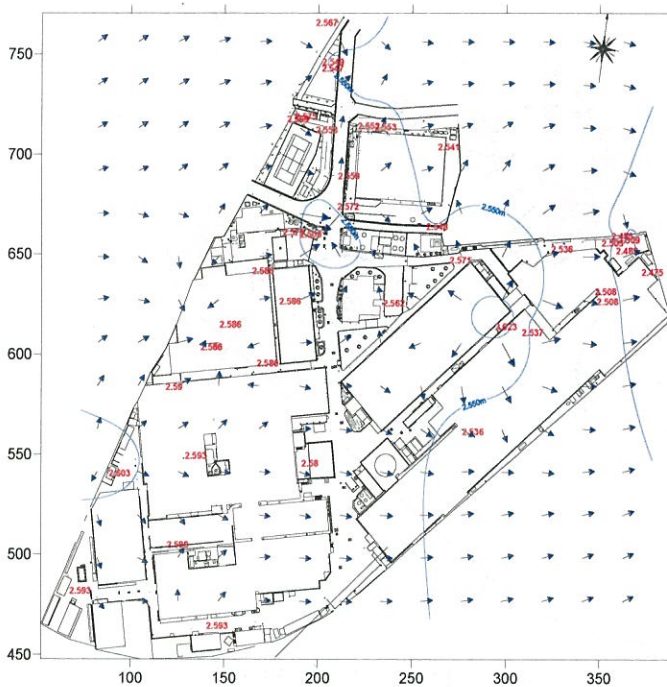


図 1-4 地下水流向（揚水停止時）



図 1-5～図 1-6 に敷地内の地下水の汚染分布を示す。汚染物質の使用履歴のある線材工場付近、板材工場・旧廃液保管付近、及びその周辺又は地下水流向の下流側（例えば、正門北側にある三角帯のテニスコートなど）で高い濃度が検出されている。

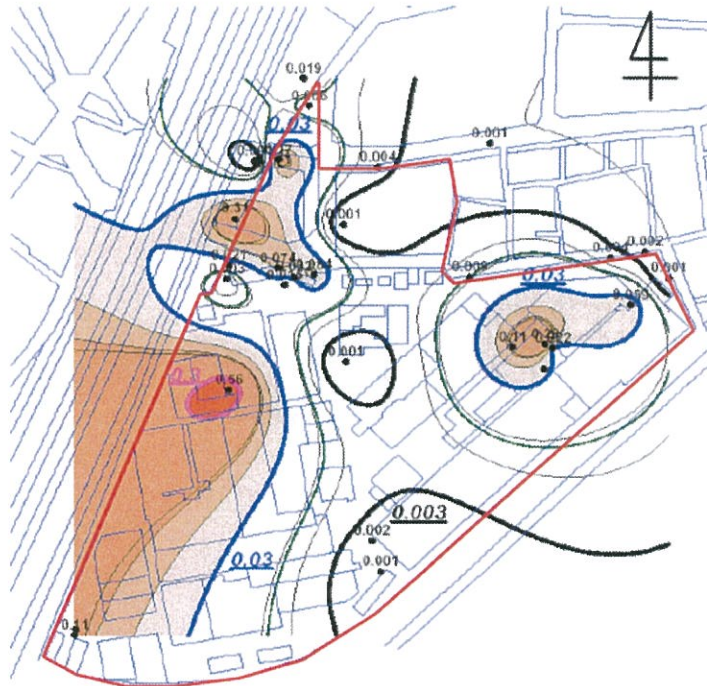


図 1-5 地下水中 TCE 濃度 (2009. 9)

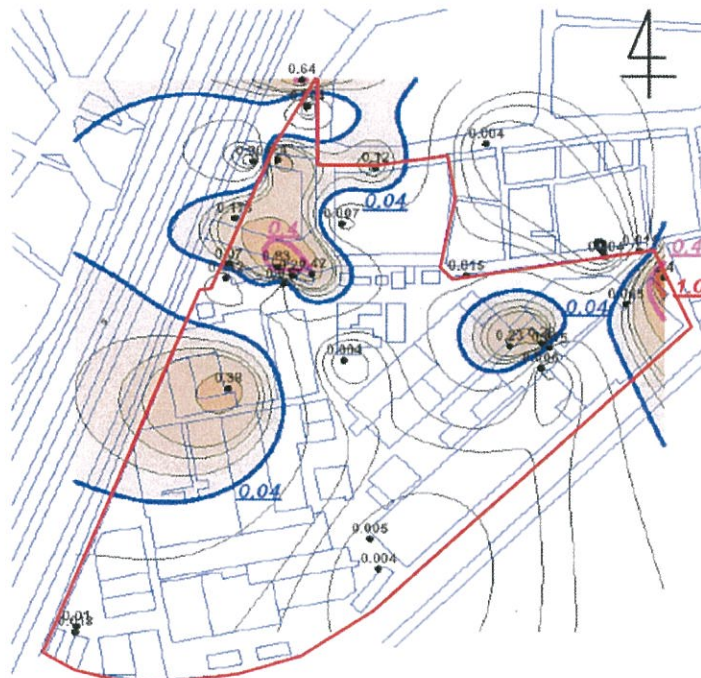


図 1-6 地下水中 cis-1,2-DCE 濃度 (2009. 9)

土壌溶出量に関する調査結果を図 1-7 に示す。汚染物質の使用履歴箇所（浸透箇所）では地下水位より上部の土壌で汚染が確認されている。また、GL-9.0m付近のシルト層（Am層）又は粘性土（Ac層）まで浸透した汚染は、それらの上部の層境界より地下水流向の下流側に移動又は拡散した現象が伺われる。

なお、汚染の浸透箇所である線材工場、板材工場付近では 1993 年より揚水や土壌ガス吸引が実施され、その結果、汚染の負荷が低減されている。

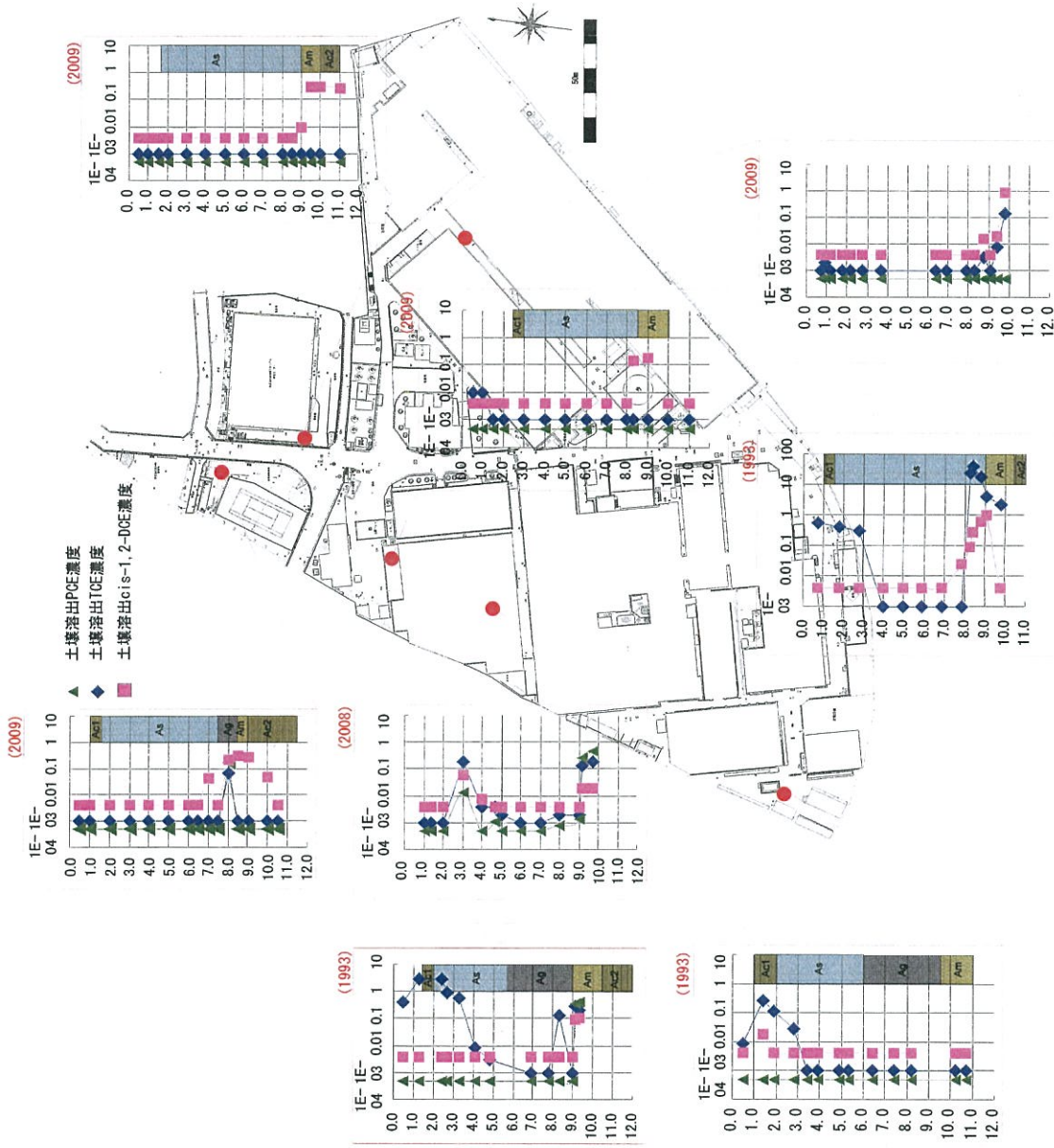


図 1-7 敷地内汚染状況 (土壤溶出量)



## 1.2. 浄化方法

汚染の浸透箇所では 1993 年より揚水や土壌ガス吸引が実施され、その結果、現在では汚染の負荷が低減され全体的に 1mg/L 以下の部分がほとんどである。揚水や土壌ガス吸引は高濃度汚染の汚染負荷を低減するという効果は極めて高い。しかし、低濃度汚染を環境基準まで低下するのは難しいとされている。そこで、注入井戸から有機資材を土壌中に注入し、嫌気性環境下で在来の微生物を活性化し微生物分解によって汚染物質を無害化する嫌気性バイオレメディエーション工法に切替え浄化期間の短縮を図ることとした。

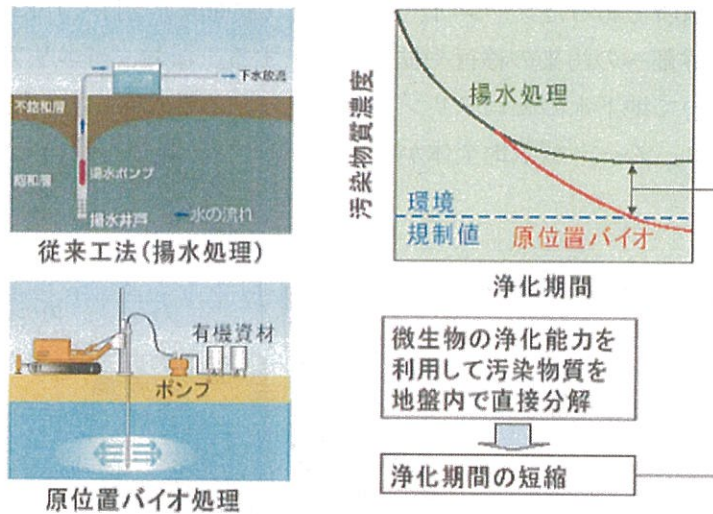


図 1-8 嫌気性バイオレメディエーション工法

## 1.3. 浄化対象と浄化目標

浄化対象は地下水位より上部の不飽和帯、地下水位深 GL-10m 程度の飽和帯であり、飽和帯は、上部の砂礫層を主体とした層とその下部に堆積するシルト層に分かれる。そして、飽和帯の地下水については環境基準以下、土壌については地下水への溶出により地下水中の汚染濃度が環境基準を超過しない程度に汚染負荷を低減することを浄化目標とした。

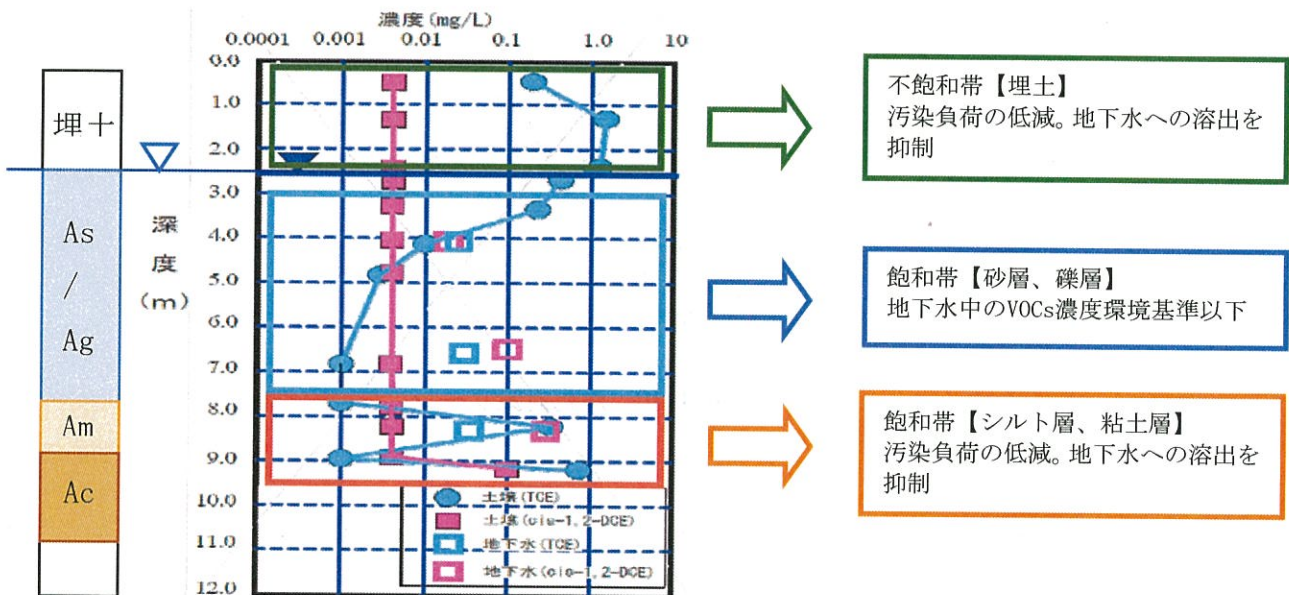


図 1-9 浄化対象と浄化目標



#### 1.4. 浄化計画

浄化対策は、工場敷地内の対策エリアを、図 1-10 に示す浄化対策ゾーンに分割し、浄化の緊急度や工場の操業状況に応じて、浄化全体を図 1-11 に示される工程で進める。

対策を実施する前に、有機資材の注入が下流側の環境に与える影響を検討するため、ゾーン 1-2 の線材工場北側のエリア（パイロット試験エリア）でパイロット試験を実施する。

パイロット試験後、最初に着手する浄化対策エリアは、敷地外への汚染拡散を防止することを目的に、ゾーン 1-2、ゾーン 2 の北部敷地境界部とする。

次に、汚染浸透箇所であったゾーン 1、ゾーン 2（敷地境界を除く）に着手し、既に浄化対策が実施された北部敷地境界部への汚染の移行や拡散を防止する。なお、当エリアの浄化が完了するまでの間、北部敷地境界において地下水のモニタリングを実施し、必要に応じて敷地境界で対策を施す。

最後に、ゾーン 3、ゾーン 4（敷地全体からゾーン 1～ゾーン 3 を除いたエリア）の対策を実施する。

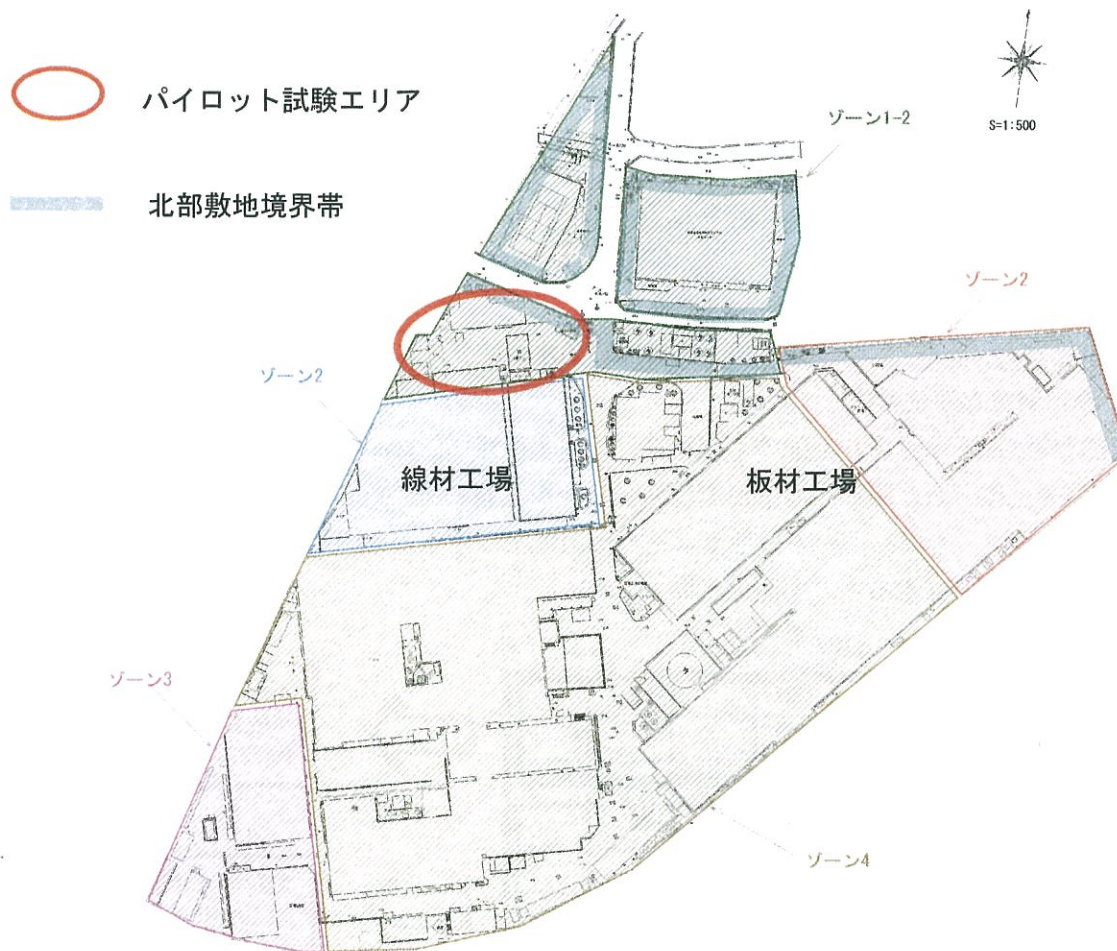
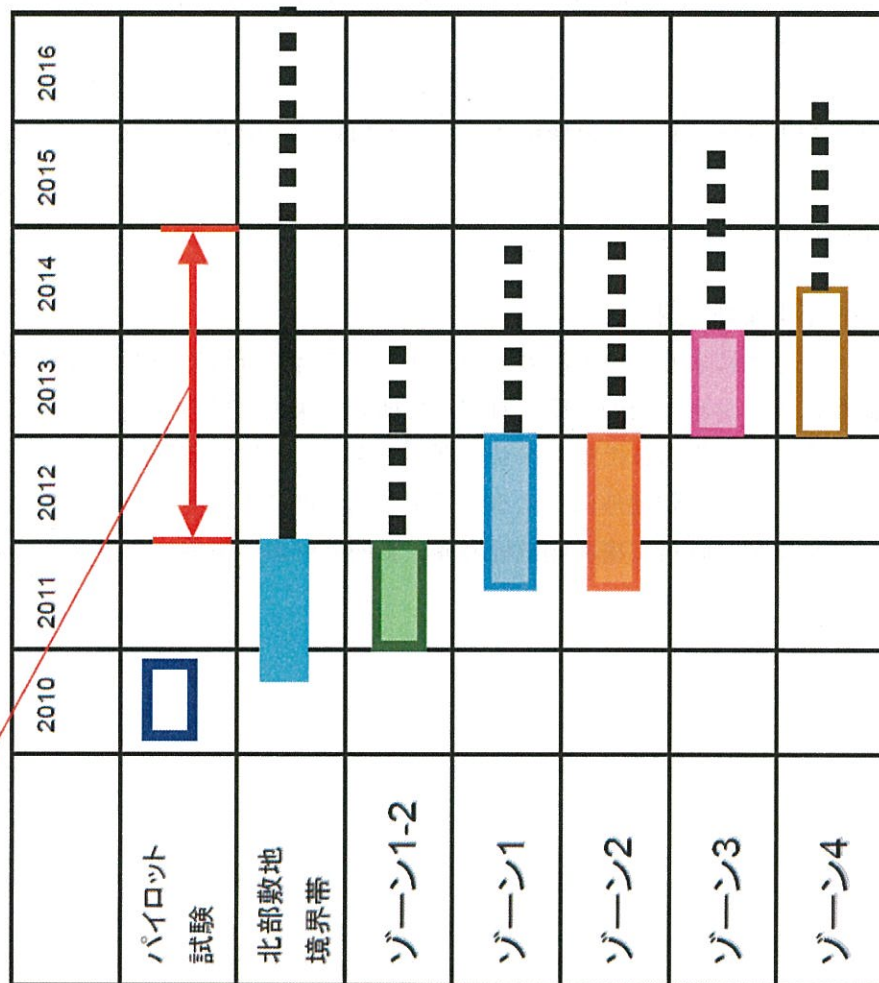


図 1-10 浄化対策ゾーン

敷地境界の地下水監視



■■■■■ 浄化完了後の2年間モニタリング

図 1-11 全体工程

## 2. 2010 年度実施計画

### 2.1. 実施フロー

2010 年度は、本対策を実施するための事前検討としてパイロット試験や室内試験を実施する。パイロット試験では、注入した有機資材の挙動、注入した有機資材が汚染地下水の挙動に与える影響を把握することによって有機資材の注入方法（注入圧、注入ピッチなど）を設定し、敷地境界で有機資材を注入することが敷地外への汚染の拡散等に与える影響を評価する。また、室内試験では、GL-9.0m 付近のシルト層の汚染に対する長期的な浄化効果について検討する。使用する有機資材の注入方法に関しては、これまで実施された室内試験や原位置試験の結果を踏まえて設定し、今回のパイロット試験の結果を併せて本対策に反映する予定である。

また、パイロット試験終了後は、北西部の敷地境界を主体とする本対策を実施する。その際、パイロット試験で得られた結果を反映した数値解析によって敷地外への影響を予測し、必要に応じた措置を施す。

実施内容は以下のとおりである。

- ①敷地内地下水流動の調査
- ②パイロット試験による注入方法の検討、注入した有機資材や地下水汚染の挙動の把握
- ③室内試験によるシルト層の汚染に対する長期的な浄化効果の把握。
- ④パイロット試験で得られたモニタリングデータをもとに数値解析によるシミュレーション
- ⑤敷地境界部の注入が敷地外に与える影響を予測解析によって評価
- ⑥北西部敷地境界（線材工場北側敷地境界、正門北側敷地境界）を主体とする本対策

図 2-1 に 2010 年実施フローを示す。

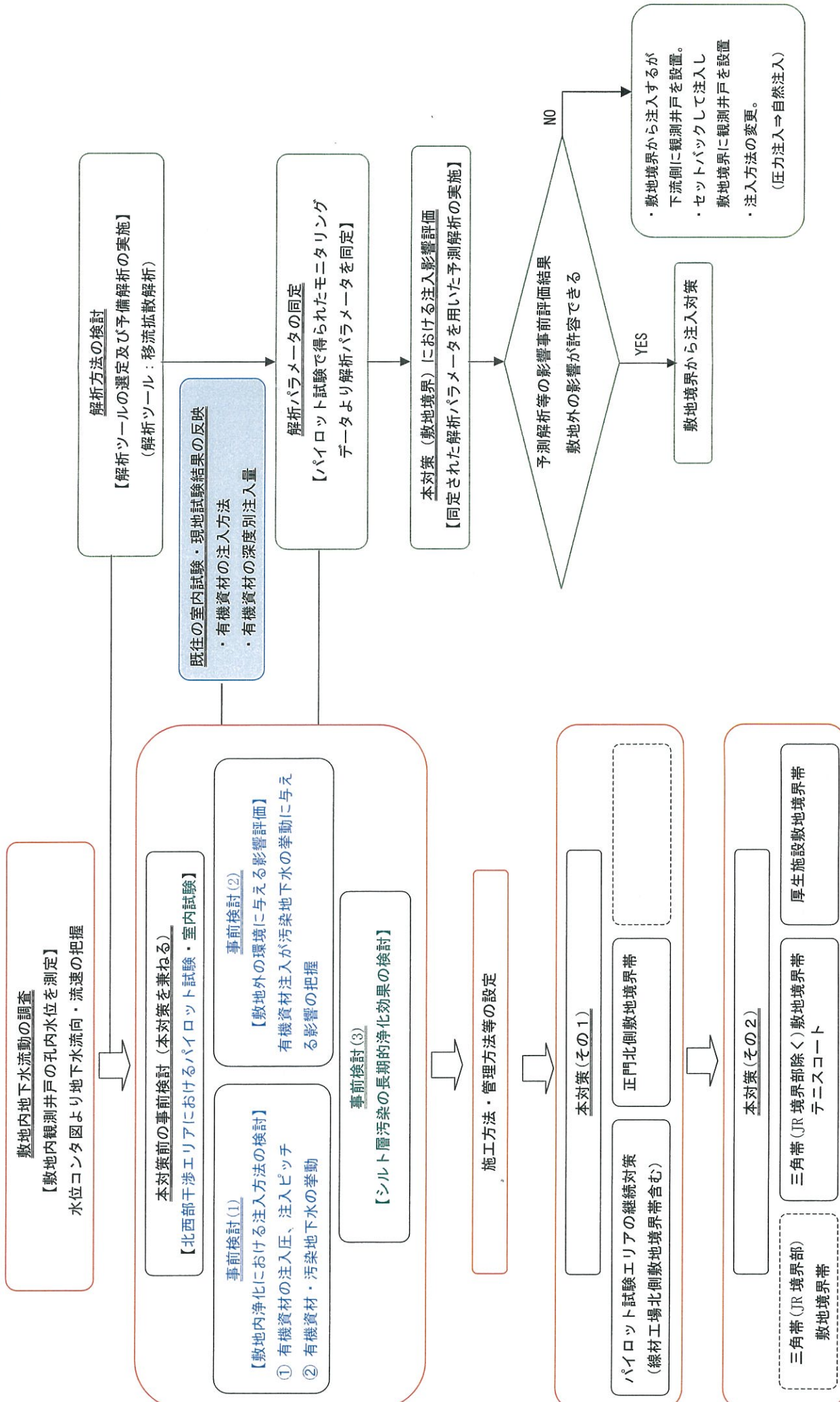


図 2-1 実施フロー



## 2.2. 実施計画位置

パイロット試験を実施するパイロット試験エリア、北部敷地境界帯を図 2-2 に示す。2010 年度は、図 2-2 に示す北西部敷地境界のうち、線材洗浄箇所北側敷地境界帯、正門北側敷地境界帯、そしてパイロット試験エリアに対して浄化を実施するとともに、引き続き正門北側の三角帯を地下水流向の上流側から浄化を実施する計画である。

北西部敷地境界： 線材工場北側境界帯、三角帯敷地境界帯  
 正門北側敷地境界帯、厚生施設敷地境界帯  
 北東部敷地境界： 板材工場北側敷地境界帯

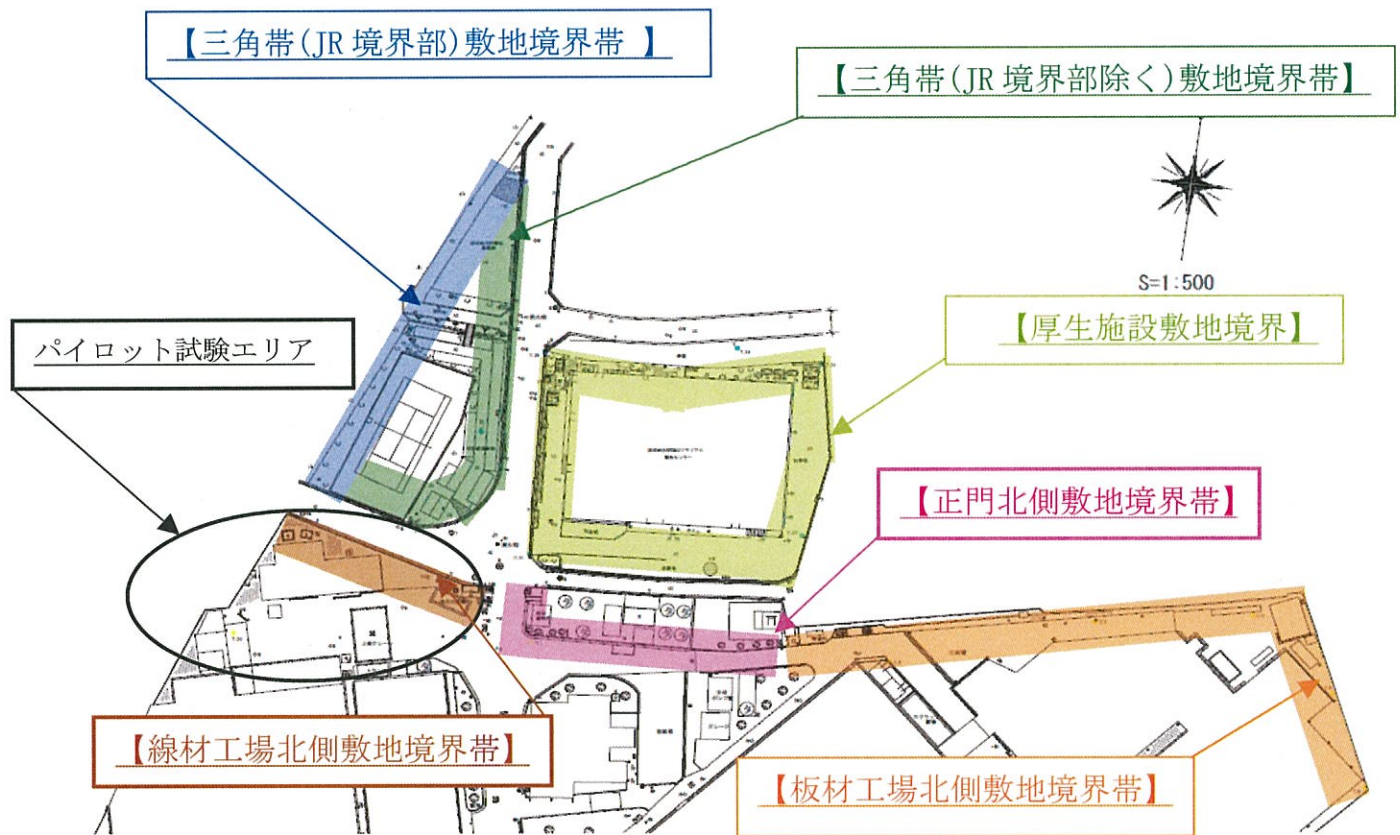


図 2-2 実施計画位置

### 3. パイロット試験の概要

パイロット試験では、単一井戸からトレーサ、有機資材を注入して注入方法について検討する単井戸注入試験と、複数(6箇所)井戸からトレーサ、有機資材を注入し、有機資材の挙動や汚染地下水の挙動を検討する複数井戸注入試験を実施する。なお、各試験のモニタリングで得られたデータをもとに数値解析によるシミュレーションを実施する。

また、今回、9.0m付近に堆積するシルト層汚染の長期的な浄化効果について室内試験によって検討する。

表3-1、表3-2にパイロット試験、事前室内試験の実施概要、パイロット試験の工程表を示す。

表 3-1 実施概要

実施項目	目的	検討内容	検討方法
単井戸注入試験	<ul style="list-style-type: none"> <li>地下水流速・流速の把握</li> <li>注入方法（適正注入圧、注入速度、管理方法）の設定</li> <li>注入井戸ピッチの設定</li> <li>単井戸から有機資材を注入した場合の有機資材の挙動、汚染地下水の挙動の把握</li> </ul>	Case1 注入深度に応じた注入方法（適正注入圧、注入量、および管理方法）の設定	<ul style="list-style-type: none"> <li>注入側で吐出圧、注入速度測定。</li> <li>観測井孔口で孔内圧力を自動連続計測。</li> </ul>
		Case2 地下水の流向・流速 ・有機資材、汚染地下水の挙動 ・注入井戸ピッチ	<ul style="list-style-type: none"> <li>注入井戸から有機資材、トレーサ材を注入。</li> <li>観測井戸で電気伝導度を連続測定。</li> <li>注入・観測井戸において所定頻度で採水、TOC、VOC s 濃度の分析。</li> </ul>
パイロット試験	<ul style="list-style-type: none"> <li>対策時を想定し、複数井戸(6箇所)から有機資材を注入した場合の有機資材の挙動、汚染地下水の挙動の把握</li> <li>敷地境界における注入が、敷地外の環境に与える影響評価</li> </ul>	解析パラメータの同定	数値解析によるシミュレーション
		有機資材、汚染地下水の挙動の把握	<ul style="list-style-type: none"> <li>注入井戸から有機資材を注入</li> <li>注入・観測井戸において所定頻度で採水、TOC、VOC s 濃度の分析。</li> </ul>
室内試験	<ul style="list-style-type: none"> <li>徐放性有機資材注入によるシルト層汚染の長期的浄化効果の把握。</li> </ul>	井戸設置が周辺地下水中の汚染地下水に与える影響の把握	<ul style="list-style-type: none"> <li>先行設置井戸で後続井戸設置による影響を把握</li> </ul>
		解析パラメータの同定 環境影響評価	<ul style="list-style-type: none"> <li>数値解析によるシミュレーション</li> <li>数値解析による環境影響の予測解析</li> </ul>
長期室内カラム試験		<ul style="list-style-type: none"> <li>・長期的溶出特性</li> <li>・長期的脱塩素効果</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・現地採取したシルトを用いた室内カラム試験</li> <li>・徐放性有機資材投入した模擬地盤に現地採取地下水通水する室内カラム試験</li> </ul>

表 3-2 パイロット試験の工程

	実施内容	目的	1	2	3	4	5	6	7
パイロット 試験	単井戸注入試験 Case1	注入方法の設定 (注入圧・注入速度)							
	単井戸注入試験 Case2	注入ピッチの設定 有機資材・汚染地下水の挙動の把握							
	複数井戸注入試験	敷地外への影響(有機資材、汚染地下水の挙動)の把握							
	注入試験結果の検討								
	室内試験によるシルト層汚染の長期的浄化効果の検討								
			約1年実施						



## 4. 単井戸注入試験

### 4.1. 実施内容

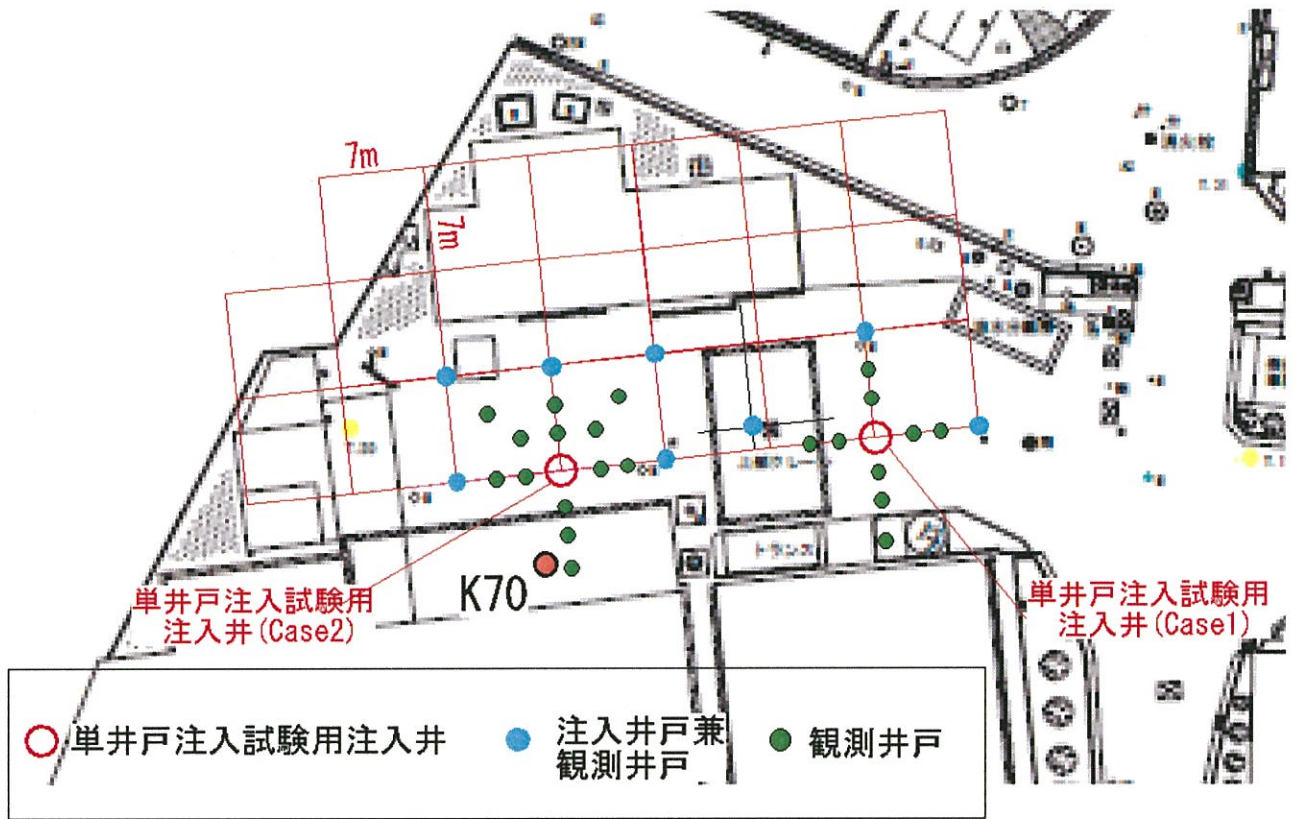
単井戸注入試験では、表 4-1 に示すように、目的に応じて 2 ケースの試験を行う。いずれの試験も 1 本の注入井戸から注入し、周辺に配置された 12 本～18 本の観測井戸でモニタリングを行う。

Case1 は本対策で実施する注入圧、注入速度を設定することを目的とした試験であり、Case2 は Case1 の結果得られた適正注入圧、注入速度で有機資材を土壌中に注入し、有機資材の広がりを把握することによって適正な注入ピッチを設定することを目的とした試験である。

単井戸注入試験の実施内容を表 4-1、実施計画平面図を図 4-1 に示す。

表 4-1 実施内容

	Case1	Case2	備考
目的	・適正注入圧の設定	・流速、流向の把握 ・注入井戸ピッチの設定 ・有機資材、VOCs の挙動	有機資材、VOCs の挙動 ⇒解析パラメータの同定
試験エリア	注入井戸 1 本 観測井戸 12 本 (3 本は注入井戸兼用)	注入井戸 1 本 観測井戸 18 本 (5 本は注入井戸兼用)	
注入圧	圧力注入(段階増加)	適正注入圧	
注入溶液	トレーサ材	有機資材、トレーサ材	
溶液濃度	有機資材：総量 320kg(希釈率 200 倍) トレーサ：1000mg/L		トレーサ材：塩化ナトリウム
注入量	有機資材溶液：16m <sup>3</sup> / 各深度×4 深度=64 m <sup>3</sup>		
注入方法	・注入深度 4 深度 ・GL-0.5m(不飽和帯)：自然浸透 ・GL-3.0, GL-6.0, GL-9.0m(飽和帯)：圧力浸透		・注入深度については、実施 サイトの土質より再設定 ・最深部より順番に注入
測定内容	① 事前調査 ・基本水質 3 深度*5 箇所 ・VOC s 3 深度*5 箇所 ・土壌溶出量 1m 毎 5 箇所 ② 試験時 ・吐出圧・流量計 ・井戸孔内圧力 12 箇所 ・EC(自然注入時のみ)	① 事前調査 ・基本水質 3 深度*19 箇所 ・VOC s 3 深度*19 箇所 ・土壌溶出量 1m 毎 7 箇所 ② 試験時 ・吐出圧・流量計 ・井戸孔内圧力 12 箇所 ・TOC 濃度 3 深度*19 箇所 ・VOCs 3 深度*19 箇所 ・EC 2 深度* 5 箇所	① 事前調査 ・基本水質 pH, EC, ORP, DO TOC 濃度 ・VOCs 4 項目 ②試験時 ・吐出圧・流量計 ・観測井戸孔内微差圧計の 自動計測 ・EC 自動計測 ・TOC、VOCs 濃度(所定頻度 で採水・分析)
採水の 深度・頻度	—	深度：GL-3.0, GL-6.0, GL-9.0m の 3 深度 採水頻度： 0, 3, 5, 7, 10, 17 日	採水頻度については、実際の 注入工程を反映する。 ① 各深度注入完了後 ② 全深度注入完了後 1~2 週間後
試験期間	3ヶ月		



注) 注入井戸兼観測井戸：対策時の注入井戸であるが、注入試験時には観測井戸として扱う  
井戸の構造は注入井戸と同じ構造

図 4-1 単井戸注入試験実施計画平面図

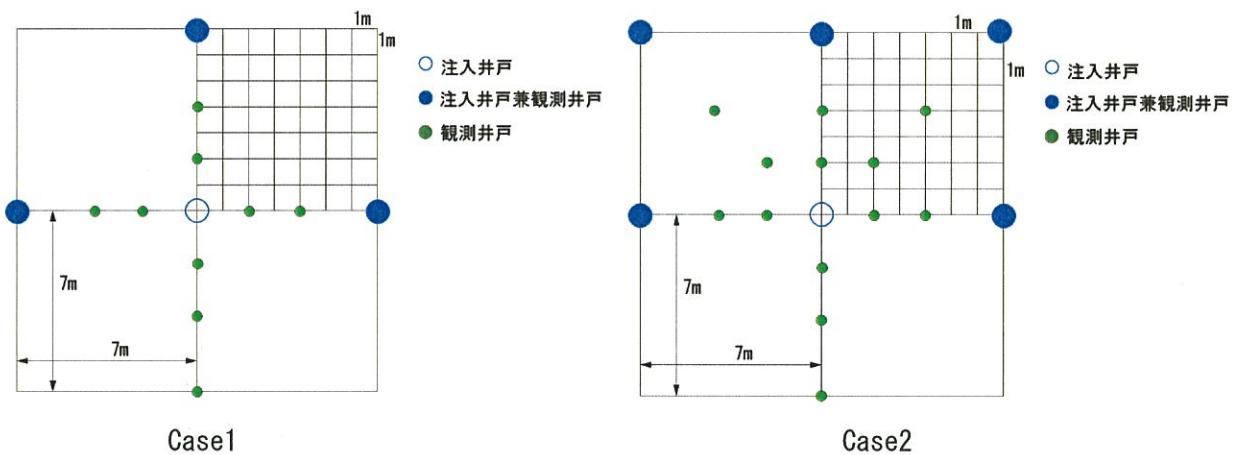


図 4-2 詳細平面図

#### 4.2. 実施フロー

単井戸注入試験の実施フローを図 4-3 示す。単井戸注入試験の主な実施事項は以下のとおりである。

- ① 井戸設置
- ② 井戸設置位置の土壌、地下水の事前調査
- ③ 計測装置等の設置
- ④ 注入試験
- ⑤ 注入時および注入後のモニタリング（計測、採水・分析）
- ⑥ 数値解析によるシミュレーションによって解析パラメータの同定



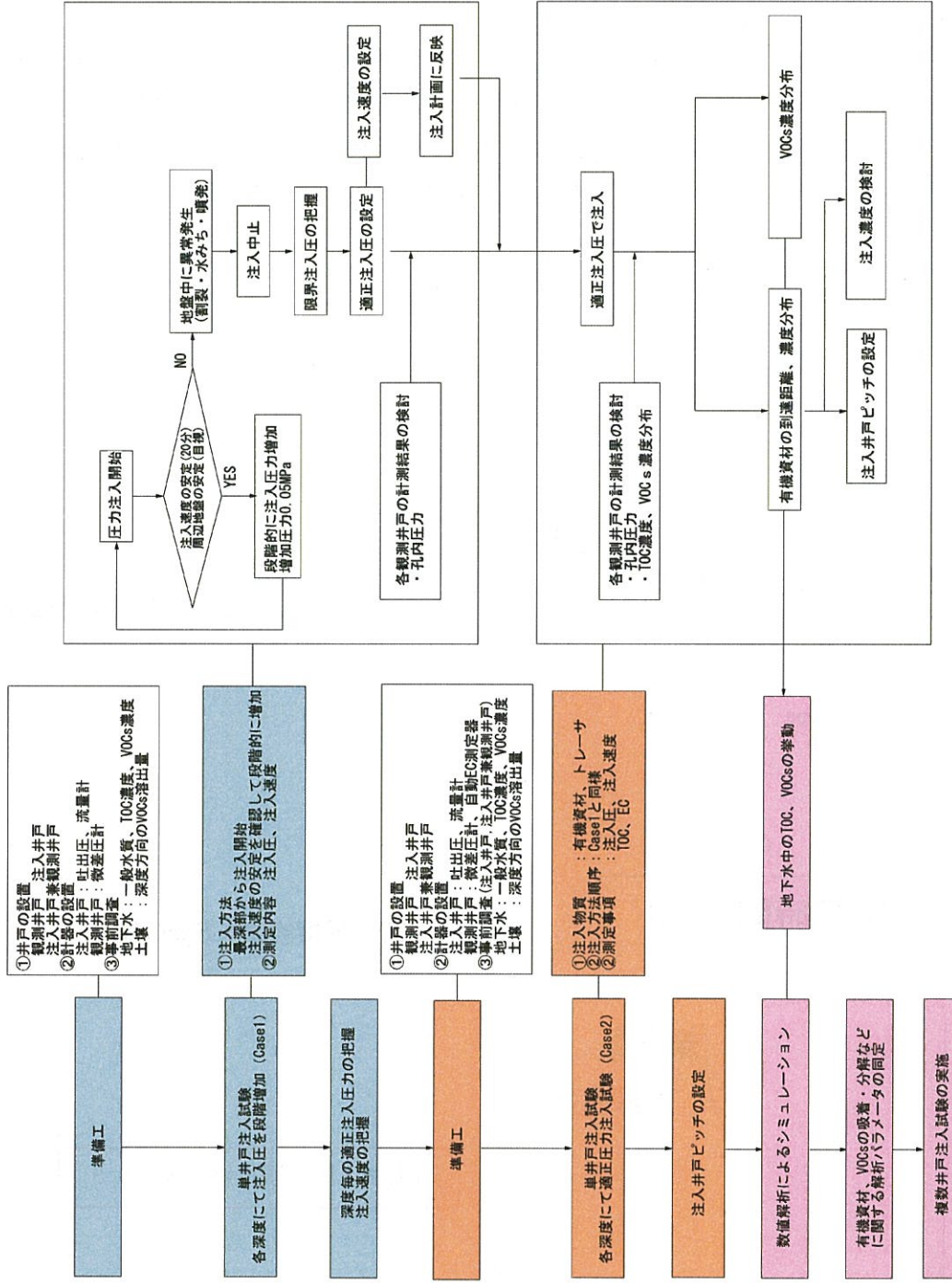


図 4-3 実施フロー

#### 4.2.1. 単井戸注入試験 Case1

Case1 の試験では注入圧を段階的に増加させ、吐出圧と注入速度の関係（図 4-4、図 4-5）より限界注入圧を把握し、当該土質に応じた適正注入圧を設定する。

注入は、図 4-6 に示すように地下水位より上部で 1 箇所、帯水層で 2 箇所 (GL-3.0m, GL-6.0m)、GL-9.0m 付近に堆積するシルト層で 1 箇所の計 4 深度で実施する。地下水位より上部の 1 箇所では自然浸透による注入とし、その他の地下水以深の 3 深度では圧力注入を計画している。Case1 の試験結果、3 深度毎それぞれで得られた吐出圧と注入速度の関係より、深度毎の適正な注入圧を設定する。

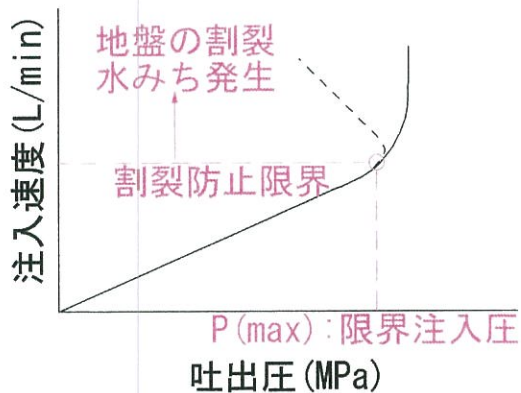


図 4-4(1) 注入圧と注入速度の関係 (概念図)

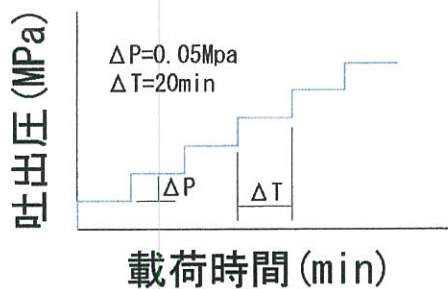
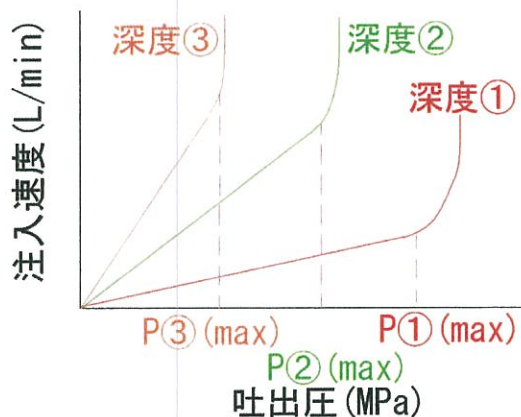


図 4-4(2) 段階的注入方法の概要



$$\text{適正注入圧} = \text{限界注入圧} \times 0.8$$

図 4-5 単井戸注入試験 (Case1) で得られる注入圧 (吐出圧) と注入速度の関係 (概念図)

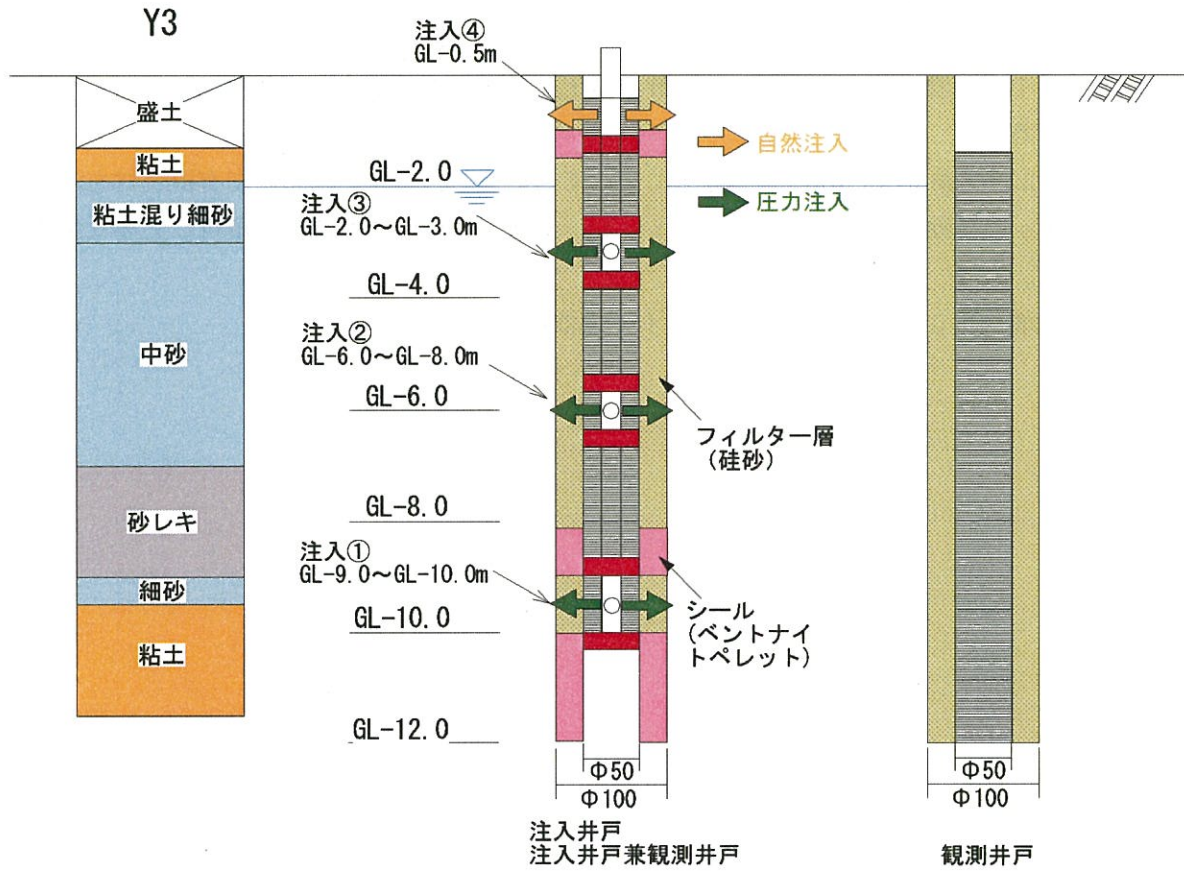


図 4-6 注入位置および注入方法

#### 4.2.2. 単井戸注入試験 Case2

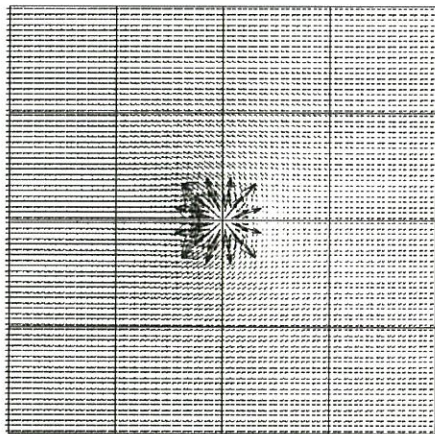
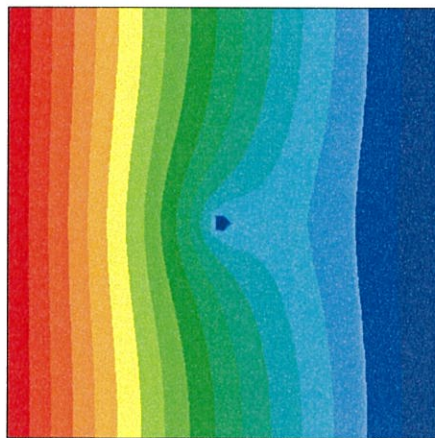
Case2 の試験では、Case1 で設定された適正注入圧で有機資材を注入し、観測井戸より定期的に採取した地下水の TOC の濃度分布を把握し、設計上浄化に必要な TOC 濃度との関係より、適正な注入井戸ピッチを設定する。

また、Case2 の試験では、VOCs 濃度分布についても把握し、単井戸において有機資材を注入した場合の TOC と VOCs の挙動を数値解析によってシミュレーションを行い、移流拡散解析に必要な解析パラメータを同定する。

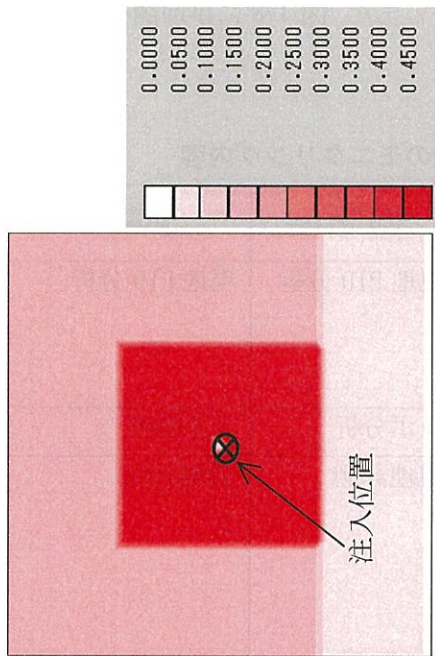
図 4-7 に数値解析シミュレーションのイメージ図を示す。



① 試験エリアの浸透流解析



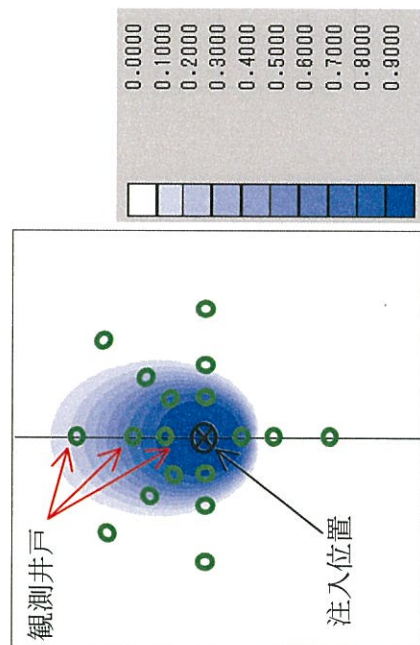
③ 有機資材注入前の地下水中 VOC s 濃度分布



② 注入された有機資材の移流拡散状況

モニタリングデータ：観測井戸における TOC の濃度分布

⇒ 数値解析シミュレーション



④ 有機資材注入による地下水中 VOC s 濃度分布の変化状況

モニタリングデータ：観測井戸における VOC s の濃度分布

⇒ 数値解析シミュレーション

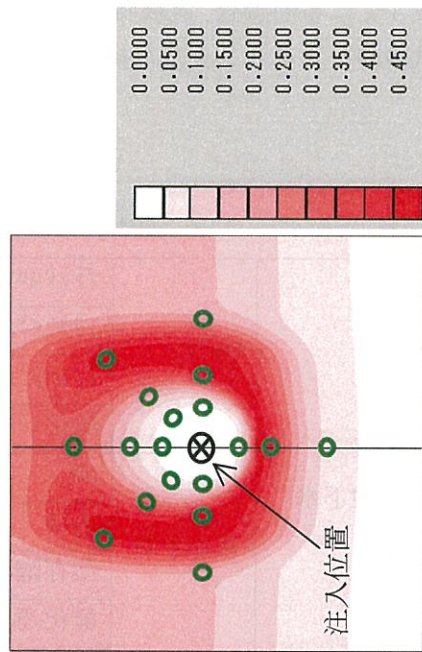


図 4-7 数値解析シミュレーションのイメージ

### 4.3. 事前調査、試験時のモニタリング

単井戸注入試験では、井戸設置時に、事前に地下水、土壌についての調査を実施する。また、注入試験時は、注入位置で吐出圧や注入速度を計測する他、観測井戸において孔内圧力自動計測、深度別の電気伝導度 EC の自動測定、及び観測井戸において深度方向の採水、TOC や VOCs の分析を行う。

表 4-2 に事前調査、試験時のモニタリング内容を示す。また、図 4-8 に事前調査位置、図 4-9～図 4-11 に試験時モニタリング及び採水計画位置図を示す。

表 4-2 事前調査、試験時のモニタリング内容

測定項目		事前調査	試験時	
地下水	VOCs	テトラクロロエチレン	現地 PID 分析	現地 PID 分析
		トリクロロエチレン		
		1, 2-ジクロロエチレン		
		塩化ビニルモノマー		
	基本水質	pH	現地計測	現地計測
		水温		
		溶存酸素濃度 DO		
		酸化還元電位 ORP		
		電気伝導度 EC		
TOC	ラボ分析	ラボ分析		
土壌	VOCs	テトラクロロエチレン	現地 PID 分析	ラボ分析
		トリクロロエチレン		
		1, 2-ジクロロエチレン		
		塩化ビニルモノマー		



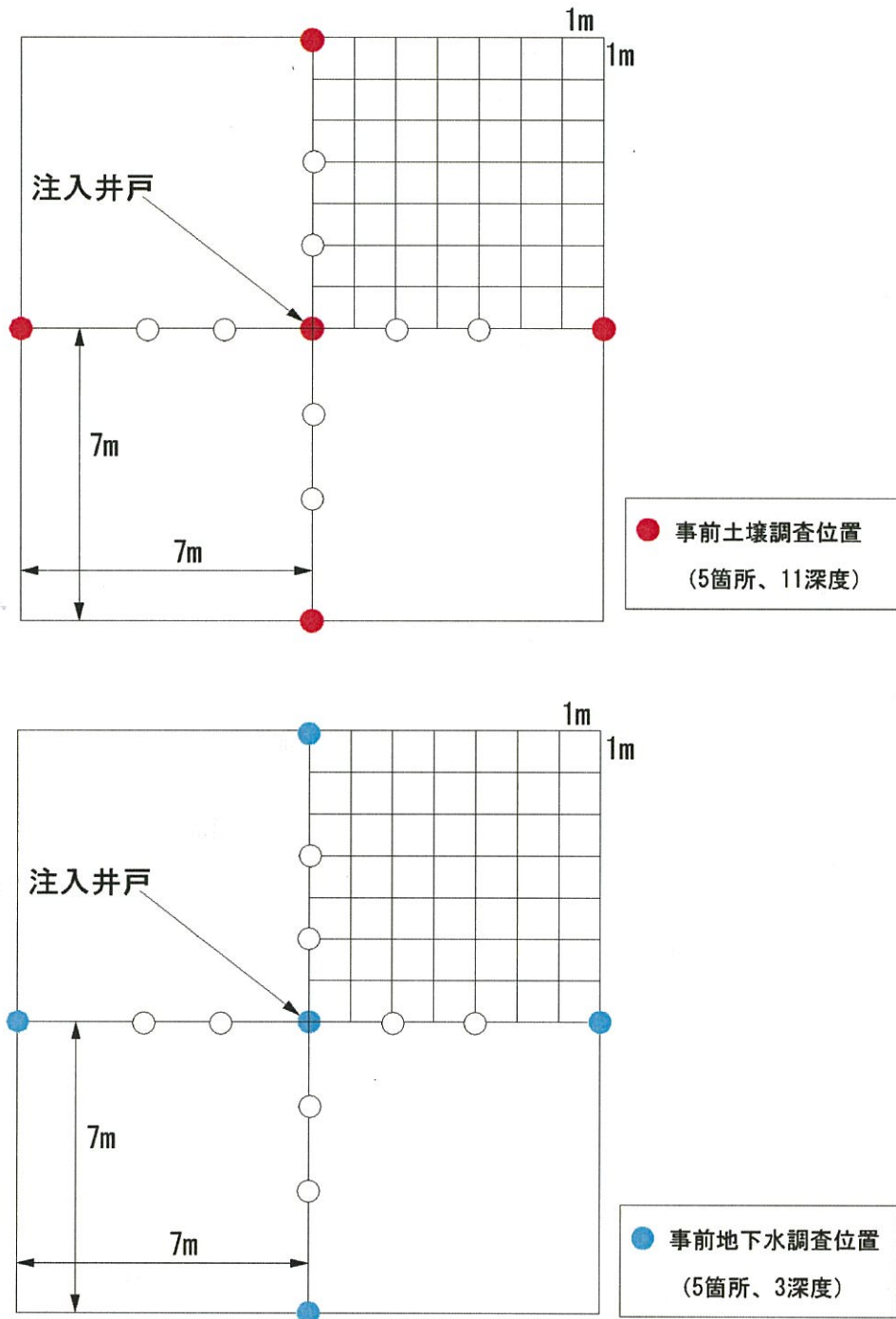


図 4-8 事前調査位置図 (Case1)

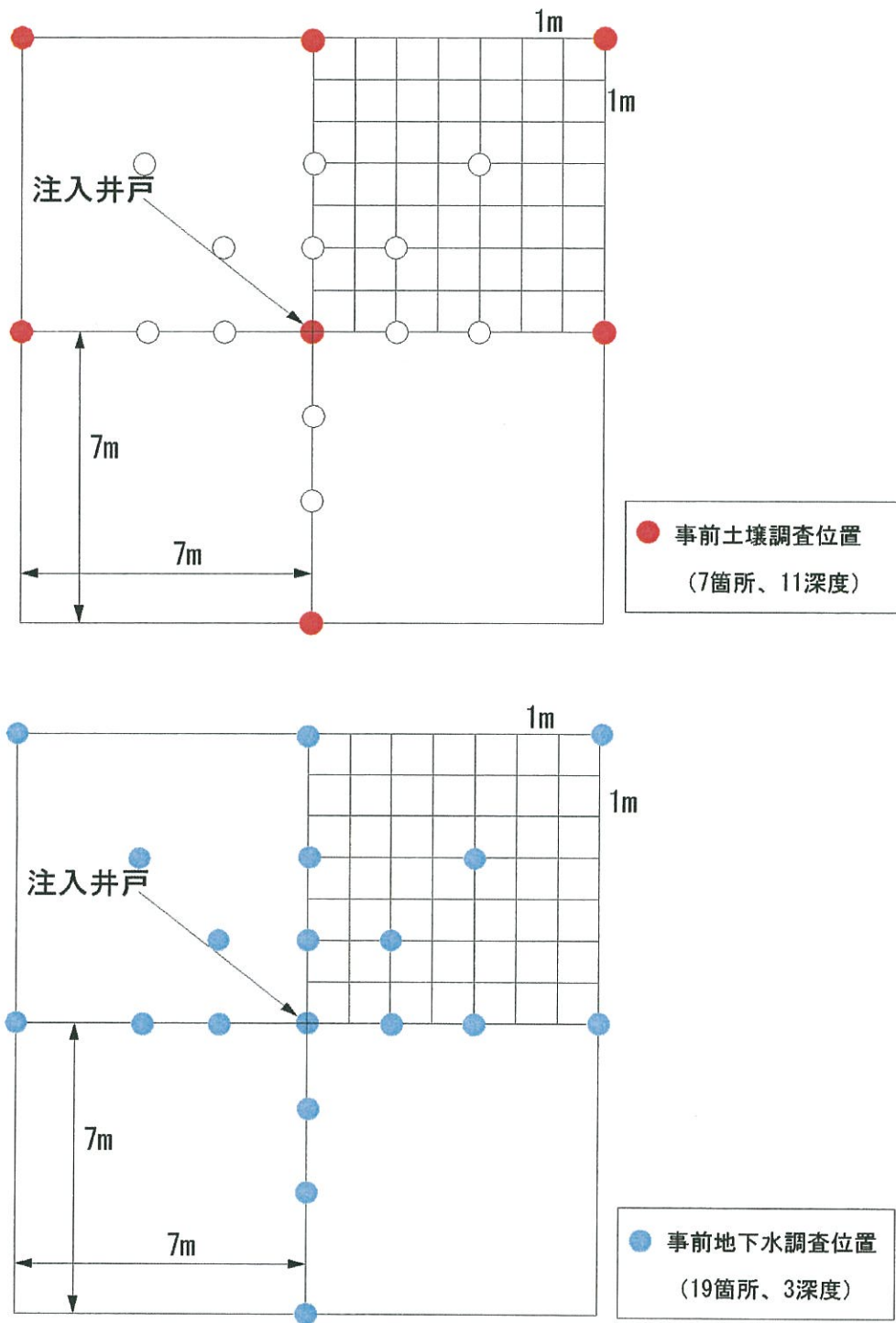


図 4-9 事前調査位置図 (Case2)

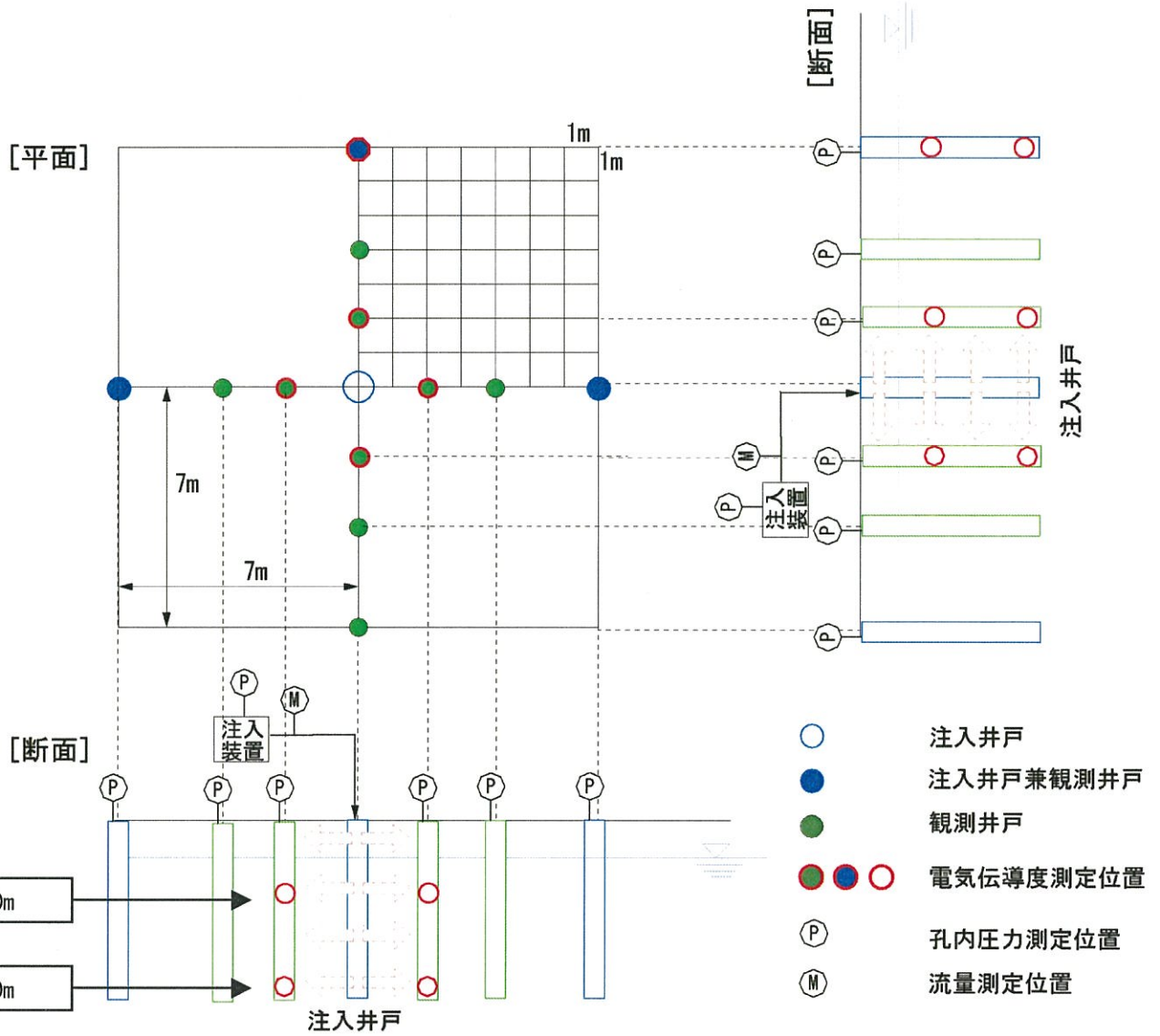
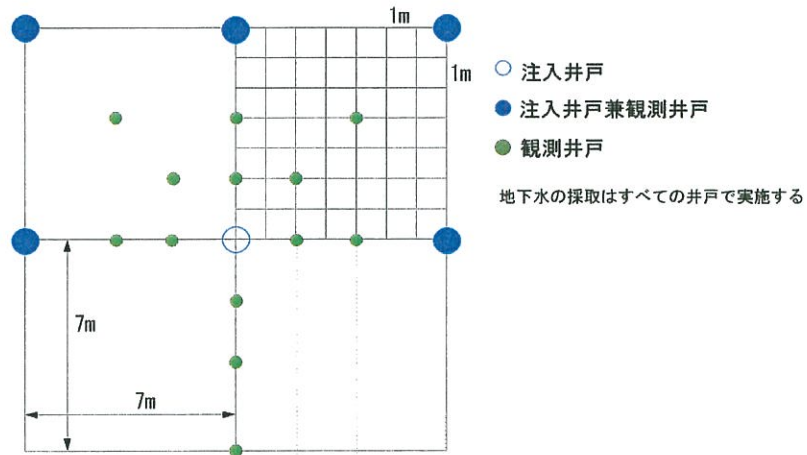


図 4-10 試験時の孔内圧力・電気伝導度計測位置

[平面]



[断面]

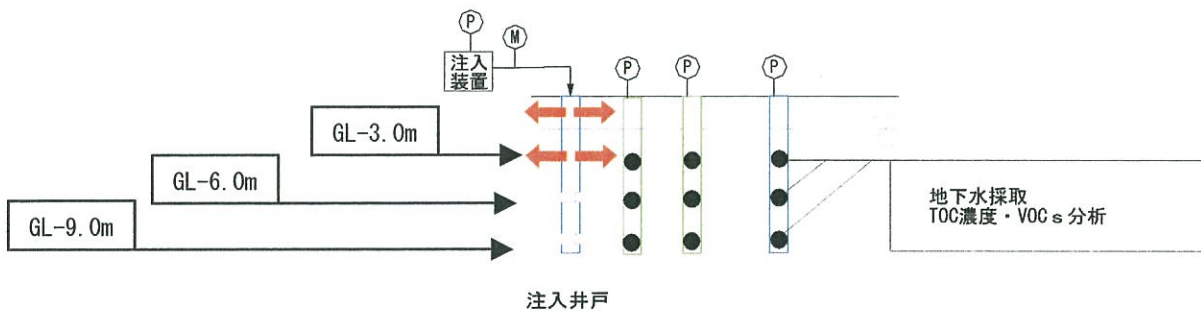
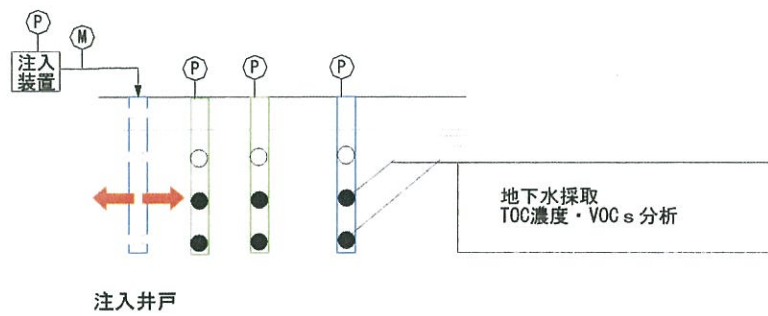
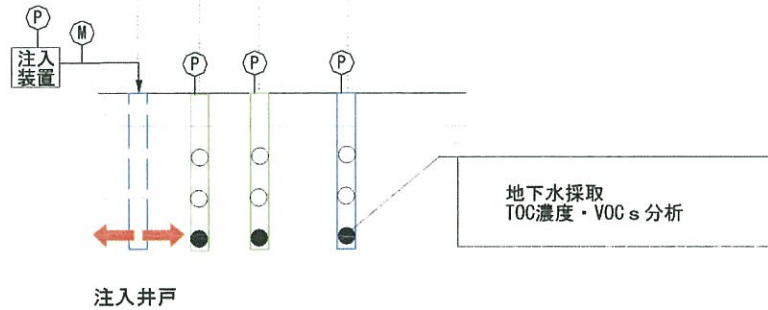


図 4-11 試験時の採水位置 (Case2)



#### 4.4. 注入設備

注入設備は、有機資材溶液作成設備と有機資材溶液注入設備に分かれ、前者は工業用水の供給可能な場所に、後者は注入井戸近傍に設置する。

有機資材溶液作成設備は、原液溶液作成及び貯留タンク、希釈用工業用水貯留タンク、スタティックミキサーで構成される（必要な敷地面積 5m×5m 程度）。スタティックミキサーで所定の濃度に希釈された有機資材溶液は、有機資材溶液作成設備から 4 トントラックで有機資材溶液注入設備まで運搬される。

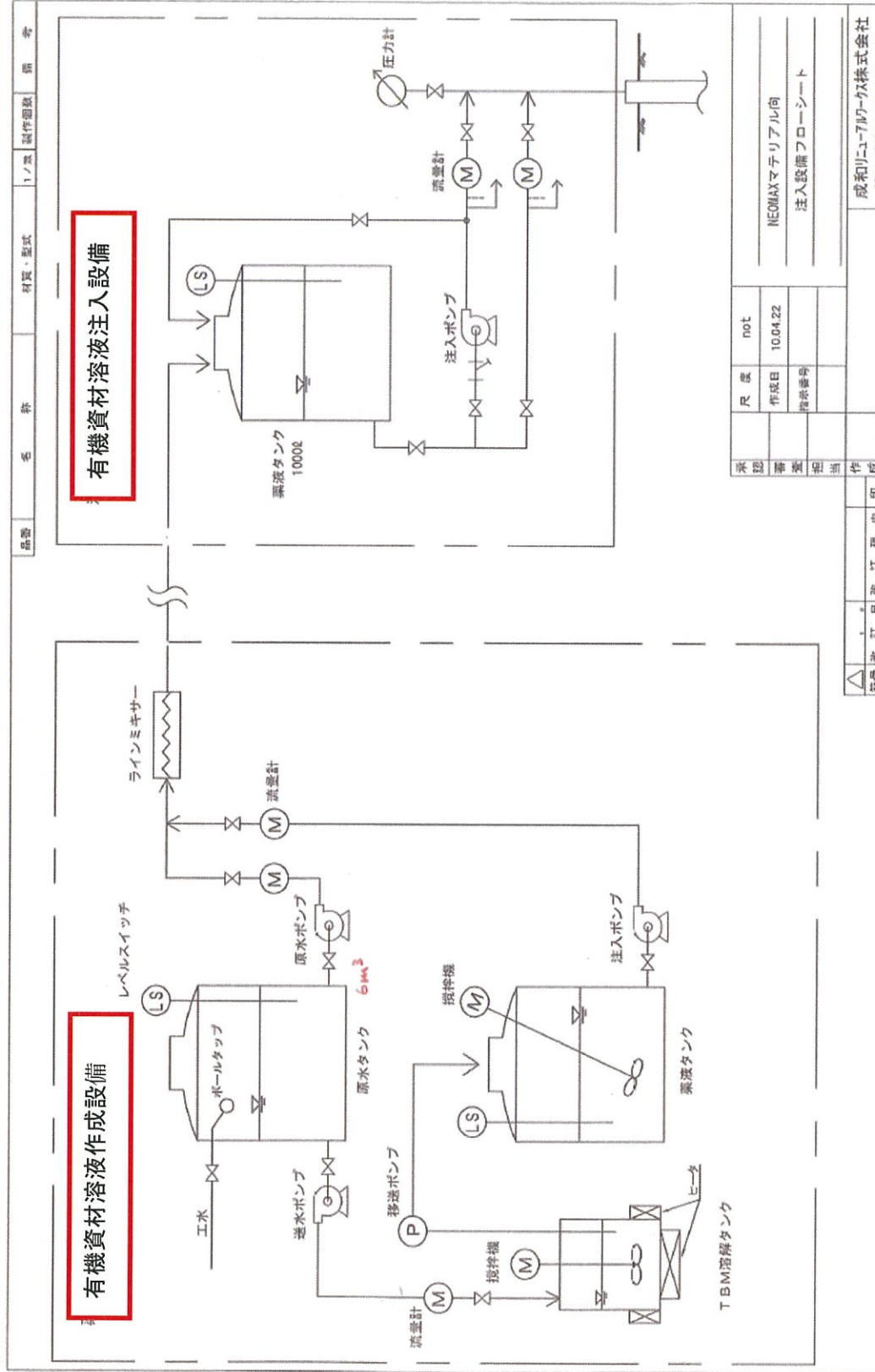
有機資材溶液注入設備では、4 トントラックで運搬された有機資材溶液が一時的に薬液タンクに貯留され、各注入井戸にされる（必要な敷地面積 3m×3m 程度）。圧力注入時には、ダブルパッカーを使用し、各注入井戸に設置された圧力計と流量計にて吐出圧と流量について管理される。

本対策における有機資材（EDC を使用する場合）の注入計画、注入試験における注入計画は以下とおりである。

表 4-4 注入試験における注入計画

	注入試験	
	EDC投入量	有機資材溶液量 (m <sup>3</sup> )
GL-0.5 投入量 (kg)	80	16
GL-3.0 投入量 (kg)	80	16
GL-6.0 投入量 (kg)	80	16
GL-9.0 投入量 (kg)	80	16
有機資材重量 (kg) 計	320	64





承認	尺 度	no.1
審査	作成日	10.04.22
委託	海保番号	
担当		
作成		
NEOMAXマテリアル向 注入設備フローシート		
成栄リニューアールガス株式会社 SEIWA RENEWAL GASES CO., LTD.		

△	符号	改訂日	改訂理由	出	印
---	----	-----	------	---	---

図 4-12 注入設備

#### 4.5. 工程

表 4-5 に単井戸注入試験の工程を示す。

準備工	系統内容		仕様	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60																																																										
	測量	数量		網																																																										
井戸設置工	注入井戸	0箇所	削孔φ																																																											
	先行注入井戸兼観測井戸	7箇所	100, VP40, L=1.2m																																																											
事前調査工	土壌	17箇所	注入井戸																																																											
	地下水 (一般水質)	17箇所	注入井戸兼観測井戸																																																											
設備準備	注入設備	17箇所	すべての井戸																																																											
	測定機器設置		試験・計測																																																											
注入工	GL-9.0m																																																													
	GL-6.0m																																																													
	GL-3.0m																																																													
計測	計測1																																																													
	地下水観差 地下水採取	23箇所	吐出圧・注入速度 孔内圧力																																																											
数値解析	分析	23箇所	TOC(ラボ分析) VOCs (GC-PID)																																																											

井戸設置工 先行注入



## 5. 複数井戸注入試験

### 5.1. 実施内容

複数井戸注入試験の目的は、北西部干渉エリアにて仮想の敷地境界を想定して、敷地境界部で複数の注入井戸から有機資材を注入した場合の、有機資材の挙動、汚染地下水の挙動を把握することである。

また、単井戸注入試験と同様、観測井戸で得られたモニタリングデータをもとに数値解析を実施し、再度、解析パラメータの同定を実施する。

複数井戸注入試験の実施内容を表 5-1、実施計画平面図を図 5-1 に示す。



表 5-1 実施内容

	実施内容	備考
目的	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 複数井戸注入された有機資材の挙動の把握 (濃度分布、所定濃度を確保する期間)</li> <li>・ 汚染地下水の挙動(押出し、希釈)の把握</li> </ul>	有機資材、汚染物質に関する 解析パラメータの同定 ⇒本対策時の予測解析
試験エリア	注入井戸 6 本、注入井戸兼観測井戸 17 本	
注入圧	適正注入圧	
注入溶液	有機資材	
溶液濃度	有機資材：総量 320kg(希釈率 200 倍)	
注入量	有機資材溶液：16m <sup>3</sup> /各深度×4 深度=64 m <sup>3</sup>	
注入方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 注入深度 4 深度</li> <li>・ GL-0.5m(不飽和帯)：自然浸透</li> <li>・ GL-3.0, GL-6.0, GL-9.0m(飽和帯)：圧力浸透</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 注入深度については、実施 サイトの土質より再設定</li> <li>・ 最深部より順番に注入</li> </ul>
測定内容	① 事前調査 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 基本水質 3 深度×13 箇所 (13 箇所=全箇所 23-単井戸試験時構築 10)</li> <li>・ VOCs 物質 3 深度×13 箇所</li> <li>・ 土壌溶出量 1m 毎 13 箇所</li> </ul> ② 試験時 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 吐出圧・流量計</li> <li>・ TOC 濃度 3 深度×23 箇所</li> <li>・ VOCs 濃度 3 深度×23 箇所</li> </ul>	① 事前・事後調査 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 基本水質 pH, EC, ORP, DO TOC 濃度</li> <li>・ VOCs 4 項目</li> </ul> ① 試験時 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 吐出圧・流量計</li> <li>・ TOC, VOCs 濃度：所定の頻 度で採水・分析 観測井戸 17 箇所 + 注入井戸 6 箇所</li> </ul>
採水の 深度・頻度	深度：GL-3.0, GL-6.0, GL-9.0m の 3 深度 採水頻度：0, 3, 5, 7, 10, 17 日(注入工程を反映)	採水深度については、注入位 置と整合
試験期間	3 ヶ月	



注) 注入井戸兼観測井戸：対策時の注入井戸であるが、注入試験時には観測井戸として扱う  
井戸の構造は注入井戸と同じ構造

図 5-1 複数井戸注入試験実施計画平面図

## 5.2. 実施フロー

複数井戸注入試験の実施フローを図 5-2 に示す。複数井戸注入試験の主な実施事項は以下のとおりである。

- ① 井戸設置
- ② 井戸設置位置の土壌、地下水の事前調査
- ③ 複数井戸より注入試験
- ④ 注入時および注入後のモニタリング（採水・分析）
- ⑤ 数値解析によるシミュレーションによって解析パラメータの同定
- ⑥ 敷地境界における本対策時の予測解析

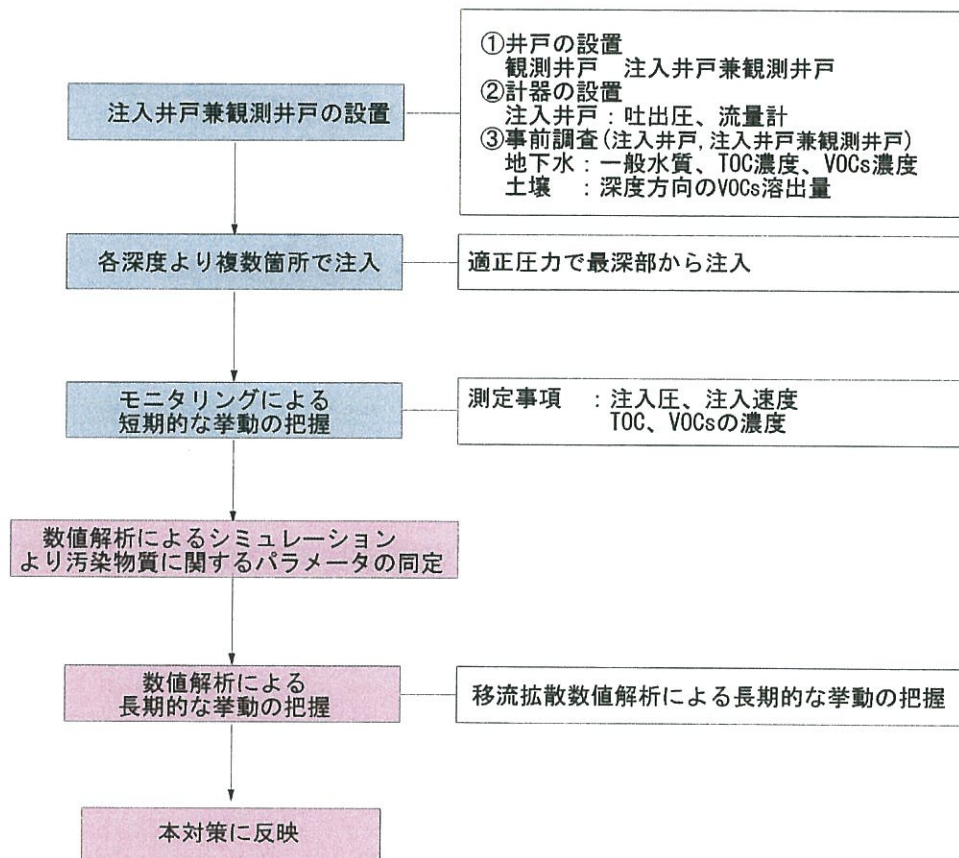


図 5-2 実施フロー

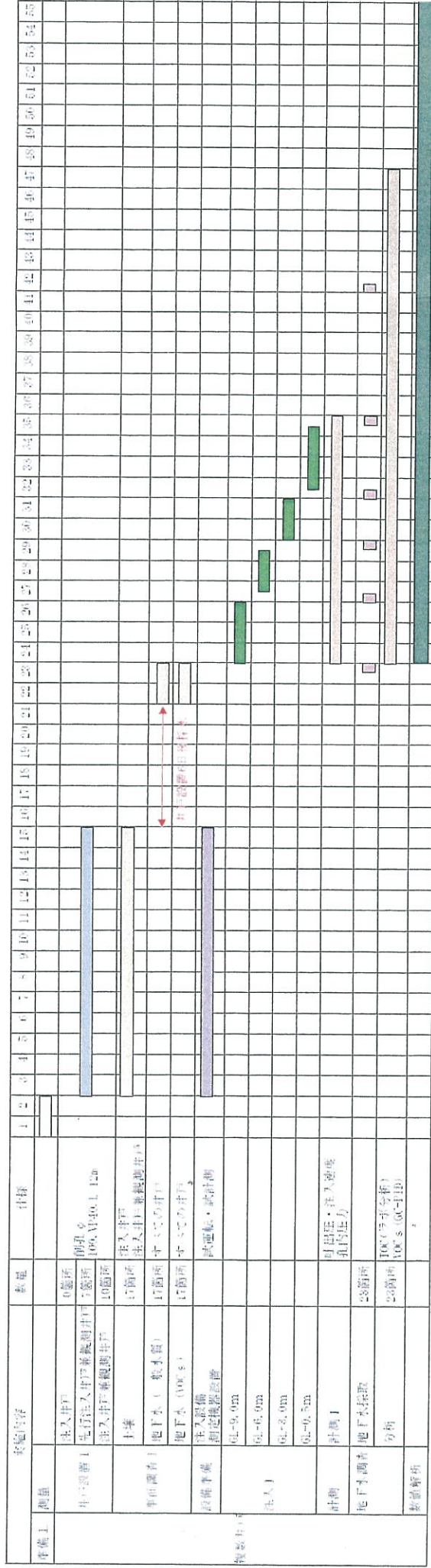




#### 5.4. 工程

表 5-4 に複数井戸注入試験の工程を示す

表 5-4 複数井戸注入試験工程



注1) 工程は日数で表示  
注2) 実績動日 (休日考慮しない)

## 6. シルト層汚染の長期的浄化効果検討のための室内試験

シルト層の汚染は、浄化後も長期的に溶出して、地下水を再汚染する可能性が懸念される。これを防止するためには、長期的に地下水中の有機物濃度を一定値以上に維持し、長期的に帯水層中の脱塩素化効果を高める必要がある。そこで、長期的に有機物を地下水に供給可能な徐放性有機資材を予め帯水層に注入することが有効と考えられる。

本試験では、長期的に脱塩素化を防止できる浄化資材（徐放性有機資材）の性能を評価するとともに、VOCsで汚染されたシルト土壌からの溶出特性を検討し、長期的な浄化効果について評価する。

## 6.1. 徐放性有機資材の浄化効果の検討

シルト汚染土壌から長期的に VOC が溶出しても、適切な徐放性有機資材を必要な添加量注入され、長期的に微生物分解に適した環境が形成されていることにより、溶出する VOC が継続して微生物分解され地下水が再汚染されることはないと考えられる。

本試験では、有機資材を変えたカラム試験で長期的浄化効果を把握することにより、長期的に微生物分解に適した環境を形成し、微生物分解を促進することが可能な有機資材を選定する。

### 6.1.1. 試験方法

予め粒度調整した現地帯水層（砂層）の砂を用いて作成した土壌カラムを図 6-1 に示すようにセットした後、汚染地下水（Y-3 等の現地地下水）に一定量の VOCs（トリクロロエチレン）と即効性有機資材（EDC および TM-B 等）を混入した地下水をテドラパック中に作成し、本液を各土壌カラムに 3PV（PV：カラム内の空隙量）程度注入し、そのまま静置培養して定期的にカラム内の間隙水を採取する。

脱塩素化が促進するまで静置培養を行った後、現地地下水に徐放性有機資材を混合してカラム内に 3PV 程度供給して土壌への吸着傾向を確認する。その後、定期的に溶存酸素濃度を高めた地下水に低濃度の VOCs を混合した模擬汚染地下水を断続的にカラムに供給し、カラム内の有機物濃度、酸化還元環境、脱塩素化状況を長期的に確認する。

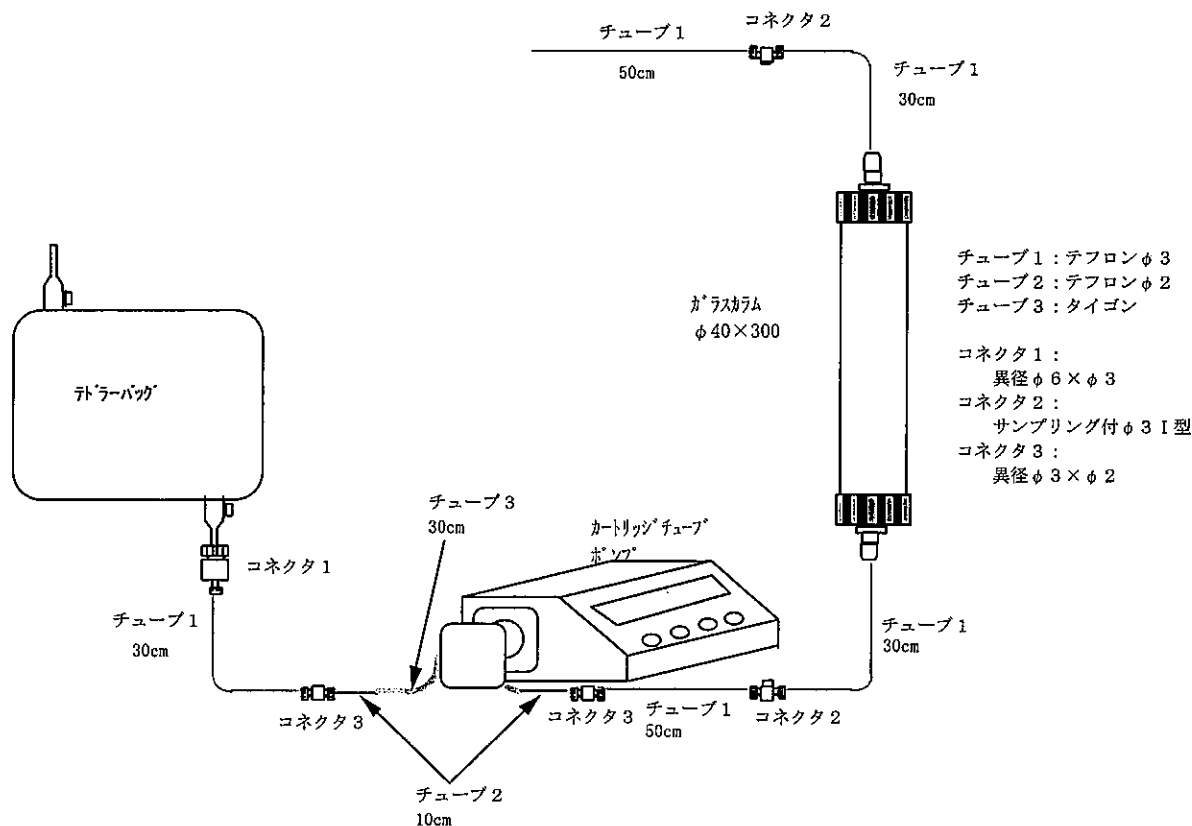


図 6-1 カラム試験装置

### 6.1.2. 試験条件

浄化初期に注入する即効性有機資材と次の段階で注入すべき徐放性有機資材の組合せを以下に示す。有機資材を注入しないケースを含めて7条件の試験を行い、それぞれのケースについて還元脱塩素の効果の持続性を把握する。

表 6-1 試験条件

	即効性有機資材	⇒	徐放性有機資材
試験条件-1	無	⇒	無
試験条件-2	EDC	⇒	無
試験条件-3	無	⇒	EDC-E
試験条件-4	EDC	⇒	EDC-E
試験条件-5	TM-B+糖蜜+乳酸	⇒	無
試験条件-6	無	⇒	脂肪酸系資材
試験条件-7	TM-B+糖蜜+乳酸	⇒	脂肪酸系資材

### 6.1.3. 測定項目と試験期間

#### (1) 測定項目

##### ①カラムへの流入および流出する地下水

- ・ VOCs
- ・ pH
- ・ 酸化還元電位
- ・ TOC、IC
- ・ イオン組成
- ・ 全菌数および遺伝子解析

##### ②試験終了後における砂試料

- ・ 遺伝子解析
- ・ 全有機物量

#### (2) 試験期間

試験期間は約1年を目安とする。



## 6.2. シルト層からの溶出特性の検討

シルト土壌への有機資材注入は、土質性状より均一な施工が難しいため、長期的に土壌からの再溶出が懸念される。本試験では、原地の土壌を用いた再溶出の程度や期間及び溶出速度を把握する。そして、前述の試験も踏まえ、再溶出に耐え得る有機資材の選定を行う。

### 6.2.1. 試験方法

図 6-2 に示す試験装置のカラム内に、現地から採取した砂とシルトを詰めて通水試験を行い、VOCs の溶出速度を推定する。

カラムは寸法が $\Phi = 50\text{mm}$ 、 $L=55\text{mm}$ のステンレス製のものを使用し、カラムの下端は定量ポンプおよび清浄水タンクへ繋げてあり、カラム下端より非汚染水をカラムへ通水できるようにした。カラム上端の先にはサンプリングポートを設けてカラム出口の液相の汚染物質濃度を測定できるようにした。試験系は全てステンレス及びテフロン素材のものを使用して TCE の吸着を防止した。

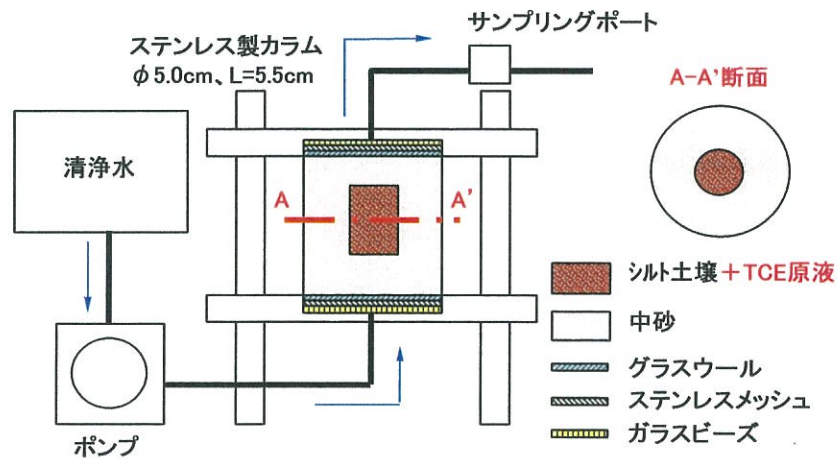


図 6-2 試験装置

### 6.2.2. 測定項目と試験期間

カラムからの流出水中の TCE 濃度を経時的に測定して濃度の推移を把握する。TCE の溶出速度は浄化開始時には大きくなるが、約 1 ヶ月程度経過後には擬一次反応的に濃度が減少していくため、この状態での溶出速度を現地における地下水の定常的な溶出速度と仮定する (図 6-3)。

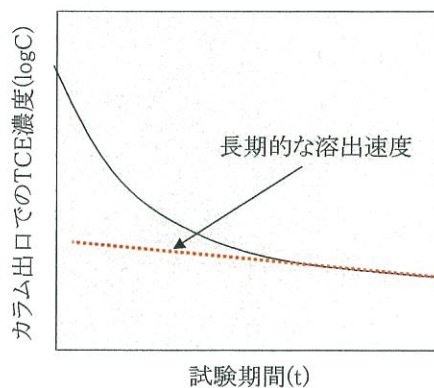


図 6-3 溶出試験結果のイメージ図

## 7. 本対策

### 7.1. 実施位置

本対策では、パイロット試験の結果を踏まえ、適正な注入ピッチで、適正な注入圧・注入速度で有機資材を注入する。

2010年度は、図7-1に示すように、パイロット試験エリアを引続き対策するとともに (●)、線材工場北側敷地境界 (○)、正門北側敷地境界 (○) を実施し、その後、三角帯を地下水流向下流から上流に向けて対策を進めることを計画している。しかし、必要に応じて三角帯 (JR 境界部) 敷地境界 (○) を実施する(図7-2)。

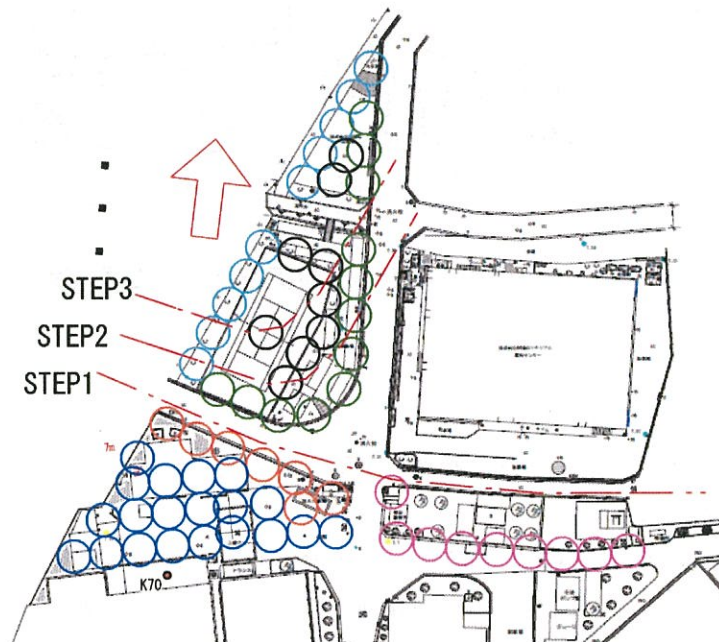


図 7-1 2010 年度 対策実施計画平面図 (案 1)

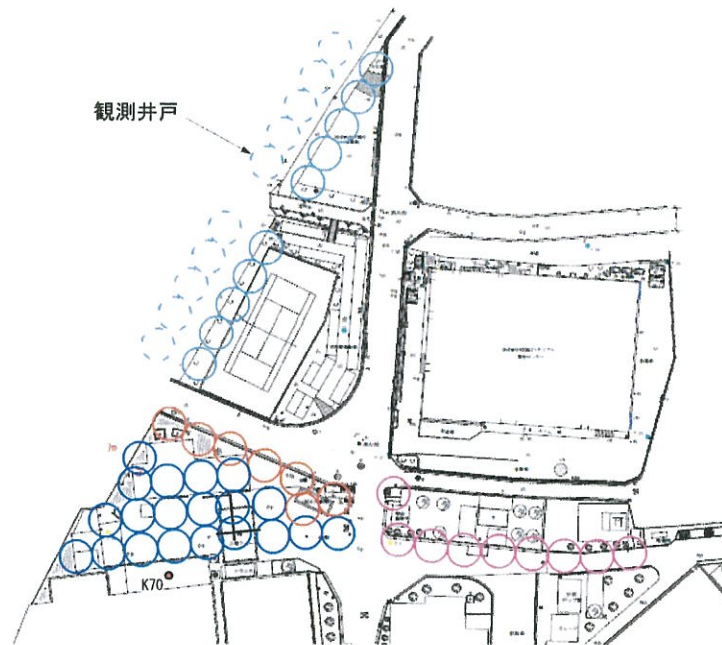


図 7-2 2010 年度 対策実施計画平面図 (案 2)

## 7.2. 対策時の周辺環境対策

敷地内の浄化対策では、北部の敷地境界の浄化を優先的に実施する。したがって、敷地外の環境に与える影響を十分考慮する必要がある。

本対策時は、必要に応じて事前にパイロット試験に把握できた解析パラメータを用いて移流拡散解析による予備解析を実施し、敷地外への影響評価をする。そして、評価結果をもとに、注入位置（セットバック等）、注入方法（自然注入への変更など）、注入時の併用工法（たとえば敷地内における揚水の実施による地下水流向の制御）等について検討するとともに、モニタリングによる監視を実施する。

## 7.3. 敷地境界の対策に関する浄化効果の評価（検収条件）

浄化効果は、注入後のモニタリングで所定の注入井戸より地下水を採取し、地下水中の汚染物質の濃度を分析し、環境基準以下であることを確認する。採水位置は、原則として各井戸の中央とする。

対策中のモニタリングの考え方を図 7-3 に示すように、注入は平均 2 回を計画しており、1 回の注入に対して 3 ヶ月モニタリングを実施する。モニタリングの結果、浄化目標を満足した時点で検収を受ける。

敷地境界の注入井戸に関しては、検収完了後も浸透経緯のあるゾーン 1 又はゾーン 2 の浄化が完了するまでモニタリングを実施し、上流側の対策による濃度増加を監視し、必要に応じて有機資材の再注入を実施する。



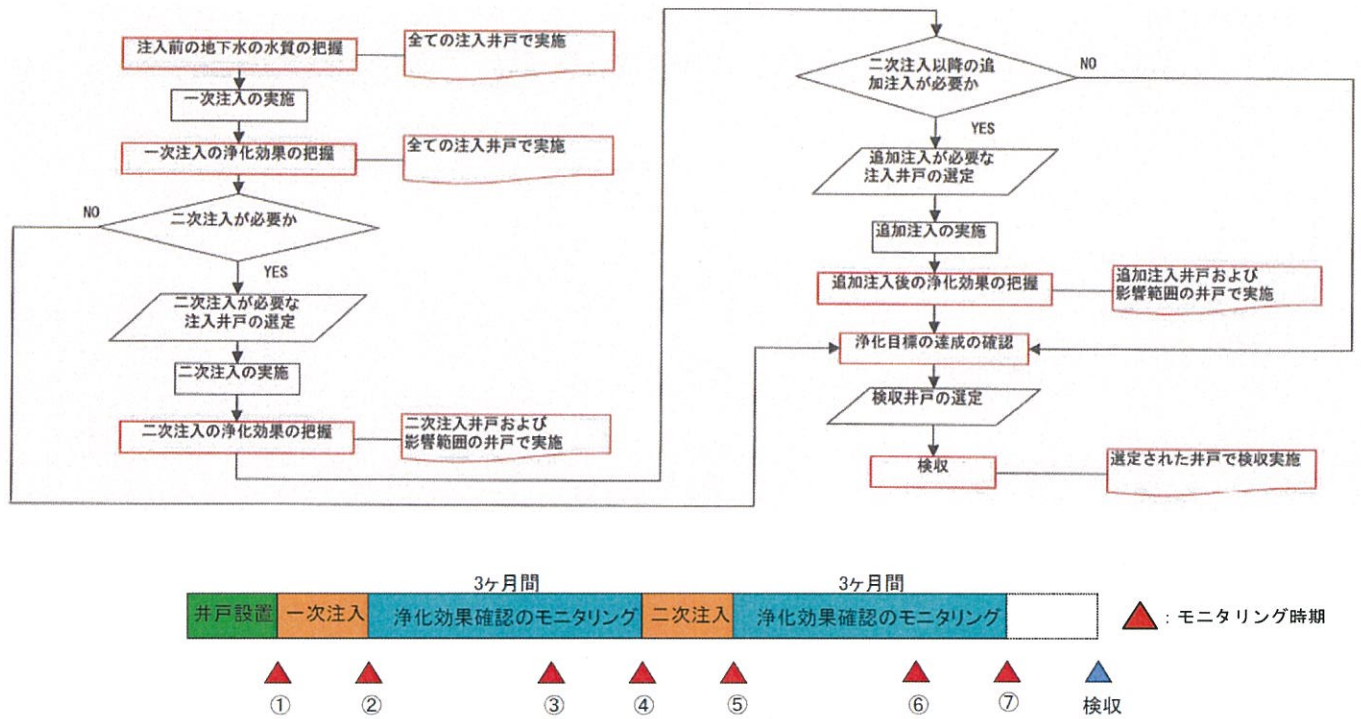


図 7-3 対策中のモニタリングの考え方

モニタリング対象物質および浄化目標については以下のとおりとする。また、敷地境界の検収井戸は全注入井戸の70%とし、2回連続浄化目標を満足した場合に検収完了とする。

#### P 地下水環境基準以下

PCE	0.01 mg/L 以下 (土壤汚染対策法指定基準以下)
TCE	0.03 mg/L 以下 (土壤汚染対策法指定基準以下)
cis-1,2-DCE	0.04 mg/L 以下 (土壤汚染対策法指定基準以下)
VC	0.002 mg/L 以下 (地下水環境基準以下)

#### 7.4. 三角帯 (JR 境界部) 敷地境界における対策

三角帯 (JR 境界部) の対策時には、事前に北部干渉エリアのパイロット試験結果同定された解析パラメータを用いて、三角帯 (JR 境界部) 敷地境界における有機資材注入が JR 敷地内の地下水中の汚染濃度に与える影響について予測解析を実施する。

予測解析結果より、JR 敷地内の地下水汚染濃度に対する影響の程度、また、その影響期間について把握した上で、対策方法、対策時のモニタリング等について行政と協議する。