

ナノ鉄粉を用いた薬液注入工法による 汚染土壌・地下水の原位置浄化



2019年2月26日
今井 知之

内 容

- 1 弊社紹介
- 2 弊社土壌浄化事業
- 3 ナノ鉄粉RNIP × 薬液注入工法
による原位置浄化
- 4 まとめ



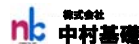
2

1. 弊社紹介

基本理念 地域社会と環境に貢献する

地面の下、垂直及び水平方向に迅速で精度良い削孔や薬液注入技術を通じて、下水道を中心とした地域社会のインフラ整備と、環境保全に貢献

【事業内容】



3

内 容

- 1 弊社紹介
- 2 弊社土壌浄化事業
- 3 ナノ鉄粉RNIP × 薬液注入工法
による原位置浄化
- 4 まとめ



4

2. 弊社土壌浄化事業

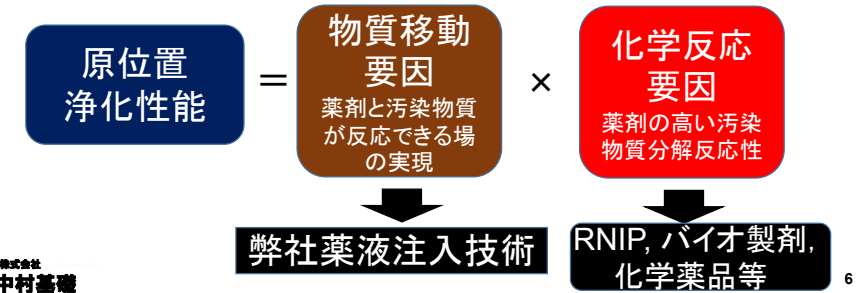
	掘削除去	原位置浄化			
		RNIP	鉄粉 (混合攪拌)	バイオレメディ エーション	化学酸化
概要					
対象物質	VOC 重金属	VOC 重金属 (不溶化)	VOC	VOC・油 シアン	VOC シアン
確実性	◎	○	△	△	○
環境負荷	×	◎	○	△	△
浄化期間	◎	◎	△	×	◎
対策コスト	△	◎	◎	◎	◎
事業開始	2010年	2005年	2010年	2016年	2019年

2. 弊社土壌浄化事業

1. 原位置浄化を適切に実施するために必要なポイント
～「区域内措置優良化ガイドブック」, 環境省, 2011年～

☞ 浄化を効率的に進めるためには、対象とする地質構造や地下水流動を十分に把握し、薬剤を対象範囲に効率的に広げる注入条件や混合条件を設定することが重要です(72頁)。

2. 原位置浄化性能の反応工学的考察



内 容

1 弊社紹介

2 弊社土壌浄化事業

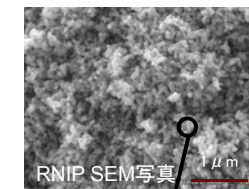
3 ナノ鉄粉RNIP × 薬液注入工法
による原位置浄化

4 まとめ

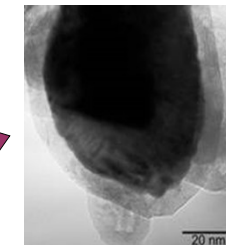
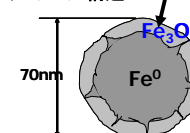
3-1. ナノ鉄粉RNIP®とは

RNIP®とは、高活性のナノサイズ鉄複合粒子
(Reactive Nano-scale Iron Particles) : 商標登録 第4848275号

- 粒子径 70 nm
- 比表面積 30 m²/g
- 結晶相 α-Fe/Fe₃O₄



コア・シェル構造



RNIP TEM写真

3-1. ナノ鉄粉RNIP®とは

■ RNIPの製造と製品形態

- ① 2017年メーカーより, RNIP事業(製造権, 営業権, 販売権, 技術占有実施権等)を継承。
- ② 同年新設した弊社東広島工場にて製造開始。



東広島工場(敷地面積約4,000㎡)2017年10月竣工
RNIP生産能力 60トン/月 (Max 90トン/月)

- ③ 最終製品形態は, 薬液注入工法に適合したスラリー状(25%水懸濁液)。

3-1. ナノ鉄粉RNIP®とは

RNIP製品は, スラリー形態で分散安定。
使用時は, 数倍~100倍に水で希釈。



RNIP製品性状

- ・ 分散液比重 1.18~1.25
- ・ 固形分濃度 25 wt.%
- ・ 粘度 600~700 mPa·s

製品包装形態



1m³
SUSコンテナ



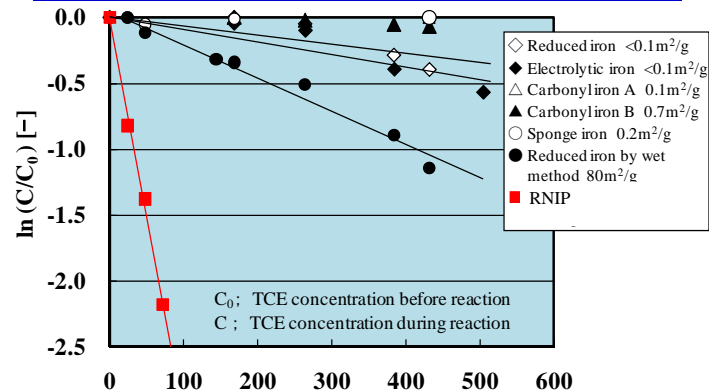
200L
ドラム缶



20L
ユニオンコンテナ

3-2. RNIP®のVOC分解性能

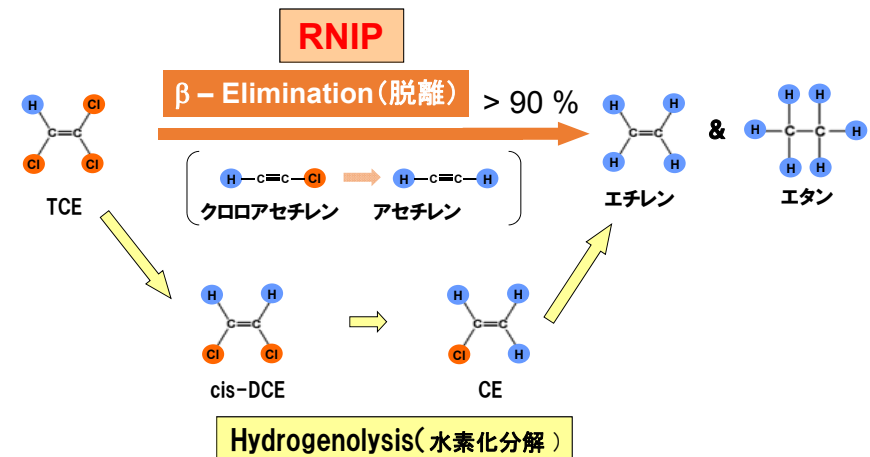
各種鉄粒子のTCE(トリクロロエチレン)分解性能



- 各種鉄粒子によるTCE分解反応は擬一次反応式で表すことができる。
- RNIPの分解性能(見掛けの反応速度定数)は市販鉄粒子に比べて30倍以上高い。

3-2. RNIP®のVOC分解性能

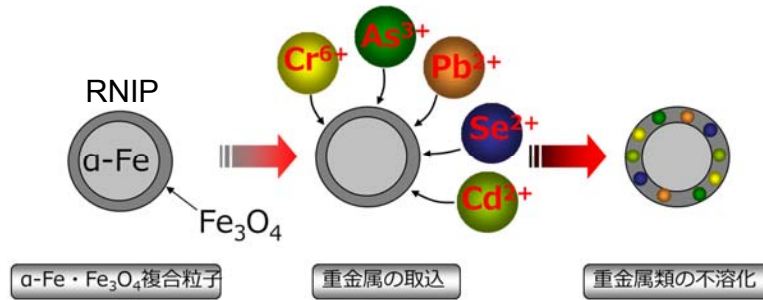
RNIPによるTCE分解反応経路



3-3. RNIP®の重金属不溶化

各種重金属も不溶化，無害化可能

VOCとの同時浄化が可能



Crのケース RNIP + Cr⁶⁺ → FeO · Cr₂O₃

RNIPによって重金属をフェライト化、浄化後の再溶出の心配はありません

3-3. RNIP®の重金属不溶化

重金属不溶化後の酸・アルカリ添加溶解試験結果

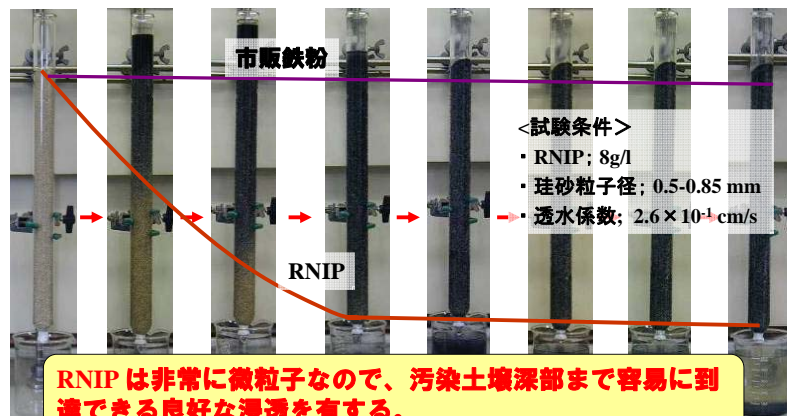
重金属	不溶化反応条件	溶出量 [mg/L]		環境基準値
		硫酸添加溶出試験*	消石灰添加溶出試験*	
As	・As ³⁺ 20 mg/L ・RNIP 8 g/L ・24°C, 21日間静置	< 0.001	< 0.001	< 0.01
Cr	・Cr ⁶⁺ 50 mg/L ・RNIP 12 g/L ・24°C, 21日間静置	< 0.001	< 0.05	< 0.05
Pb	・Pb ³⁺ 20 mg/L ・RNIP 8 g/L ・24°C, 21日間静置	< 0.005	< 0.005	< 0.01

※社団法人 土壤環境センター
 重金属等不溶化処理土壌の安定性に関する検討部会報告
 酸添加溶出試験法、アルカリ添加溶出試験法
 (平成20年3月7日 GEPC・TS-02-S1,S2)

強酸性、強アルカリ性雰囲気でもRNIPに捕捉された重金属は再溶出しません

3-4. RNIP®の土中浸透性

飽和土層でのRNIP浸透性試験



RNIPは非常に微粒子なので、汚染土壌深部まで容易に到達できる良好な浸透を有する。

3-5. RNIP®の無害性

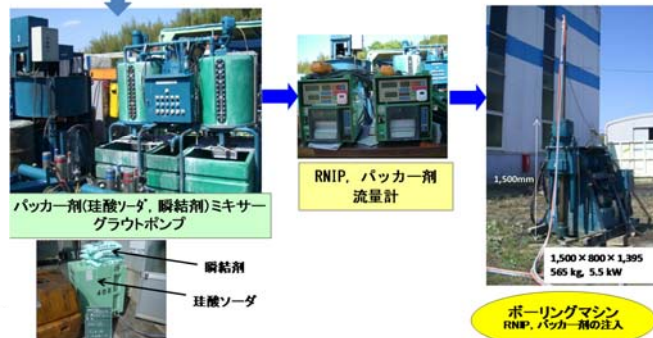
RNIP中の有害化合物溶出量と含有量

化合物	溶出量 [mg/l]*		含有量 [mg/kg]**	
	分析値	環境基本法 土壌・地下水基準値	分析値	土壌汚染対策法 基準値
Cd	<0.001	≤0.01	<2.0	≤150
Total-CN	未検出	未検出	<5.0	≤50(遊離)
Pb	<0.005	≤0.01	<5.0	≤150
Cr ⁶⁺	<0.04	≤0.05	<5.0	≤250
As	<0.001	≤0.01	<1.0	≤150
Total-Hg	<0.0005	≤0.0005	<1.0	≤15
Se	<0.002	≤0.01	<1.0	≤150
F	<0.5	≤0.8	<20	≤4000
B	<0.1	≤1.0	<20	≤4000

*環境基本法による溶出試験 **環境基本法による含有試験

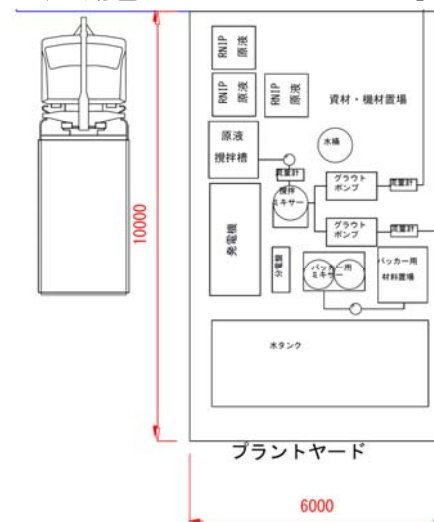
二次汚染の心配がない環境に優しい材料

3-6. 薬液注入工法によるRNIP®の施工

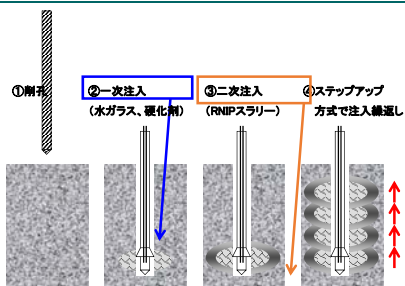


3-6. 薬液注入工法によるRNIP®の施工

RNIP注入施工プラント配置図フロー



3-6. 薬液注入工法によるRNIP®の施工

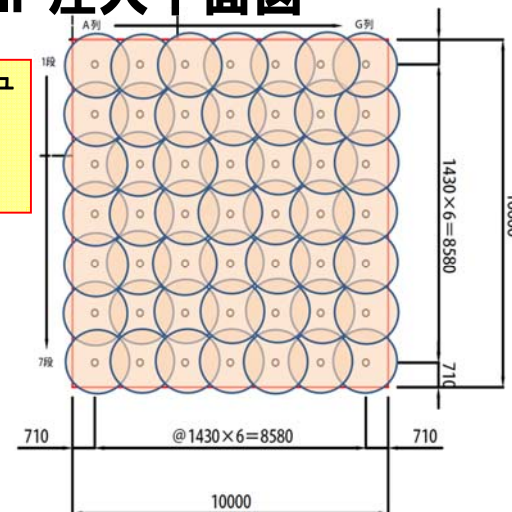


- ①削孔はロータリー式ボーリング機を用いて清水を送りながらボーリングロッド(二重管)によりGL-4mの深度まで削孔
- ②2ショット等量方式により瞬結ゲルタイムの溶液型水ガラスを注入、ロッド周りのグラウトパッカーの形成、及び地盤内の空隙、層境部等の荒詰めを行い拘束地盤を形成
- ③同一ステップにて二次注入材(RNIPスラリー)を注入
一次注入材と二次注入材の比率を1:4とする(これを一行程)
- ④1step/50cmのステップアップ方式により施工

3-6. 薬液注入工法によるRNIP®の施工

RNIP注入平面図

10,000×10,000 mm メッシュ
浄化対象エリアを、
RNIP注入ピッチ1430mmで
全域カバー



3-7. RNIP®施工実績例①

	対象工法	浄化対象地盤土質	対象土量 (m ³)	対策最大深度 (m)	RNIP添加量 (kg/m ³)	主たる汚染物質	対策前濃度 (mg/l)		対策後濃度 (mg/l)	
							土壌	地下水	土壌	地下水
環境省簡易実証試験	原位注入工法	砂礫	300	17	3.8	TCE	0.006	0.17	0.003	0.004
A社	原位注入工法	シルト混り砂	8,100	17	6.4	PCE TCE cisDCE	-	0.279 0.07 1.204	-	0.0005 0.002 0.004
B社	注入+攪拌工法	砂礫	600	7	10	TCE	0.033	-	0.005	-
C社	攪拌混合工法	上層:粘性土 下層:砂質土	750	15	10	PCE	9	-	0.001	-
D社	攪拌混合工法	粘性土	300	8	10	PCE	174	-	0.0005	-

様々な環境下においてもRNIPは環境基準値をクリア

3-7. RNIP®施工実績例② cis-1, 2-DCE 対策

業種	RNIP添加量 [kg/m ³]	対策工法	cis-1, 2-DCE濃度 [mg/L]	
			対策前	対策後
電子部品工場	15	注入+攪拌	1.20	0.004
半導体工場	15	注入	1.00	< 0.04
電子部品工場	20	注入	0.50	0.011
精密機器工場	5	注入	0.38	< 0.04
金属部品工場	28	注入	0.44	< 0.04

4. 本技術のまとめ

- 急速浄化による施工期間の短縮
 - ・ VOC（揮発性有機塩素化合物）の急速分解
- 様々な現場での浄化施工対応可能
 - ・ 大型機械搬入困難な中小規模の現場
 - ・ 稼働中の工場・建屋下や境界域（薬液注入工法）
 - ・ 深度の高い汚染箇所への浄化（薬液注入工法）
- 環境に優しい
 - ・ 二次汚染の心配がありません
 - ・ 製品はスラリーのため現場での粉塵がありません

最後に

- 昨年末弊社東広島工場敷地内に実験室完成。
- RNIPの製造から施工までの一貫体制に加え、開発・分析体制を構築。



東広島工場 実験室

- 薬液注入技術をコアに、あらゆる土壌浄化に関する調査、計画設計・提案、施工が可能です。
- お客様のニーズに真摯にお答え致します。「土壌浄化は、お任せ下さい！！」

➤ 展示会に出展



2019 NEW 環境展 3.12 Tue. ▶ 15 Fri. 2019
東京ビッグサイト (Tokyo Big Sight)

お礼

ご静聴ありがとうございました

