

線材工場内ホットポイントにおけるバイオスティミュレーション試行

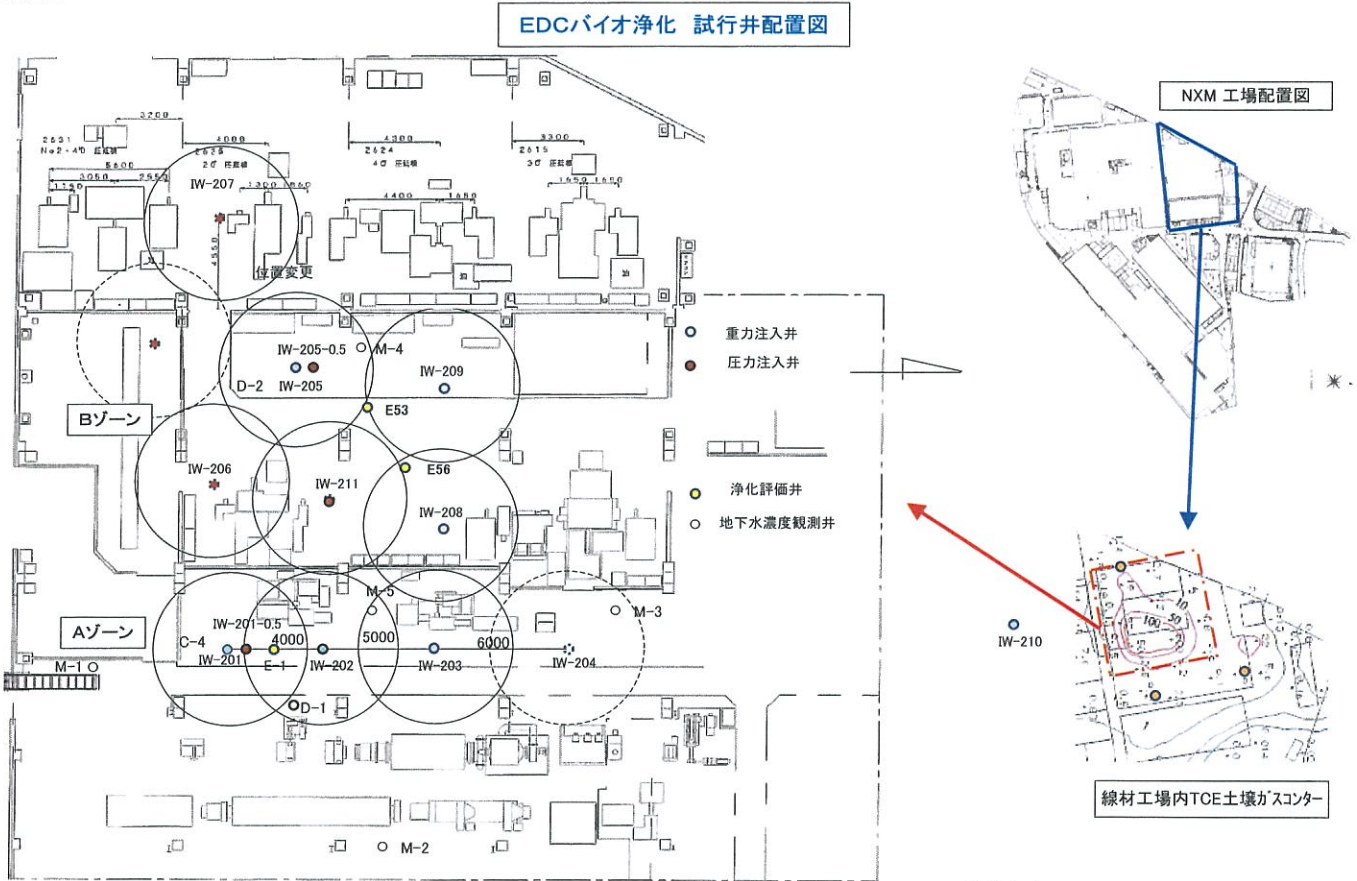
EDCバイオ浄化試行状況報告

I. 目的

線材工場内のVOC汚染ホットポイントにおいて、バイオ助剤にEDCを使用したバイオスティミュレーションを試行し、本サイトにおけるバイオ浄化の有効性を評価すると共に当社内の原状回復を図るための浄化条件を調査する。

II. 試行条件

1. 試行位置



- 凡例
- IW201-0.5, IW205-0.5圧力注入井 深さ 10m オールスクリーン
 - C-4 (IW201) 既設揚水井 → 自然注入井 深さ 10m スクリーン長3.2m
 - IW202~209汚染評価・自然注入井 深さ10m オールスクリーン
 - 浄化後評価井 深さ 10m オールスクリーン
 - D-1,2 洗浄機跡地 D-1既設浄化評価井 深さ 10m オールスクリーン
 - M 1,2,3,4,5既設観測井 深さ 5m オールスクリーン
- 直径 7.5m
実線 注入域
破線 未注入域

2. 浄化ゾーン設定

(1)Aゾーン 土壤汚染構造としては汚染が浸透し、難透水層まで沈降しているゾーン 井戸配設間隔を4, 5, 6mと順次広げながら、浄化効果が及ぶ範囲を確認しながら、浄化試行する。

(2)Bゾーン 汚染浸透痕跡が不飽和帯と飽和帯の境界付近に残存し、難透水層にも沈降しているゾーン 注入井をほぼ等間隔に順次設置、浄化効果を評価しながら浄化試行を行う。

3. 注入条件

- (1)注入方式 ①自然注入(重力浸透) ②圧力注入
- (2)注入深度 ①不飽和帯GL-1m ②不飽和帯と飽和帯境界付近(シルト断続層GL-3m) ③砂層(GL-6m) ④難透水層最上部シルト層(GL-9m)
- (3)注入溶液濃度 ①250倍 ②200倍 ③150倍 ④100倍 ⑤25倍
- (4)注入量 地下水環境基準到達するまで増量
- (5)注入回数

4. 評価指標

- (1)地下水VOC濃度 汚染実態、浄化効果の把握
- (2)土壤溶出濃度 汚染実態、浄化効果の把握
- (3)COD濃度 バイオ助剤到達範囲、滞留状況の把握
- (4)DO濃度 浄化環境の把握
- (5)酸化還元電位 //

III. 各注入井の試行条件、結果及び所見

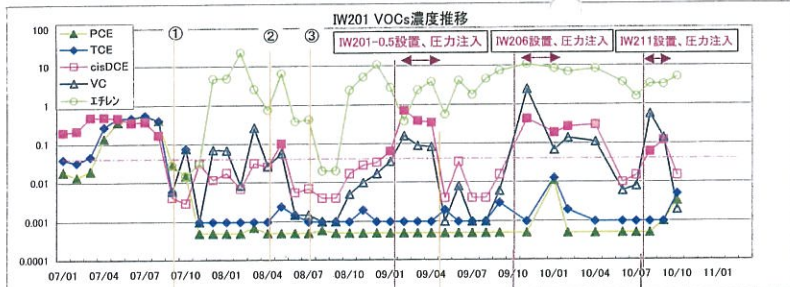
(1)Aゾーン 詳細 別添 Aゾーン試行評価シート参照

(2)Bゾーン 詳細 別添 Bゾーン試行評価シート参照

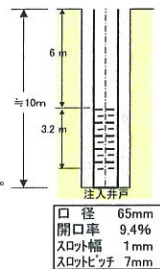
(3)まとめ

- ①EDCを使用したバイオスティミュレーションが当地の原状回復に有効であることを確認した。
・地下水については完全脱塩素化分解の進行を確認できた。
また、濃度についても環境基準を達成できる目処を得た。
・土壌については難透水層の完全浄化は困難であるも、地下水への溶出負荷を低減できることが分かった。
- ②浄化期間は4~6ヶ月必要である。
- ③注入深度については土壌汚染が残存している層に重点を置きながらの深度分割注入が効果的である。
- ④圧力注入は助剤の到達範囲を広げる効果とシルト質土壌の浄化を促進する効果がある。
- ⑤自然注入では助剤の滞留期間が圧入と比べ長く、分解浄化期間を長期化できる。
- ⑥浄化に必要なバイオ助剤量はBゾーンの結果ではバイオ助剤1.6Kg/土壌1m³であった。

各ゾーン地下水流向上流側に井戸を設置し、今回の結果を再検証する。(IW207試行)



IW201 注入仕様		①07/9	②08/4	③08/7	摘要
EDC注入量 (Kg)	GL-1m	225	-	50	400Kg
	GL-3m	-	-	-	
	GL-6m	-	-	75	
	GL-9m	-	50	-	
EDC溶液倍数		200	200	200	80m3
注入方式		自然注入(重力浸透)			

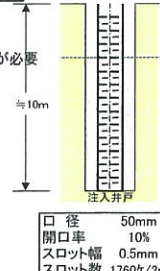


所見

1. IW201のスクリン範囲が6~9.2mと狭いため、バイオ助剤が行き渡りやすいと考えられたが、注入と同時に濃度は低下した。これは揚水により井戸周辺の浄化が進んでいたためと考えられる。
2. 汚染原因物質はエチレンまで完全分解することを確認した。
3. VOC各濃度は1年以上に亘り、環境基準を満足。



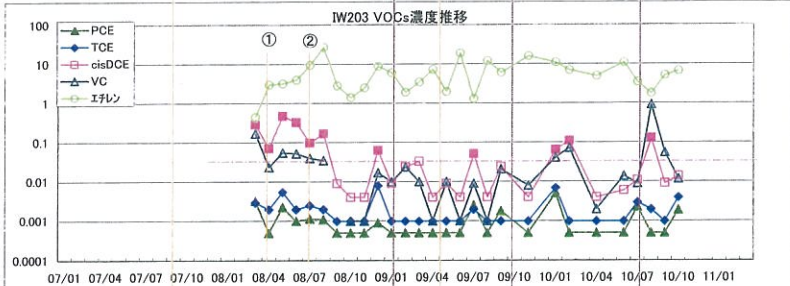
IW202 注入仕様		①07/11	②08/1	③08/4	④08/6	摘要
EDC注入量 (Kg)	GL-1m	225	-	-	50	455Kg
	GL-3m	-	-	-	-	
	GL-6m	-	-	-	75	
	GL-9m	-	55	50	-	
EDC溶液倍数		100	100	200	200	63m3
注入方式		自然注入(重力浸透)				



所見

- 不飽和帯からの高濃度注入では浄化効率が悪い。また、隣接井戸への浄化波及も小さい。
- 洗い流し効果とバイオ助剤の拡散効果を得るためには200倍溶液が必要

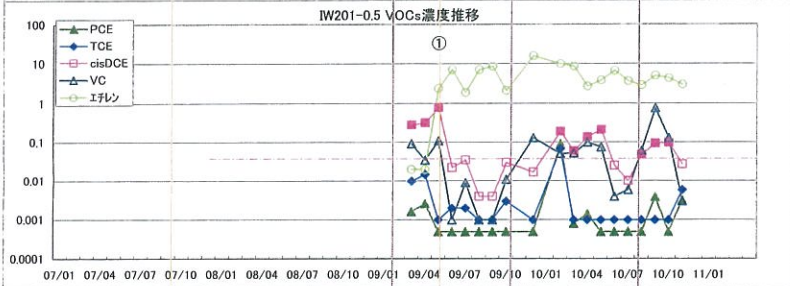
- 離隔距離4mのIW201の浄化効果はIW202に及んでいない。COD、DO濃度とcisDCE濃度推移からはIW201効果読み取れない。IW201-0.5設置の影響検討
- IW201は1桁以上の濃度上昇 スクリンがない部分の汚染液出影響
- IW202の濃度上昇は限定的 オールスクリーンによる浄化効果が高まる



IW203 注入仕様		①08/4	②08/7	③	摘要
EDC注入量 (Kg)	GL-1m	-	-	-	500Kg
	GL-3m	50	75	-	
	GL-6m	75	75	-	
	GL-9m	150	75	-	
EDC溶液倍数		100	250	-	84m3
注入方式		自然注入(重力浸透)			

所見

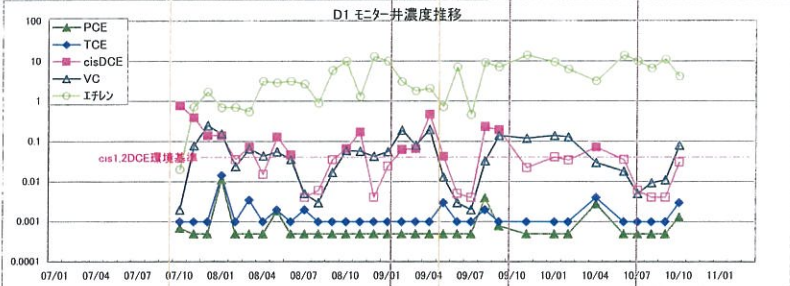
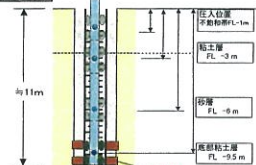
- 深度分割注入により浄化の進行は早い。
- 離隔距離5mのIW202の浄化効果が波及している。COD、DO濃度とcisDCE濃度推移はIW202効果を表している。



IW201-0.5 注入仕様		①09/5	②09/5	③09/5	④09/5	摘要
EDC注入量 (Kg)	GL-1m	-	100	-	-	435Kg
	GL-3m	-	100	-	30	
	GL-6m	-	-	90	15	
	GL-9m	100	-	-	-	
EDC溶液倍数		125	200	125	125	67m3
注入方式		圧力注入		自然注入		

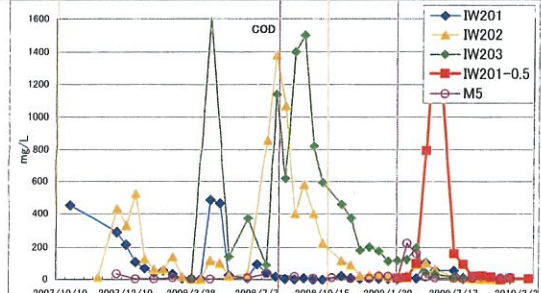
所見

- ・圧力注入によりIW201, IW202, D1への浄化波及が確認できる。



所見

- ・モーター井D1はIW201, IW202の地下水下流側4mにある
- ・IW202からの注入により浄化が進行した。
- ・cisDCE濃度が環境基準を上下しているのは、上流側からの汚染移流と考えられる。
- ・DCE, VCの濃度が再上昇しているのは、助剤の注入量が十分ではなかったためと考えられる。
- ・cisDCEとVCの挙動はほぼ連動している。

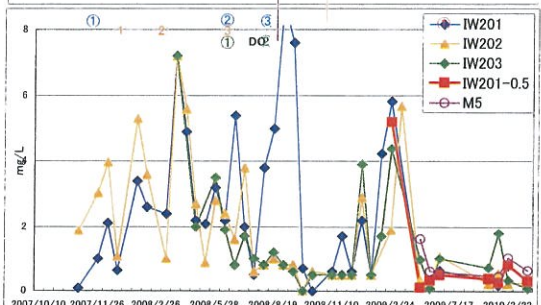


バイオ助剤は好気下では嫌気下より消費されやすい。好気性菌は嫌気性菌よりバイオ助剤を消費する。

嫌気下ではバイオ助剤は長く滞留する
2度目の注入では滞留期間は長くなる。

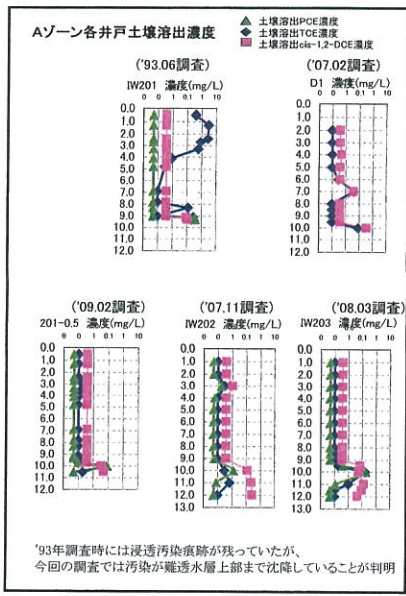
注入方式、深度によるバイオ助剤の到達距離
・圧力注入による到達距離は7m
・深度-1mからの重力浸透注入なら到達距離は3.5m

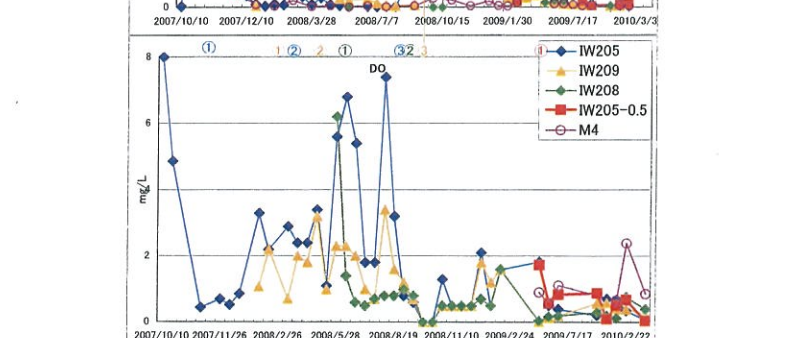
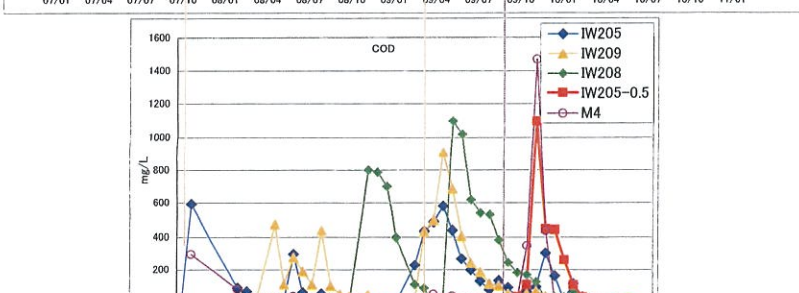
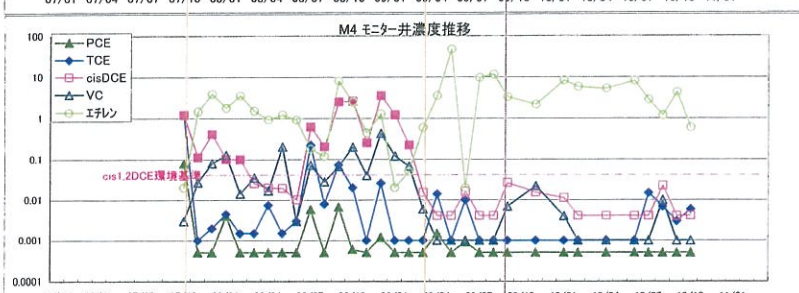
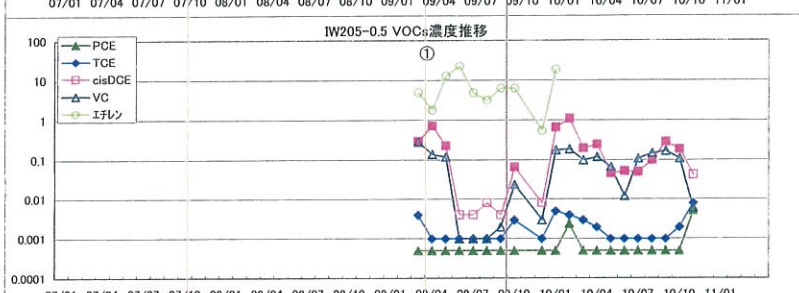
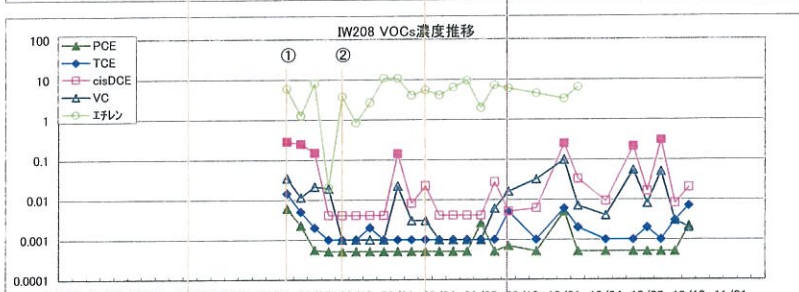
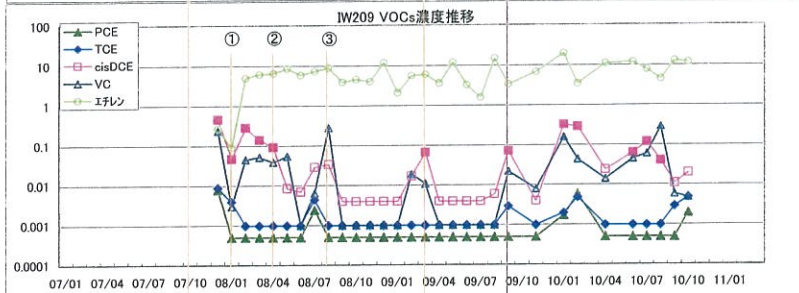
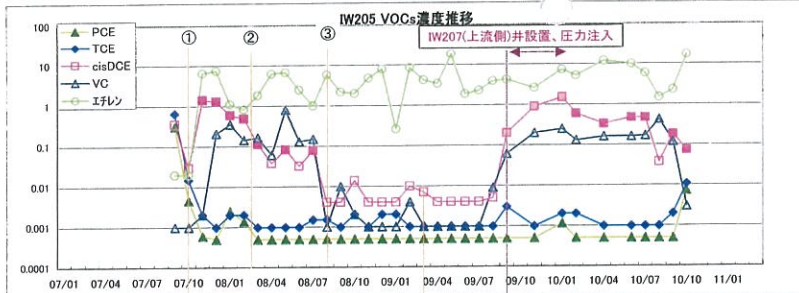
深度分割注入によりCOD高濃度維持期間は延びる。
浄化有効期間の長期化



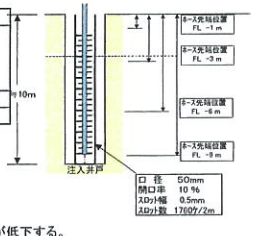
バイオ助剤注入深度による嫌気環境到達評価
帯水層底部 < 不飽和帯 < 深度分割

下流側注入井は短期間で嫌気環境に到達する。
・地下水の上流側に位置する205井へのバイオ助剤注入により嫌気性となった地下水が移流してくること
・適正な深度分割注入と相俟って短期間で嫌気環境に到達する。





	①07/10	②08/2,3	③08/8,9	摘要
EDC注入量 (Kg)	GL-1m	225	-	565Kg
	GL-3m	-	75	
	GL-6m	-	75	
	GL-9m	-	50	
EDC溶液倍数	200	200	250	123m3
注入方式	自然注入(重力浸透)			



所見

1. オールスクリーン井戸構造であるが、不飽和帯からの重力浸透注入ではDCE浄化の進行が遅い。難透水層上部及び深度分割注入で浄化が進行。効率的な浄化には適正な深度分割注入が必要である。

2. 1回目の注入ではバイオ助剤はすぐに消費され、COD濃度が低下する。好気菌に消費されると考えられる。好気菌の助剤消費により有機酸が発生し、DO濃度は低下、好気菌は減少する。

3. DO濃度が1mg/L未満、助剤濃度が100mg/L以上あれば還元状態を維持し、分解浄化が進行する。

4. 汚染原因物質はエチレン系で完全分解することを確認した。

5. VOC各濃度は1年以上に亘り、環境基準を満足したことを確認した。

	①08/1	②08/4	③08/9	摘要
EDC注入量 (Kg)	GL-1m	56	-	675Kg
	GL-3m	-	75	
	GL-6m	56	75	
	GL-9m	113	150	
EDC溶液倍数	100	150	250	113m3
注入方式	自然注入(重力浸透)			

IW205注入影響評価(8m離隔)

PCE, TCE, DO濃度が低下しており、浄化環境に早く到達する。

浄化の進行評価

① 1回目の注入はIW205とほぼ同量の助剤注入を行うもCOD濃度が維持できていない。濃度が高すぎたのか、

② 2回目の注入でcisDCE環境基準を満足するが、VCが十分に分解する濃度までは到達していない。

③ 3回目の注入で分解浄化が完了する。

DOの低下には助剤濃度よりも期間に依存することが伺える。

好気菌が活性化するには、初期注入濃度は200倍以上が適合するのでは

	①08/5	②08/9	③	摘要
EDC注入量 (Kg)	GL-1m	-	-	525Kg
	GL-3m	75	75	
	GL-6m	75	75	
	GL-9m	150	75	
EDC溶液倍数	100	250	-	86m3
注入方式	自然注入(重力浸透)			

IW205, 209の浄化効果が波及している

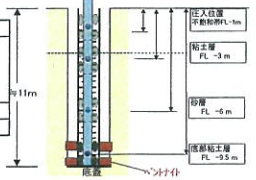
PCE, TCE, DO濃度が低下しており、浄化環境に早く到達する。

浄化の進行評価

① 1回目の注入から3ヶ月で環境基準達成。

② 上流側の対策等により散発的に濃度上昇するもほぼ環境基準満足。

	①09/4	②09/5	③	摘要
EDC注入量 (Kg)	GL-1m	100	-	525Kg
	GL-3m	100	30	
	GL-6m	100	30	
	GL-9m	100	40	
EDC溶液倍数	200	125	-	93m3
注入方式	圧力注入 自然注入			



IW205注入影響評価 (IW205-0.5との離隔距離は0.8m)

地下3m付近の土壌にも浄化効果が認められる。難透水層からの地下水への汚染溶出は殆ど認められない。ほぼ地下水汚染についても浄化が完了した状態。

圧力注入評価

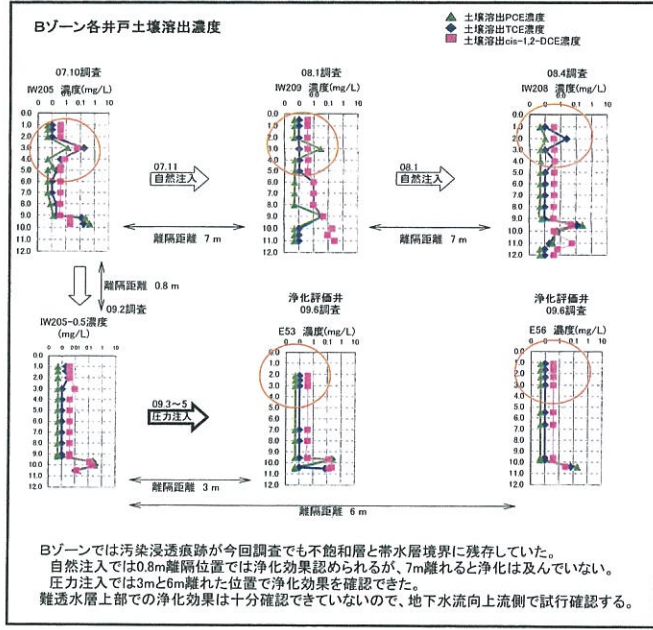
① 自然注入では浄化できなかった浅井戸監視井M4の浄化も達成。

② 初期注入濃度は200倍以上が適合している。

③ 圧力注入は助剤到達範囲が広いことから、注入量が不足していた。(VC濃度の上昇) 到達範囲から算出すると約3倍程度の助剤注入が必要。今後の検証課題。

モニター井M4はIW205, IW209の地下水の上流側3.5mの位置にある浅井戸

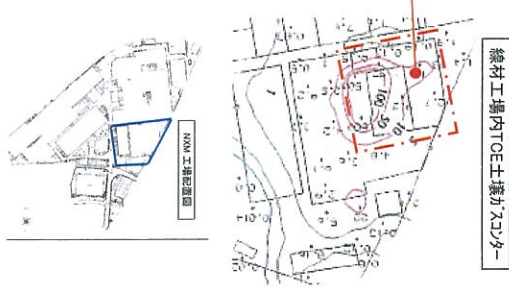
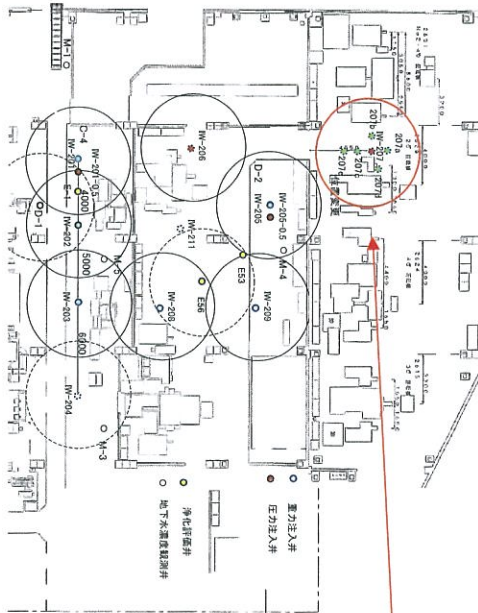
- ・自然注入では助剤到達が十分でなく、cisDCEまでの限定的な浄化に留まった。
- ・圧力注入では確実に助剤が到達し、浄化が進行した。



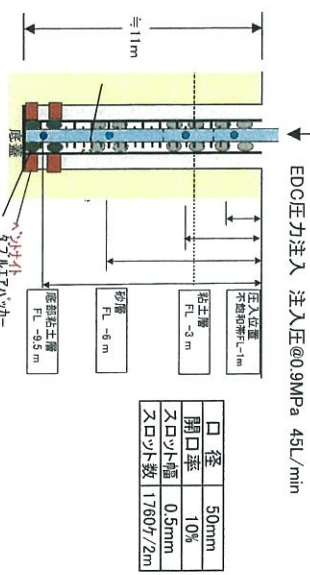
EDCバイオナミュレーション試験結果に基づく浄化検証

10.7.2
NXM

- I. 目的
線材工場バイオ浄化試験において確認できた有効性の高い注入条件を、先の試験影響の少ない地下水流向、上流側ポイントで検証する。
- II. 試験位置



II. IW207浄化試験条件 井戸仕様と注入深度

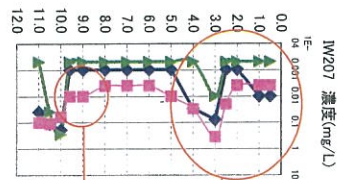


口径	50mm
開口率	10%
スロット幅	0.5mm
スロット数	17607/2m

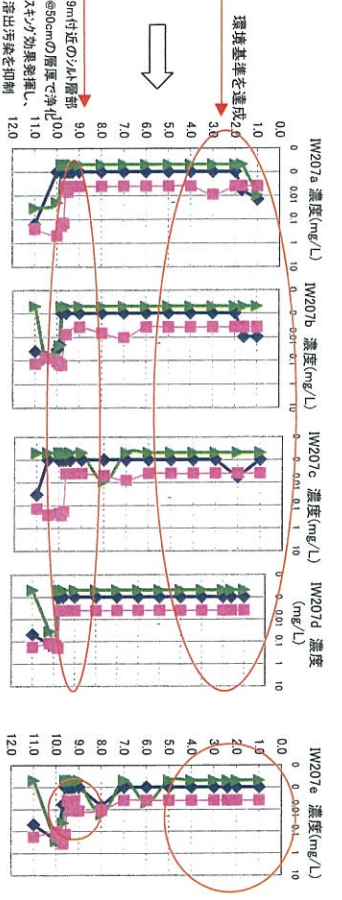
注入仕様	
IW207 注入期間	12/11~16 12/22~23
GL-11m	80
GL-3m	30+30
EDC注入量 (kg)	80
GL-6m	30+30
GL-9m	85
合計	325kg
EDC溶液倍数	180kg
注入方式	200 圧力注入
	25 圧力注入

III. 土壌浄化評価

浄化前 (09.10)

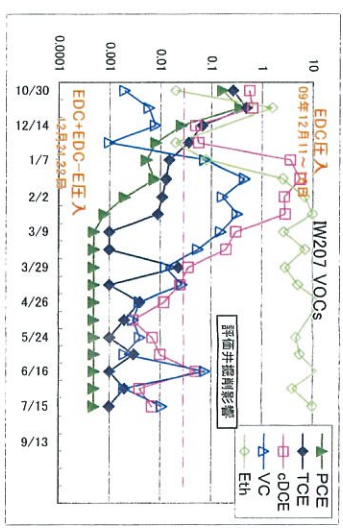


浄化後 (EDC注入6ヶ月後土壌溶出評価 '10.6)

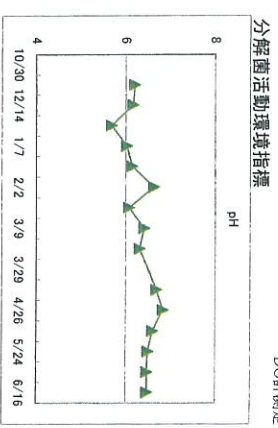
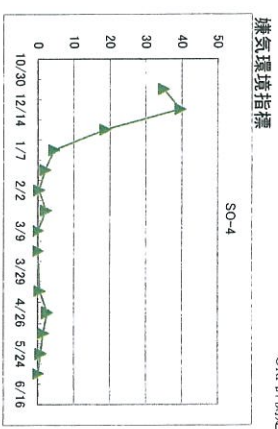
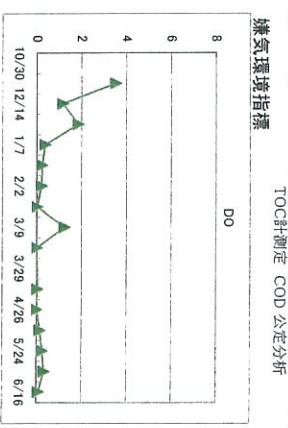
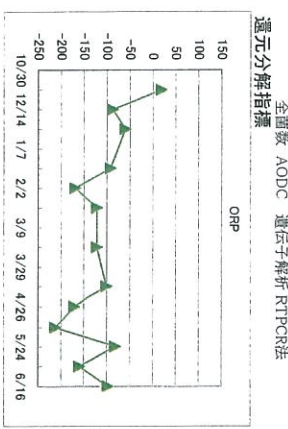
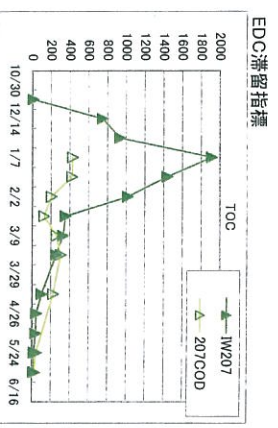
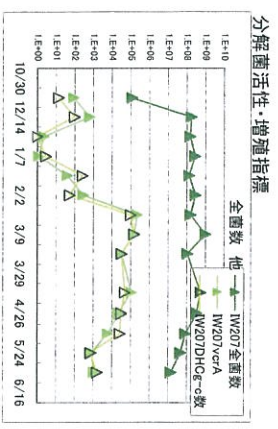


IV. 地下水浄化評価

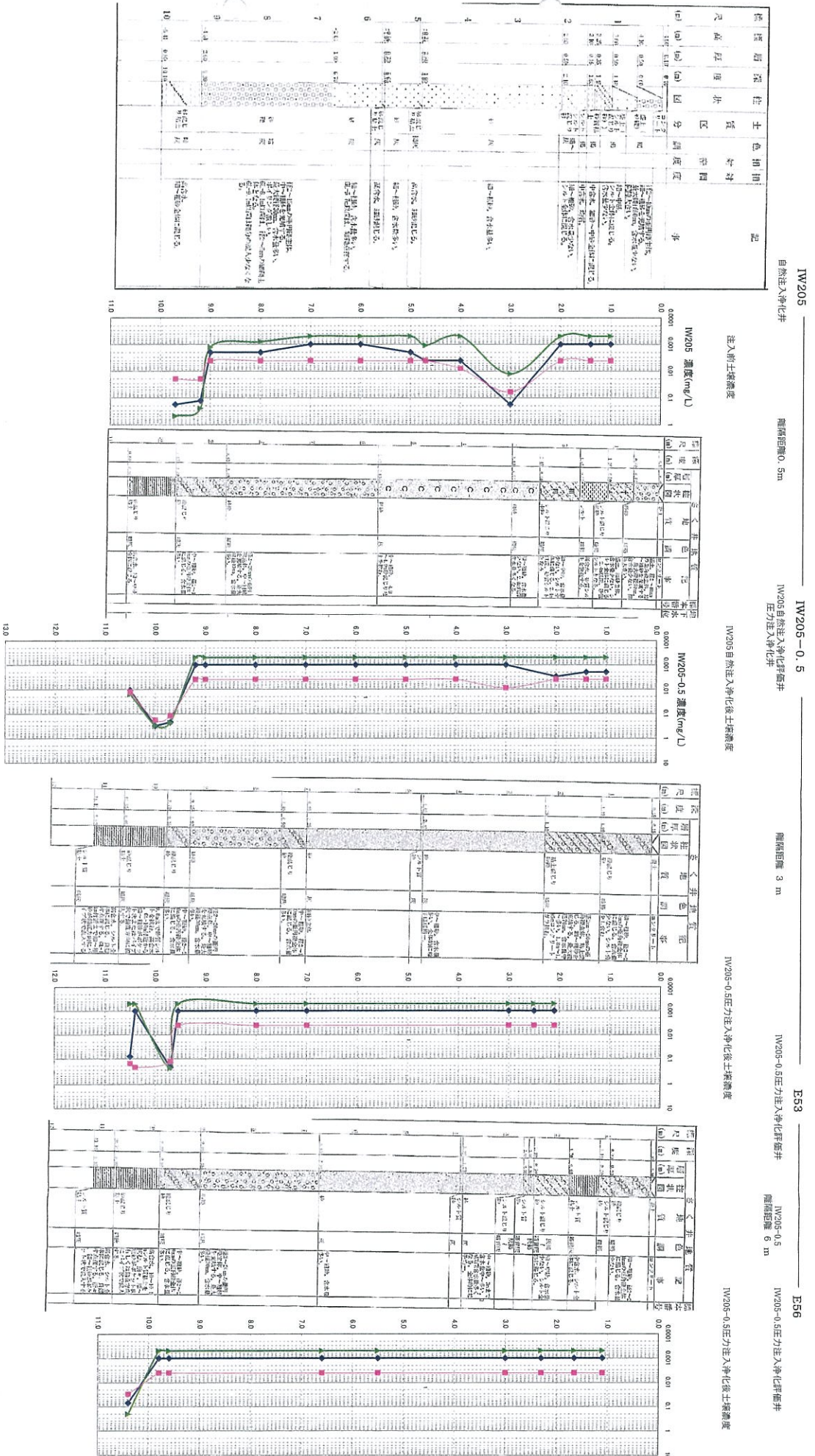
- IV. 地下水浄化評価
地下水浄化についてはVOC環境基準達成を再現できた。
また、エチレン(炭化水素EIL)換算表示までの完全脱塩素化を再現できた。



環境基準達成



注入方式による土壌浄化効果対比



IW205

自然注入浄化

距離0.5m

IW205-0.5

自然注入浄化併用空気

圧力注入浄化

E53

IW205-0.5MPa圧力注入浄化併用空気

距離3m

E56

IW205-0.5MPa圧力注入浄化併用空気

距離6m

圧力注入による土壌浄化効果確認

IW207
圧力注入浄化井

IW207
離隔距離 1.5m

IW207 a
IW207圧力注入浄化評価井

IW207
離隔距離 1.5m

IW207 c
IW207圧力注入浄化評価井

IW207
離隔距離 3m

IW207 e
IW207圧力注入浄化評価井

