

桑名市五反田事案 支障除去対策事業
支障除去対策の今後の方針について

平成29年1月
廃棄物適正処理プロジェクトチーム

1. 廃棄物等の掘削

①今後の掘削予定

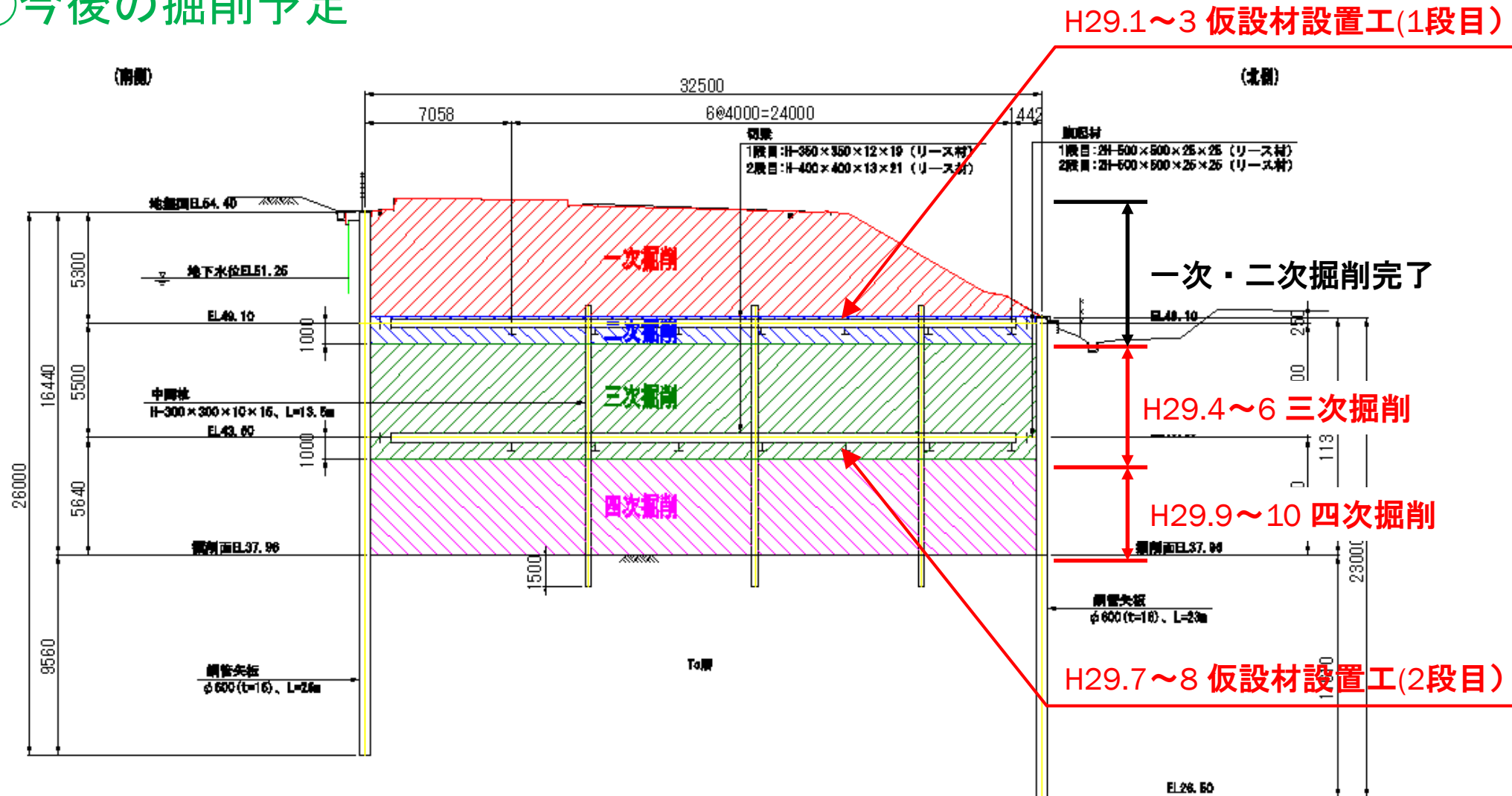
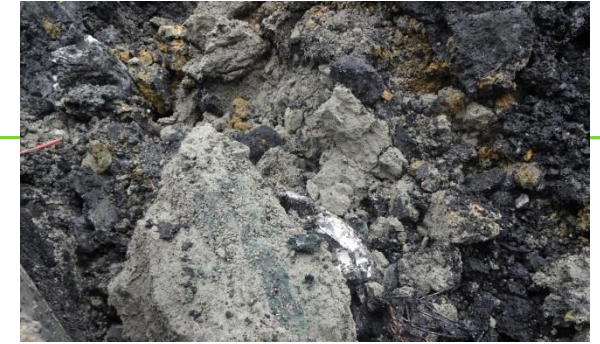


図1 廃棄物掘削施工順序図

1. 廃棄物等の掘削

② 廃棄物の性状と処理実績 (平成28年4月～12月)

黒色汚泥状 ↑ ↓ 地山 廃棄物有 ↑ ↓ 廃棄物無	特管相当汚泥	焼成 5,708.5トン (41.3%) 焼却 1,208.9トン
	可燃物 (廃プラ類・木くず)	焼却 36.7トン (0.2%)
	不燃物 (がれき類・金属くず)	埋立 357.5トン (2.1%)
	がれき類 (コンクリート塊)	再生 1,580.5トン (9.5%)
	廃棄物混じり土砂	埋立 7,844.7トン (46.9%)
	汚染土壌	埋立 4,477.9トン



特管相当汚泥



可燃物



不燃物

- ・特管相当汚泥と廃棄物混じり土砂は合わせて85～90%を占めるが、各々の割合は掘削深度により異なる。
- ・三次～四次掘削の廃棄物の割合も、コンクリート塊の割合が減少する以外は、同程度と想定される。

1. 廃棄物等の掘削

③ 廃棄物の性状(特管相当汚泥)

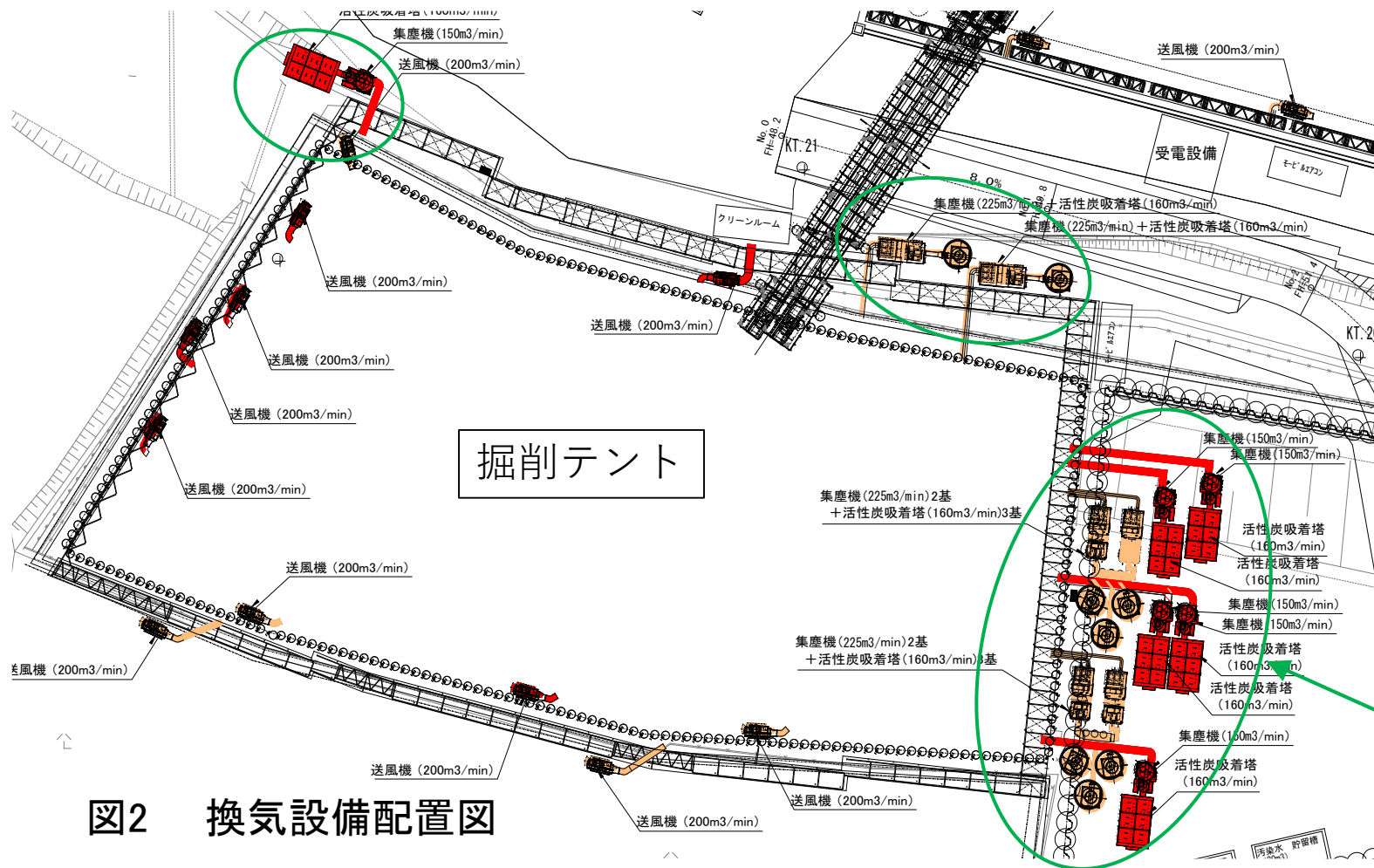
- ・ 特管相当汚泥は、埋立判定基準（テトラクロロエチレン、ベンゼン等）を超過していたことから、特別管理産業廃棄物として適切に処理。

項目	単位	調査 地点数	埋立判定基準 超過地点数	試験結果		<参考> 埋立判定 基準 (汚泥)	
				最大値	平均値		
溶出試験	トリクロロエチレン	mg/l	48	4	0.95	0.094	0.3
	テトラクロロエチレン	mg/l	48	27	2.9	0.421	0.1
	ジクロロメタン	mg/l	48	15	3.7	0.357	0.2
	四塩化炭素	mg/l	48	0	<0.0002	<0.0002	0.02
	1,2-ジクロロエタン	mg/l	48	15	1.4	0.109	0.04
	1,1-ジクロロエチレン	mg/l	48	0	<0.002	<0.002	1
	シス-1,2-ジクロロエチレン	mg/l	48	1	0.47	0.046	0.4
	1,1,1-トリクロロエタン	mg/l	48	0	<0.0005	<0.0005	3
	1,1,2-トリクロロエタン	mg/l	48	0	<0.0006	<0.0006	0.06
	1,3-ジクロロプロペン	mg/l	48	0	<0.0002	<0.0002	0.02
	ベンゼン	mg/l	48	22	1.2	0.17	0.1
1,4-ジオキサン	mg/l	48	0	0.15	0.024	0.5	
(参考) 油分含有量試験 (ノルマルヘキサン抽出物質)	mg/kg	48		22000	9000		

(注) 試験結果は掘削深度4m~5mのもの。

1. 廃棄物等の掘削

④掘削テント内の作業環境対策



作業環境ガス濃度管理基準値

項目	管理基準値
硫化水素	1.0ppm未満
酸素濃度	18.0%以上
一酸化炭素	50ppm未満
可燃性ガス(メタン)	5.0%未満
ベンゼン	1.0ppm未満
ジクロロメタン	50ppm未満
1,2-ジクロロエタン	検出の有無を確認

換気設備 (集塵機 + 活性炭吸着塔)

図2 換気設備配置図

掘削に着手したところ、テント内のガス濃度（ベンゼン等）が管理基準値を満足できない状況となったことから、安全な作業環境を確保するため換気設備を増設

1. 廃棄物等の掘削

⑤掘削完了時の確認事項

【掘削完了の考え方】

- ・四次掘削において、廃棄物層は全量掘削、撤去する。
- ・土壌層のうち、土壌環境基準を超える1,4-ジオキサン、VOC、フッ素、ホウ素、及び油膜が確認される箇所は、廃棄物由来の汚染と考えられるため、汚染土壌として掘削、撤去する。
但し、重金属(鉛、ヒ素、カドミウム)のみが確認される箇所は、自然由来の目安となる含有量以下であることが確認できれば、地下水汚染による拡散リスクは低く、生活環境保全上の支障がないものと考えられるため、掘削を行わない。

2. 揚水浄化

① 目標と判断指標

- 1) 生活環境保全上の支障：1,4-ジオキサンで汚染された地下水等が嘉例川に流入することで農業用水の利水や、下流で合流する員弁川での内水面漁業、水道水源の利水に影響を及ぼすおそれ。

目標及び判断指標：

目 標	特定産業廃棄物からの 1,4-ジオキサンによる地下水汚染の防止が図られ、不法投棄地周辺地下水は環境基準が達成された状態で保たれている。	
判断指標	内 容	目指す状態
	不法投棄地周辺(遮水壁外)地下水質	環境基準値以下

- 2) 揚水対策における具体的な判断指標

遮水壁外：実施計画に記載されている環境基準値(0.05mg/l)以下。
各井戸ごとに判断を行う。

【追加事項】

遮水壁内：浄化完了に向けた管理値として排水基準値(0.5mg/l)以下まで浄化を行う。

- ①理由 遮水壁内の地下水が外部に浸出した場合を考慮しても、周辺環境に影響を及ぼさない濃度であり、生活環境保全上の支障はないものと考えられるため。
- ②指標 各井戸の1,4-ジオキサン濃度を加重平均し判断を行う。

2. 揚水浄化

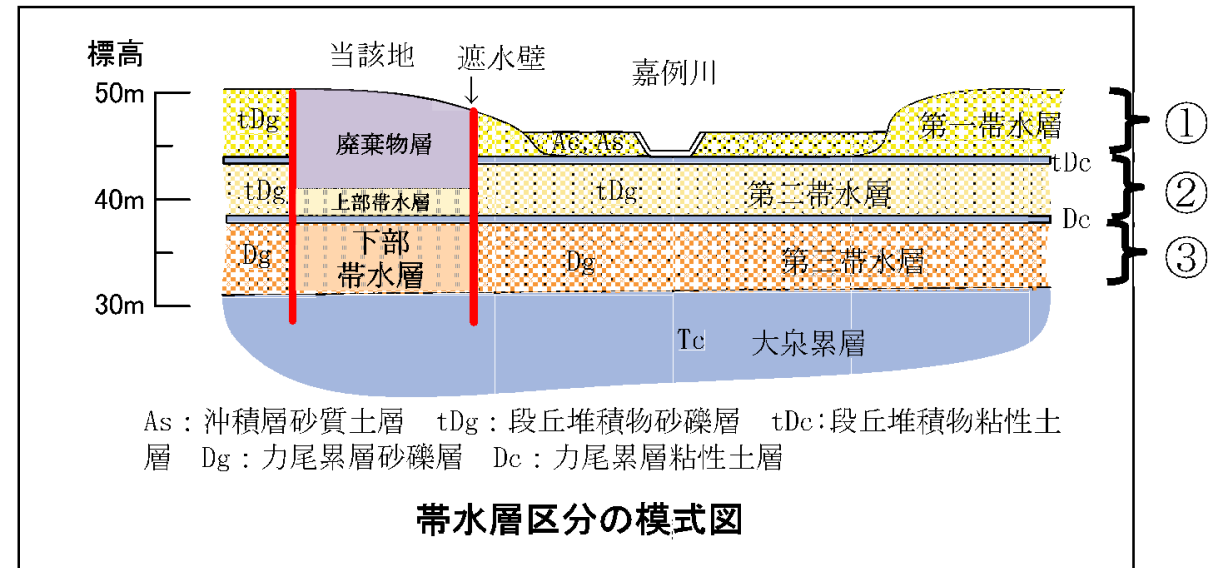
②浄化対象エリア

遮水壁外：第二帯水層及び

第三帯水層の地下水環境基準超過範囲

遮水壁内：撤去エリアの下部帯水層

残置エリアの廃棄物層・上部帯水層
及び下部帯水層



- ①概ね標高 45～50m に確認される段丘堆積物砂礫層 (tDg 層) 及び沖積層 (As) により構成
- ②概ね標高 40～45m に確認される段丘堆積物砂礫層 (tDg 層) の下位層で構成
- ③概ね標高 30～40m に確認される力尾累層砂礫層 (Dg 層) により構成

図3・図4 現場概略図及び帯水層区分

2. 揚水浄化

③対策期間

遮水壁外北側 第二・第三帯水層
期間は平成31年4月～平成33年9月
※現在は、盛土・斜路等により、揚水が困難。

遮水壁内残置エリア 廃棄物層・上部帯水層
期間は平成29年10月～平成34年9月
※残存廃棄物の影響によりジオキサン濃度上昇の可能性が高く、浄化に時間を要するため。

残置エリア
下部帯水層
期間は
平成33年9月まで
※地下水位の状況を確認しつつ開始時期を検討する。

掘削エリア下部帯水層
期間は平成31年4月～平成33年9月
※工事期間中は揚水が困難。

遮水壁外北側の河川近傍
南・東側 第二・第三帯水層
期間は平成33年9月まで
※工事期間中も揚水浄化を継続。

図5 現場平面図

2. 揚水浄化

④揚水浄化の方針

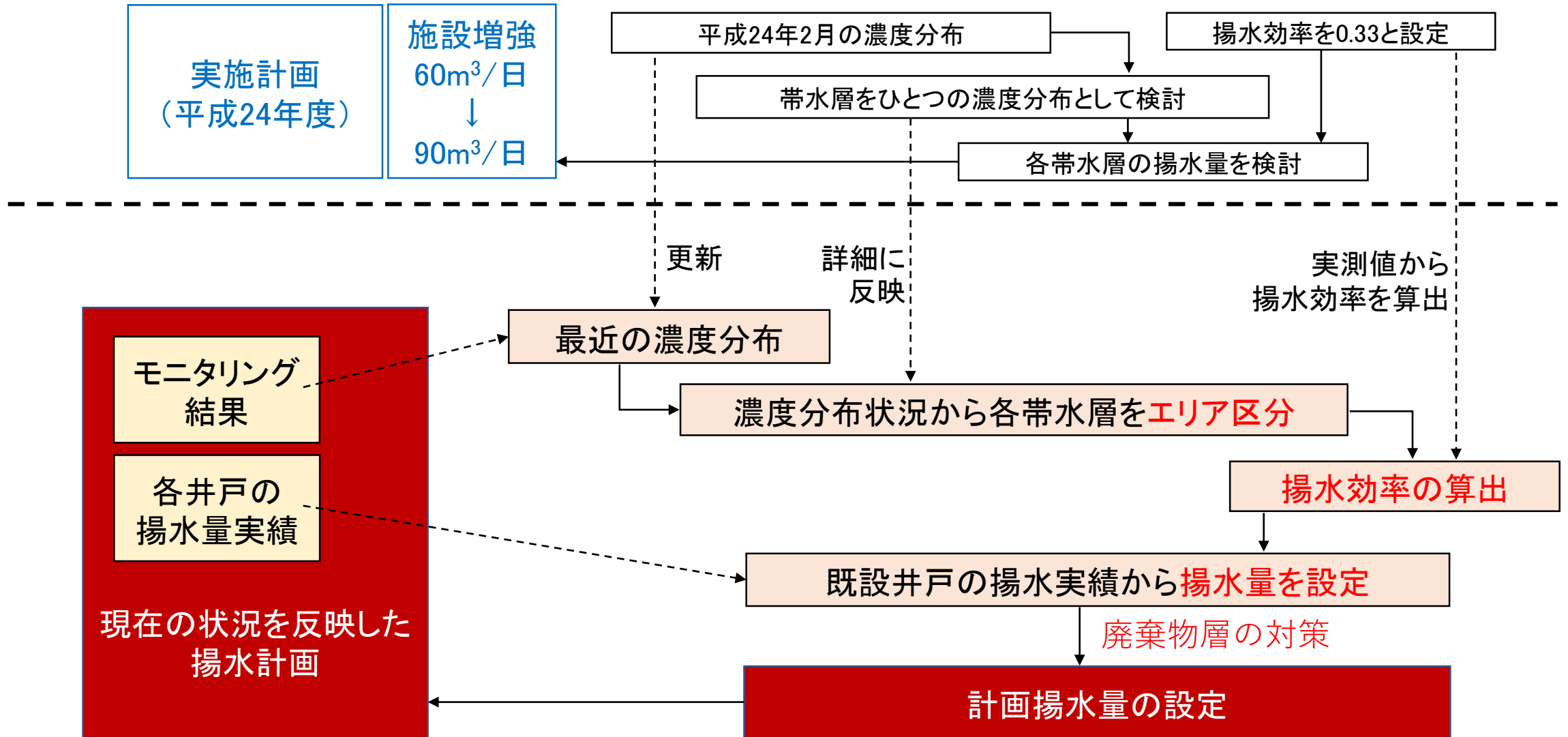


図6 揚水量検討フロー

2. 揚水浄化

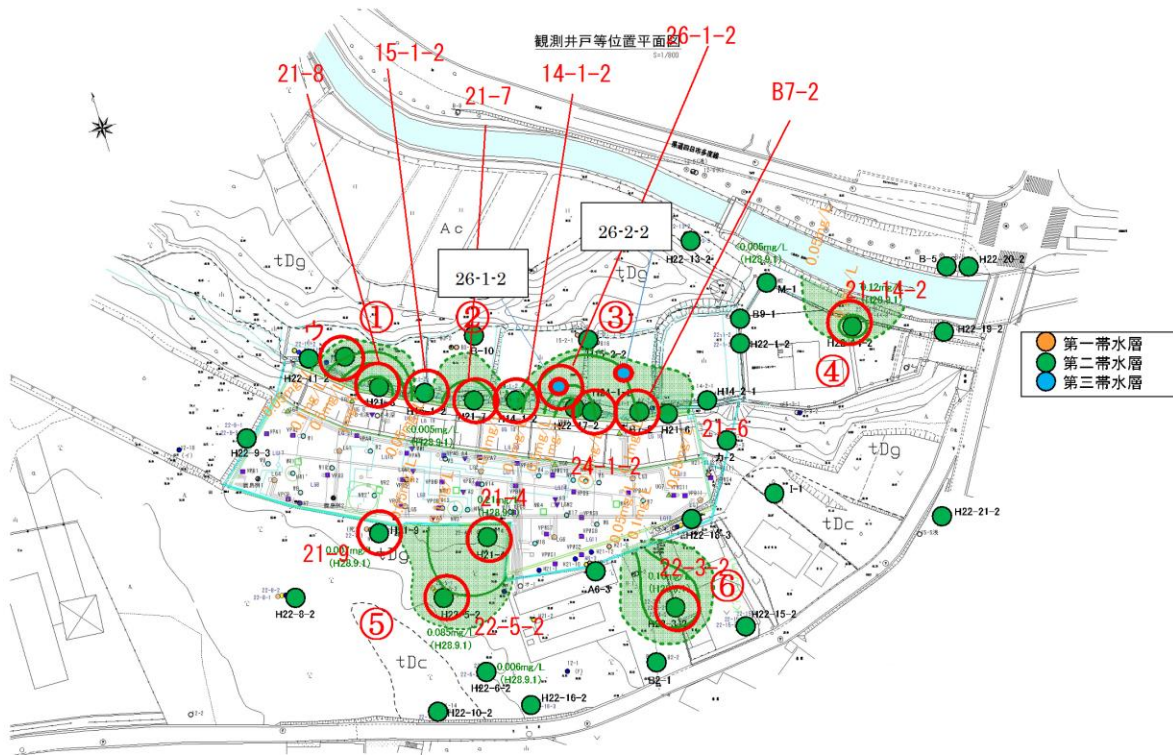
⑤ 遮水壁外のエリアの設定

濃度分布をふまえて、遮水壁外の浄化対象エリアを下図のとおり、

第二帯水層：遮水壁北側で4エリア（①～④）、南側で2エリア（⑤、⑥）、

第三帯水層：遮水壁北側で2エリア（①、②）、東側及び南側で3エリア（③～⑤）

に区分した。



第二帯水層



第三帯水層

図7 遮水壁外帯水層のエリア区分と揚水対象井戸

2. 揚水浄化

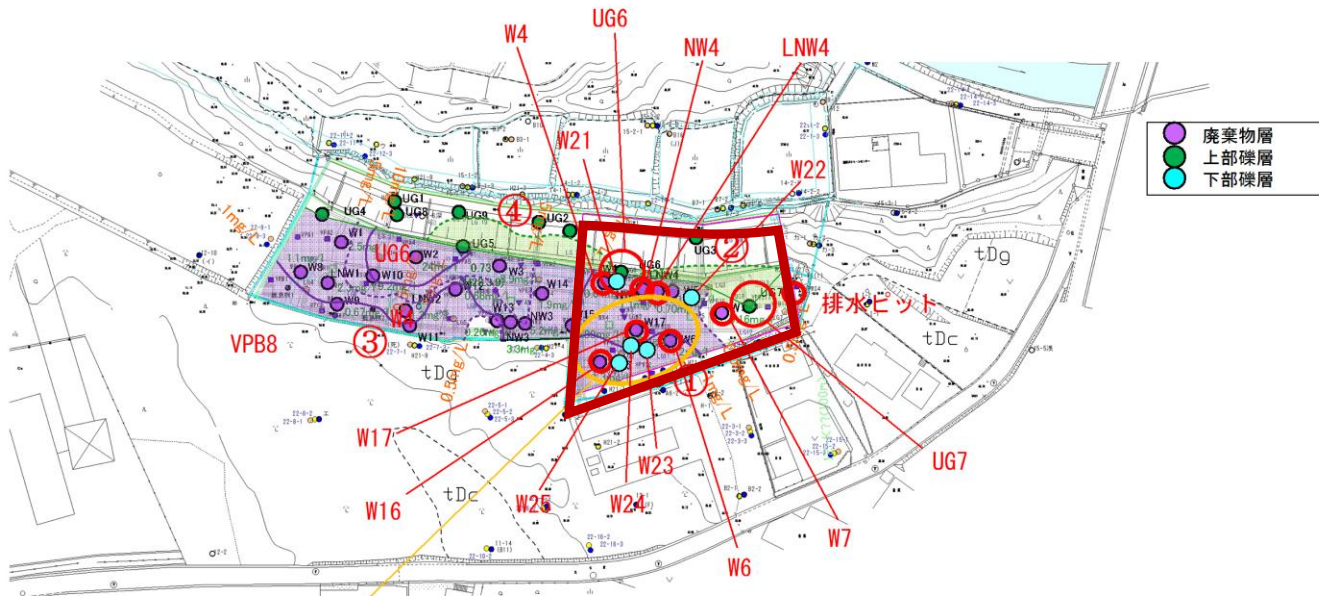
⑥ 遮水壁内のエリアの設定

廃棄物層・上部帯水層

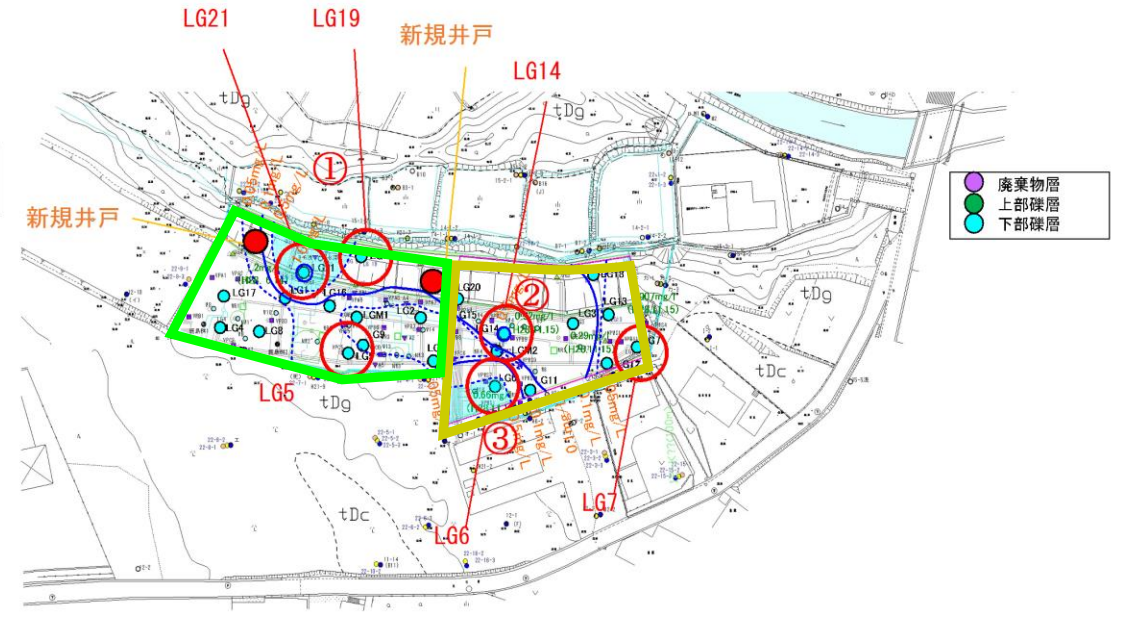
残置エリア（廃棄物層・上部砂礫層）を1エリアとして区分した。

下部帯水層

残置エリア、撤去エリアの2エリアに区分した。



廃棄物層・上部帯水層



下部帯水層

図8 遮水壁内の区分と揚水対象井戸

2. 揚水浄化

⑦揚水効率の算出

<揚水効率とは>

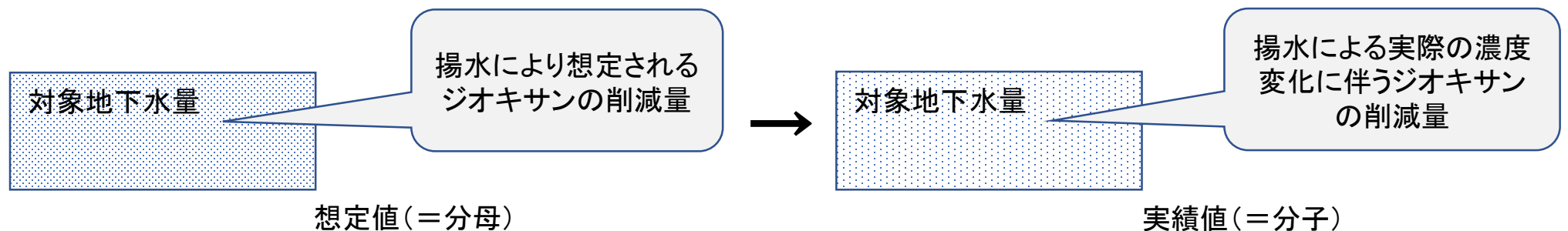
一定の揚水量における1,4-ジオキサンの低減効率

- ・一定の揚水量とは、ある一定の期間（n日間）揚水したときの水量。

<算出式>

揚水効率 = $\frac{\text{一定期間の揚水における1,4-ジオキサンの削減の実績量}}{\text{一定期間の揚水における1,4-ジオキサンの想定削減量}}$

$$= \frac{(n\text{日間の揚水量 (m}^3\text{)} \times n\text{日前の濃度 (mg/l)} - n\text{日間の揚水量 (m}^3\text{)} \times \text{現在の濃度 (mg/l)}) \times \frac{\text{対象エリアの地下水量 (m}^3\text{)}}{n\text{日間の揚水量 (m}^3\text{)}}}{n\text{日間の揚水量 (m}^3\text{)} \times n\text{日前の濃度 (mg/l)}}$$



2. 揚水浄化

⑦揚水効率の算出

遮水壁内外・帯水層・エリアごとの状況が異なるため、それぞれについて揚水効率を算出した。

	遮水壁外										遮水壁内			
帯水層	第二帯水層					第三帯水層					上部 帯水層	下部帯水層		
エリア	①	②	③	④	⑤	⑥	①	②	③	④	⑤	残置 エリア	撤去 エリア	残置 エリア
補正による 揚水効率	0.73		0.34	0.08	0.43	0.24	1	0.42	0.07	0.09	0.33			

<補正による算出式>

揚水効率 = 揚水効率(当初) × (実態に即した補正係数)
(0.33)

補正係数 = $\frac{\text{実測の濃度低減値}}{\text{当初設定の濃度低減値}}$

2. 揚水浄化

⑧ 遮水壁内の対策(残置エリア)

残置エリア廃棄物層については、揚水浄化による一律の濃度低下がみられない



残置エリア廃棄物から溶出する1,4-ジオキサンによる影響。



注水により溶出を促進させる浄化対策が必要。



注水井・揚水井の増設を行う。

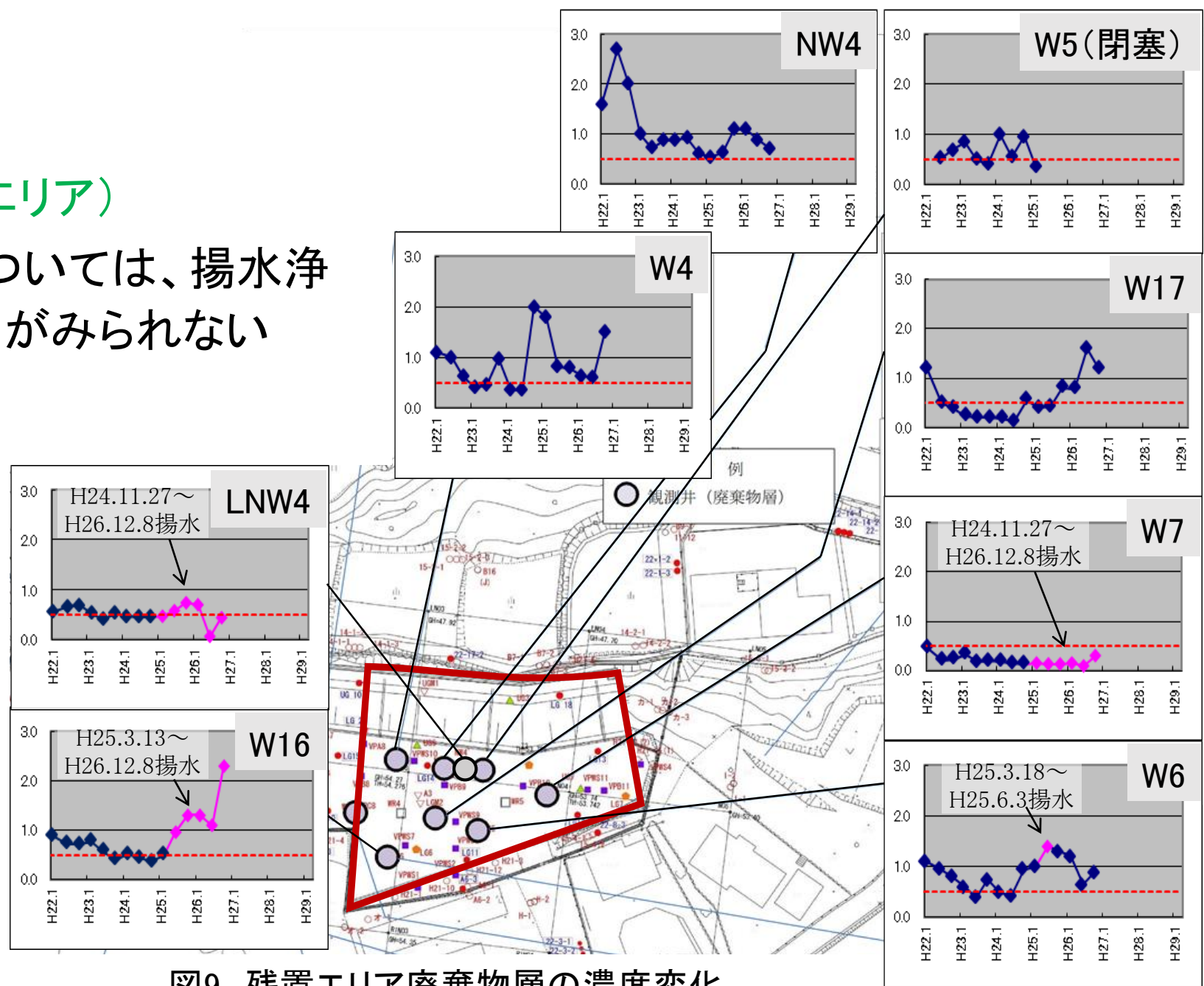


図9 残置エリア廃棄物層の濃度変化

2. 揚水浄化

⑧遮水壁内の対策

計画揚水量の設定にあたり、残置エリア廃棄物から溶出する1,4-ジオキサンによる影響を求めるため、残存ジオキサン量及びジオキサン供給量を以下のとおり求めた。

- ・ 廃棄物層の残存ジオキサン量を次のとおり算出した。

溶出量試験実績値（最大値・LG12）0.1mg/l → 1kg当たりの溶出量に換算 1.0mg/kg
（廃棄物100gあたり）

廃棄物層容積 2980m³ × 乾燥密度 0.9982 × 1kg当たりの溶出量 1.0mg/kg
=残存ジオキサン量 2974g

- ・ ジオキサン供給量（溶出速度）を次のとおり算出した。

Σ （ジオキサン濃度の増加量※（mg/l）） × 廃棄物層内の地下水量（m³） / Σ （測定期間（日））
=ジオキサン供給量 2.42 g/日

※ 残置エリア廃棄物層井戸（8か所）における、平成24年度以降の1,4-ジオキサン測定結果のうち、前回から濃度が上昇した区間について抽出した。

廃棄物層井戸における濃度上昇の要因は、1,4-ジオキサンの溶出と考えられるため、濃度上昇区間のみを抽出した。

2. 揚水浄化

⑧ 遮水壁内の対策

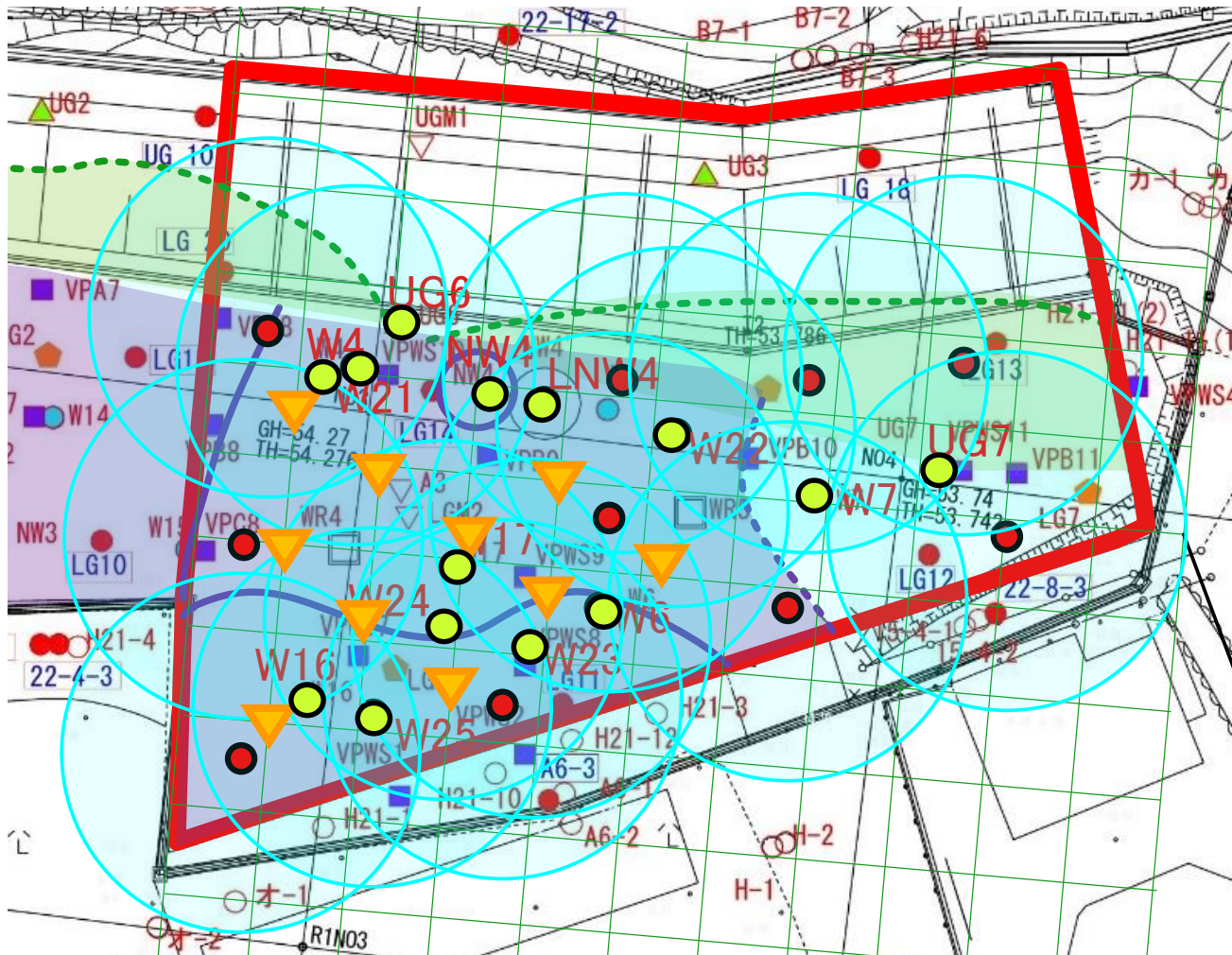


図10 新設注水井戸及び揚水井戸の配置案

・これまでの実績データをふまえて、廃棄物層揚水井戸の影響半径を、概ね10mと設定した。

・10mの影響半径に基づき、廃棄物層全体をカバーできるよう新設揚水井戸(10か所)を配置予定。

・ジオキサン濃度分布、廃棄物層の層厚に基づき、注水井戸(10か所)を配置予定。

2. 揚水浄化

⑨計画揚水量の設定

(1) 対象井戸の揚水量実績に基づき、計画揚水量を設定

- ・揚水対象井戸として環境基準超過の井戸を選定。(各エリアの高濃度地点から優先的に揚水する。)
- ・既存井戸の使用を前提としており、揚水用ポンプについても現在使用中のハンマーヘッドポンプを継続使用する想定とした。
- ・当該ポンプは、構造上、揚水量の設定・調節ができないため、実績値を基準とする。
- ・日揚水量は、揚水実績の平均値を用いる。
- ・各エリアの揚水浄化の開始・終了時期を考慮する。

(2) 揚水量が不足するエリアについて、追加対策を検討

- ・浄化完了に向けて揚水量の増加が必要なエリアについて、注水分も含めた計画揚水量を設定。
 - ・壁外及び壁内下部帯水層で必要な揚水量が確保できないエリアは、揚水井の増設を行う。
- また、残置エリアの廃棄物層は揚水量(実績値は1m³/日程度)が少ないため、注水の実施を想定した。
- ・注水量は平成20年以前に実施していた実績値を参考に、20m³ /日と設定した。

2. 揚水浄化

⑩計画揚水量及び揚水期間

 **数字**
 揚水期間 計画揚水量(m³/日)を表す

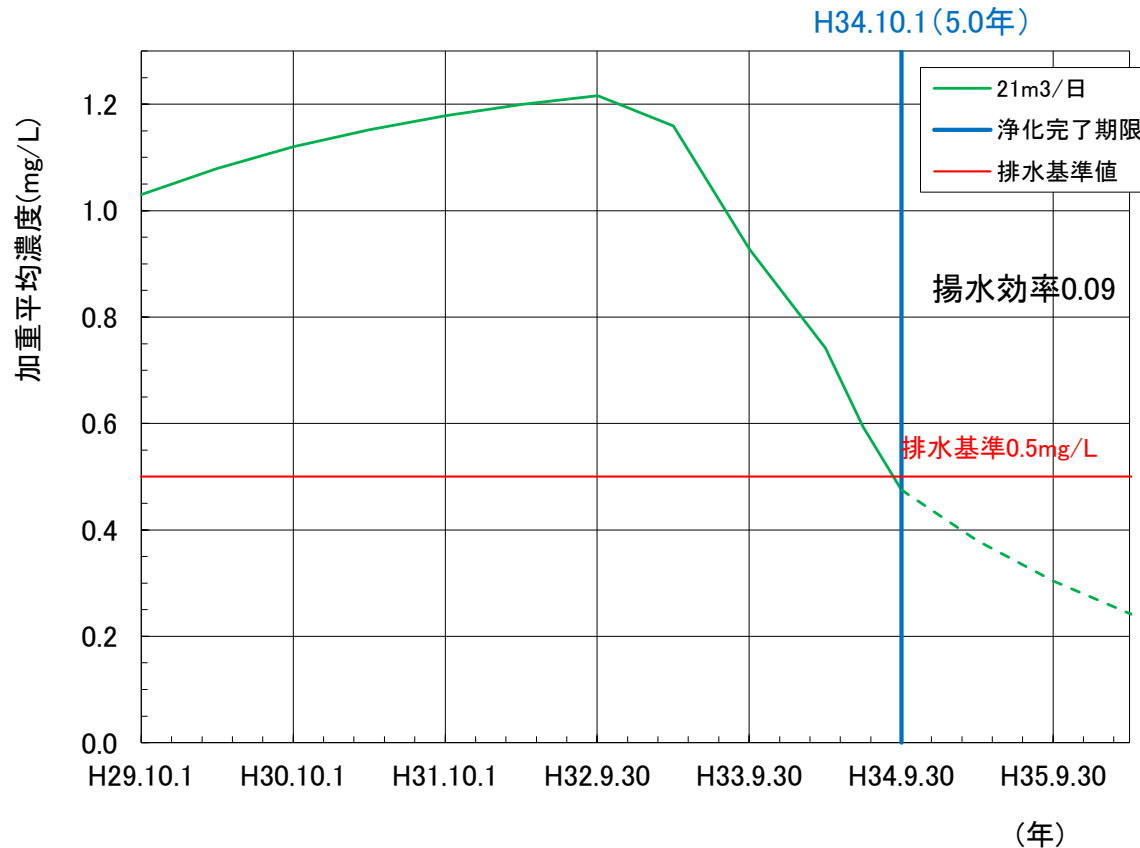
エリア・帯水層区分		29年度	30年度	31年度	32年度	33年度	34年度
壁外	第二帯水層	7.2	6.2~7.2	14.2~15.9	4.5~14.2	4.5	0~4.5
	第三帯水層	13.3	4.0~13.3	13.0	6.4~13.0	6.4	0~6.4
壁内 残置エリア	廃棄物層・ 上部帯水層	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0
	下部帯水層			11.0	11.0	0~11.0	
撤去エリア	下部帯水層			17.8	17.8	0~17.8	
計画揚水量 計(m ³ /日)		41.5	31.2 ~41.5	77.0 ~78.7	60.7 ~77.0	31.9 ~60.7	21.0 ~31.9

- ・各区分ごとの揚水期間は、揚水効率及び計画揚水量に基づくシミュレーション結果から算出した。
- ・各年度ごとの計画揚水量は、揚水期間内に浄化が完了しない場合の不確実性を考慮して設定した。
(矢印の点線部分)

2. 揚水浄化

⑩計画揚水量及び揚水期間(廃棄物層)

揚水浄化に最も時間を要する残置エリア廃棄物層の濃度変化グラフを下図に示す。



廃棄物層からのジオキサン供給に伴い、開始から一定期間は加重平均濃度が上昇するが、その後、濃度は低下し、34年9月には排水基準値までの浄化が達成できる見込みである。

※ 残存ジオキサン量(2974g) ÷ ジオキサン供給量(2.42g/日)
= 約3.3年

グラフの点線部分は、仮に34年10月以降も揚水を継続した場合の濃度変化を示す。

図11 残置エリア廃棄物層の濃度変化予測

2. 揚水浄化

⑪ 水処理施設の発注概要

処理能力 : 60m³/日 → 80m³/日程度に増強
既設水処理施設の改造によるか、別系統（20m³/日）の新設によるか、
処理の確実性だけでなく経済性も考慮して対応する。

処理方式 : （凝集沈殿）＋（生物処理）＋凝集膜ろ過（または凝集沈殿＋砂ろ過）＋活性炭吸着＋促進酸化
壁外第三帯水層の地下水を処理する場合を想定し、処理方式の簡素化を図る。
また、直接、促進酸化設備に送る方式も含め、柔軟な対応が可能な方式とする。

1, 4-ジオキサン流入水及び処理水濃度

流入水濃度（注1）		0.6 ~ 0.7 (mg/l)
処理水濃度	保証値	0.5以下 (mg/l)
	管理目標値	(注2)

（注1）流入水濃度は、1系統とした場合の濃度であり、実績値から設定している。

（注2）管理目標値は、処理施設の性能上、通常満足できる数値を設定する予定。

発注時期 : 平成29年度上半期
29～30年度に詳細設計・工事の予定
30年度末に増強工事完了の予定

【参考資料】

土壤汚染対策法に基づく調査及び措置に関するガイドライン(改訂 第2 版)

平成 24 年8月 環境省水・大気環境局土壤環境課

特定有害物質による汚染状態が専ら自然に由来するかどうかの判定方法及びその解説より抜粋

(1) 特定有害物質の種類等

ヒ素、鉛、ふっ素、ほう素、水銀、カドミウム、セレン、六価クロムの8種類のいずれかであること。

(2) 特定有害物質の含有量の範囲等

- ・溶出量が土壤溶出量基準の概ね10 倍を超える場合は、人為的原因である可能性が比較的高い。
- ・自然由来の汚染と判断する際の含有量(全量分析)の上限値の目安(mg/kg)

物質名	ヒ素	鉛	ふっ素	ほう素	水銀	カドミウム	セレン	六価クロム
上限値の目安	39	140	700	100	1.4	1.4	2.0	—

(3) 特定有害物質の分布特性

- ・平面分布に局在性が認められないこと。
- ・地下深部にまで土壤溶出量基準不適合が見られる場合でも、溶出量又は含有量の深度方向の明らかな連続的な低下が同一地層内で見られないこと。