

自然由来重金属汚染土壤の 不溶化工法

【NETIS登録技術】
ヒ素汚染土壤の不溶化剤
(HK-060003-V)

株式会社イーエス総合研究所
小口 智久

はじめに

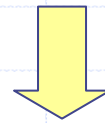
当社の不溶化剤はトンネル・道路・河川・ダムなどの建設現場で遭遇する自然由来重金属汚染土の改良材

NETIS 試行調査(実証試験)と本工事の実績を基に自然由来重金属汚染土壌の不溶化工法について説明

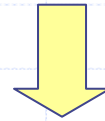
- ◆ 重金属汚染土は盛土として使用されることが多く、現場では重金属を拡散させない様々な工法が使われております。
- ◆ 本不溶化剤はイオン反応を利用したもので水処理分野では半世紀の歴史を持つ信頼性のある方法です。
- ◆ しかし、重金属汚染土への利用については歴史も浅く、工法・安全性・耐久性等についても更なる研究・検証が望まれております。

本日の発表内容

本不溶化剤を用い様々な工法で実証試験
(NETIS試行調査)



「経済性」、「施工性」、「安全性」等を検証



不溶化剤の性能・効果から各工法について
比較検討し評価

ヒ素汚染土壌の不溶化剤

(NETIS登録番号：HK-060003-V)

[特徴]

原材料：石膏粉とホタテ貝殻粉(粉体)

溶解してカルシウムイオンを供給

かさ密度：700 kg / m³ (混合しやすい)

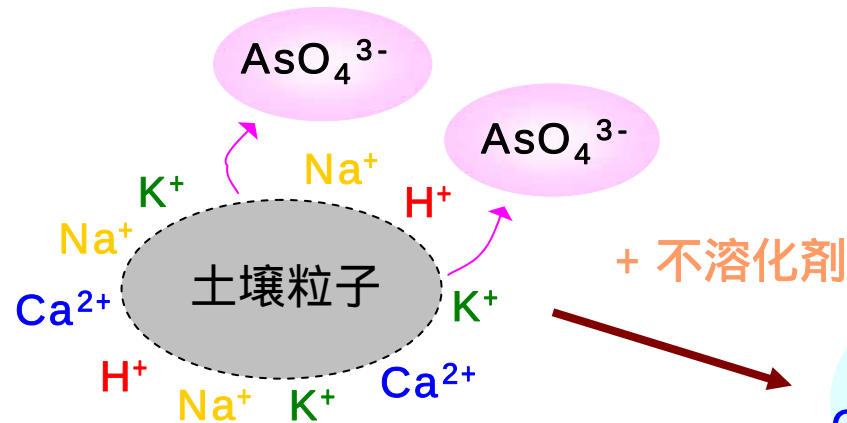
pH：6.5 ~ 7.5 (中性で安全性が高い)

性質：即効性、溶解性

特徴：不溶化効果と吸着効果を兼ね備える

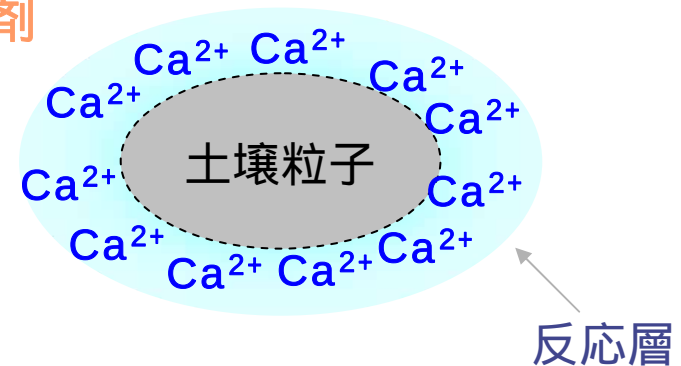
不溶化剤のメカニズム

1) 溶出

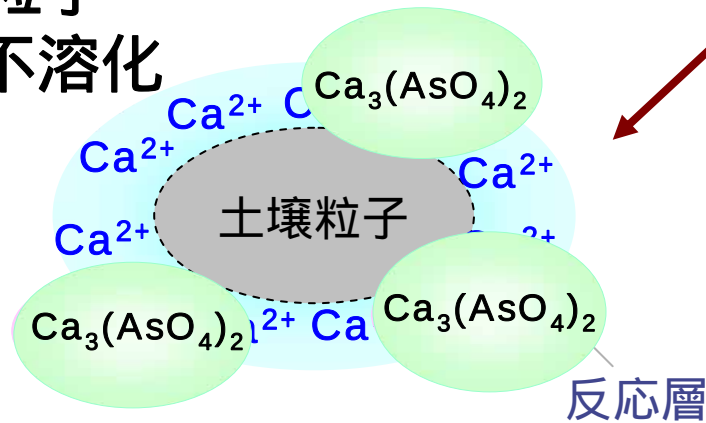


2) 局所的な Ca^{2+} 濃度増加

+ 不溶化剤



3) 土壤粒子表面で不溶化



難溶性
ヒ酸カルシウム生成

実証試験と評価の概要

【実証試験の流れ】

不溶化剤の混合



混合確認試験



盛土施工



耐久性試験

実証試験 1	実証試験 2	効果確認
自走式土質改良機で混合	攪拌機付バックホーで混合	工程・施工性
電気伝導率を利用し現場で混合状態を確認する		工程・施工性・経済性
転圧試験・密度試験		品質出来型
酸性水(酸性雨10年分に相当する酸)を散布	自然降雨を1年間	安全性・品質出来型
経済性		

実証試験に使用した汚染土

土壌汚染対策法の溶出量基準と比較

実証試験1 (トンネルずり: 礫質土(泥岩、シルト岩))

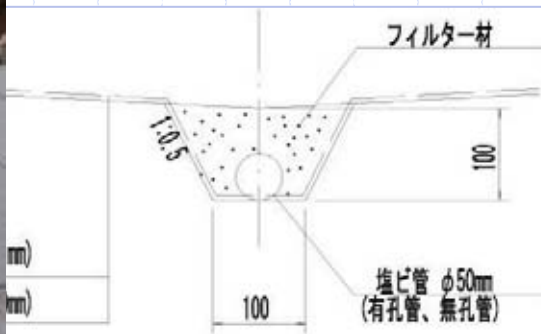
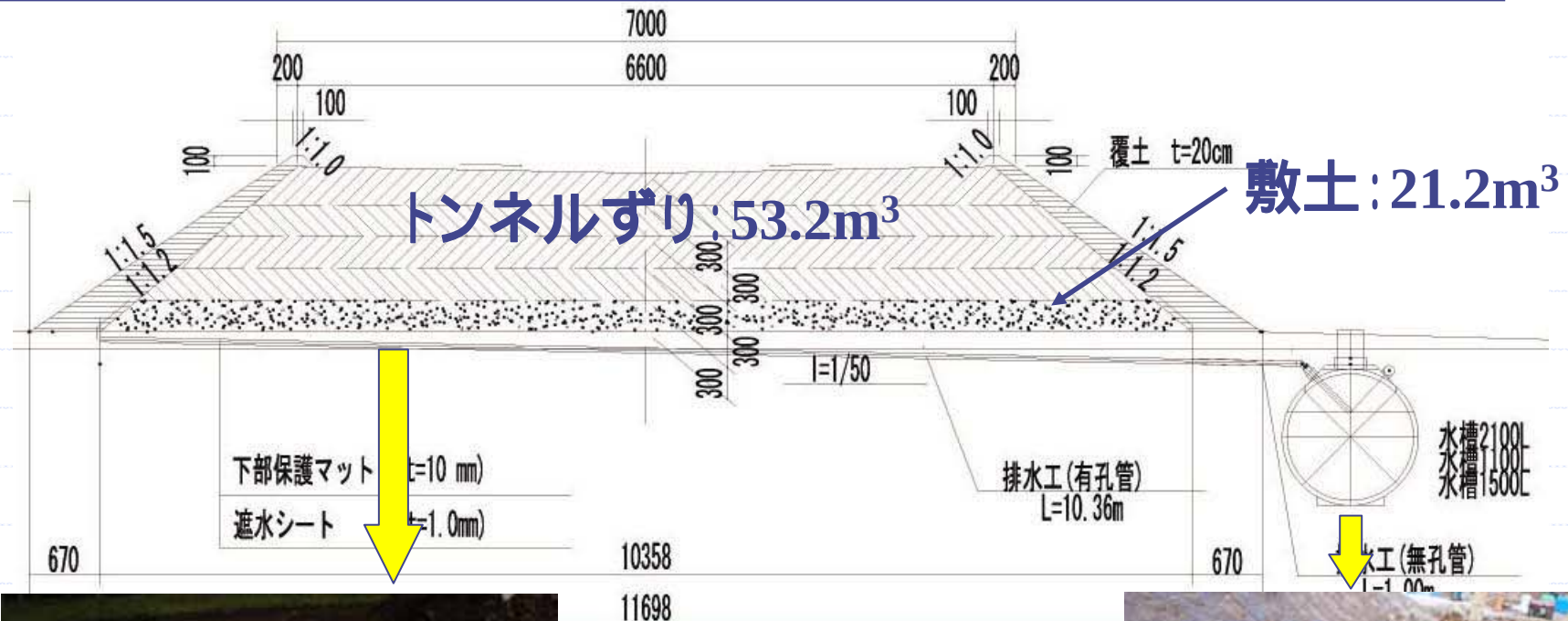
	汚染土	溶出量基準
ヒ素溶出量[mg/L]	0.022	0.01以下
pH[-]	10.0	-

実証試験2 (トンネルずり: 礫質土(泥岩、シルト岩))

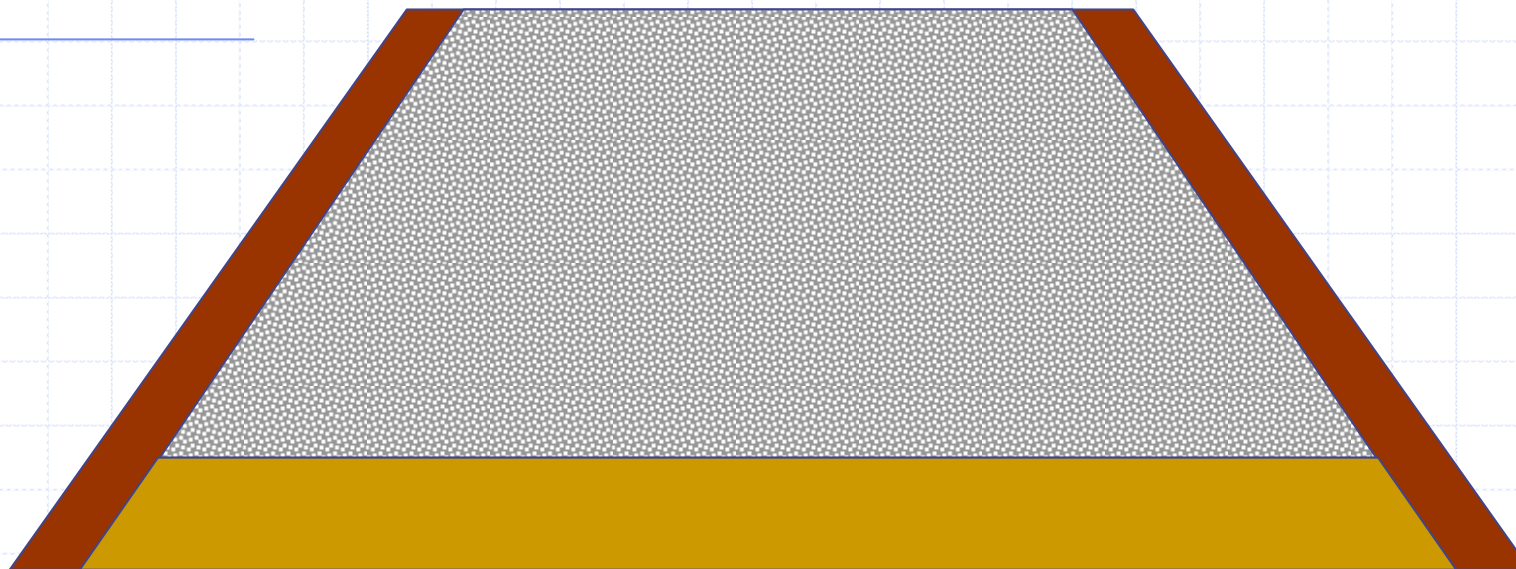
	汚染土	溶出量基準
ヒ素溶出量[mg/L]	0.088	0.01以下
pH[-]	9.5	-

盛土の概要

天端4.0m × 6.6m 汚染土4層・敷土1層盛立て(各層30cm)



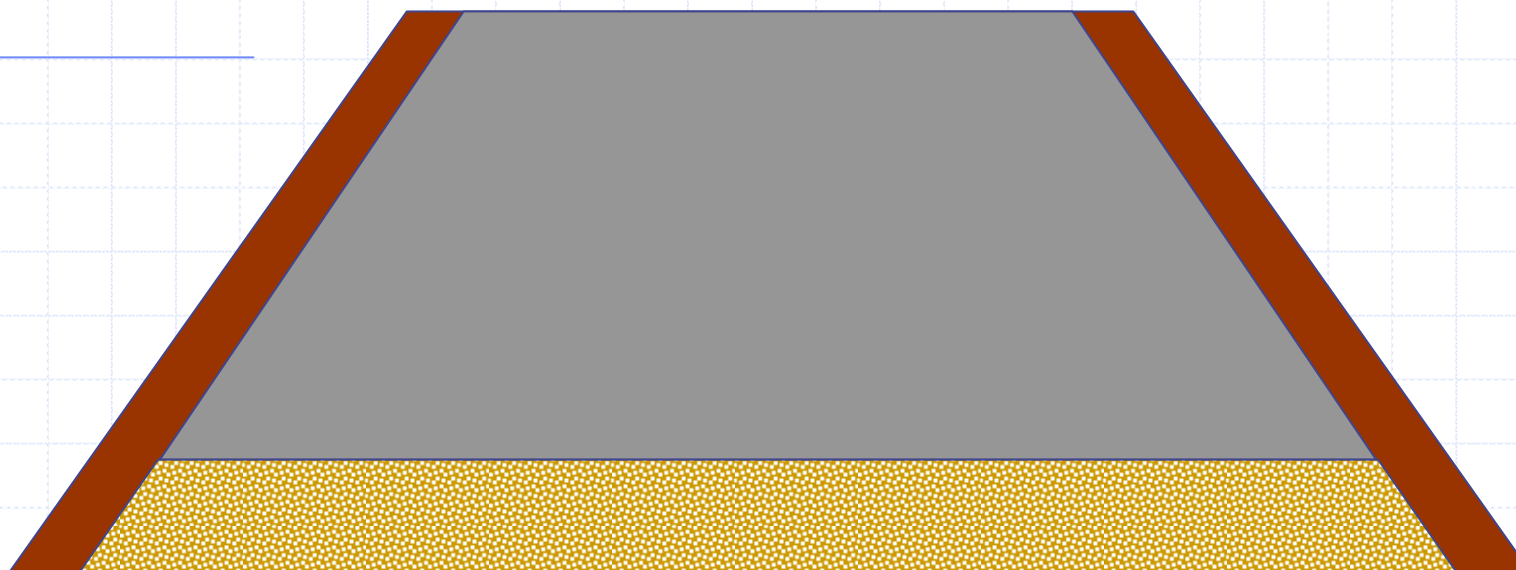
完全混合工法



【完全混合】

汚染土全量に不溶化剤を混合し、重金属の溶出を抑制する方法。施工時から不溶化効果を発現する。

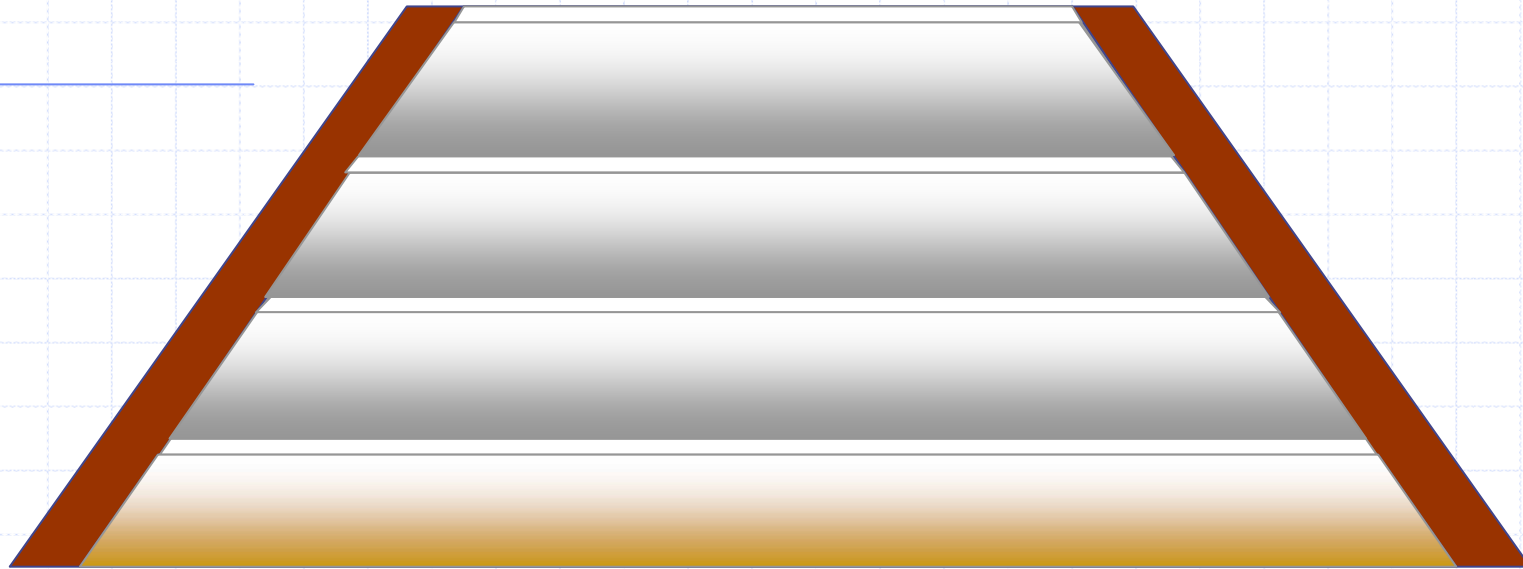
待ち受け（吸着層）工法



【待ち受け(吸着層)工法】

盛土最下部の敷土に不溶化剤を混合し待ち受け層を形成する方法。重金属を含有した浸透水は敷土層で吸着・不溶化する。比較的実績が多い工法である。

層状工法



【層状工法】

不溶化剤を盛土施工途中で段階的に投入し、汚染土の中に不溶化剤を層状に添加する工法。上層部からの浸透水で溶解した不溶化剤が汚染土全体に拡散され汚染土全量が不溶化される。

不溶化剤の混合(完全混合・待ち受け工法) 【実証試験 1】



不溶化剤キャリブレーション



汚染土・敷土キャリブレーション



自走式土質改良機混合 $40 \text{ m}^3 / \text{h}$



混合状態

不溶化剤の混合(完全混合・待ち受け工法)

【実証試験 2】



汚染土の重量測定



不溶化剤の散布



バックホウ混合 $30 \text{ m}^3 / \text{h}$

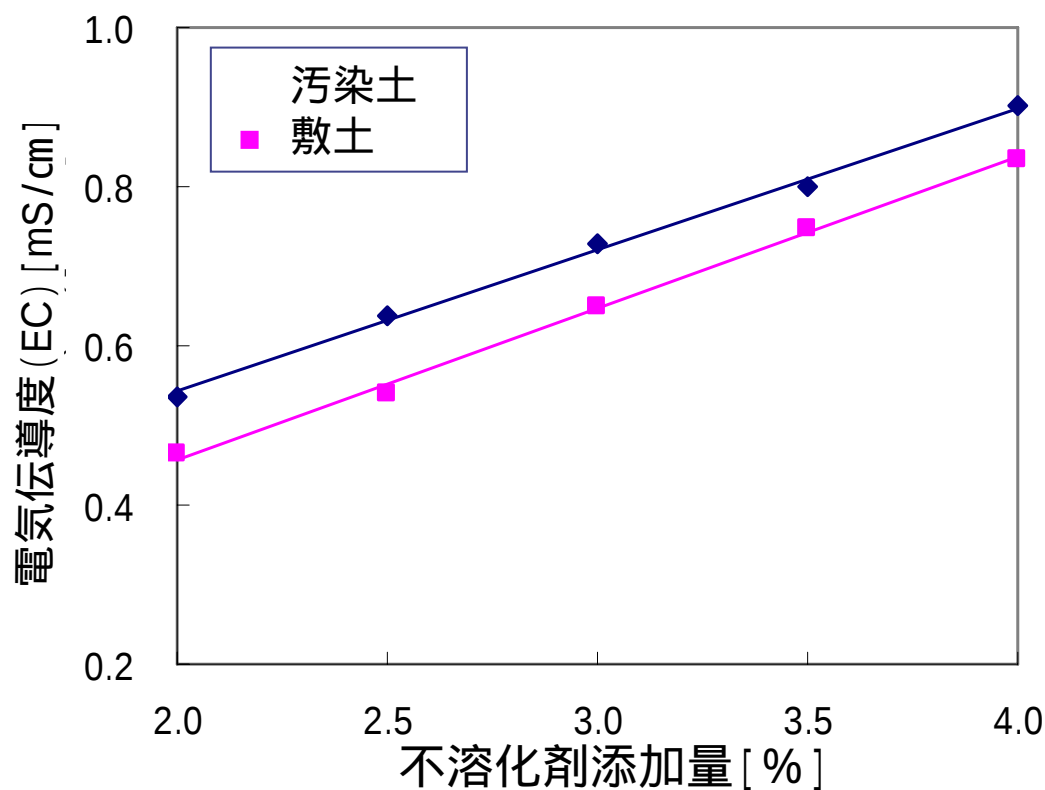


混合状態

混合確認試験(完全混合・待ち受け工法)

不溶化剤添加量と不溶化剤混合土の電気伝導度には相関がある。

電気伝導度を測定することで、迅速に設計基準を満たす割り増し添加量を求めることができる(汚染土で1.0～1.05、敷土で1.13～1.20)。



不溶化剤添加量と電気伝導度の相関図



電気伝導度確認状況

完全混合工法 施工・転圧試験状況



不溶化処理後の汚染土

規定締固め度以上を満足



待ち受け工法 施工・転圧試験状況



不溶化処理後の敷土

規定締固め度以上を満足



層状工法の施工状況



不溶化剤設置



不溶化剤敷設



不溶化剤敷設完了



不溶化剤混合(飛散防止)

実証試験1 盛土写真



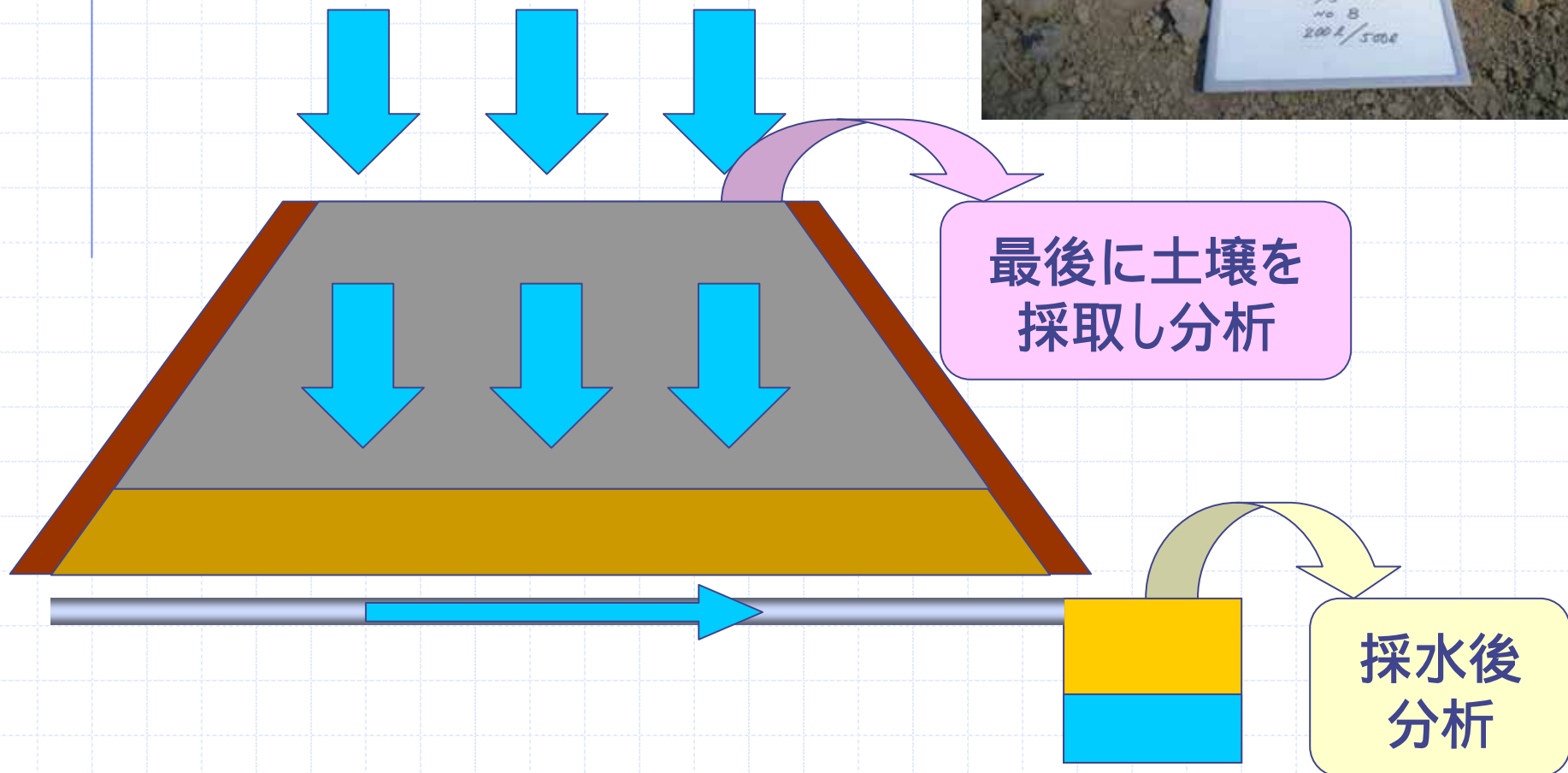
実証試験2 盛土写真



耐久試験方法

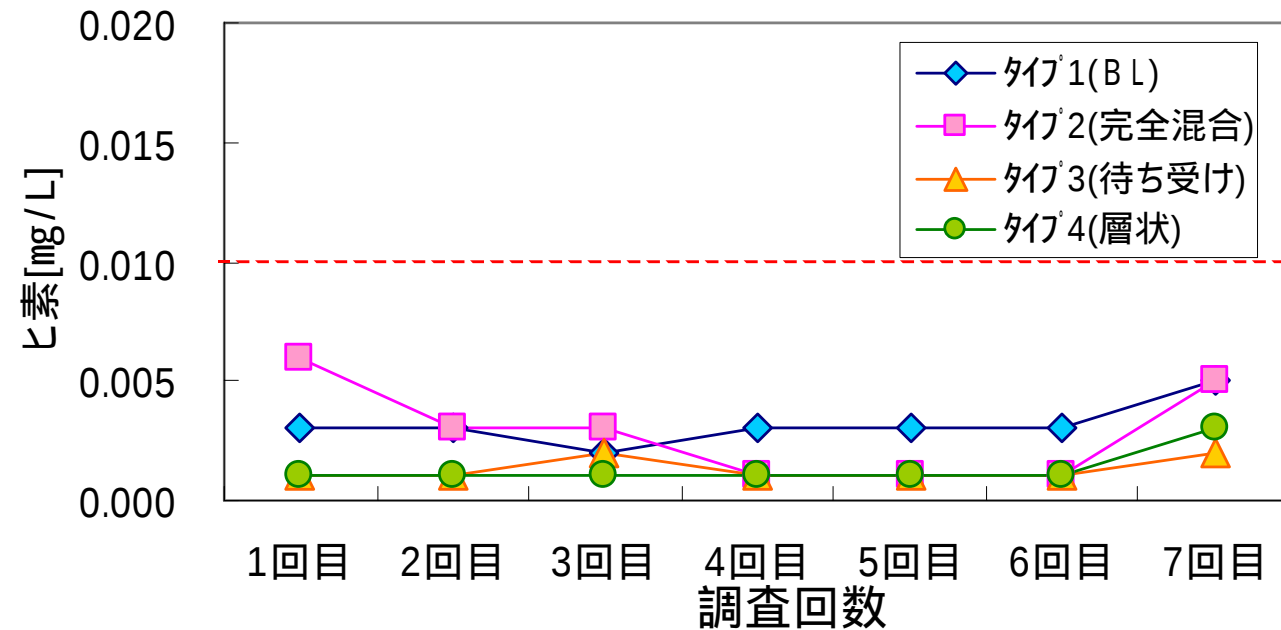
実証試験1: 酸性水7回 × 500L
(10年分相当)

実証試験2: 自然降雨1年間

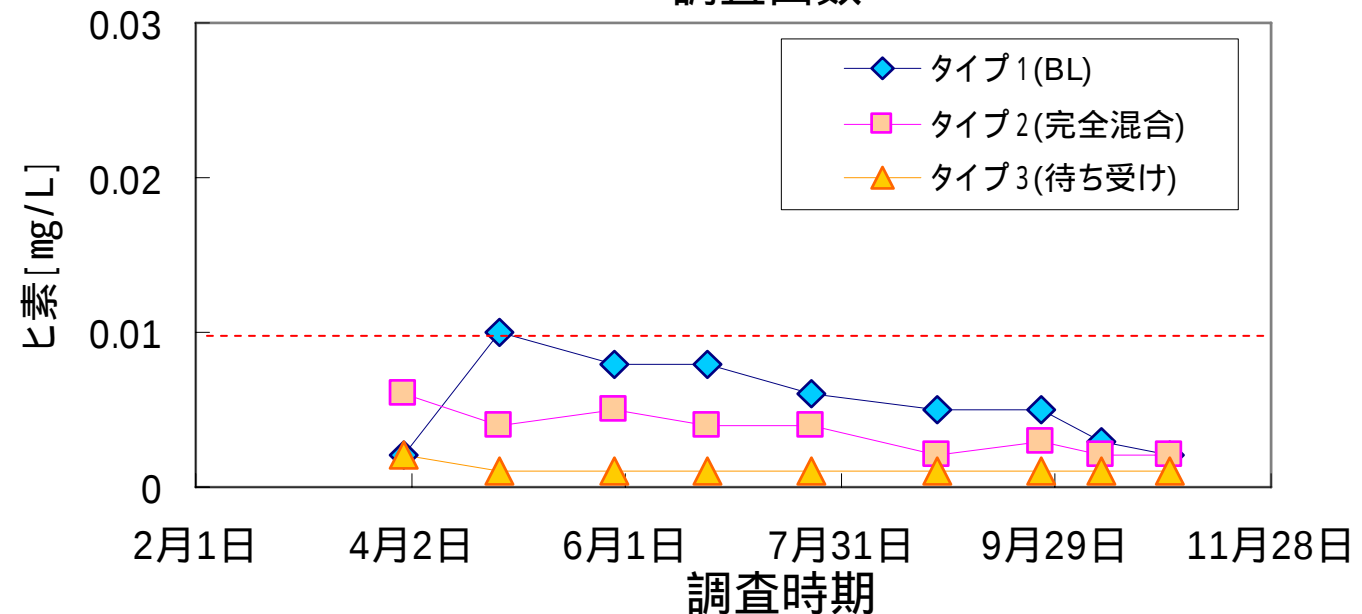


試験結果（浸透水） ヒ素

【実証試験1】

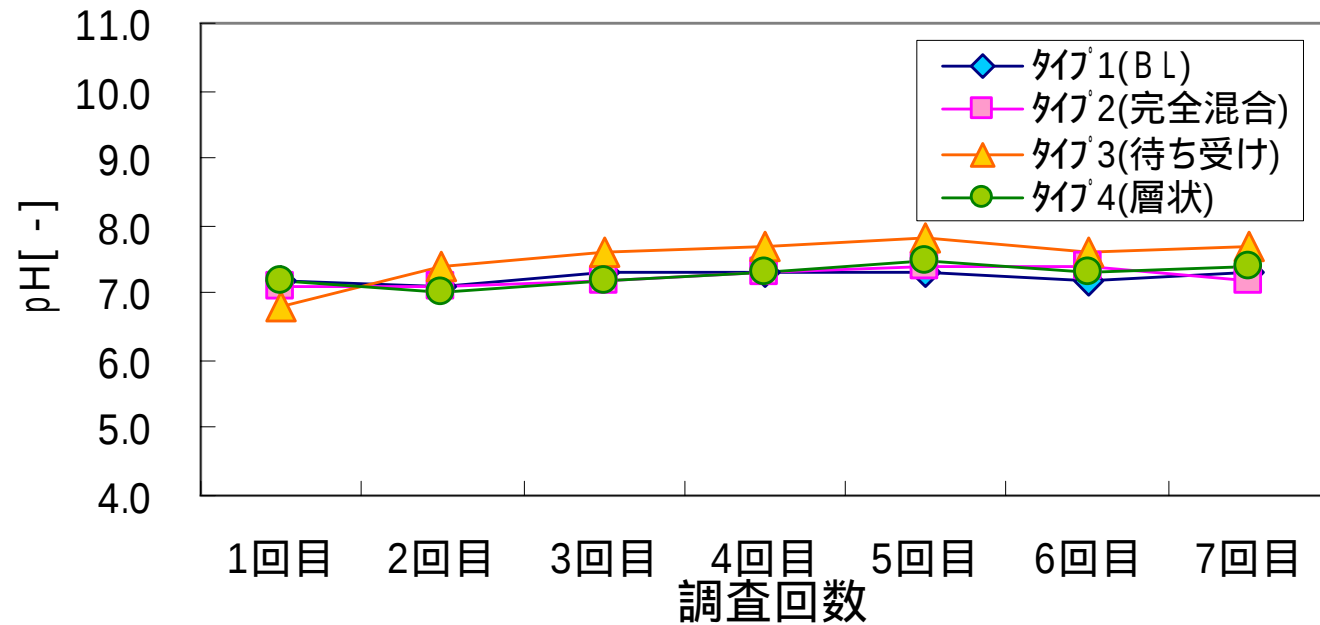


【実証試験2】

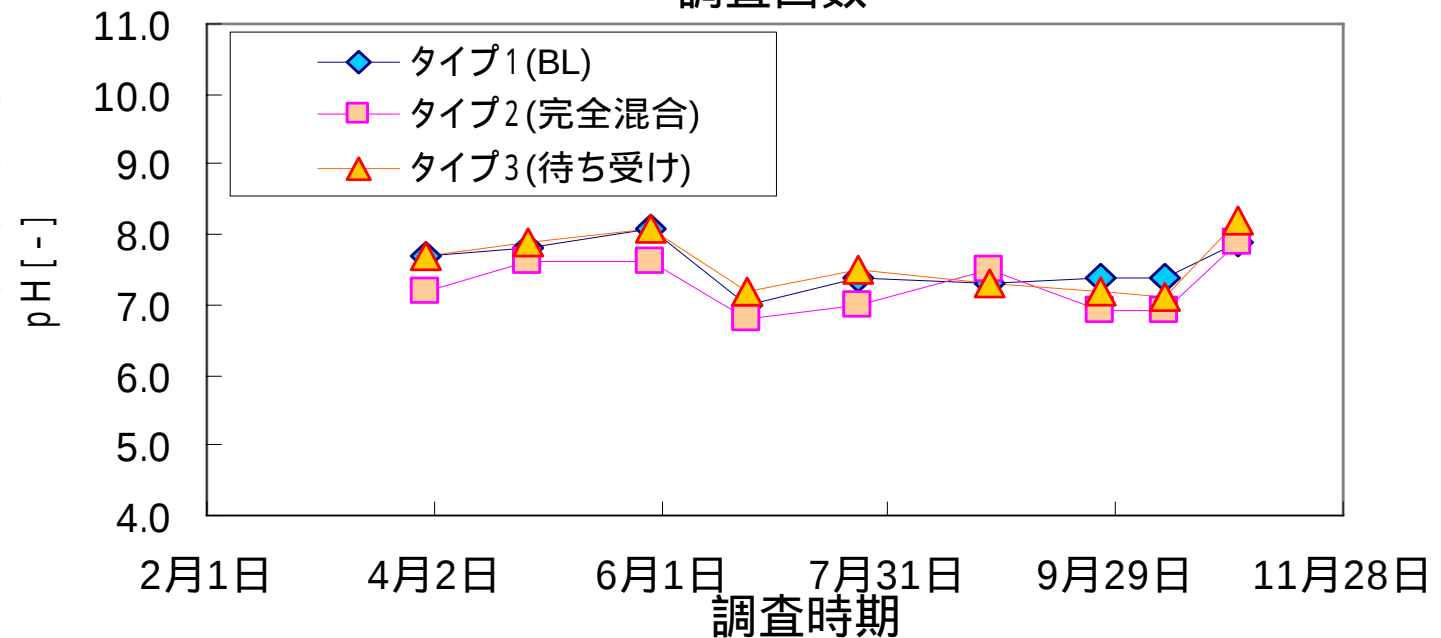


試験結果（浸透水） pH

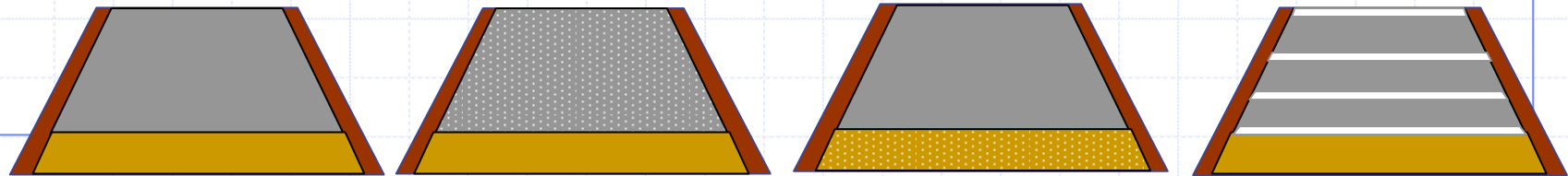
【実証試験1】



【実証試験2】



試験結果（盛土） ヒ素

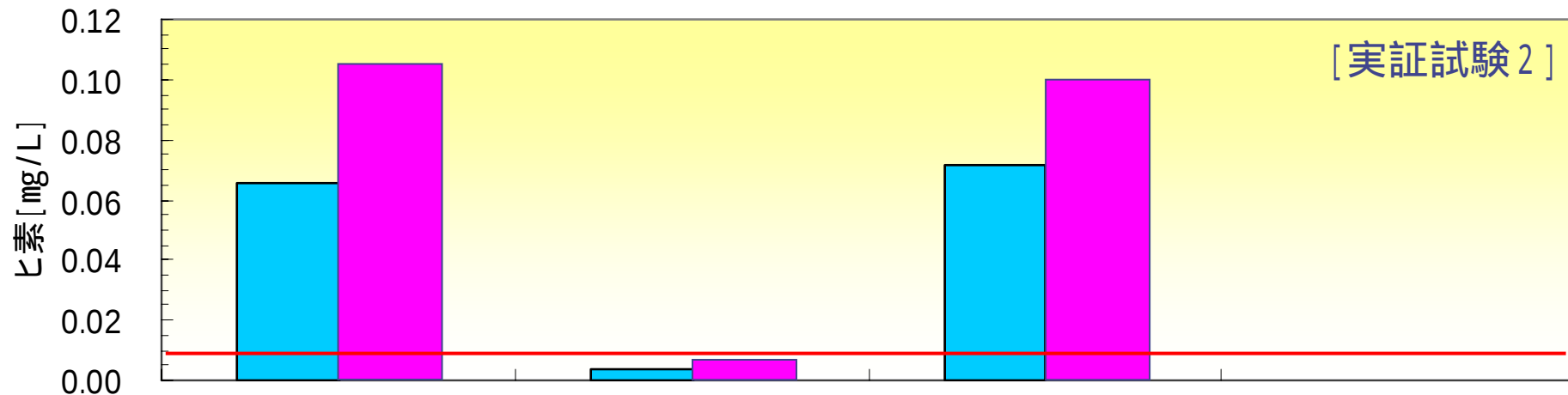
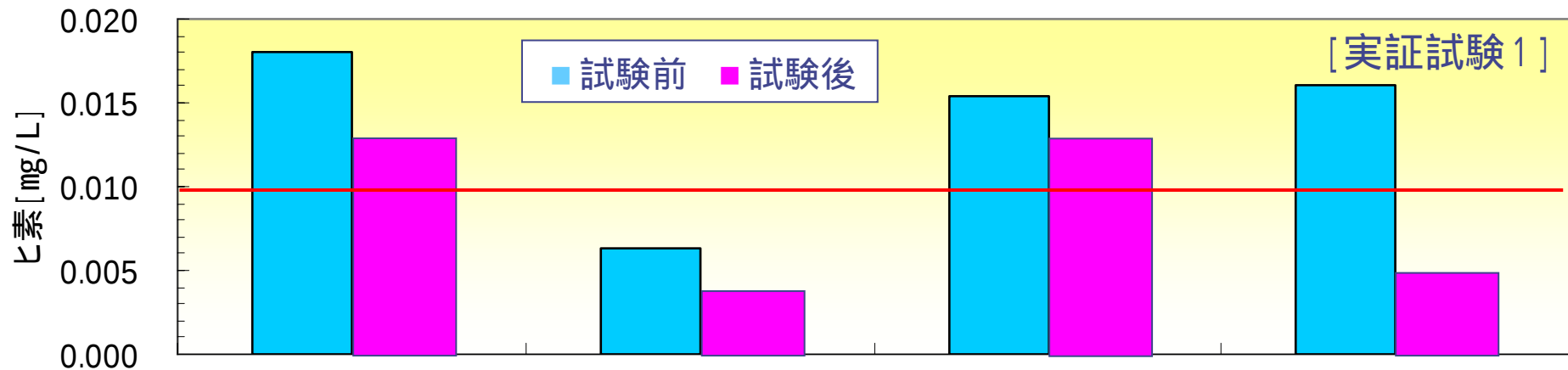


【blank】

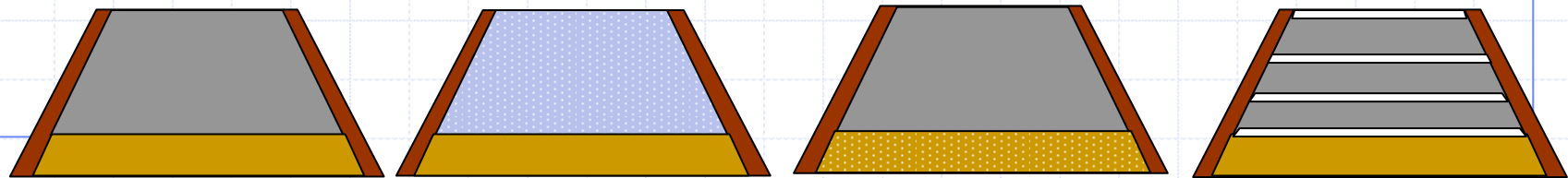
【完全混合】

【待ち受け】

【層状】



試験結果（盛土） pH

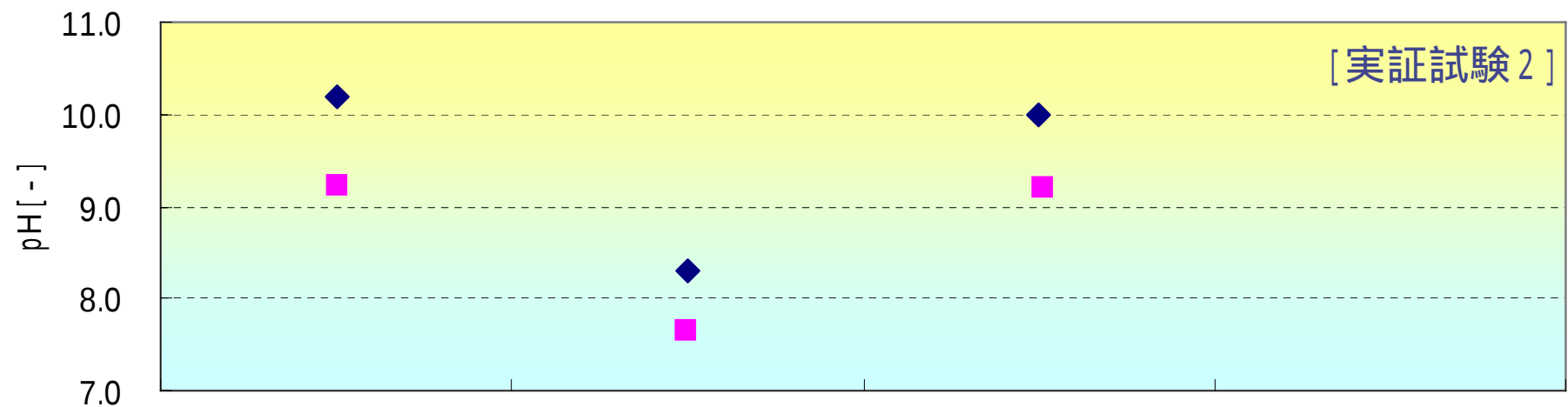
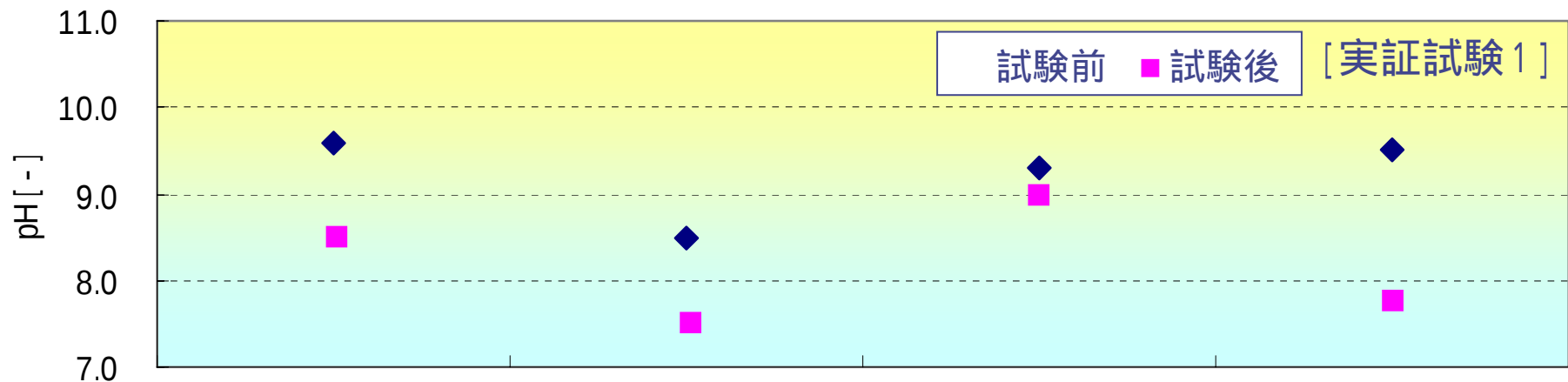


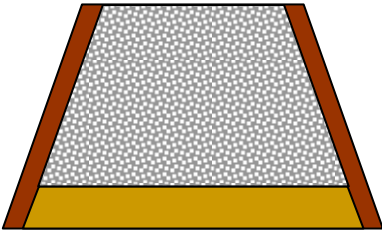
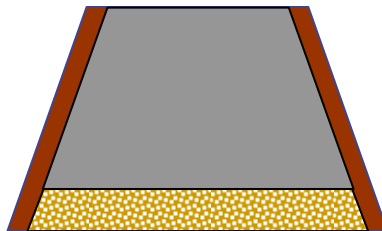
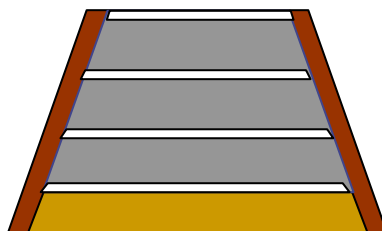
【blank】

【完全混合】

【待ち受け】

【層状】



工 法		不溶化 効果	工程・ 施工性	安全性・品質・ 出来型	経済性
完全混合					
			汎用機械で混合可能。汚染土全量混合のため混合ヤードと時間を要する。	即効性で汚染土全量が不溶化され、pHが中性域を保持し変状少なくて安全。	不溶化剤費 + 混合費(汚染土) = 5,126円/m ³ (材4,018円/m ³ + 工1,108円/m ³)
待ち受け			○		
			汎用機械で混合可能。敷土の性状によって施工機械の制約・混合性能に影響あり。	汚染土は不溶化されないまま残る。待ち受け層が不透水層にならない工夫が必要。	不溶化剤費 + 混合費(敷土) = 2,046円/m ³ (材1,603円/m ³ + 工443円/m ³)
層状				○	○
			不溶化剤を投入した後次工程までの間、不溶化剤の飛散防止処置を施す程度でよい	最初は汚染土の状態であるが、自然降雨によって不溶化剤が溶解・拡散し不溶化される。	不溶化剤費 + 施工費 = 2,092円/m ³ (材1,603円/m ³ + 工489円/m ³)

どの工法を選択するかは現場条件等により工法選定が左右される場合がある

ま と め

1) 本不溶化剤の効果

◆当初期待していた不溶化効果の確認が出来た

2) 今後の課題

- ・不溶化の設計方法の確立
- ・施工段階の確認方法の確立
- ・工法の更なる研究検証

このたび、NETIS試行調査及び工事等に関して北海道開発局並びに各建設部の関係各位に多大なご指導、ご協力を賜り、この場をお借りして、厚く御礼申し上げます。

また、今回の特別セッションにおきましてもご指名頂き、この場を提供して頂いた事に対して深く感謝いたしております。