資料２

カーボンリサイクル試験高炉建設に係る地下水汚染対策への影響について

2022年 11月 8日

JFE スチール 株式会社

Copyright © 2022 JFE Steel Corporation. All Rights Reserved.

カーボンリサイクル試験高炉建設に係る地下水汚染対策への影響について

1．工事における地下水汚染対策

1）CR試験高炉　全体配置計画
2）土壌調査の実施計画
3）工事エリアの汚染浄化対策
　①汚染土の除去および地下水揚水による浄化計画　②掘削除去した掘削汚染土の封じ込め対策
4）杭打設時の汚染拡散防止対策
5）建設工事における対策（土対法14条申請）
6）作業者への暴露対策
7）過去の汚染状況調査結果
　①第３回シアン対策専門委員会資料　②2005年地下水調査結果　③2005年土壌調査結果
8）No.1、2,5井戸　地下水測定結果
9）地下水汚染のモニタリング追加計画

2．地下水汚染の浄化促進計画

1）シアン対策の有効性評価(地下水流動方向)
　①前回報告の訂正　②地下水流動方向の訂正　③土壌の高濃度汚染部の影響
2）地下水汚染の浄化促進とモニタリング計画

3．まとめ

1）地下水汚染浄化の全体スケジュール

Copyright © 2022 JFE Steel Corporation. All Rights Reserved.

１．工事における地下水汚染対策

Copyright © 2022 JFE Steel Corporation. All Rights Reserved.

工事における対策の基本方針

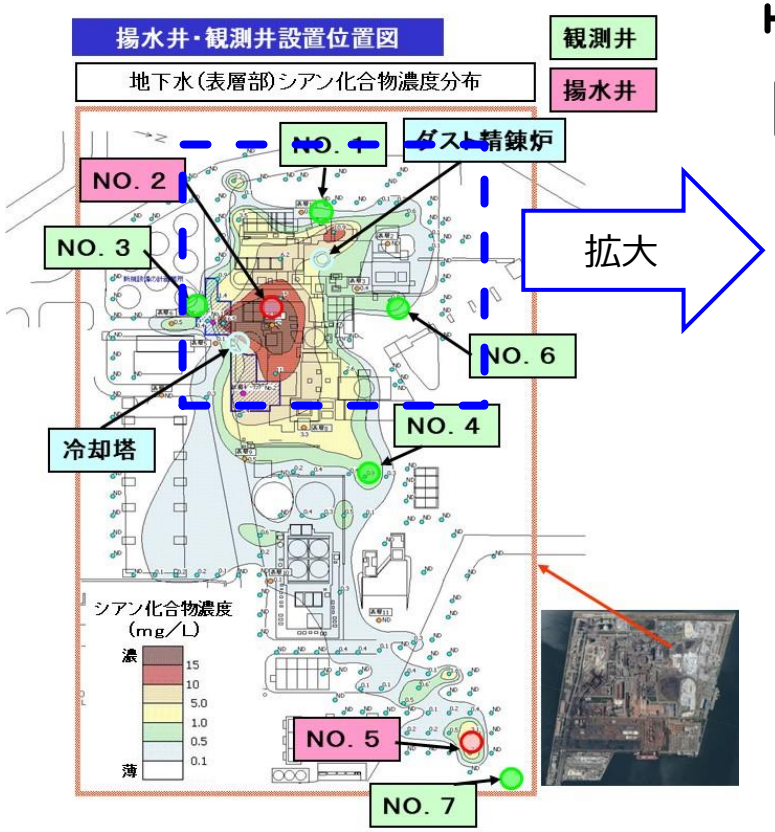
地下水揚水により汚染浄化を推進してきたが、汚染が残っているリスクを考慮し、土壌掘削エリアは事前に土壌調査を実施し、土壌からの有害物質の発生リスクを評価し、安全に作業を行う。

また、掘削および杭打設においては、汚染拡散防止可能な方法により工事を施工していく。

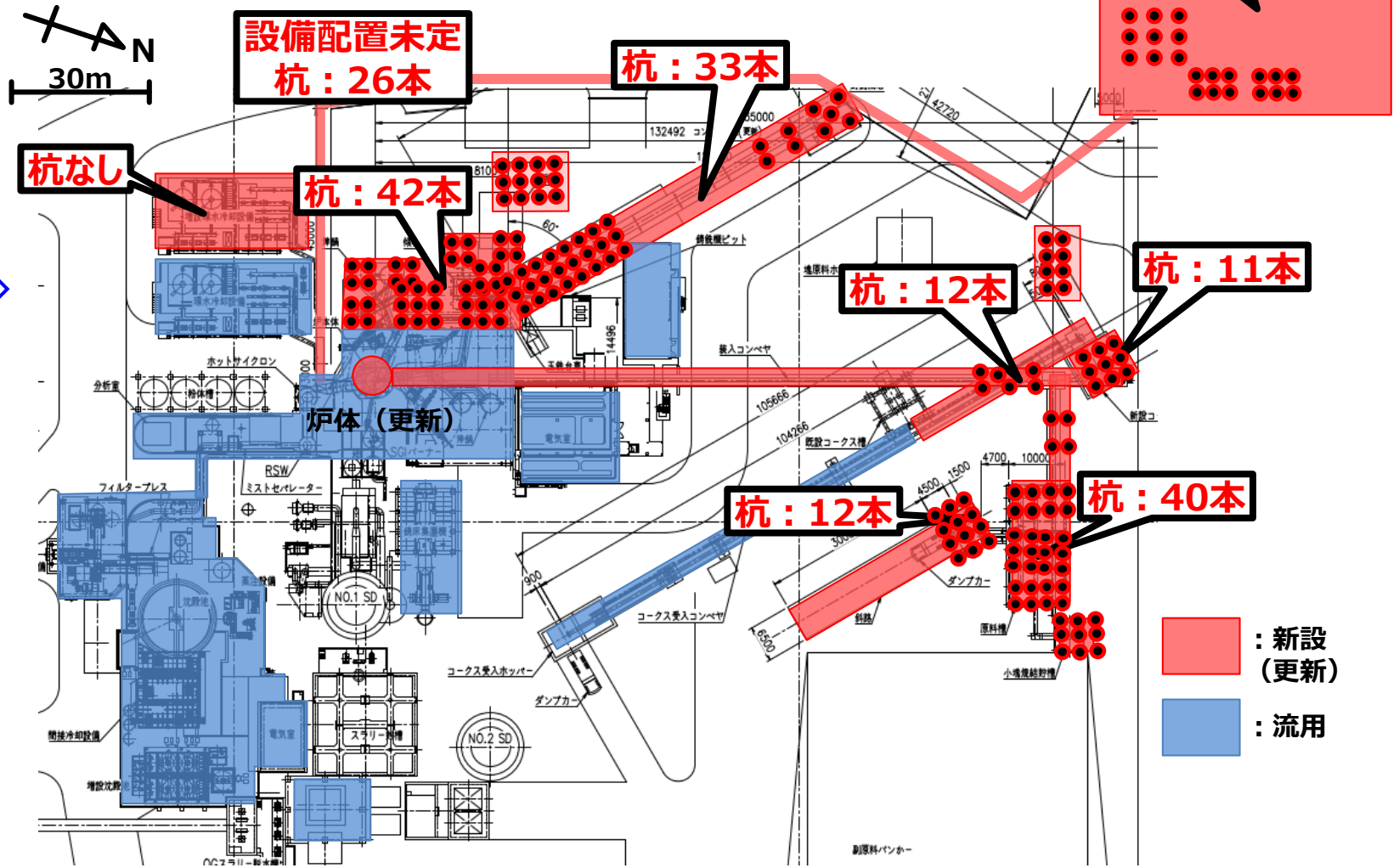
Copyright © 2022 JFE Steel Corporation. All Rights Reserved.

1-1）CR試験高炉　全体配置計画

・ ■ 部：新設（更新）に伴い、掘削＆杭打設予定。但し、炉体部は既設基礎流用。
・杭200本、掘削土量1.2万m³程度の見込み。



拡大

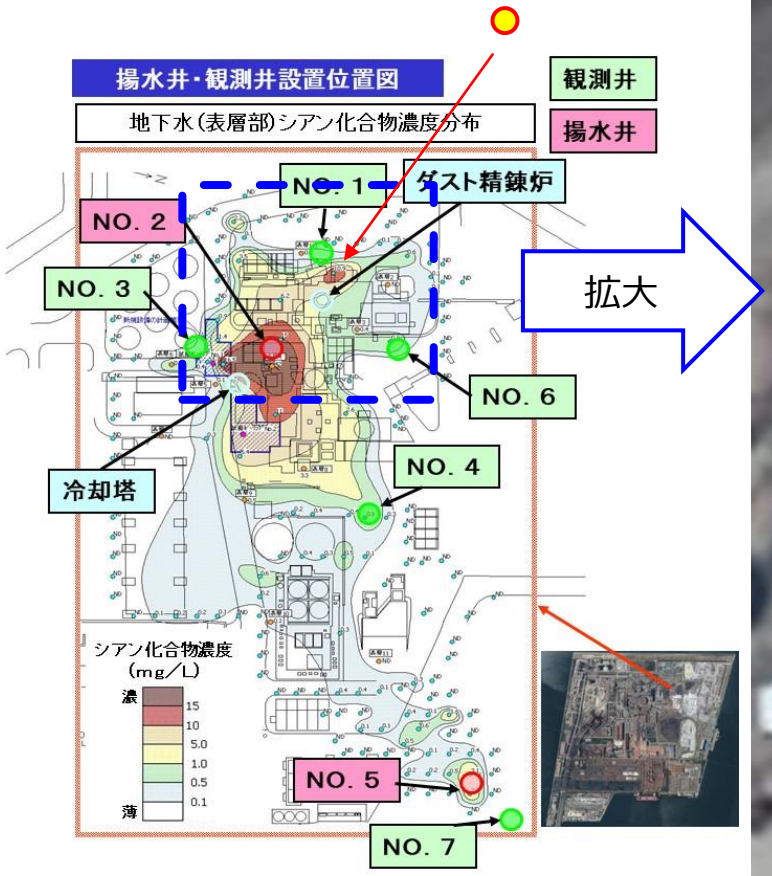


空中写真出典：国土地理院ウェブサイト

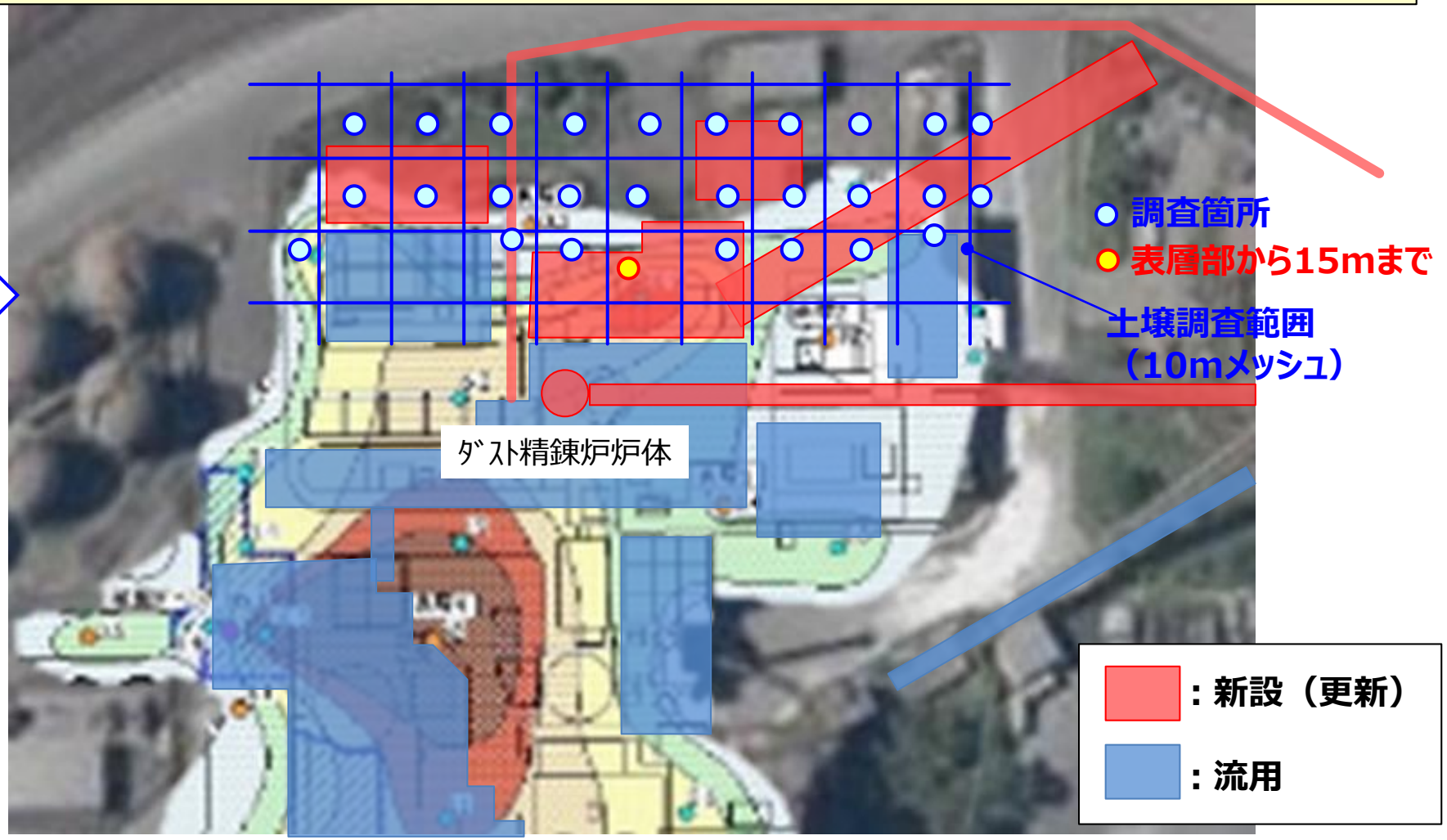
Copyright © 2022 JFE Steel Corporation. All Rights Reserved.

1-2）土壌調査の実施計画

【目的】土壌汚染浄化対策、作業者への暴露対策具体化のため、事前に土壌調査を実施(下記28箇所ｻﾝﾌﾟﾙ採取予定)
【場所】地歴調査にて土壌汚染のおそれが比較的多いと認められる範囲で、掘削および杭打設を行う場所
【方法】平面：10mﾒｯｼｭ単位、深さ：表層部から5mまで/1m毎　　【調査項目】土壌のシアン溶出量とシアン含有量



拡大

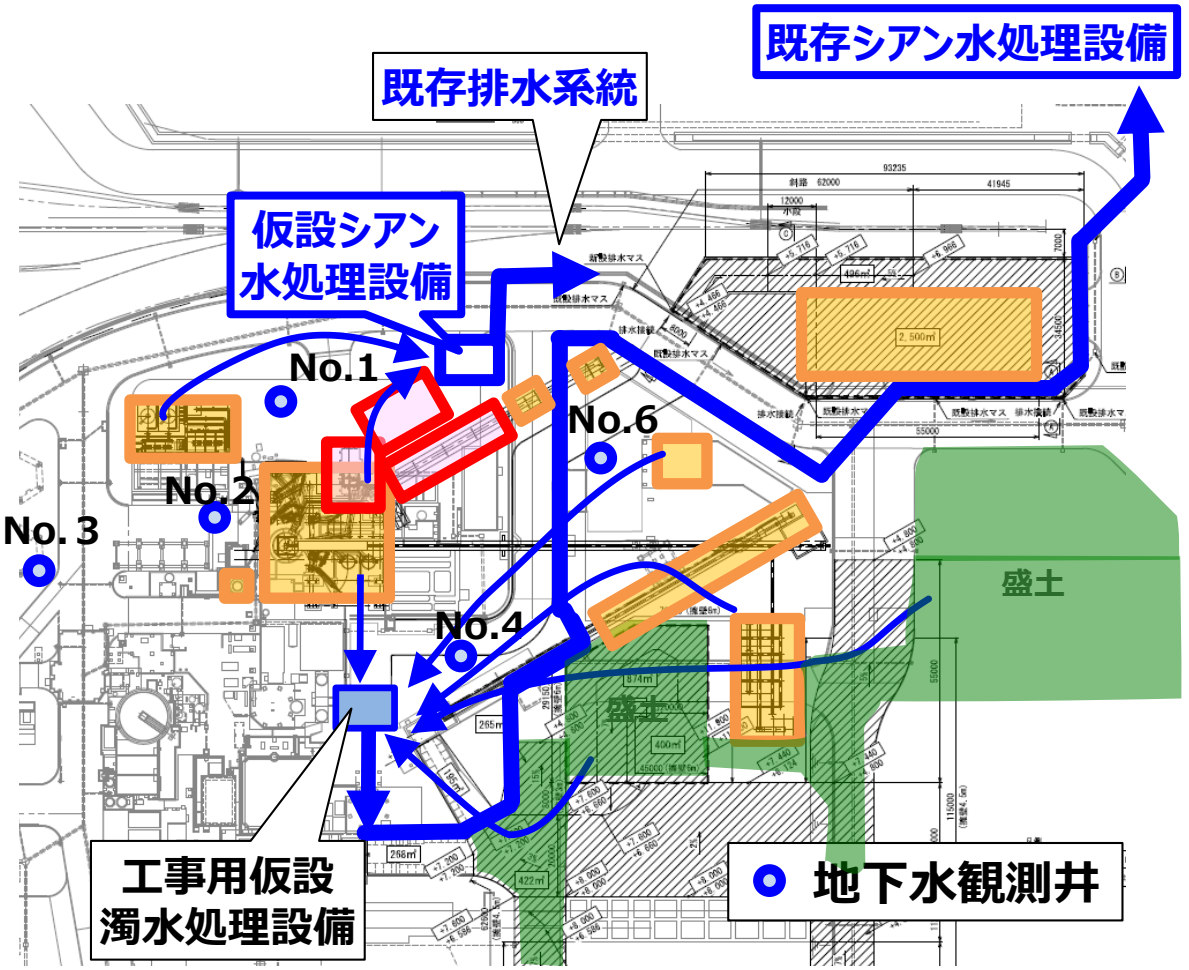


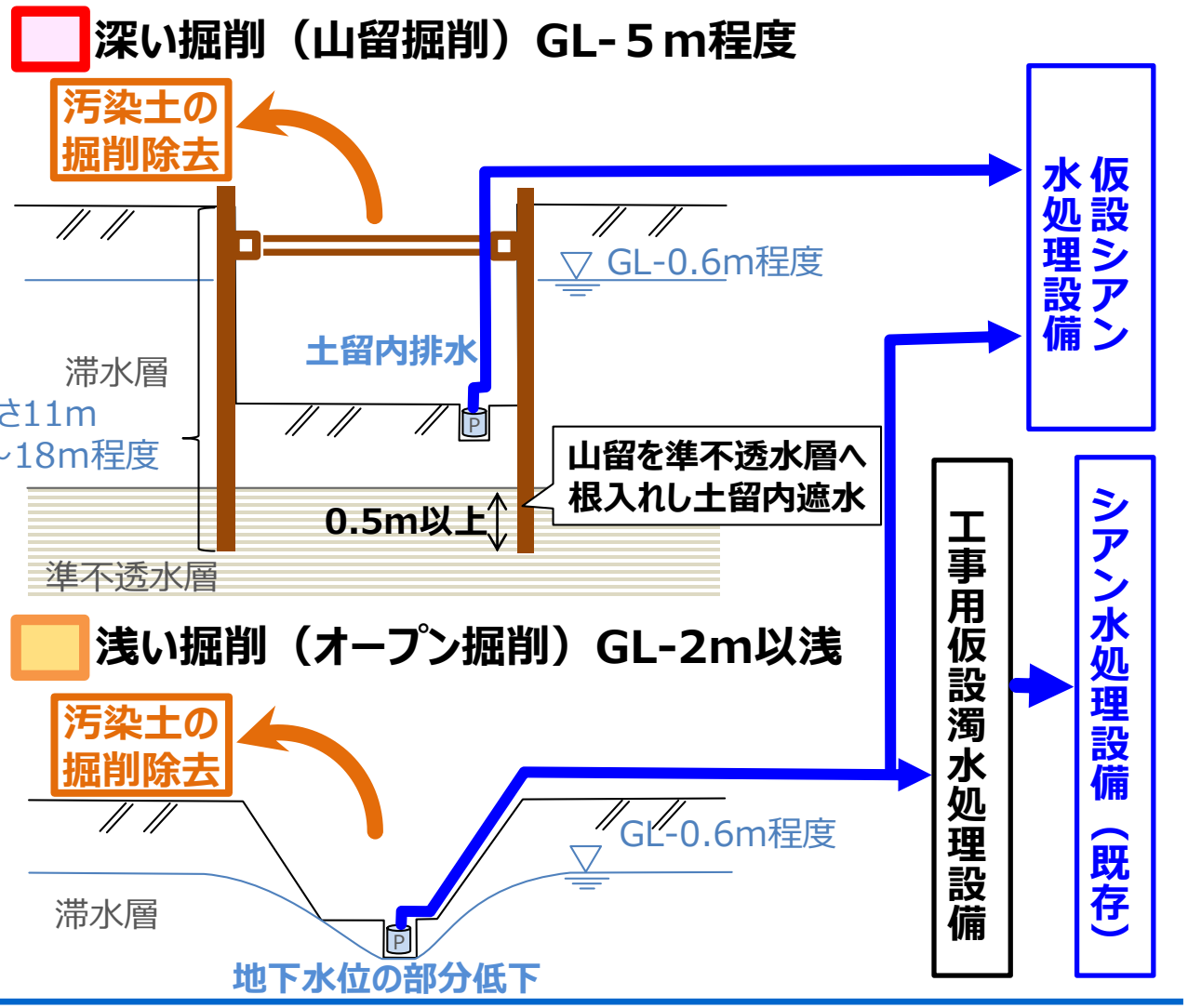
本資料すべての航空写真出典：国土地理院ｳｪﾌﾞｻｲﾄ

Copyright © 2022 JFE Steel Corporation. All Rights Reserved.

1-3）工事エリアの汚染浄化対策（汚染土の除去＋地下水浄化）

基礎構築に伴い**掘削部の汚染土を除去**し、掘削時の揚水により**地下水の浄化を促進**
※汚染土：土壌調査で汚染が確認された区画から掘削される土



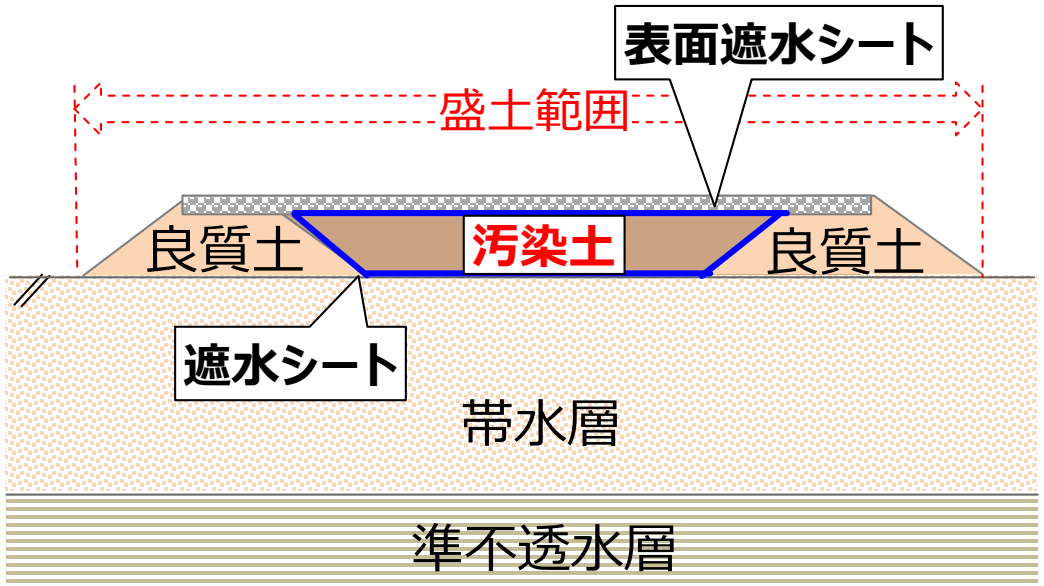


Copyright © 2022 JFE Steel Corporation. All Rights Reserved.

1-3）工事エリアの汚染浄化対策（掘削除去した汚染土の封じ込め）

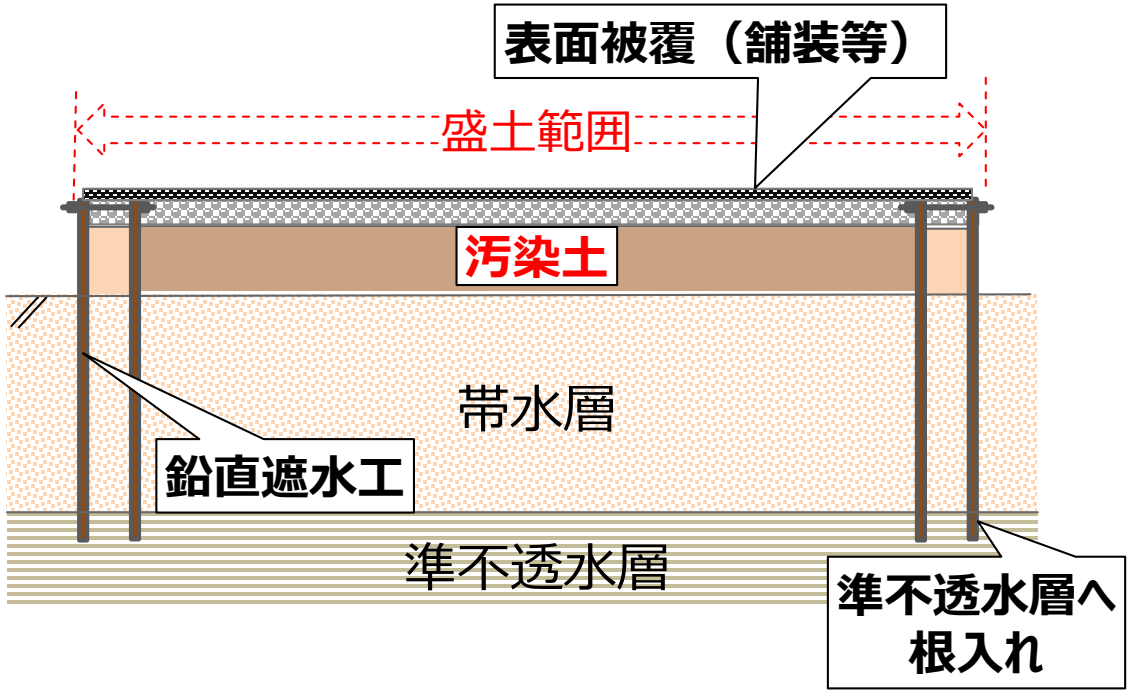
掘削除去した汚染土は、敷地内にて封じ込め(健康被害の恐れがある場合での環境省令で定める指示措置に準じた方法)、事前の土壌調査により汚染土量を把握した上で、発生量に応じた汚染土の封じ込めを行う

パターン①　遮水シート＋盛土による封じ込め



遮水シート・・・合成樹脂系遮水シート、合成ゴム系遮水シート
アスファルト系遮水シート

パターン②　鉛直遮水工による封じ込め



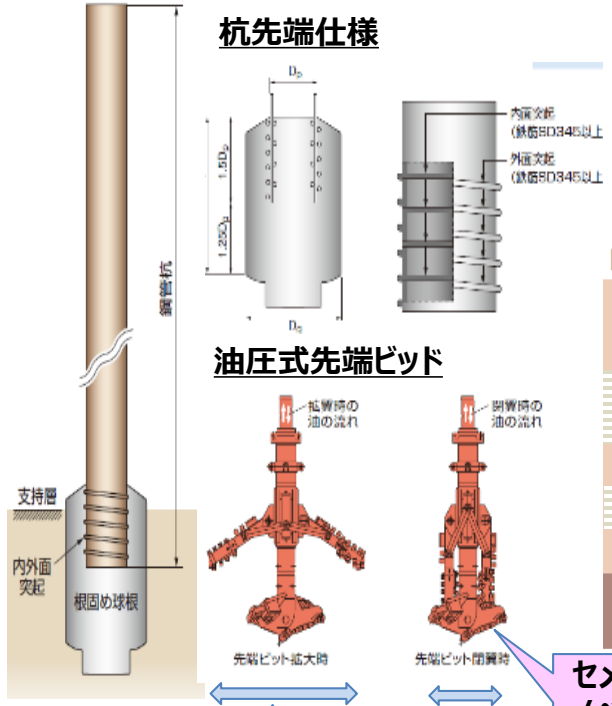
鉛直遮水工・・・継手に膨潤性遮水剤を塗布した鋼矢板、
継手にモルタル充填した鋼管矢板

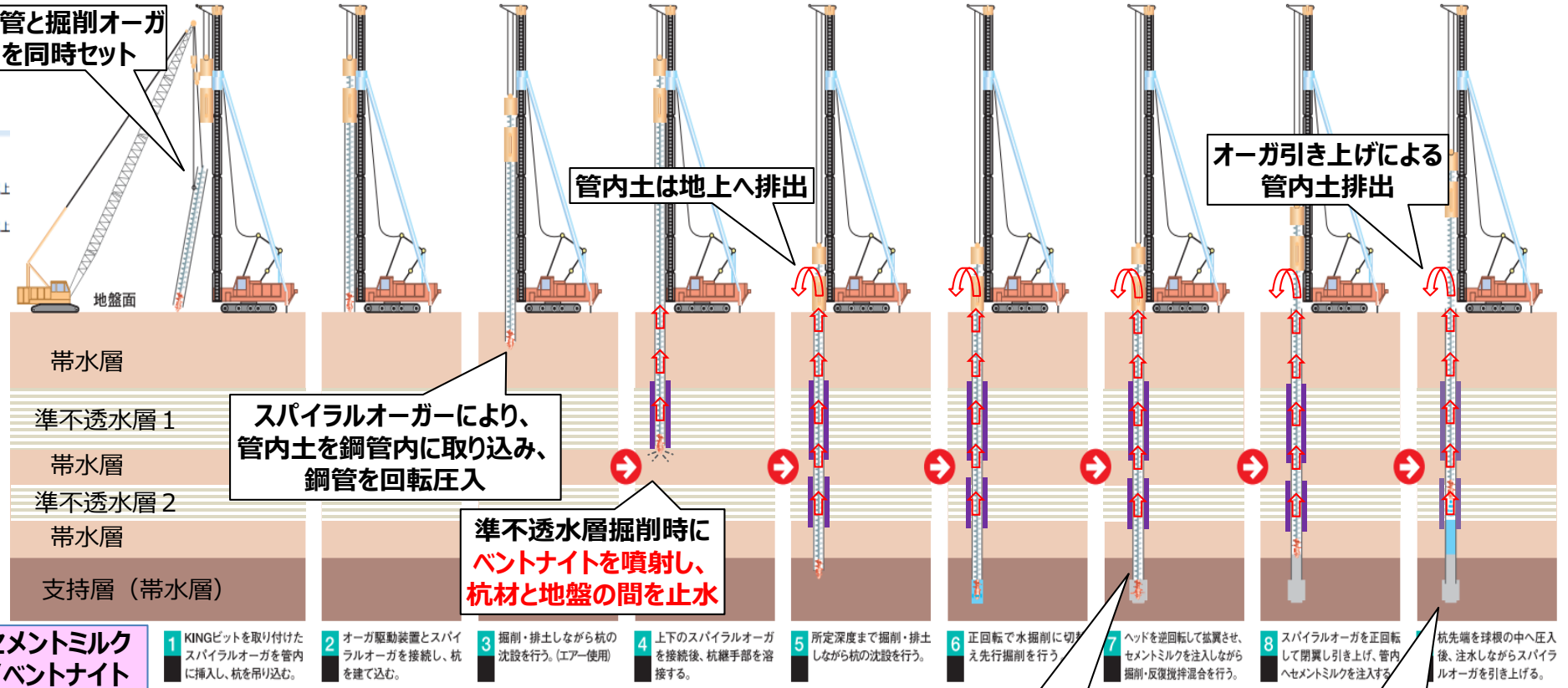
Copyright © 2022 JFE Steel Corporation. All Rights Reserved.

1-4）杭打設時の汚染拡散防止

準不透水層の上方+1m～下方-1mベントナイトを噴射し、掘削孔の孔壁保護＋**杭材と地盤の止水**を施しつつ、
鋼管（杭材）と掘削オーガを同時沈設することで、鋼管内に土を取り込み地上へ排出
杭先端部は、セメントミルク注入により**根固め球根を構築し、杭先端部を遮水**

コン剛パイル®工法





セメントミルク/ベントナイト噴射可能

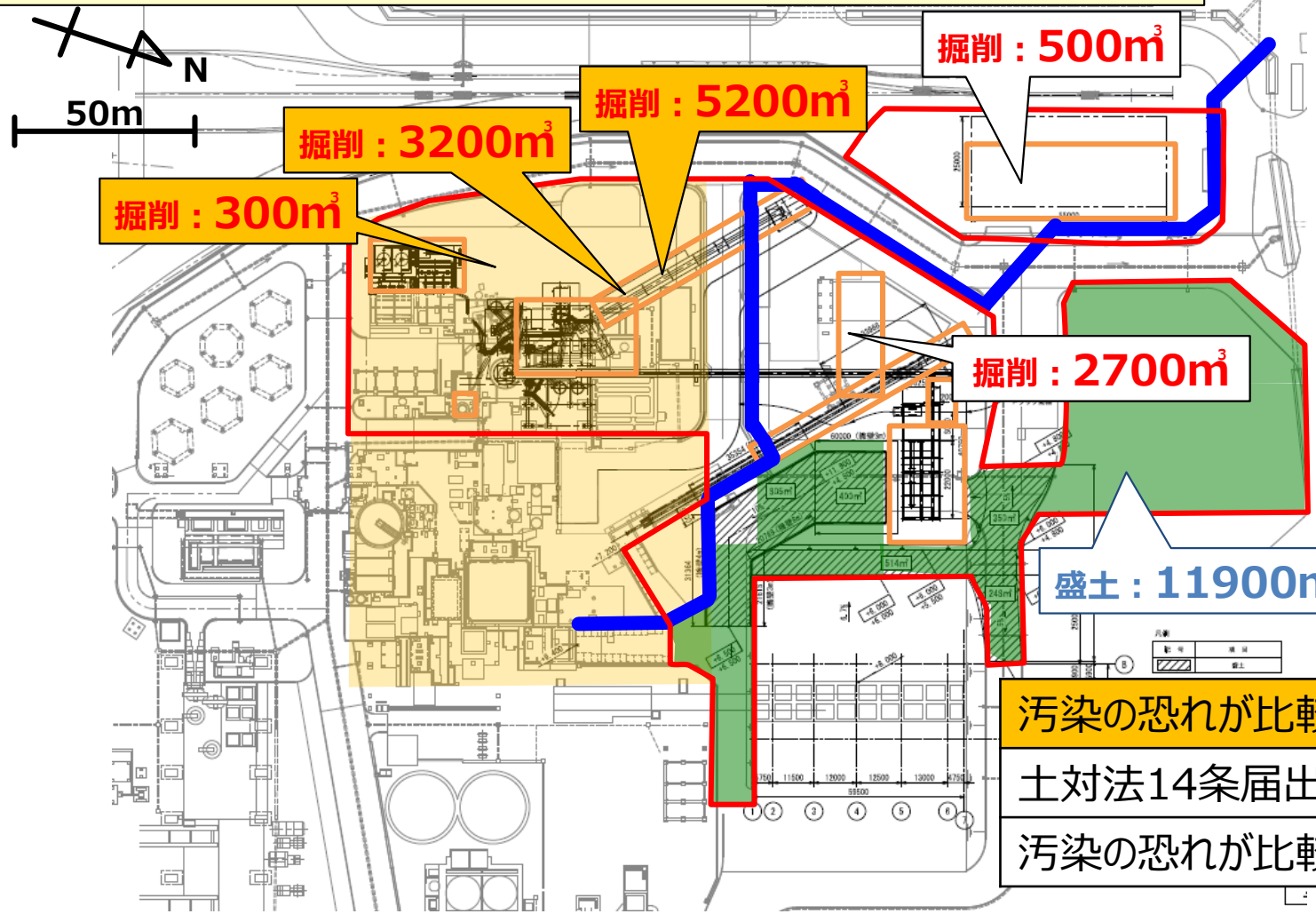
根固め球根築造時：
鋼管径×1.25～2.0倍
（必要支持力に応じて）

掘削時：
鋼管径＋26～50mm
(外側突起径巾まで)

Copyright © 2022 JFE Steel Corporation. All Rights Reserved.

1-5）建設工事における対策（土対法14条申請範囲）

土対法に基づき、周囲に影響を与えないように建設工事を実施する。
掘削土は、敷地内（形質変更時要届出区域）で全て再利用。



：シアン汚染のおそれが比較的多い範囲
：掘削範囲
：盛土範囲

赤枠の範囲
：土対法14条申請
⇒形質変更時要届出区域

汚染の恐れが比較的多い土地での掘削	8,700㎥
土対法14条届出区域での盛土	11,900㎥
汚染の恐れが比較的多い残土の区域外搬出量	0㎥

Copyright © 2022 JFE Steel Corporation. All Rights Reserved.

1-6）作業者への暴露対策

汚染土/汚染地下水を取り扱う作業者のリスク：
①地下水中のシアン化合物より<u>シアン化水素ガスが発生</u>し、吸入する
②掘削土に含まれる<u>シアン化合物が飛散</u>し、粉塵として吸入する

⇒ **事前調査を実施した上で、工事の計画段階、実行段階で対策**

事前調査

・土壌汚染調査（汚染が確認されている範囲かつ掘削予定範囲、10mメッシュ）により、
深度毎（@1m、最大掘削深GL-5m迄)の土壌のシアン溶出量、シアン含有量を測定。
・最も濃度の濃い＃3観測井の地下水を採取し、シアン化水素ガスを測定。
シアン化合物の形態変化(泥土の影響、地下水の中和処理)も踏まえ、PHを変化させたシアン化水素発生状況も把握。

工事の計画段階

・工事発注側⇒元請（工事の入札予定者）に、危険有害情報の一部として全ての事前調査結果を提供。
・元請（建設工事の受注者）は、施工計画策定時に作業毎のリスクアセスメントにより、安全対策を立案。
・・・高リスクと想定される作業：掘削工、盛土工、杭打設に伴う残土処理、地下水処理工　等

工事の実行段階

・作業エリアの濃度測定。・・・厚生労働省の「屋外作業場等における作業環境管理に関するガイドライン」に準ずる。
・建設作業エリアの区画と明示、休憩室（作業エリアでの飲食・喫煙禁止）や洗浄設備の設置。
・汚染土/汚染地下水の取り扱い上の注意事項、使用するべき保護具の掲示。
・リスクに応じた安全措置、保護具の着装。（呼吸器用保護具、不浸透性の保護衣、保護手袋、シアン化水素ガスモニタ等）

Copyright © 2022 JFE Steel Corporation. All Rights Reserved.

1-7）過去の汚染状況調査結果（第３回シアン対策専門委員会資料:2005年）

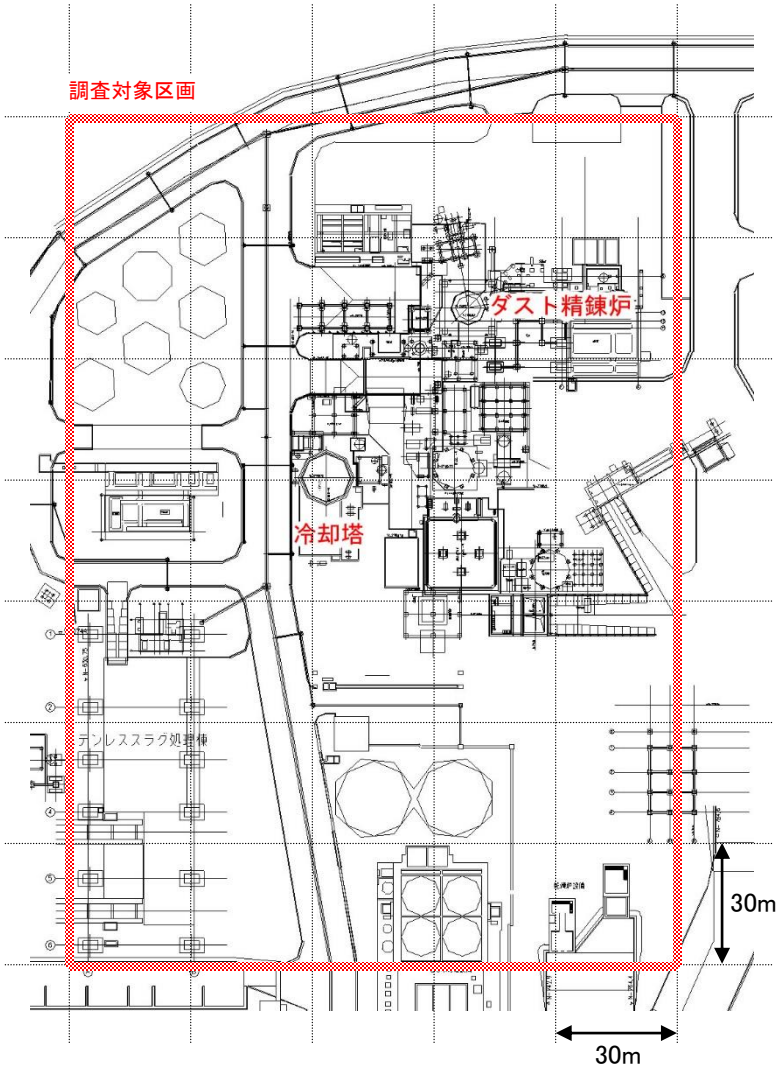
委員ご意見

調査内容

調査①
1. 対象特定有害物質:シアン化合物（地下水および土壌（溶出））
2. 調査方法
(1)対象区画　：ダスト精錬炉周囲（右図参照）に設定
(2)試料採取方法　：100m2の単位区画ごとに試料（土壌、地下水）を採取し、汚染範囲を限定する
(3)深度　：地下水　**掘削時に水が出てきた深度にて採取**
土壌　表層～5cm、5～50cm（2深度を等量混合）
※コンクリート構造物等がある場合は、以下の順に検討する
1）メッシュ内で構造物を避けた地点でサンプリング
2）コア抜き等を実施しサンプリング
3）隣の地点でサンプリング

調査②
1. 対象特定有害物質:シアン化合物（地下水および土壌（溶出））
2. 調査方法
(1)冷却塔近傍でボーリング（深さ10m）
a）地下水:冷却塔底部付近の深度（－2m）で採取
b）土壌　:GL－1～10m、1m毎10個採取
(2)濃度コンター図作成
必要に応じて汚染範囲内の試料採取ポイントを追加の上、作成する。
（今後、作成予定）

調査③
1. 対象特定有害物質（地下水および土壌（溶出））
カドミウム及びその化合物，六価クロム化合物，水銀及びその化合物，セレン及びその化合物，鉛及びその化合物，砒素及びその化合物，ふっ素及びその化合物，ほう素及びその化合物
2. 調査方法
調査①で採取した試料より、数試料について分析する。



ダスト精錬炉周辺　地下水・土壌調査区域図

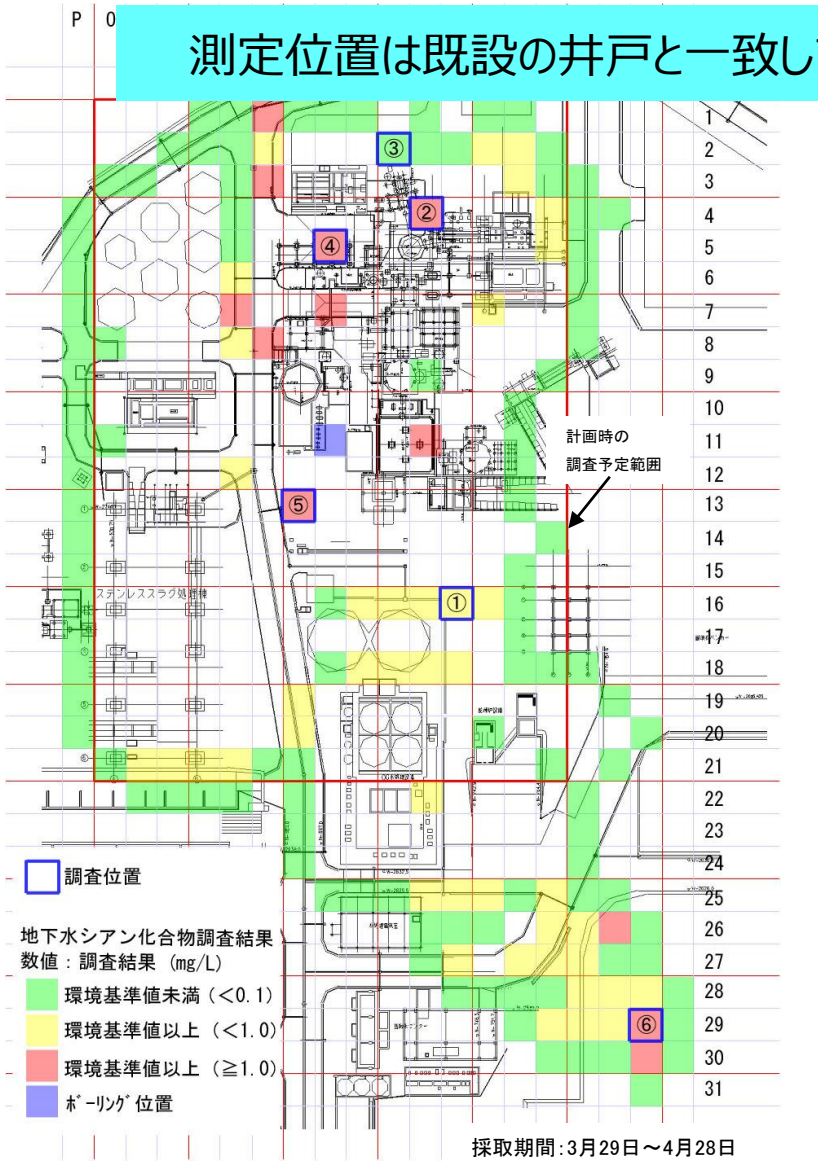
Copyright © 2022 JFE Steel Corporation. All Rights Reserved.

1-7）過去の汚染状況調査結果(2005年地下水調査結果(第２種特定有害物質))

委員ご意見

過去の地下水調査結果（シアン以外の第２種特定有害物質）では、ふっ素及びその化合物のみ地下水環境基準値以上であったが、それ以外の物質は地下水環境基準値以下であった。

測定位置は既設の井戸と一致していない



ダスト精錬炉周辺　地下水　調査結果

測定結果（地下水）

測定項目	基準値 mg/L	①（D-16）	②（E-4）	③（F-2）	④（H-5）	⑤（I-13）	⑥（AC-29）
カドミウム及びその化合物	≦0.01	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
六価クロム化合物	≦ 0.05	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
水銀及びその化合物	≦ 0.0005	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
セレン及びその化合物	≦ 0.01	0.004	0.004	0.003	0.005	0.006	0.01
鉛及びその化合物	≦ 0.01	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
砒素及びその化合物	≦ 0.01	0.001	0.002	N.D.	0.001	0.001	0.002
ふっ素及びその化合物	≦ 0.8	1.7	1.1	1.6	2.6	7.4	1.8
ほう素及びその化合物	≦ 1.0	0.7	0.2	N.D.	0.7	1.0	N.D.

測定方法

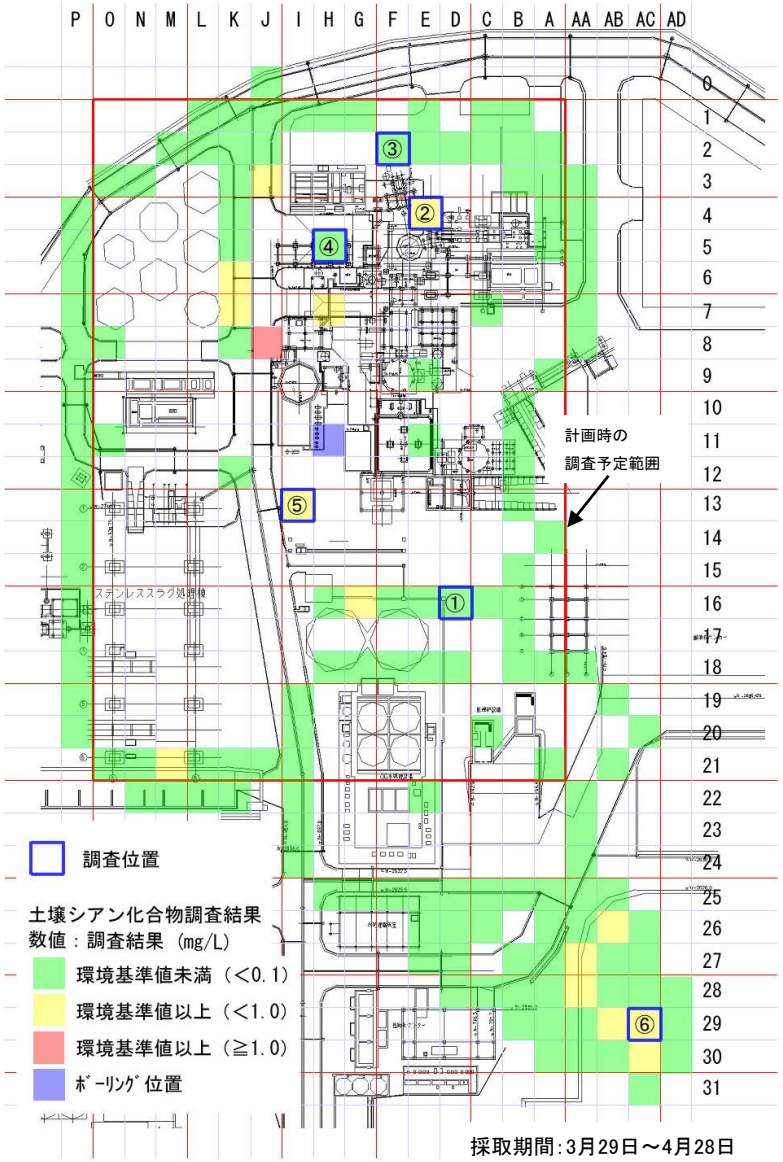
測定項目	測定方法	単位	定量下限値
カドミウム及びその化合物	環境省告示第17号（JIS　K　0102　55.3）	mg/L	0.001
六価クロム化合物	環境省告示第17号（JIS　K　0102　65.2.1）	mg/L	0.005
水銀及びその化合物	環境省告示第17号（昭和46年県告第59号付表1）	mg/L	0.0005
セレン及びその化合物	環境省告示第17号（JIS　K　0102　67.2）	mg/L	0.001
鉛及びその化合物	環境省告示第17号（JIS　K　0102　54.3）	mg/L	0.001
砒素及びその化合物	環境省告示第17号（JIS　K　0102　61.2）	mg/L	0.001
ふっ素及びその化合物	環境省告示第17号（JIS　K　0102　34.1）	mg/L	0.08
ほう素及びその化合物	環境省告示第17号（JIS　K　0102　47.3）	mg/L	0.1

Copyright © 2022 JFE Steel Corporation. All Rights Reserved.

1-7）過去の汚染状況調査結果(2005年土壌調査結果(第２種特定有害物質))

委員ご意見

過去の土壌調査結果（シアン以外の第２種特定有害物質）では、ふっ素及びその化合物以外の物質は土壌溶出量基準値以下であった。



ダスト精錬炉周辺　土壌　調査結果

測定結果（土壌）

測定項目	基準値 mg/L	①（D-16）	②（E-4）	③（F-2）	④（H-5）	⑤（I-13）	⑥（AC-29）
カドミウム及びその化合物	≦0.01	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
六価クロム化合物	≦ 0.05	N.D.	0.015	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
水銀及びその化合物	≦ 0.0005	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
セレン及びその化合物	≦ 0.01	N.D.	N.D.	0.004	0.001	N.D.	0.001
鉛及びその化合物	≦ 0.01	N.D.	N.D.	0.001	N.D.	N.D.	N.D.
砒素及びその化合物	≦ 0.01	0.004	0.003	0.004	N.D.	0.003	0.002
ほう素及びその化合物	≦ 1.0	0.2	0.2	0.4	0.8	0.4	N.D.

測定方法

測定項目	測定方法	単位	定量下限値
カドミウム及びその化合物	環境省告示第46号（JIS K 0102 55.3）	mg/L	0.001
六価クロム化合物	環境省告示第46号（JIS K 0102 65.2.1）	mg/L	0.005
水銀及びその化合物	環境省告示第46号（昭和46年県告第59号付表1）	mg/L	0.0005
セレン及びその化合物	環境省告示第46号（JIS K 0102 67.2）	mg/L	0.001
鉛及びその化合物	環境省告示第46号（JIS K 0102 54.3）	mg/L	0.001
砒素及びその化合物	環境省告示第46号（JIS K 0102 61.2）	mg/L	0.001
ほう素及びその化合物	環境省告示第46号（JIS K 0102 47.3）	mg/L	0.1

ふっ素及びその化合物については分析結果不明

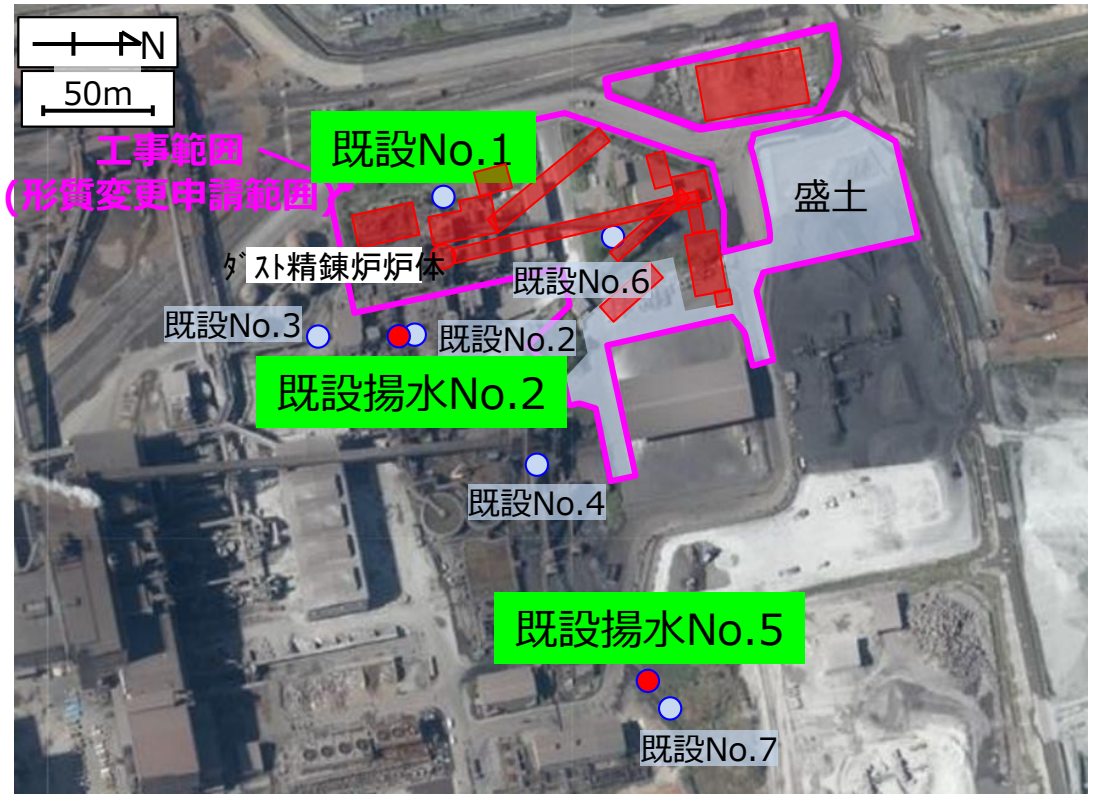
Copyright © 2022 JFE Steel Corporation. All Rights Reserved.

委員ご意見

1-7）No.1、2、5井戸 地下水測定結果(第２種特定有害物質) 2022年

工事エリアの有害物質による土壌汚染の有無を確認するため、既存No.1観測井とNo2,5揚水井の地下水測定（第２種特定有害物質）を実施した。結果は、ふっ素及びその化合物とほう素及びその化合物において一部の地点で地下水環境基準値以上であったが、それ以外の物質は地下水環境基準値以下であった。

観測井、揚水井配置図



No.1、2、5観測井、揚水井地下水測定結果

測定項目	地下水環境基準（mg/l）	測定結果（mg/l）				
		1-1-a 1.0～5.0m	1-1-b 6.2～8.0m	1-2 13.0～14.0m	2-2 0.5～2.5m	5-1 0.8～4.8m
シアン及びその化合物	不検出（<0.1）	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
カドミウム及びその化合物	≦0.003	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
六価クロム化合物	≦ 0.02	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
水銀及びその化合物	≦ 0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
セレン及びその化合物	≦ 0.01	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0,004
鉛及びその化合物	≦ 0.01	0.003	<0.001	0.002	<0.001	<0.001
砒素及びその化合物	≦ 0.01	<0.002	0.004	<0.002	<0.002	<0.002
ふっ素及びその化合物	≦ 0.8	0.86	0.38	0.71	1.72	1.46
ほう素及びその化合物	≦ 1.0	0.07	2.5	3.5	0.16	0.54
		2022年10月採水			2022年6月採水	

Copyright © 2022 JFE Steel Corporation. All Rights Reserved.

1-8）建設工事における地下水汚染のモニタリング追加計画

委員ご意見

土木工事着工前に盛土・新設区画周辺に観測井を4基増設する。工事範囲全体のモニタリングにより、汚染が拡散しないこと、浄化の促進状況を把握していく。　モニタリング項目：シアン濃度、地下水位

＜観測井戸置場所＞

Copyright © 2022 JFE Steel Corporation. All Rights Reserved.

2．地下水汚染の浄化促進計画

Copyright © 2022 JFE Steel Corporation. All Rights Reserved.

浄化促進の基本方針

2008年4月から現在まで、揚水による地下水浄化と観測井戸によるモニタリングを実施し、高濃度のシアン汚染範囲の浄化を進め、効果を得てきた。

一方で、現状、浄化の進んでいない地点が見られることから、更なる地下水浄化対策の実行、汚染状況モニタリングの強化等により、対策の効果を把握しながら、これまで以上の地下水の浄化促進を図っていく。

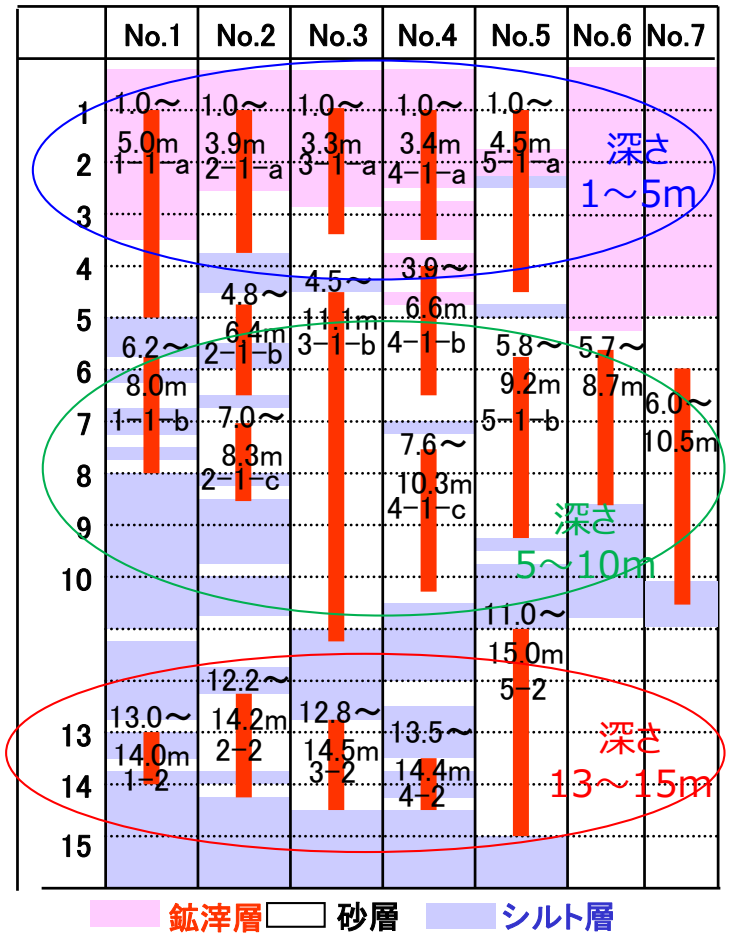
Copyright © 2022 JFE Steel Corporation. All Rights Reserved.

2-1）シアン対策の有効性評価(前回報告の訂正)

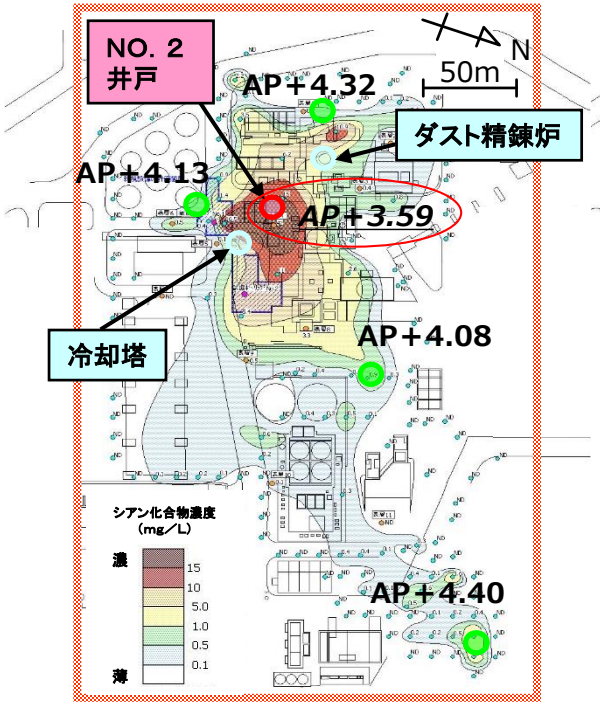
第1回委員会資料

2022年1月11日測定　数字は地下水位

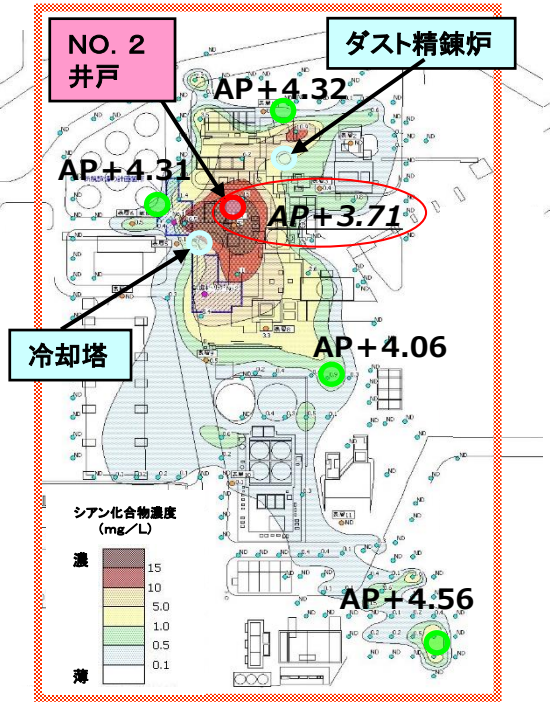
観測井設置深さ（数字は採水深度）



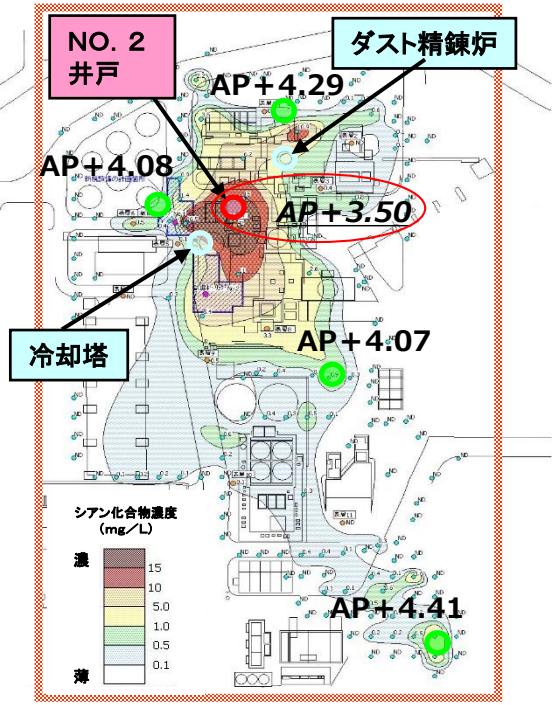
井戸深さ1～5mの水位



井戸深さ5～10mの水位



井戸深さ13～15mの水位



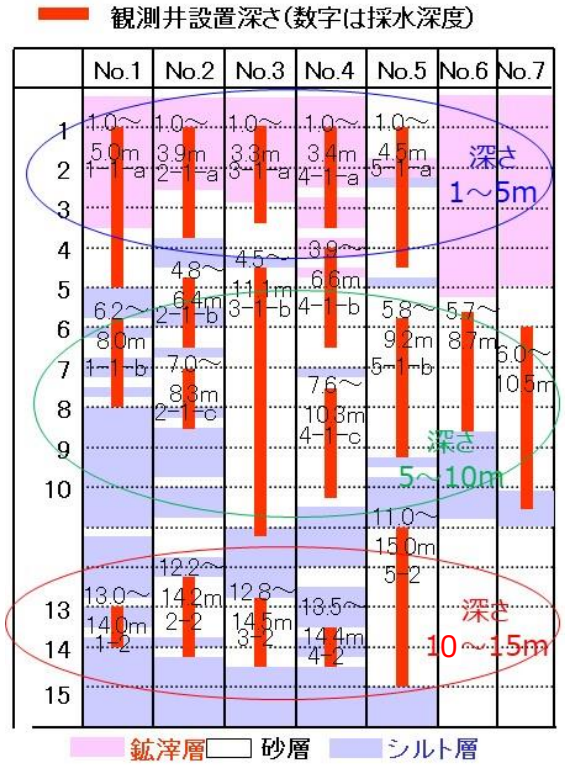
シアン濃度が最も高いNo.2井戸は、揚水しており、どの井戸深度でも地下水位は最も低い。
よって、周辺に拡散しにくい状態である。

Copyright © 2022 JFE Steel Corporation. All Rights Reserved.

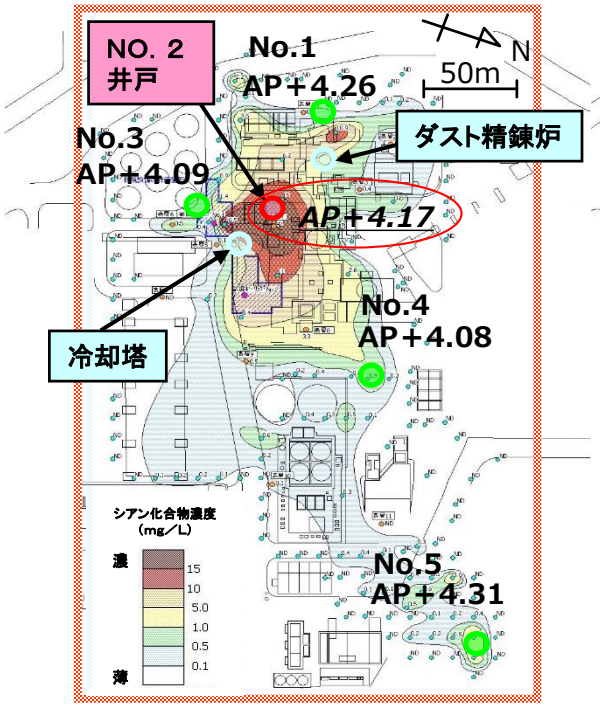
2-1）シアン対策の有効性評価(前回報告の訂正)

第１回委員会にて報告した地下水位に誤りがありましたので、以下の通り訂正いたします。

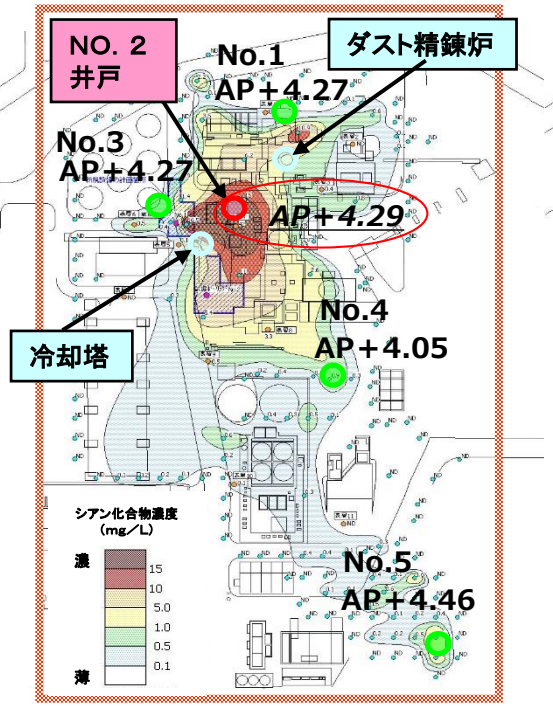
2022年1月11日測定
数字は地下水位



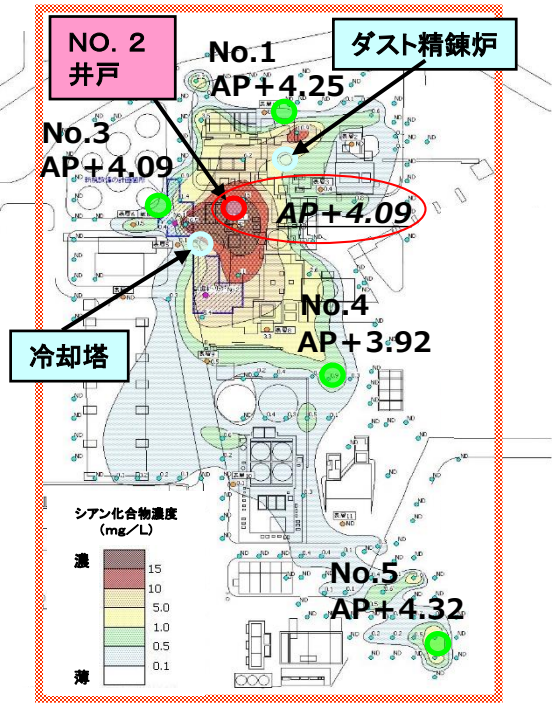
井戸深さ1～5mの水位



井戸深さ5～10mの水位



井戸深さ10～15mの水位

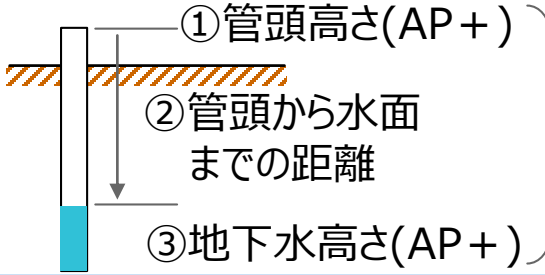


【訂正内容】

井戸No.	地下水位(AP＋ m)	
	訂正前	訂正後
2-1-a	3.59	4.17
2-1-b	3.69	4.27
2-1-c	3.71	4.29
2-2	3.50	4.09

【訂正理由】
今回、全ての井戸の①管頭高さを再測定実施したところNo.2井戸がこれまで使用してきた①より580㎜程度高く、③地下水高さも580㎜程度高くなることが判明したため。

【地下水位測定方法】



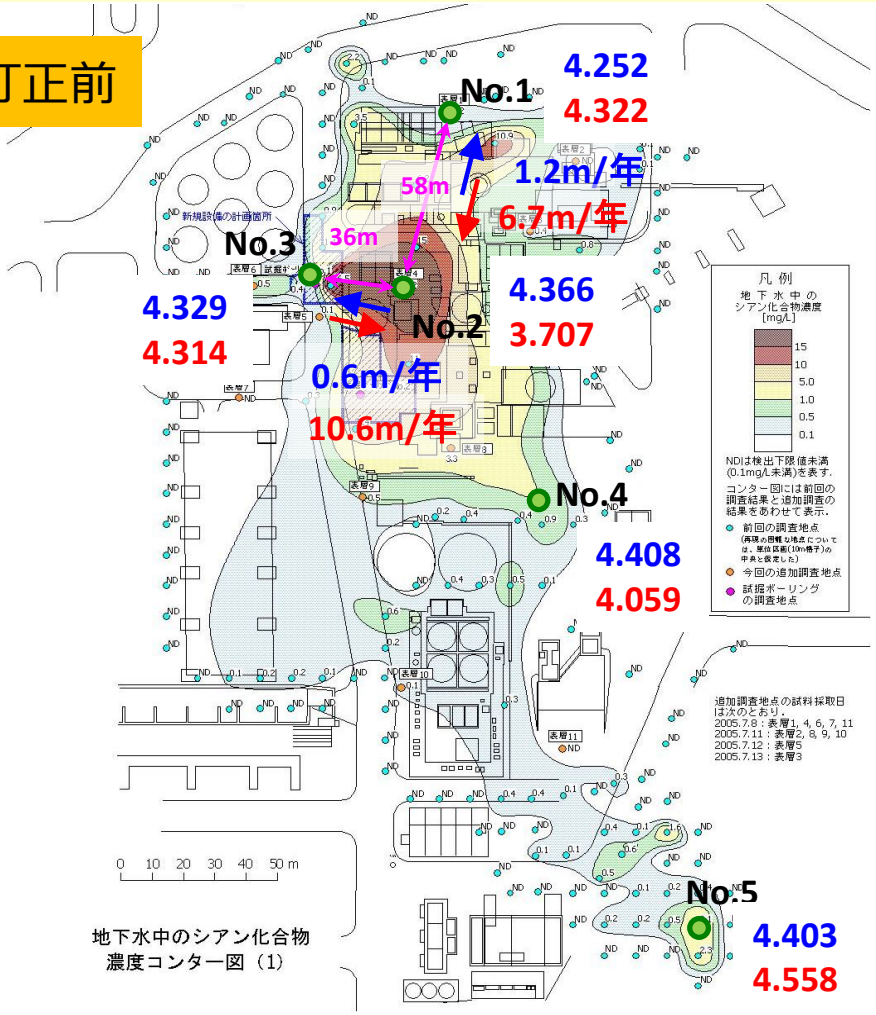
Copyright © 2022 JFE Steel Corporation. All Rights Reserved.

2-1）シアン対策の有効性評価(井戸深さ5～10m地下水流動方向の訂正）

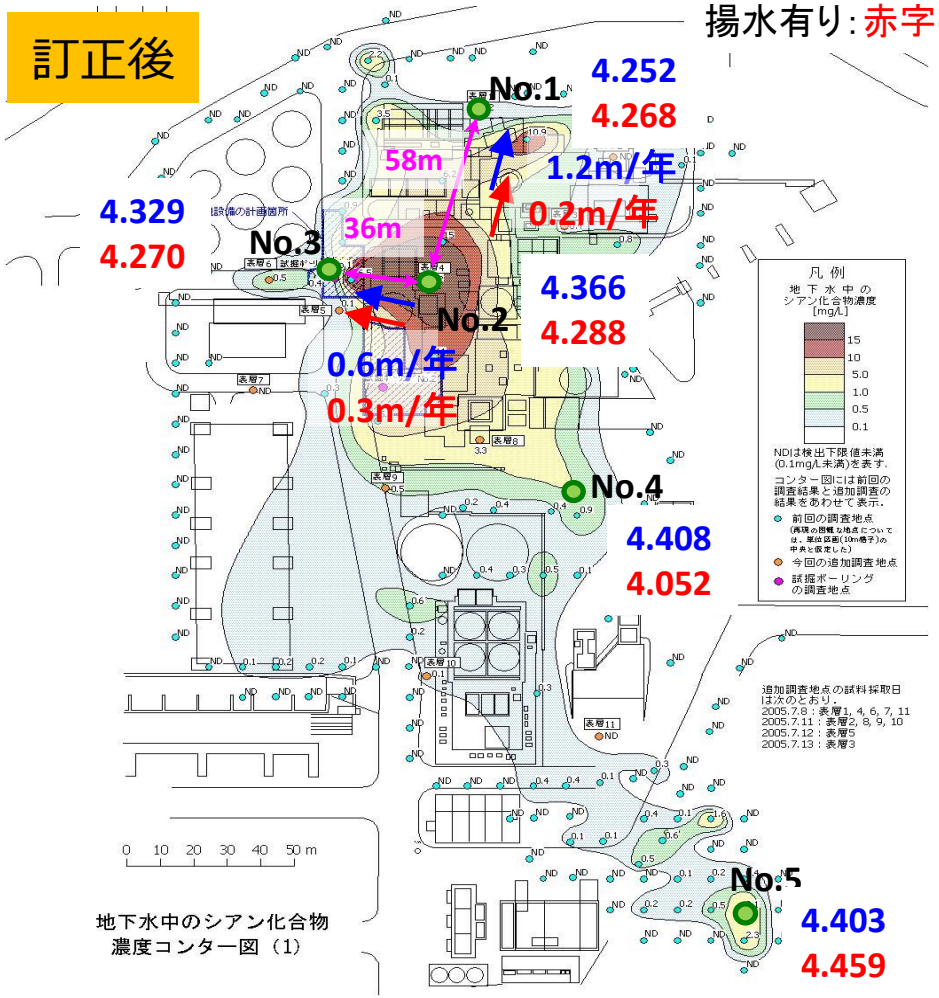
地下水位を訂正した結果から、地下水流動方向を訂正いたします。

揚水無し：青字(2005.11.22)
揚水有り：赤字(2022.1.11)

訂正前



訂正後



No.3からNo.2へ流動すると報告しておりましたが、実際はNo.2からNo.3へ流動しておりました。

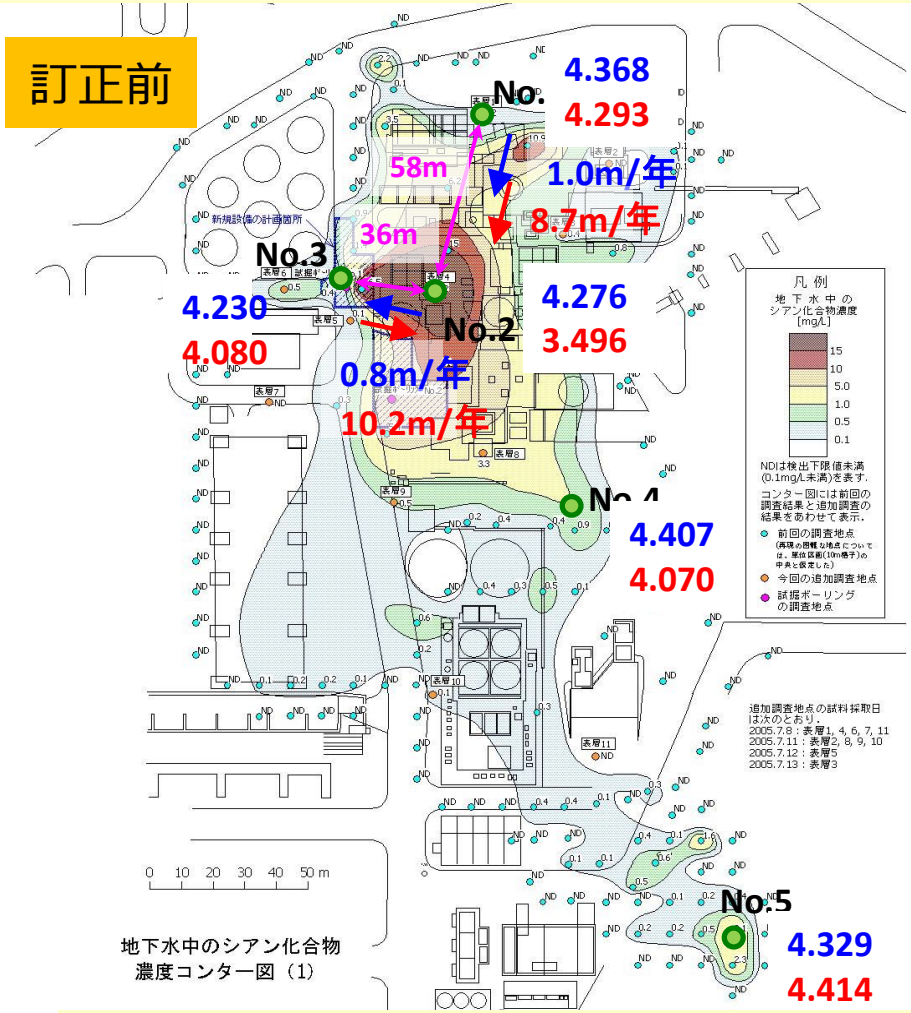
Copyright © 2022 JFE Steel Corporation. All Rights Reserved.

2-1）シアン対策の有効性評価(井戸深さ10～15m地下水流動方向の訂正）

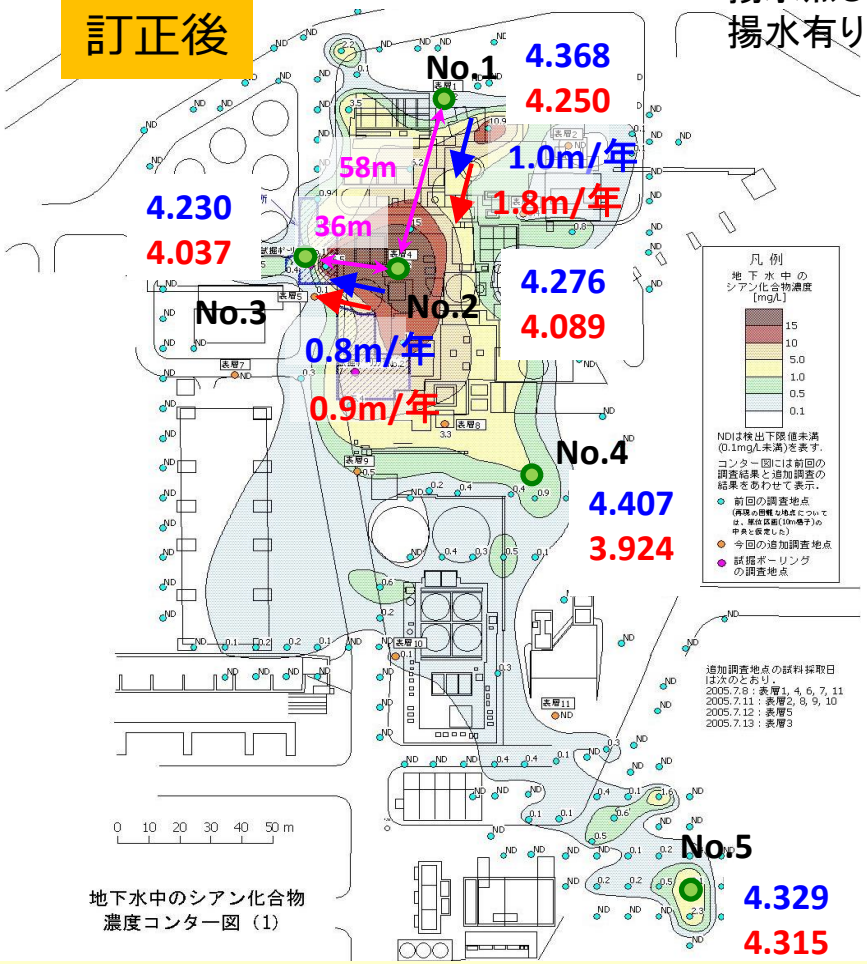
地下水位を訂正した結果から、地下水流動方向を訂正いたします。

揚水無し：青字(2005.11.22)
揚水有り：赤字(2022.1.11)

訂正前



訂正後



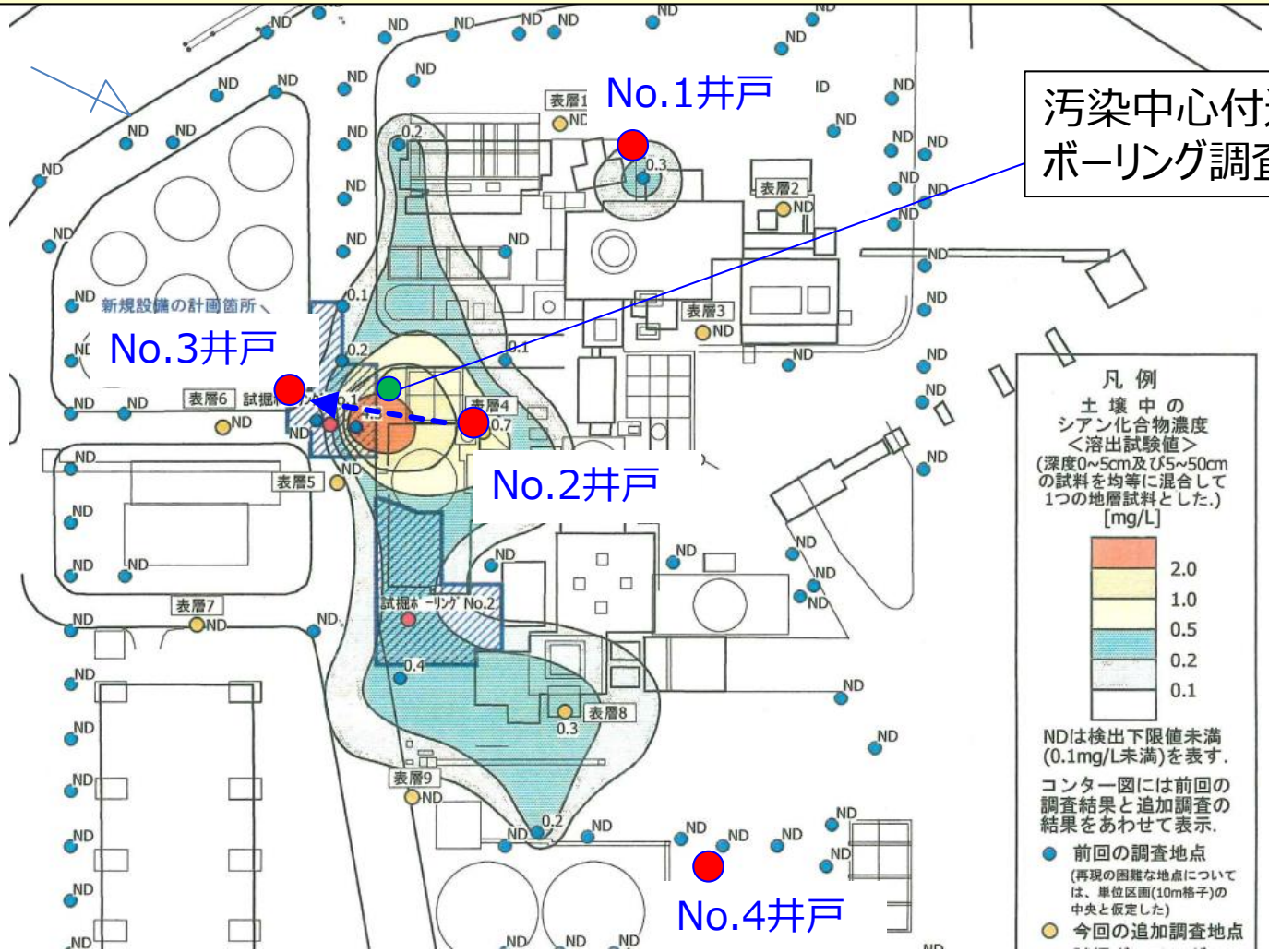
No.3からNo.2へ流動すると報告しておりましたが、実際はNo.2からNo.3へ流動しておりました。
以上より、No.2の揚水が少ないことがNo.3の浄化停滞の主因であると考えます。

Copyright © 2022 JFE Steel Corporation. All Rights Reserved.

2-1）シアン対策の有効性評価(土壌の高濃度汚染部の影響)

土壌の汚染分布によると、No.２とNo.3の間に汚染中心があり、No.2からNo.3への流れにより、No.3の浄化を停滞させていると推定されます。

土壌調査期間
2005年3月～7月

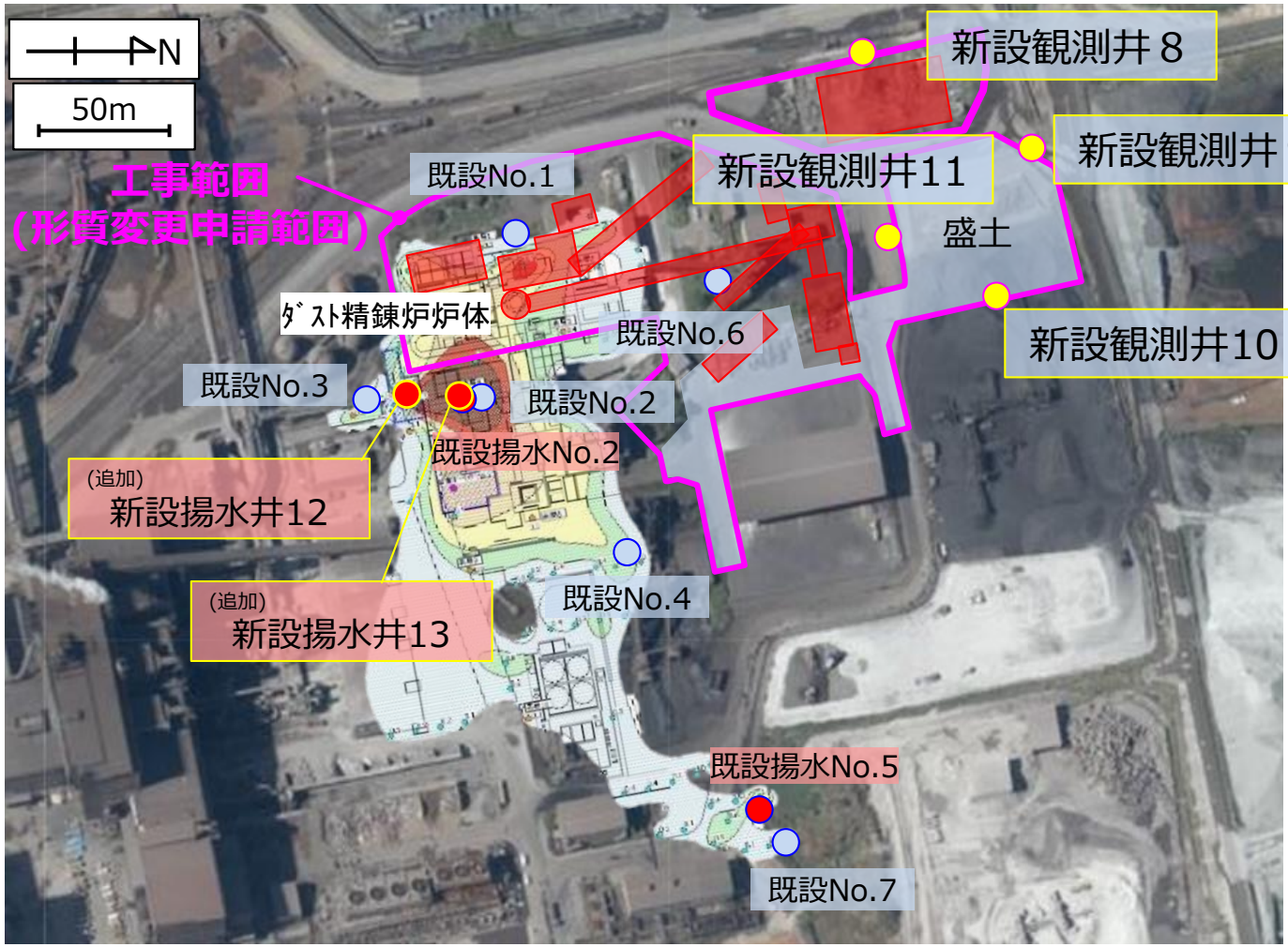


汚染中心付近にできるだけ近い位置で
ボーリング調査を行い汚染の状況を把握します

Copyright © 2022 JFE Steel Corporation. All Rights Reserved.

2-2）地下水汚染の浄化促進とモニタリング計画

CR高炉着工前に地下水流動方向など、対策検討のための各種調査を実施する。着工～試験終了までの間は、揚水の少ないNo.2と浄化の進んでいないNo.3に揚水井（12、13）を増設し、シアン濃度の高い部位の浄化を促進していく。また、モニタリング強化(観測井既7+新4基)により、揚水井増設による浄化促進効果を評価していく。



今後の調査・対策予定

(1)CR高炉着工前調査(～23年3月)　委員ご意見
対策検討のための各種調査の実施
①既存観測井の深度別地下水調査
②地下水の流動方向調査
③No.1およびNo.3観測井周辺の地下水・土壌汚染調査

(2) CR高炉着工～試験終了までの調査・対策 (～27年3月)　委員ご意見
①既設揚水井2基＋新設揚水井2基で揚水を行い浄化停滞部を改善を図る。
②既設観測井7基＋新設観測井4基で浄化促進効果と、盛土部の汚染拡散防止をモニタリングする。
③地下水の測定頻度を2倍(1回/月→2回/月)にして監視を強化する。

(3)CR高炉試験終了後の調査・対策(27年4月以降)
①No.1付近、No.3付近の深さ15mのｺｱﾎﾞｰﾘﾝｸﾞ結果を元に必要な対策を検討・実行する。
②浄化が促進しない場合は、更なる浄化促進対策を図っていく。

Copyright © 2022 JFE Steel Corporation. All Rights Reserved.

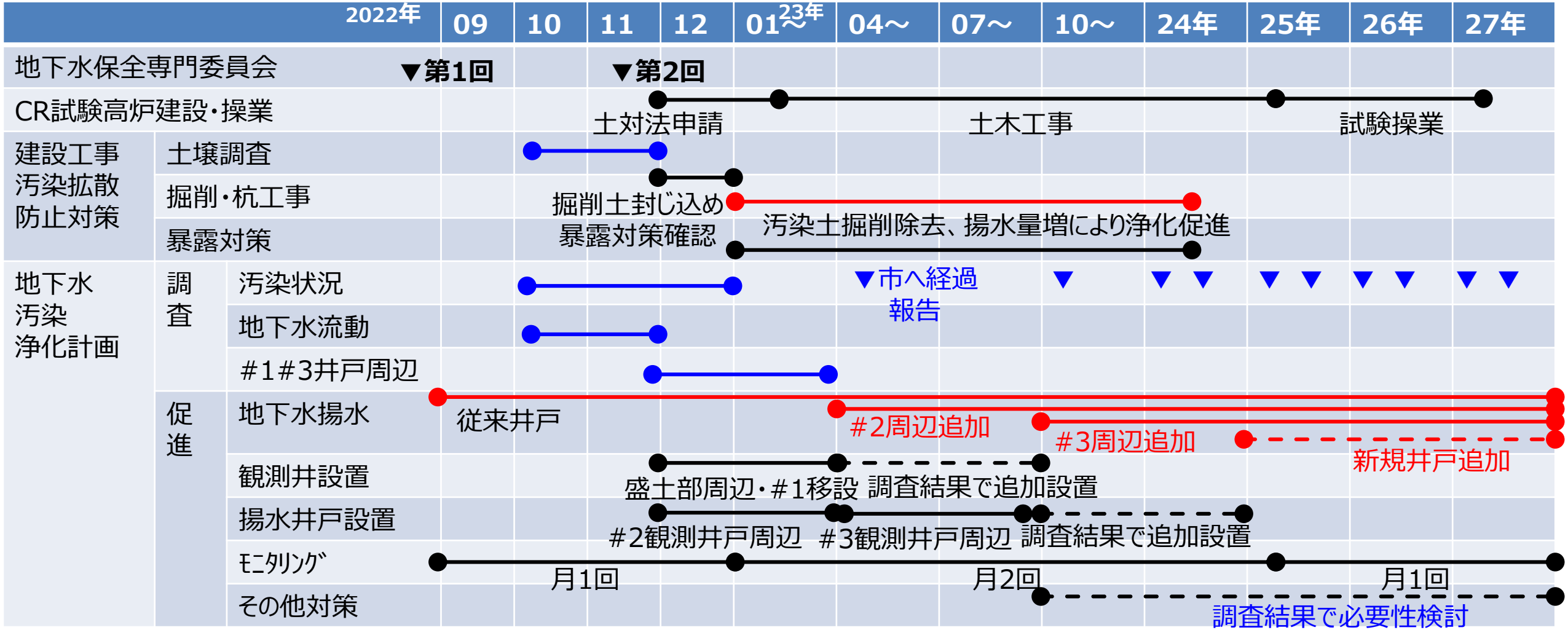
3．まとめ

Copyright © 2022 JFE Steel Corporation. All Rights Reserved.

3-1）地下水汚染浄化の全体スケジュール

【建設工事】**土壌調査結果を、23年1月までに専門委員会に報告**、承認後に着工予定。
【浄化促進計画】現状行っている各種調査※は23年3月末に完了予定。各種調査結果に基づき策定する
汚染浄化促進計画を23年度に専門委員会に報告予定。

※各種調査：「既存観測井戸の同一スクリーンの深度別地下水調査」「地下水の流動方向調査」「No.1およびNo.3観測井周辺の土壌汚染調査」



Copyright © 2022 JFE Steel Corporation. All Rights Reserved.

本資料の無断複製・転載・webサイトへのアップロード等はおやめ下さい