

NETIS No. KK-120044-VE,
フリクションカッター®

近傍地盤の変状を低減する 鋼矢板の撤去技術

(土木用摩擦低減材の技術活用)

- ・会場 : 北海道開発技術研究発表会 新技術セッション
- ・日時 : 令和 2年 2月 19日
- ・説明者: 株式会社ゴウダ 服部 晃
〒651-0087神戸市中央区御幸通7-1-15
- ・連絡先: TEL:078-951-3821, E-mail: hattori@mgb-gouda.co.jp

陥没

(鋼矢板引抜きによる画像ではない)

LIMIAサイトより

中京テレビNEWSより2018.9岐阜市、

産経ニュースより2016. 6名古屋市



地盤変状の実態

- 最新の調査では、**12,000件／年**程の道路関連沈下・陥没が報告されている
- 原因は、様々だが
 - 開削工事**のそのもの、**工事の事後処理**
 - 地下構造物・埋設管路**などの劣化
 - 不適切な地盤造成**
 - 地下水の影響**
 - 自然災害**（地震・降雨・高潮など）

技術課題と対処

- 地盤トラブルは、**仮設土留めの取扱いに起因**することも多い



- **土層と土留め周面**との摩擦力・付着力の制御は、**困難**



- **摩擦力・付着力を低減**する技術対処

化学技術を土木工学へ

- 地盤の変位・沈下・破壊を防ぐ 施工対処は、難しい。



- 地盤工学上の課題に化学技術を導入



- 特殊な吸水性高分子(クロスリンクポリマー)の含水ゲルを地盤と土木構造体の遮断・分離材に利用する。

ご説明の構成

第1部 技術の目的

第2部 利用状況

第3部 材質と製品仕様

第4部 摩擦低減性能

第1部 技術の目的

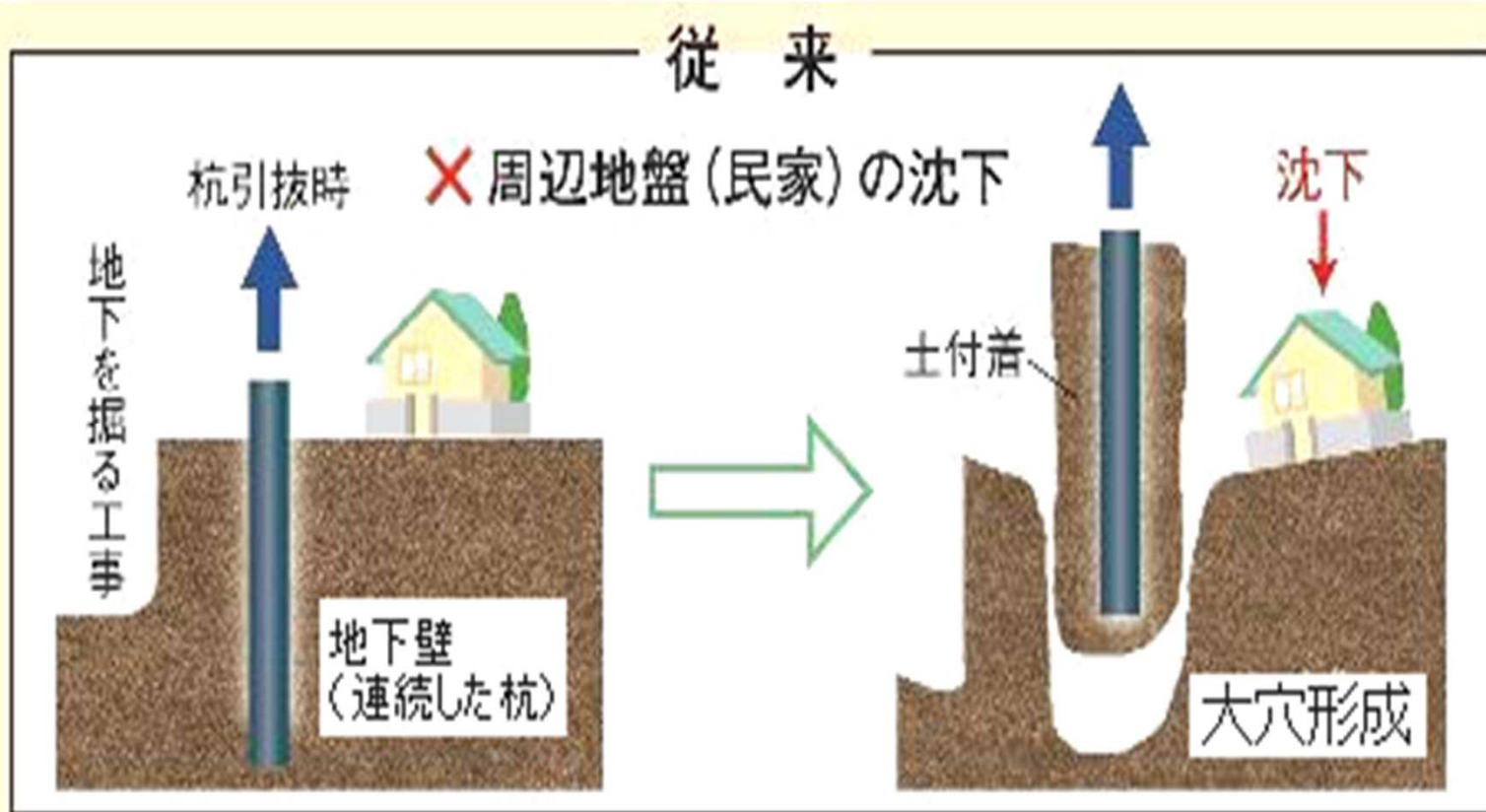
開削土留めの鋼矢板を残置(全損)とせず安全に撤去・回収する。

近接する埋設物・家屋・堤体などを沈下や破壊から守る。

鋼矢板引抜き撤去時の問題 1

- 上部切断(大部分の残置)は, 不経済.
- 鋼矢板の市況高騰で全損は, 困難.
- **直近: 15万円/t** の水準.
- 会計検査でも安易な全損が認められ難い.
- 仮設土留めは, 原則, リース材の回収・返却を設計の基本とすることが趨勢.

鋼矢板引抜き撤去時の問題 2



鋼矢板の撤去で抜き穴に近接地盤が陥没する。
近接の既設・新設の管路や家屋などが損傷する。

不同沈下 家屋の持上げ修復

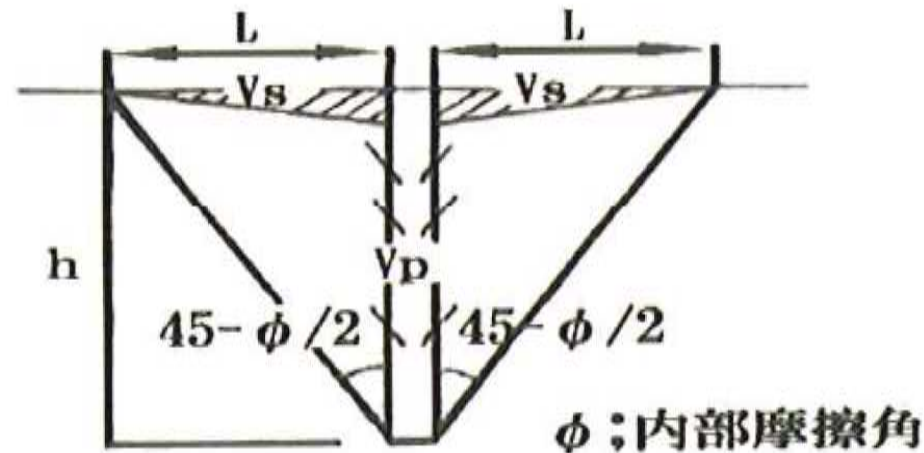
- 数cmの沈下でも,
1軒 数百万円の修復費
(居住者補償は別)
- 結果, 設計上の不備として
設計者責任となり易い
- 設計者責任とされた場合,
賠償責任は, **回避困難**



株式会社クリエイティブサポート仙台 殿の家屋沈下画像より引用させていただきました。

(地盤沈下予測モデル)

鋼矢板の引抜きに伴う地盤中の空隙量と周辺地盤沈下量は等しいと仮定して、鋼矢板を引抜き撤去するときの周辺地盤の変状を予測するモデル



ここで、杭引抜跡空隙(V)、空隙量(V_p)、杭引抜跡充填率(α)、沈下土量(V_s)、杭長(h)、沈下影響範囲(L)、最大沈下量(δ_0)、杭背面より x m地点の沈下量(δ_x)には、次の関係式が成り立つ。

$$V_p = 2 \cdot V_s \dots \dots \dots (1) \text{式}$$

$$V_p = V \cdot (1 - \alpha) \dots \dots \dots (2) \text{式}$$

$$L = h \cdot \tan(45^\circ - \phi/2) \dots \dots \dots (3) \text{式}$$

$$\delta_0 = 2 \cdot V_s / L \dots \dots \dots (4) \text{式}$$

$$\delta_x = \delta_0 \cdot (L - x) / L \dots \dots \dots (5) \text{式}$$

(引用文献)

本田健一ら:土留杭引抜きに伴う地盤沈下予測方法に関する一考察, 土木学会第39回年次学術講演会講演概要集(III), pp.397-398, 1984.

鋼矢板引抜き時の問題 3

- 深層土層に**ダイレイタンスー**(乱れ)を生じる



- 新規に埋設(構築)した**躯体・管路の沈下・不陸・損傷**, **堤体の脆弱化(破堤の危険)**
- **長期に渡る土層の圧密沈下**, 対処が困難
- 構築物の補修が繰り返し必要,
維持保全のライフサイクルコストが上がる
ストックマネジメントの障害となる

(引用論文)

「個別要素法による矢板引抜き時における 埋設管と周辺地盤の相互作用に関する検討」

第52回地盤工学研究発表会 H-08 0709(名古屋)2017年7月
神戸大学大学院農学研究科 国際会員 河端俊典 ほか

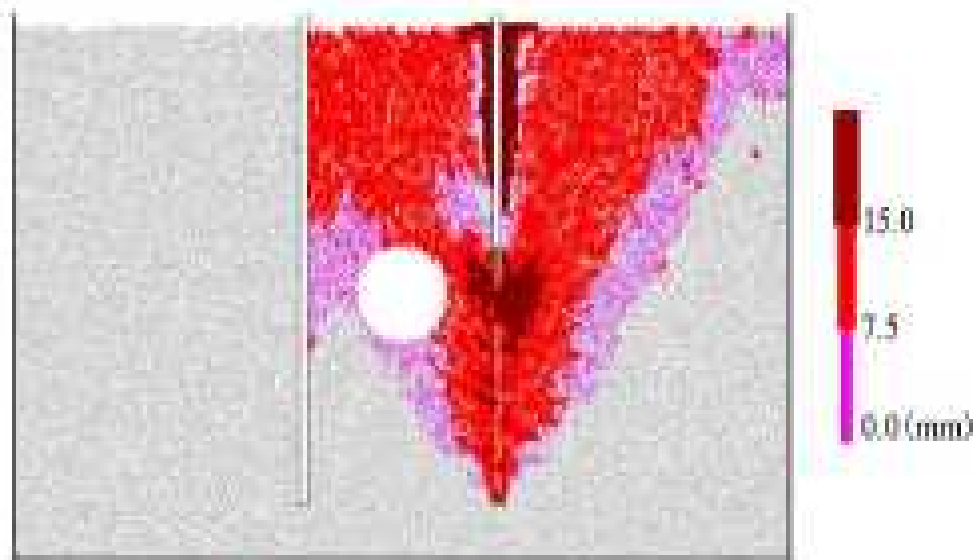


Fig. 5 地盤粒子の変位
(初期状態から引抜き長さ 375.0 mm)

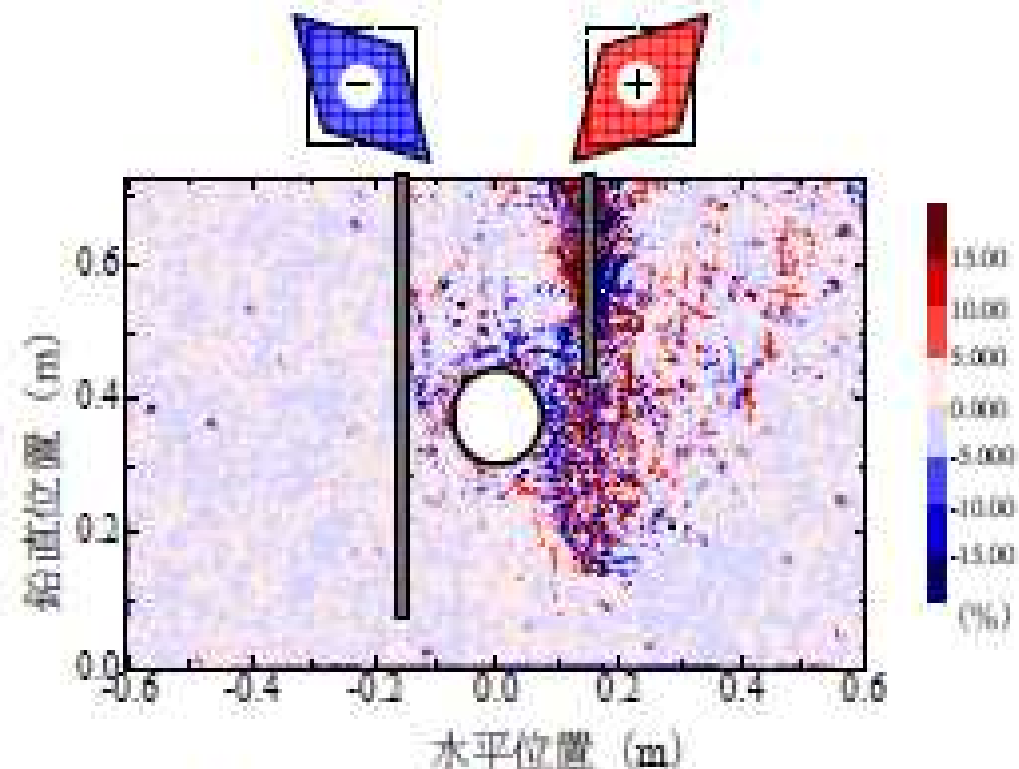


Fig. 6 地盤のせん断ひずみ分布
(初期状態から引抜き長さ 375.0 mm)

フリクションカッター塗布の有・無 鋼矢板の引抜き 動画

(護岸堤工事 仮締め切り鋼矢板)

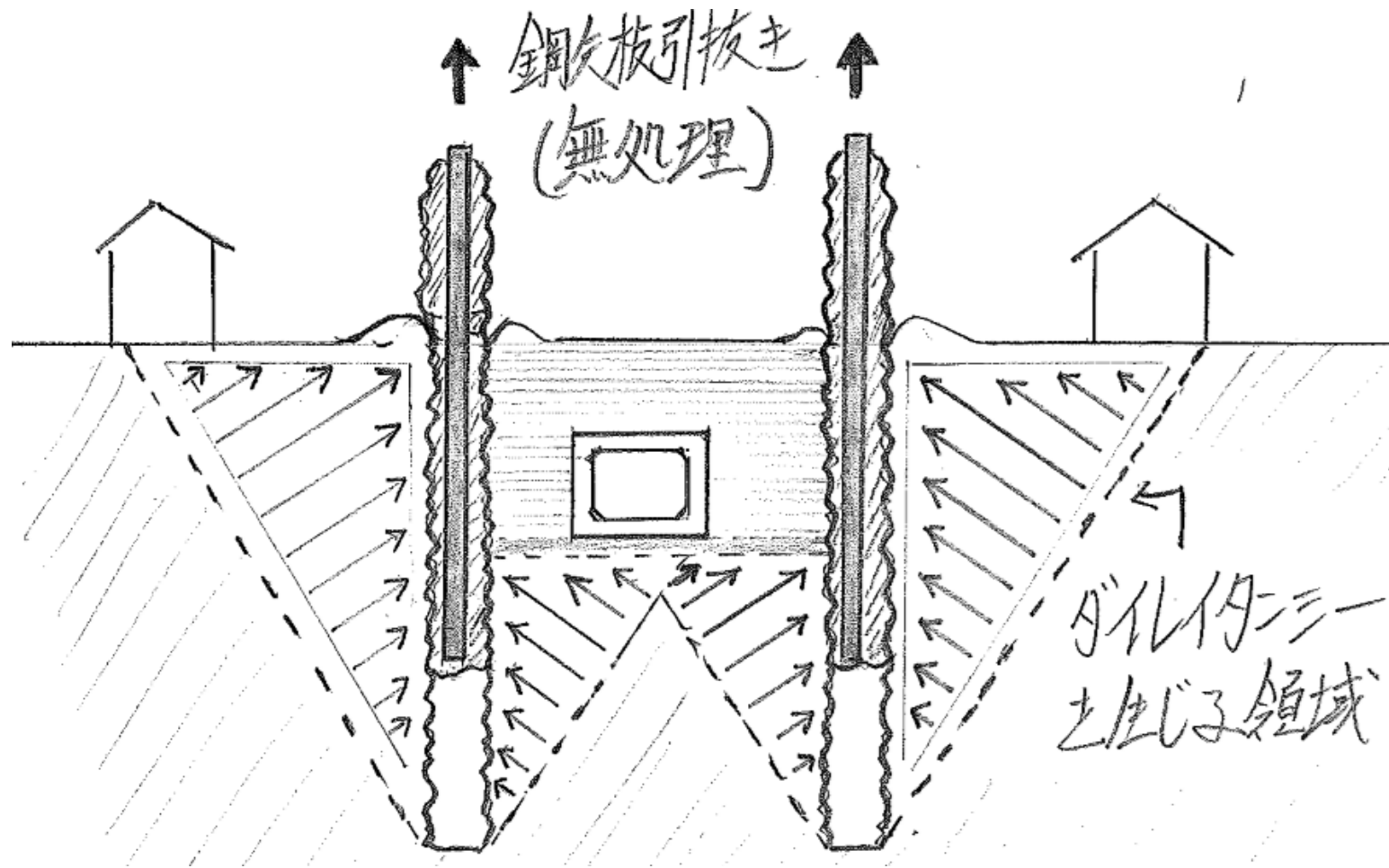


フリクションカッター未塗布の鋼矢板

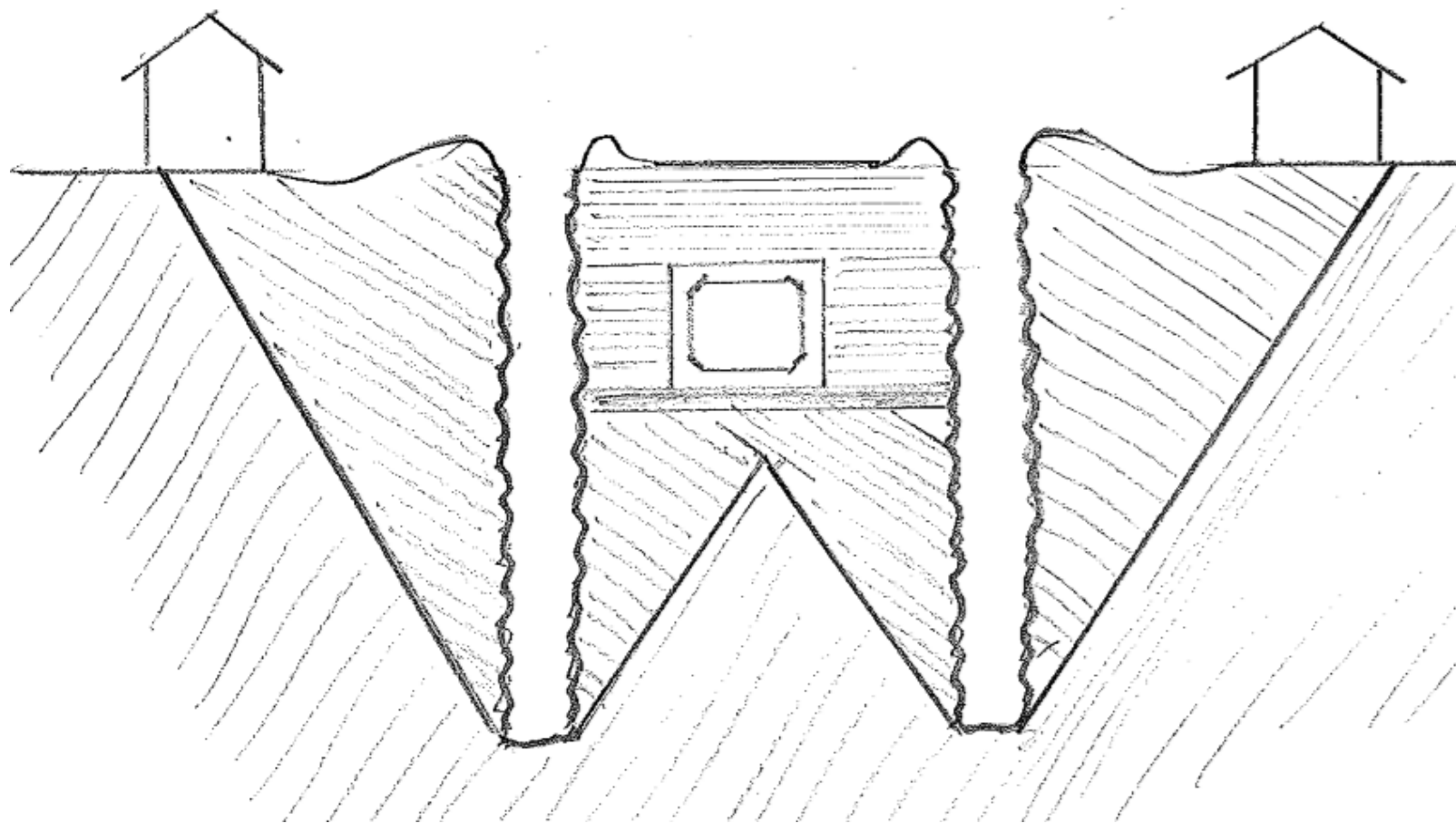


フリクションカッター塗布済の鋼矢板

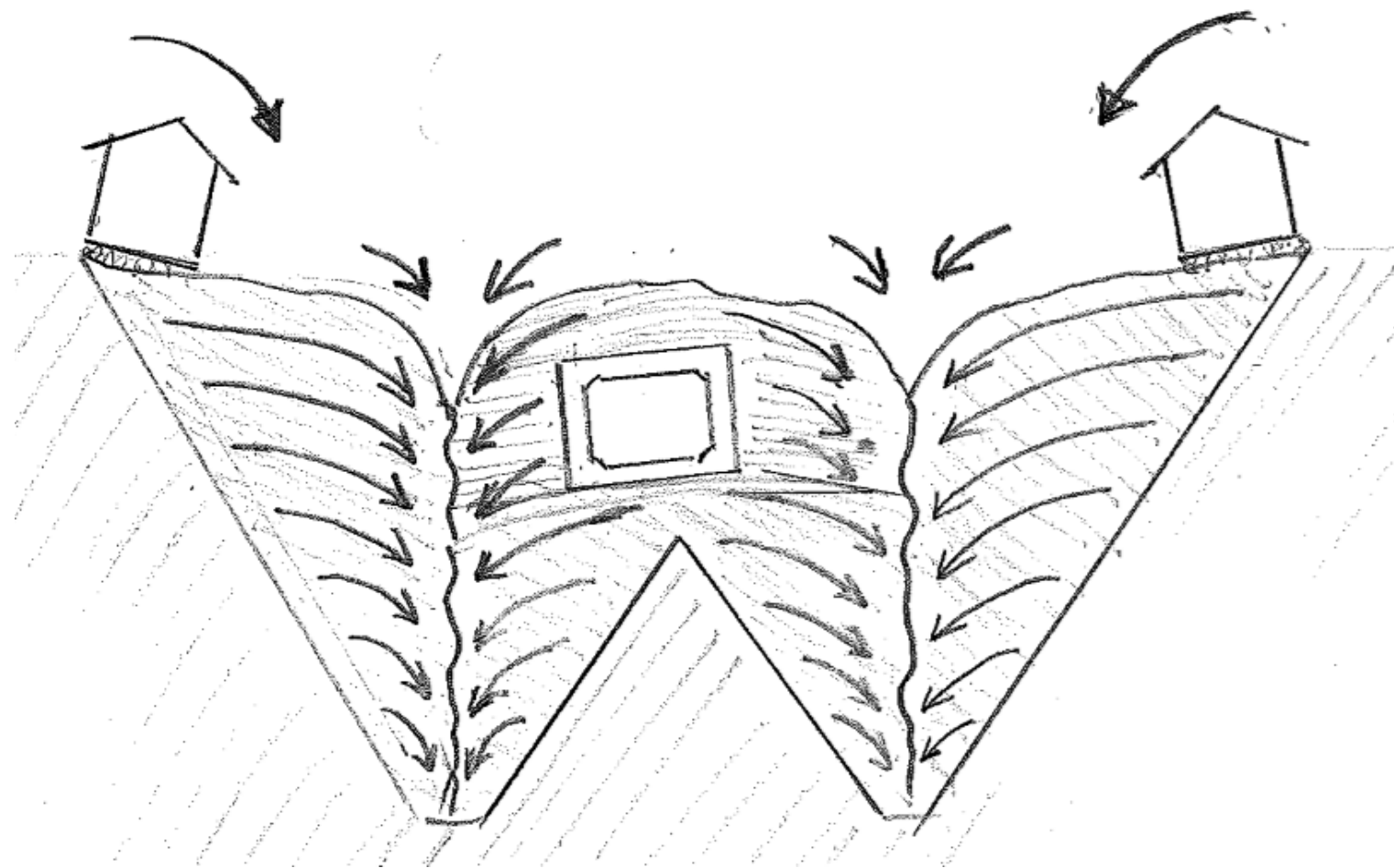
土層の変位・挙動イメージ



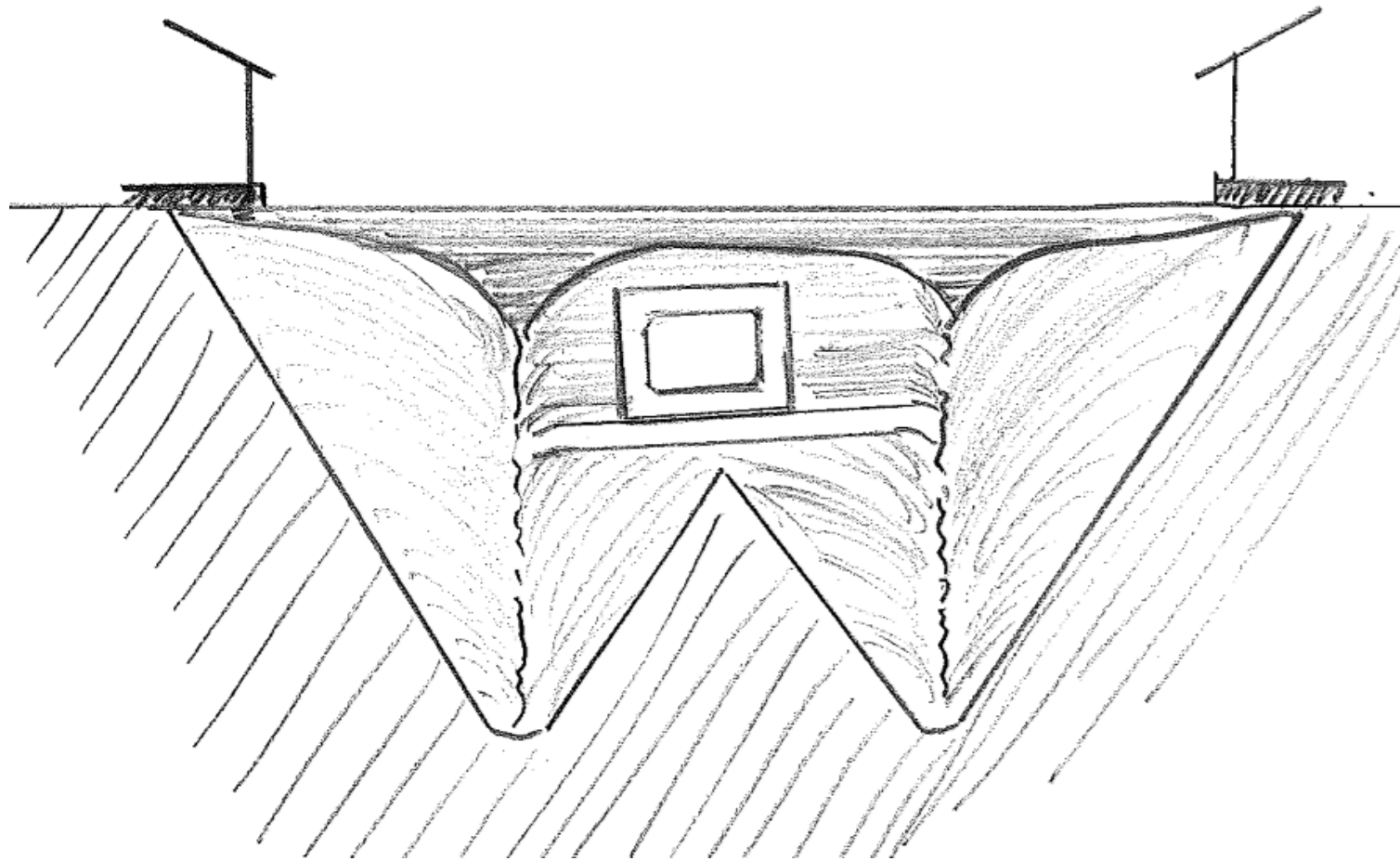
空隙形成のイメージ



鋼矢板の引抜き後 短期挙動

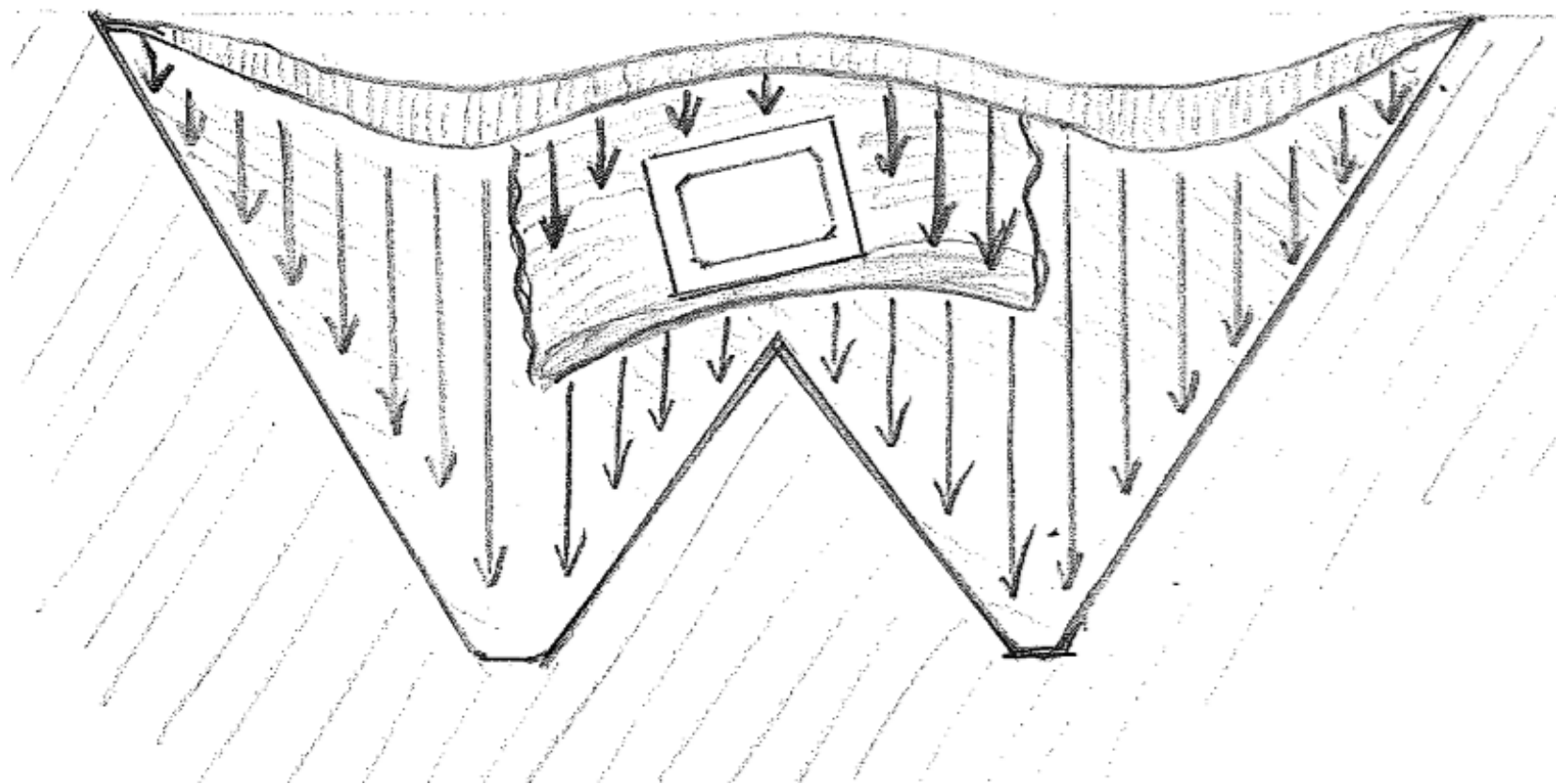


沈下部の埋戻し覆工

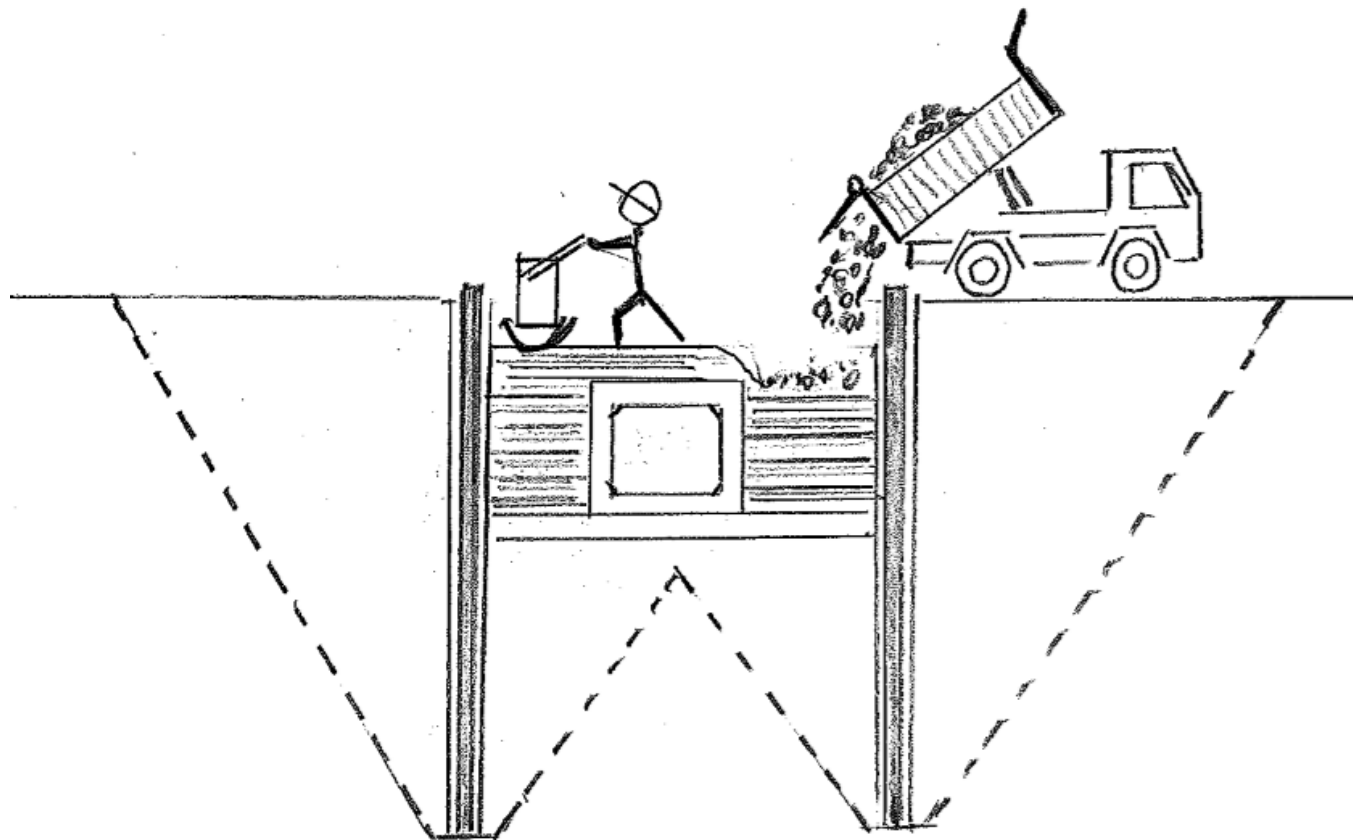


施工の終了後，長期に渡る挙動

ダライタンシーを生じた領域の圧密沈下

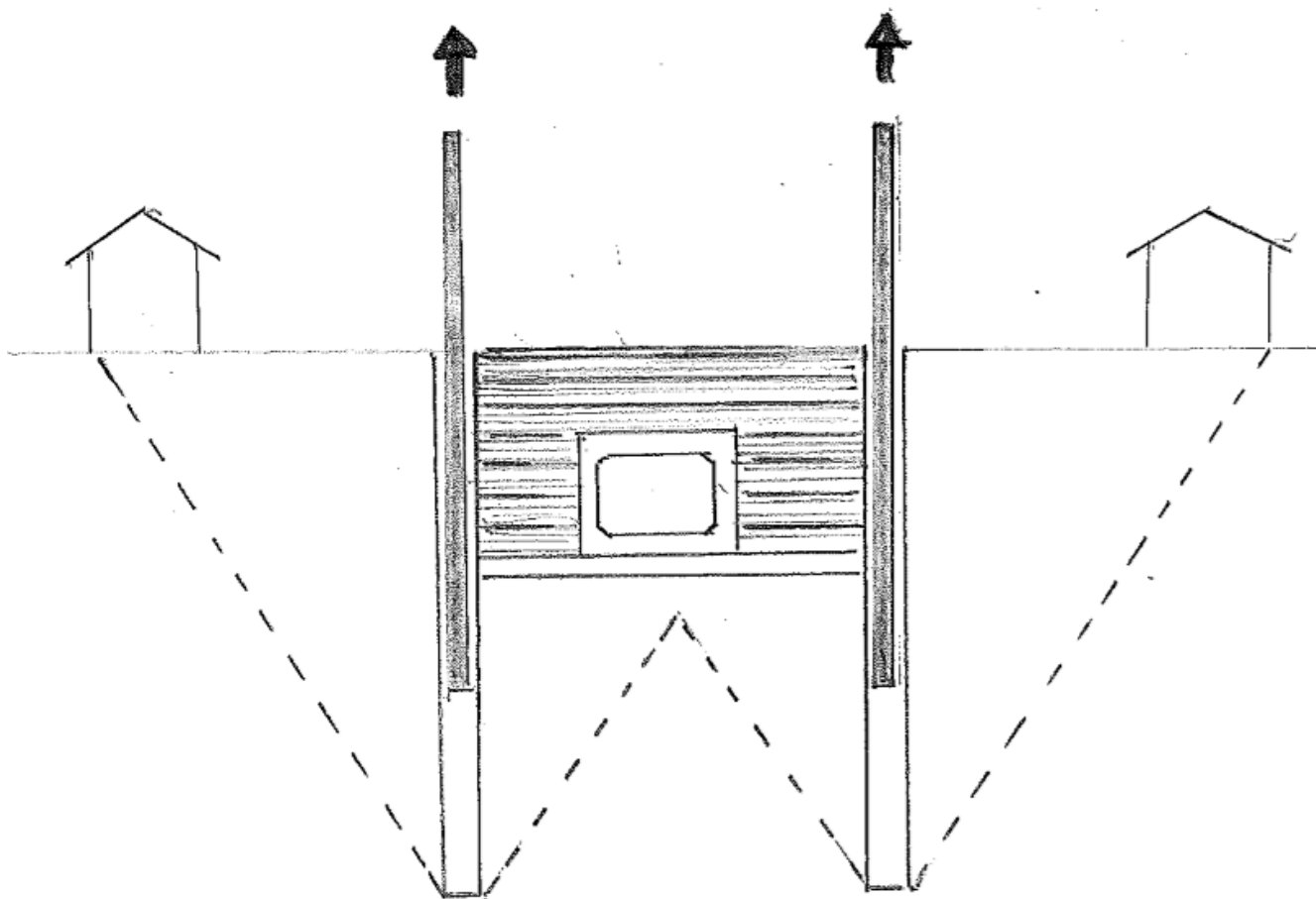


対応① 埋戻し 薄撒き・転圧



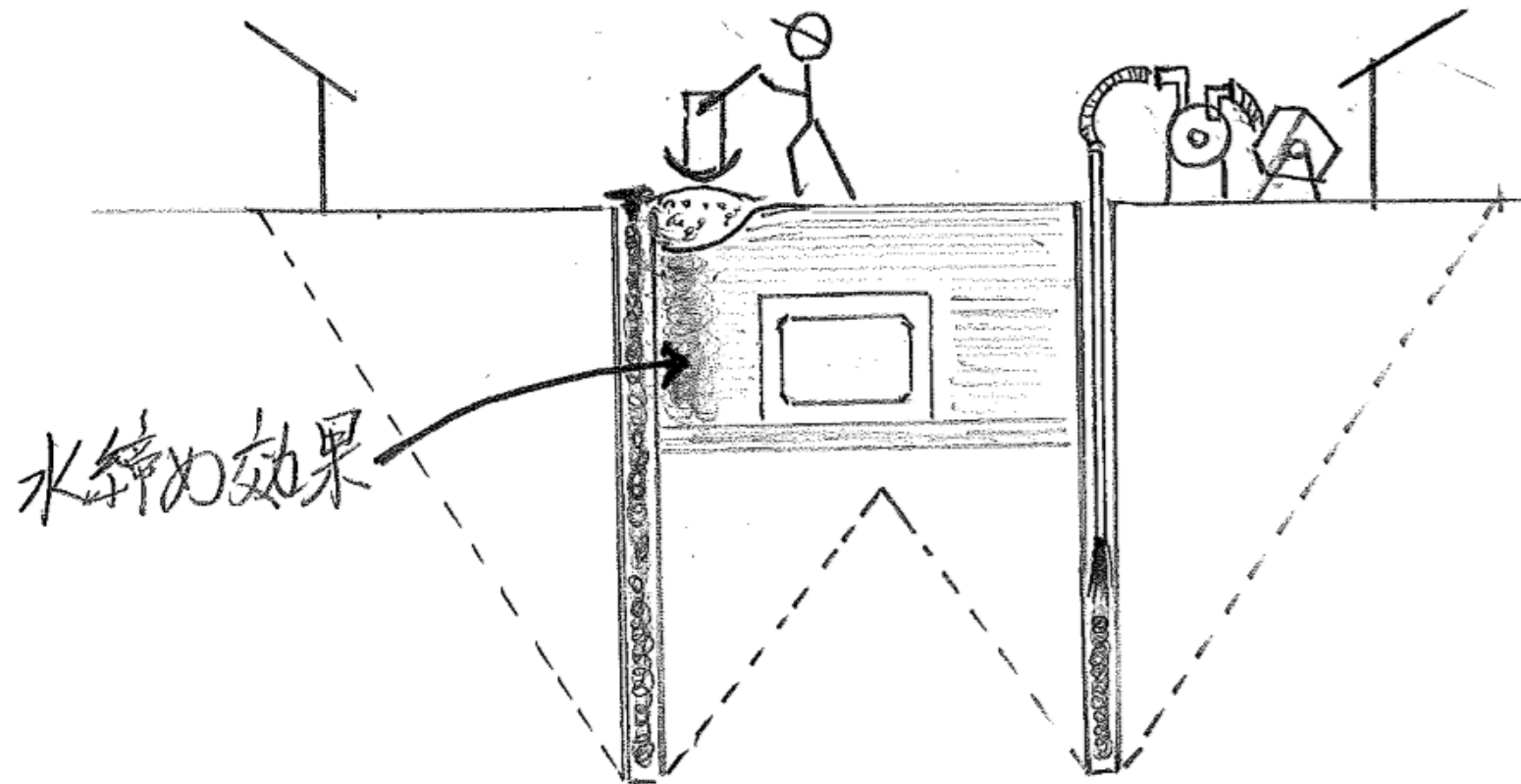
対処② 鋼矢板の引抜き

フリクションカッターを事前塗布済み



対応③ 引抜き空隙へのグラウト

CB(セメントベントナイトミルク)ポンプ圧入



仮設土留め撤去・沈下抑制は、 適切な施工管理が重要

フリクションカッター +

適切な補助施工

- ① 開削部 埋め戻し材の選択
- ② 埋め戻し材の転圧，圧密度の確保
- ③ 引抜き後，杭体積 空隙のグラウト充填
- ④ 水頭差による，吸出し防止対策

フリクションカッター施工の参考書

ISBN978-4-88644-089-1
C3051 ¥2500E

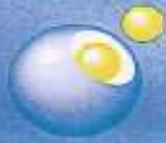


9784886440891

定価(本体2,500円+税)



1923051025008



発売所 丸善出版

—すぐに役立つ工夫技術と今さら聞けない素朴な疑問—

山留めの創意工夫と なるほど納得 Q&A



山留めの創意工夫と
なるほど納得 Q&A

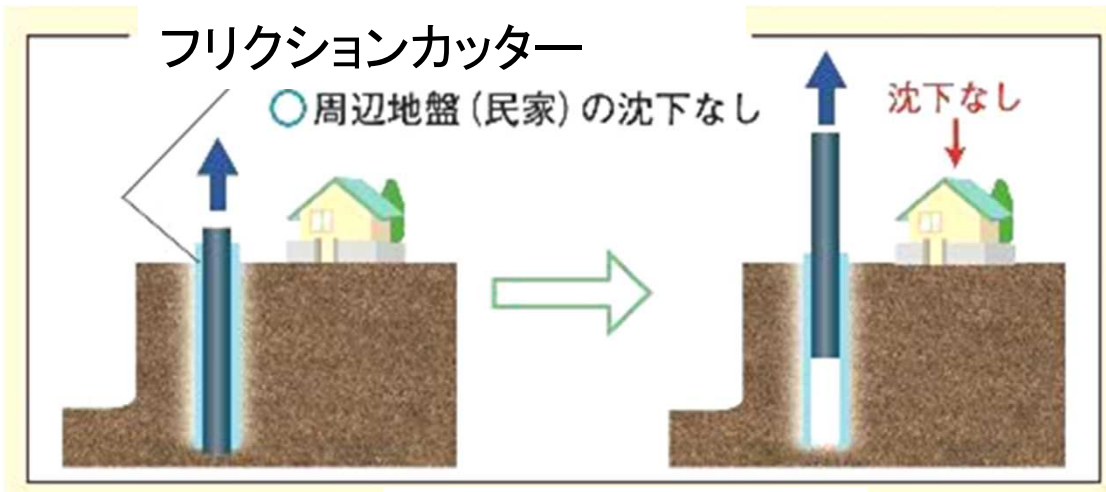
公益社団法人地盤工学会

公益社団法人地盤工学会

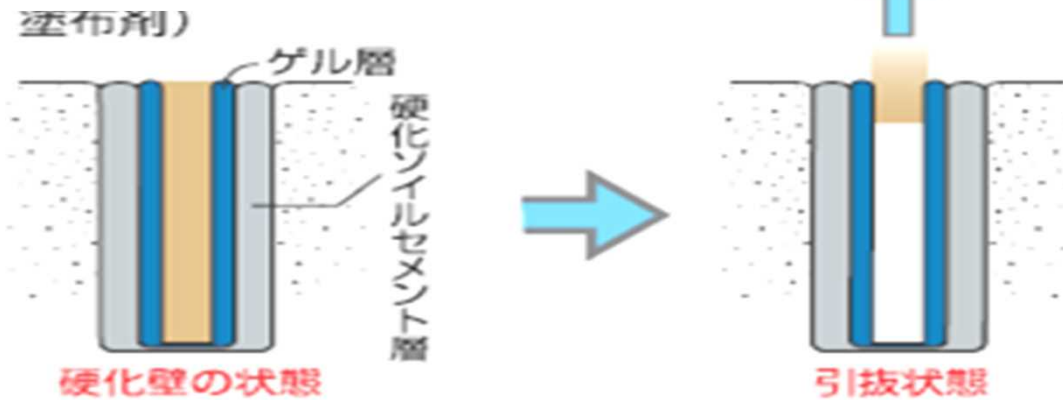
対象となる工事分野

- 河川:** 橋梁下部、樋門樋管
護岸・堤防仮締め切り
- 農林:** 排水機場、導水管路、頭首工
ダム・溜池改修
- ライフライン:** 上下水道・共同溝・情報・電力・
ガス管路、SMW・TRD、ケーソン
- 交通:** 道路改築、鉄道アンダーパス
盛土、鉄道高架、耐震補強

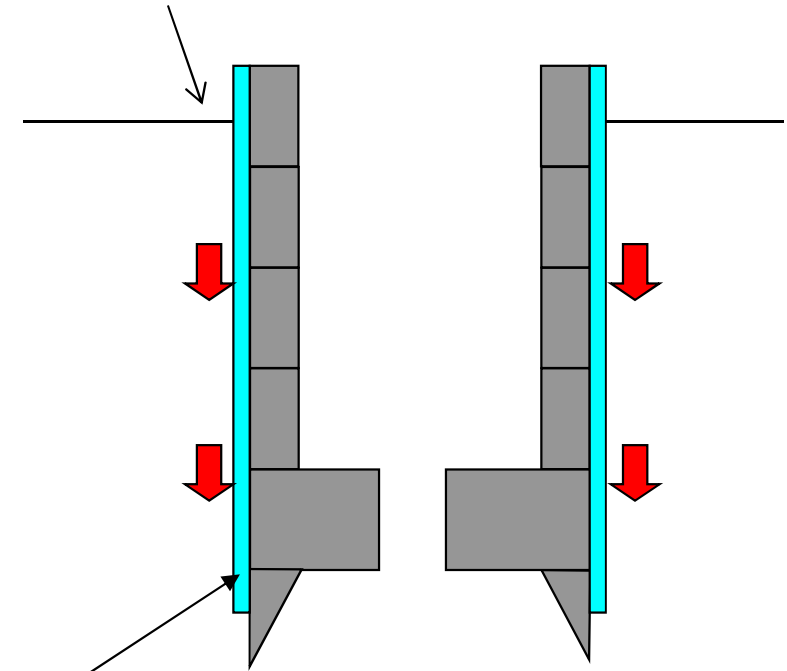
フリクションカッター塗布の効果



フリクションカッター



地盤の連れ込み沈下を抑制



フリクションカッター

- ・土留め鋼材やケーソン周面と土層との付着力や摩擦力を切り、地盤の変状・陥没を抑制する
- ・根固めモルタルと杭鋼材を付着させない

摩擦低減剤として土木施工 全般に適用可能
土留め鋼矢板・構台支持杭・SMWのH芯材の撤去、
各種ケーソンの沈下制御など



土留め鋼矢板



SMW連続壁のH形鋼

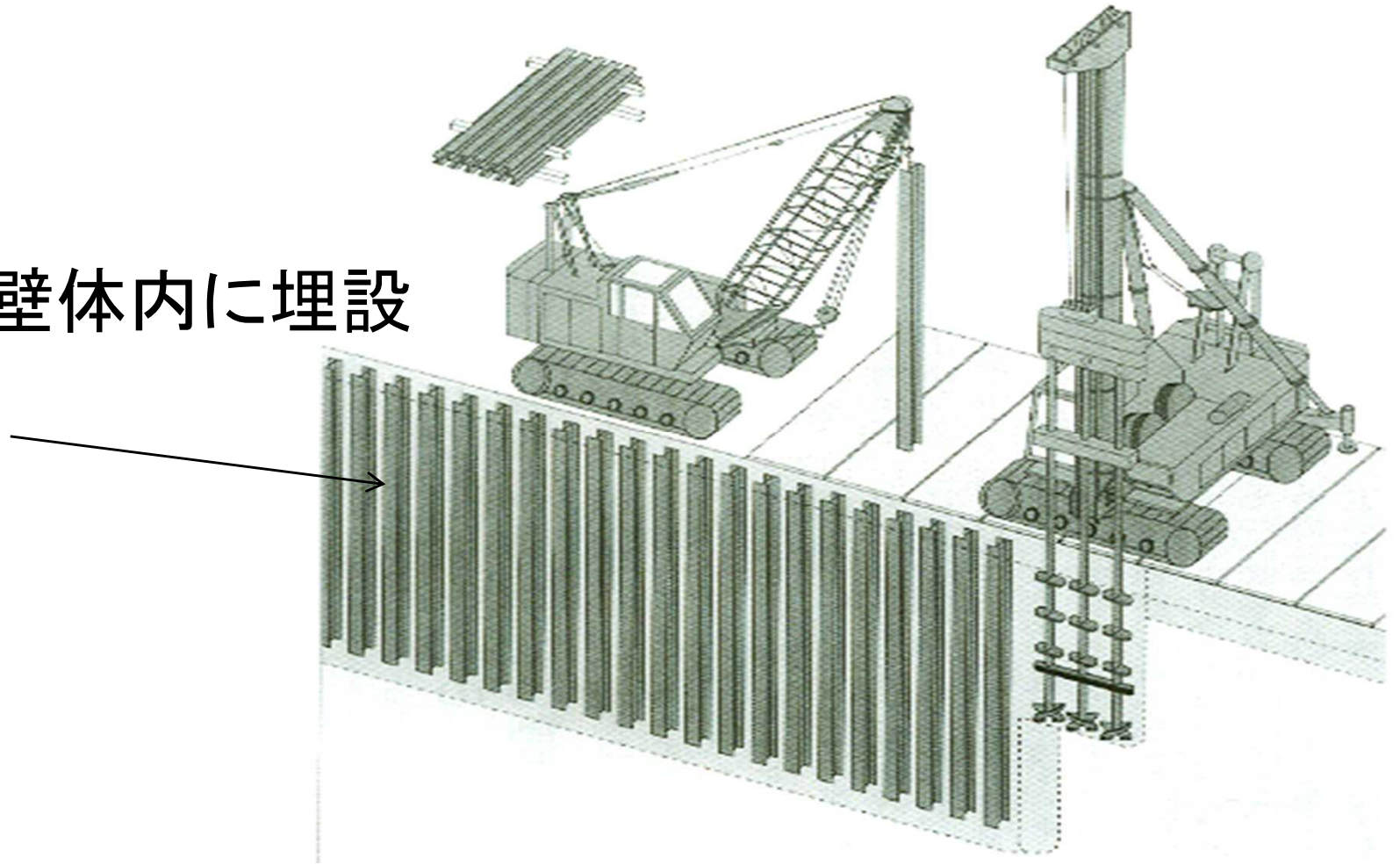


オープンケーソン
ニューマチックケーソン

対象工事： 橋梁下部、上下水道管路埋設、道路アンダーパス、鉄道高架橋、護岸・堤防仮締切り、排水機場、耐震補強工、液状化対策、地盤陥没遮断、盛土、ケーソン、汚染土壌改良など

SMW・TRD連続壁の芯材撤去

ソイルセメント壁体内に埋設
H形鋼芯材



- ・ソイルセメント壁と固着し，引抜き撤去が困難.
- ・残置H形鋼は，道路下の障害物，後年の撤去は困難.

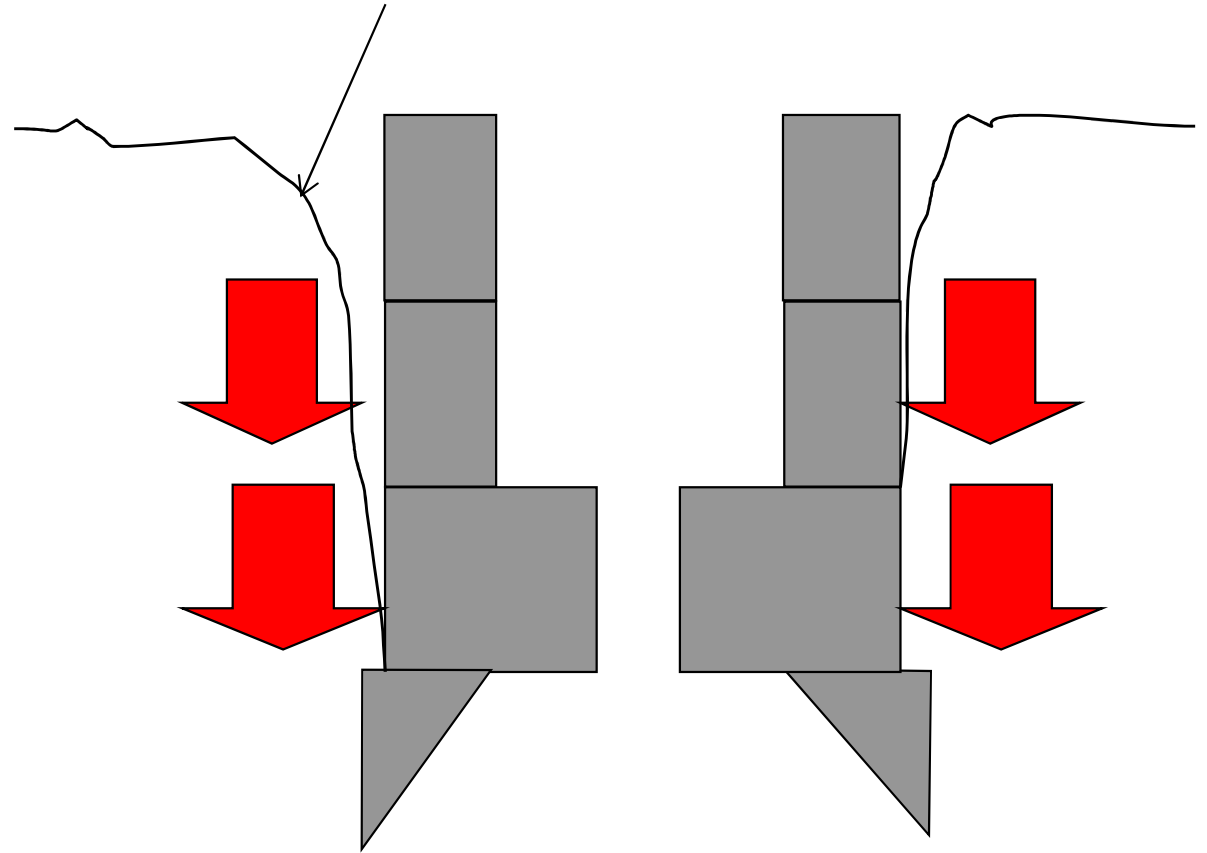
仮杭をモルタル根固めから引抜く



ソイルセメント改良体の
H形鋼の引抜き跡

各種ケーソン工事の課題

地盤の連れ込み沈下・傾斜沈下



ケーソン沈下時に周辺地盤を陥没させ
近接構造物(堤防など)を破壊する

第2部 ご利用状況

- ・ **対象**：公共土木工事が90%以上
国交省・自治体・機構・公団
などの発注工事
- ・ **特徴**：公共土木で近接施工の
技術ニーズに対応

技術登録

- ・国土交通省

 - :NETIS KK-120044-VE

- ・農業農村技術S(農林水産省)

 - :NNTD 305

- ・UR都市整備機構、東京都建設局、
多くの機関で技術登録済み

発注上の利点

鋼矢板の安全な撤去，近接制約への技術的な選択肢

- ① 河川域、道路用地、借地での施工対応
- ② 地中・水利障害となる残置の回避
- ③ 鋼矢板全損による工事費高騰を回避
- ④ 残置不可の近接協議で了解の得易さ
- ⑤ 安全性が高い撤去方法の選択

設計上の利点

開削部の近傍が狭隘な場合

- ① 立坑位置など、設計自由度の確保

鋼矢板撤去が前提条件の場合

- ② 安全な撤去工法の提案

設計者責任（技術照査の証し）

- ③ 積算費用縮減への照査・提案

竣工時の**会計検査**への要請

設計表記：具体的明記が必要

(型枠剥離油や詐称品などとの誤認防止)

「フリクションカッター」 国交省、自治体など

「NETIS No. KK-120044-VE」 国交省

「NNTD No. 305」 農水省・自治体農政など

特記や数量表への成分名併記(例)

「機能塗布剤、耐水防護トップコート剤」

特許権を有する唯一無二の技術であり、

「製品名称の指定が可能」

最近の問題（留意点）

- 同等品と詐称する**劣悪な製品の流通**
- 詐称品は、**価格が極端に安価**
- 施工者が**差益目当て**に安易に使用する
地盤変位防止への**認識が薄い**為、
各地で**地盤事故**を引き起こしがち



- 発注者の承諾を得ない場合がある
- 「フリクションカッター」使用との虚偽報告

リース鋼矢板を回収すべき理由

- 技術的理由で回収が困難な場合もあるが、地盤変状の危険性や工期短縮を理由に撤去工を省くなど、工期末の現場では、鋼矢板等の撤去や回収が中止され易い。
- 全損の場合、ロール価格での補償が困難。リース料＋スクラップ評価額では、本来損益が合わない。（下請けに負担付替え）

第3部 材質と製品仕様

材質：① ② ③の混合塗料

- ① 水に親和性があるアクリル系ポリマー
- ② 海水やアルカリ水に耐える
特殊な吸水性ポリマー
- ③ 溶剤で希釈済み

仕様例：下塗り剤＋上塗り剤 の組合せ

①＋② 機能塗布剤(下塗り剤)

① アクリル系ポリマー：液剤A

NET: 10.3kg／一斗缶: 30m²分

(メタノールシンナーで希釈済み)

② 特殊な吸水性ポリマー：粉末B

NET: 3kg／1袋: 30m²分

①のみ 耐水防護トップコート剤(上塗り剤)

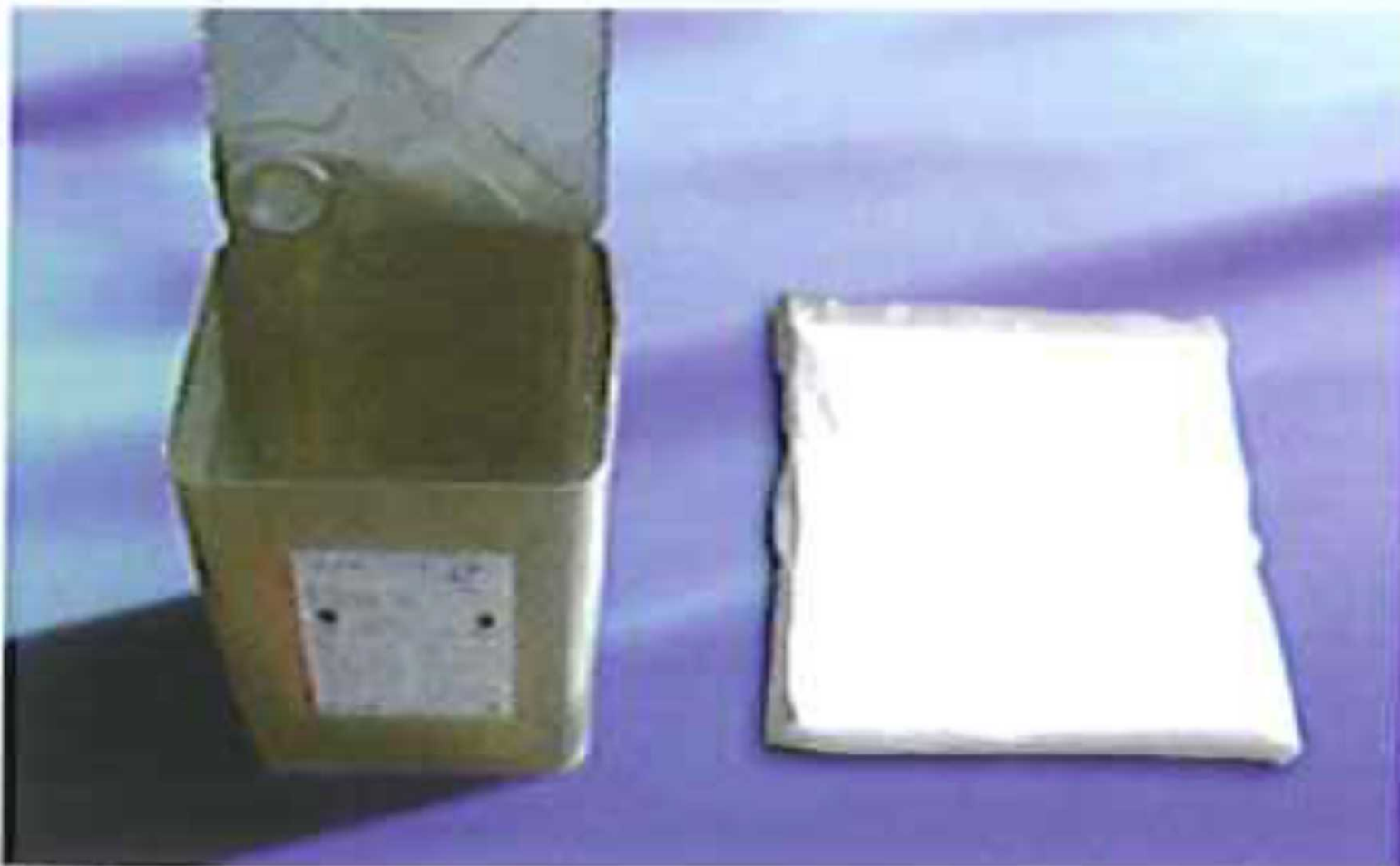
① アクリル系ポリマー：液剤A

NET: 10.3kg／一斗缶: 30m²分

(メタノールシンナーで希釈済み)

製品荷姿

トップコート剤・液剤 A
機能塗布剤・液剤 A と粉末添加剤 B



塗布作業

● 塗布剤の塗布手順例

トップコート剤・液剤A

機能塗布剤・液剤Aと粉末添加剤B混合



ケレン作業



塗布作業：機能塗布剤塗布後、液剤Aのみ
上塗り（トップコート）



水濡れ厳禁

土付着防止 用途 (工賃:北海道)

材工費: ¥4,800/m² (直接工事費)
(材料: ¥1,500/m²) ← (¥833+¥667)
(工賃: ¥3,300/m²) ← (塗布工賃など)

標準価格: ¥45,000 (下塗り剤+上塗り剤)

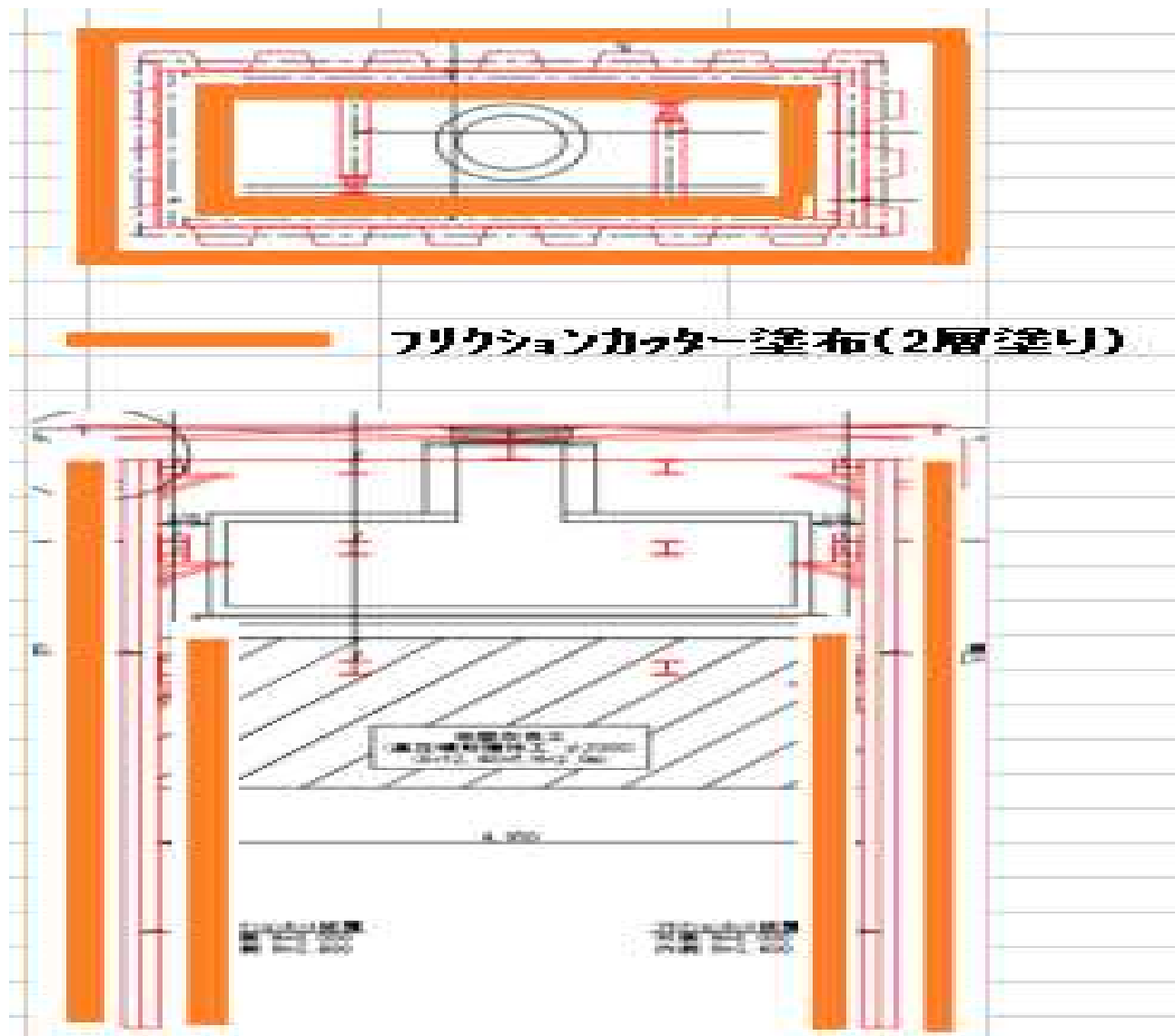
(機能塗布剤、下塗り剤)

¥25,000/セット (¥833/m²)

(トップコート剤、上塗り剤)

¥20,000/缶 (¥667/m²)

適用例(自然土層の変位防止)



積算例（ホームページで公開）

用途・目的	鋼矢板の除去、近傍地盤の歪状低減
鋼材の種類	鋼矢板Ⅲ型L10m根入れL4m
鋼材の枚数	100 枚
鋼材長さ方向(縦方向)の塗布長さ	0.7 m
周面方向(横方向)の塗布長さ (表1または2より)	14 m
機能塗布剤(下塗り)1セット当りの塗布可能面積 (表3より)	30 m ² /セット
1枚当りの機能塗布剤(下塗り剤)セット数	0.337セット/枚
トップコート剤(上塗り)1缶当りの塗布可能面積 (表4より)	30 m ² /缶
1枚当りトップコート剤(上塗り剤)缶数	0.337缶/枚
1人1日当りの塗布可能面積 (表5より)	15 m ² /日・人
1枚当りの作業日数 (作業人数6人)	0.109日/枚

*塗布剤は主に地中に圧入する鋼材に使用

金額 *金額は参考値となります。

労務費	1438800円
機能塗布剤(下塗り)材料費	842500円
トップコート剤(上塗り)材料費	674000円
諸経費(運搬費・消耗品費等)	921380円
合計	3876680円

購入数量

機能塗布剤	34セット
トップコート剤	34缶

素材の構成



改良吸水性高分子
(A)

+



改良接着性高分子
(B) + 有機溶剤

⇒
混合



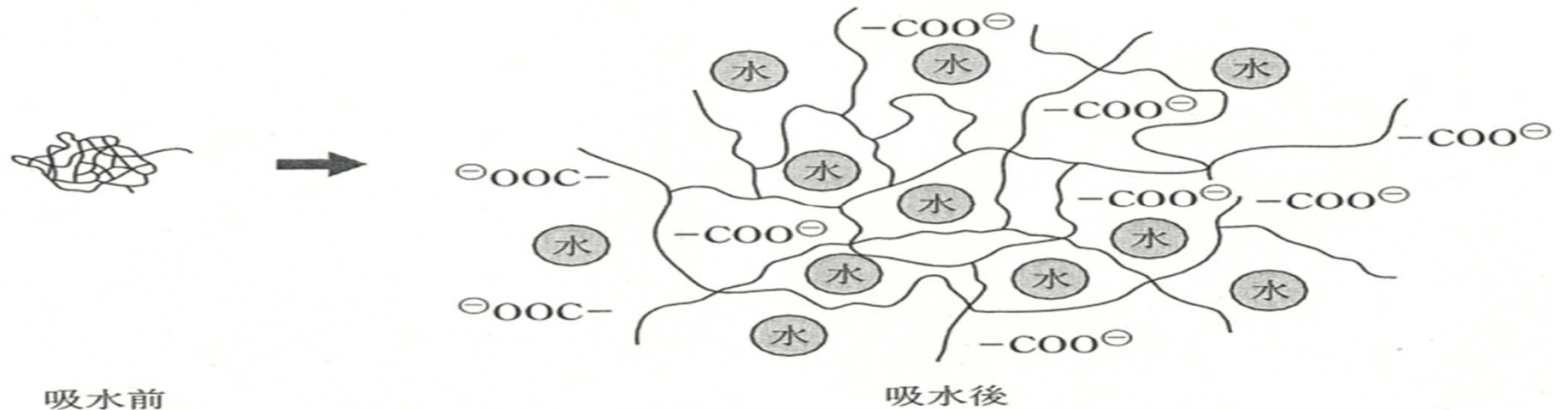
吸水性高分子基材
(A+B) + 有機溶剤

特殊 高吸水性ポリマー
(粉末B)

特殊バインダー
アクリル系ポリマー + メタノール
(液剤A) トップコート剤兼用

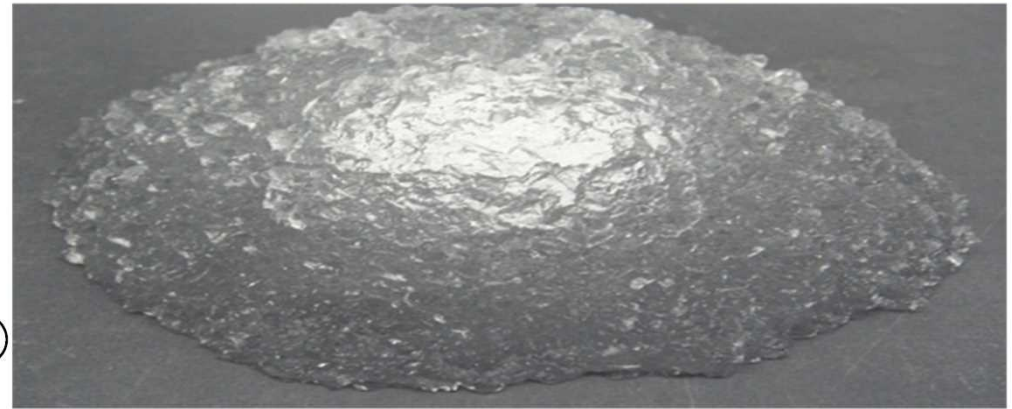
混合物
(機能塗布剤) 45

高吸水性ポリマーが吸水膨潤したゲル(ゼリー)



(粉末)

吸水膨潤
(地下水)



吸水性ポリマー(摩擦低減の主剤)

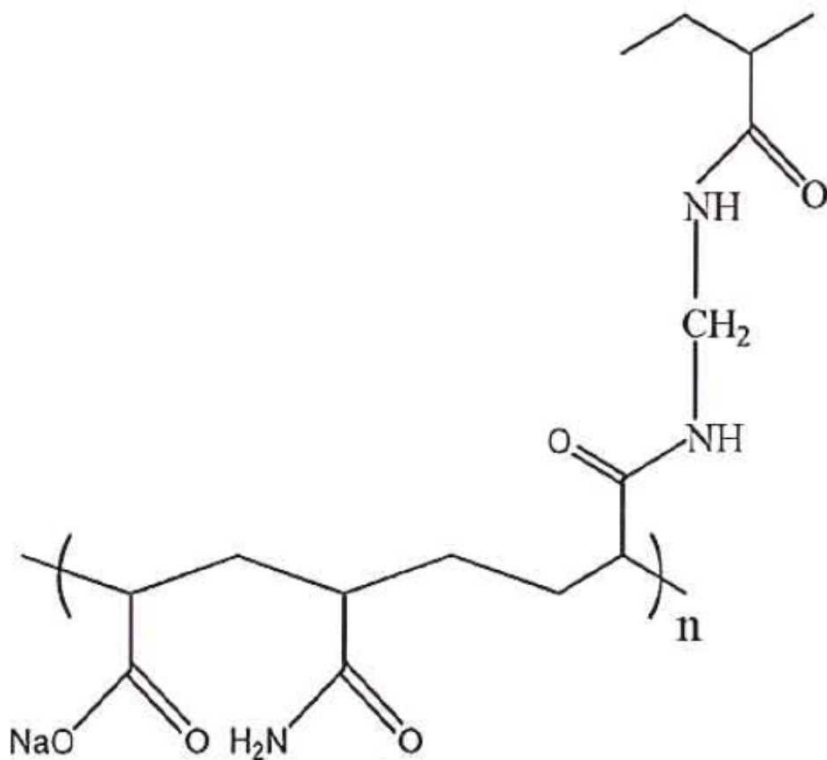
ゲル(100倍程になる)

- ・吸水性ポリマーは、内部構造が水に親和性を持つ
- ・水とポリマーとの浸透圧差で水を吸水しゲル化する
- ・ゲル(ゼリー)が分離層として付着力・周面摩擦力を低減する

化学組成 (専用の化学物質)

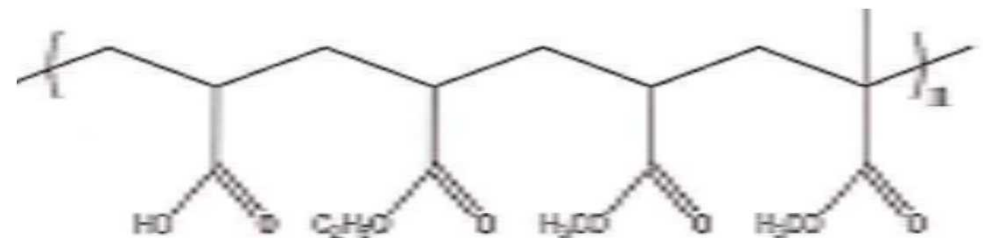
(特殊 高吸水性ポリマー)

アクリル酸ソーダ・アクリルアミド・N,N-メチレンビス
アクリルアミド 架橋性共重合体



(特殊バインダー)

アクリル酸・アクリル酸エチル・
アクリル酸メチル・メタクリル酸
メチル共重合体



フリクションカッターの塗膜 (特性)

特殊 バインダー樹脂 (液剤A)

親水性アクリルポリマー

塗膜の接着強度
(地盤打設時 剥離防止)

(A) 上塗り剤 (耐水防護トップコート剤)

吸水遅延性
(耐雨水, 打設後 数日を経て吸水)

(A)+(B) 下塗り剤 (機能塗布剤)

吸水膨潤ゲル(分離層)
地下水・セメント水・海水を吸水

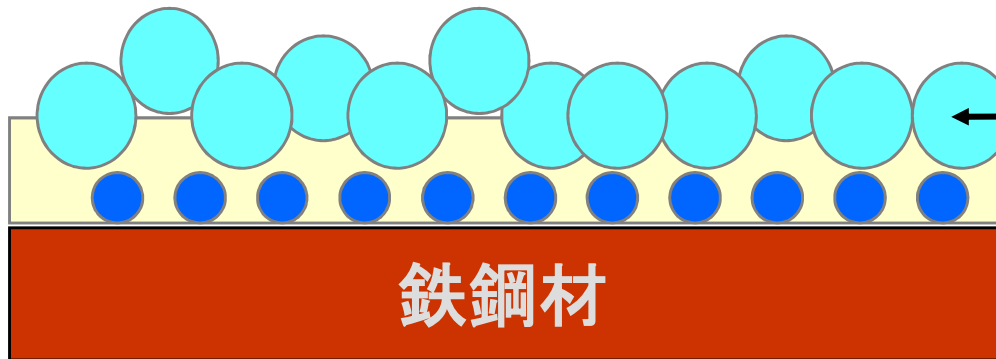
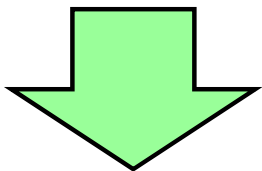
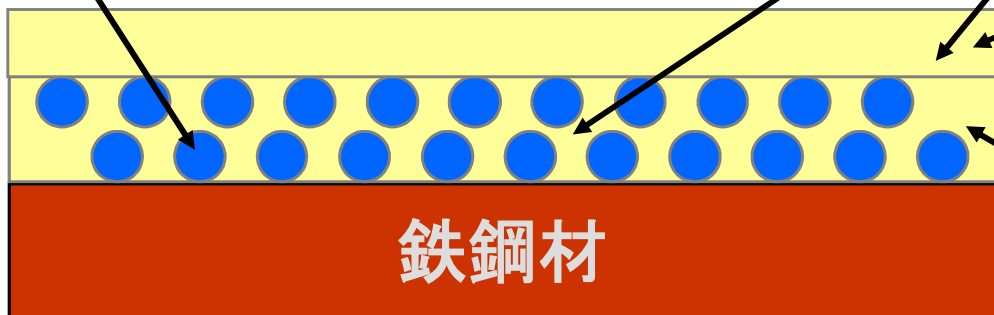
化学品 生体・環境安全性が高い

特殊 高吸水性ポリマー (粉末B)

化学特性: セメント水, 海水でも機能,
長期間の耐久性

鉄鋼材

鉄鋼材



安全性試験(済) SDS (安全データシートを完備)

アクリル系ポリマー(液剤A:メタノールを除く)

吸水性ポリマー(粉末B)

- ① 急性毒性(経口)→LD50試験済み
- ② 変異原性試験→陰性(無し)
- ③ 水質汚濁および土壌汚染に係る環境基準
対象有害物質(28項目)→検出無し

第4部 摩擦低減性能

(土層の付着防止用途)

- ① 通常の1/30~50 (内部摩擦角: 1°)
- ② 粘土層・砂層 同性能
- ③ 使用年数での性能差無し (長期耐久)
- ④ 大深度・大土圧でも有効
- ⑤ 海水・セメント水でも有効

①-1 内部摩擦角

鋼材に塗布した吸水性高分子摩擦低減材の摩擦特性(その1)

信州大学環境科学年報37号(2016) 信州大学 梅崎健夫, 日本触媒 服部晃ほか

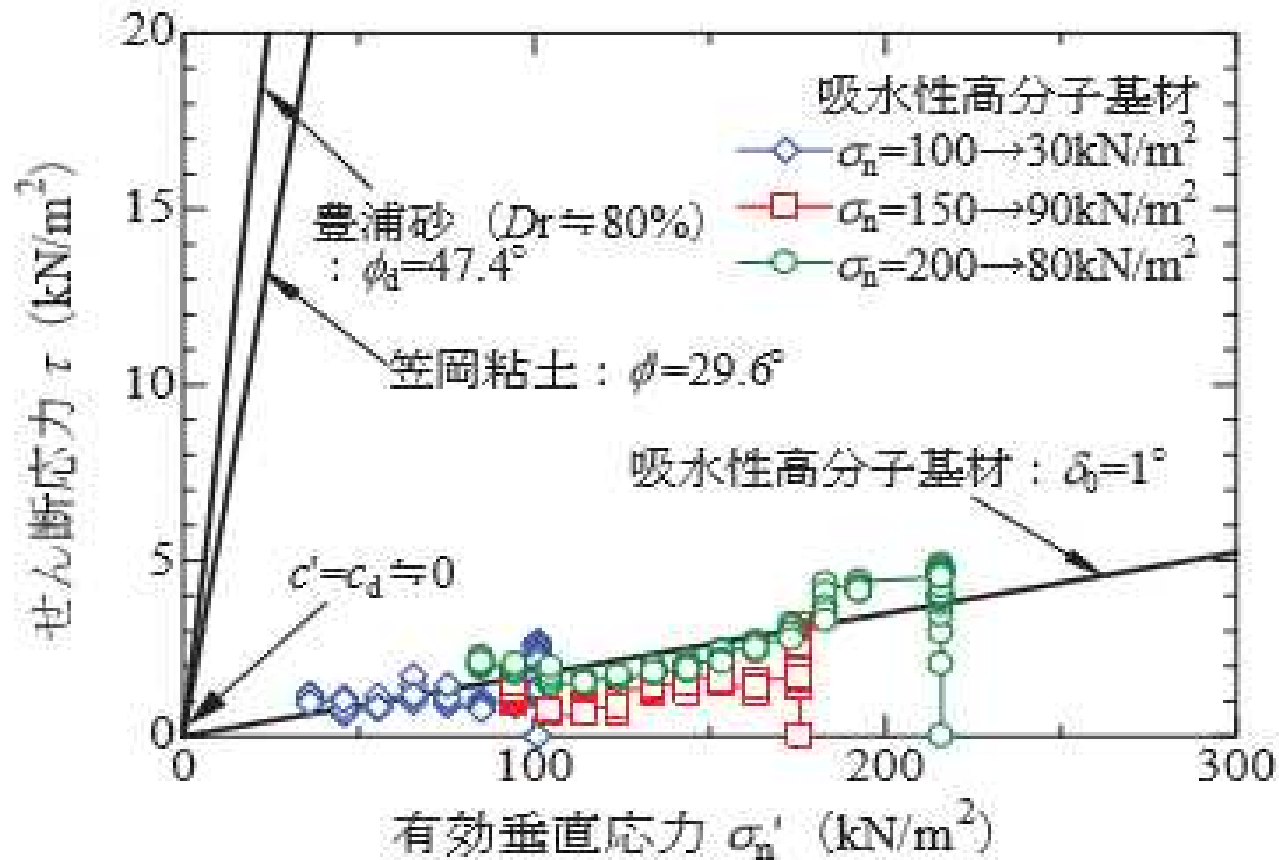
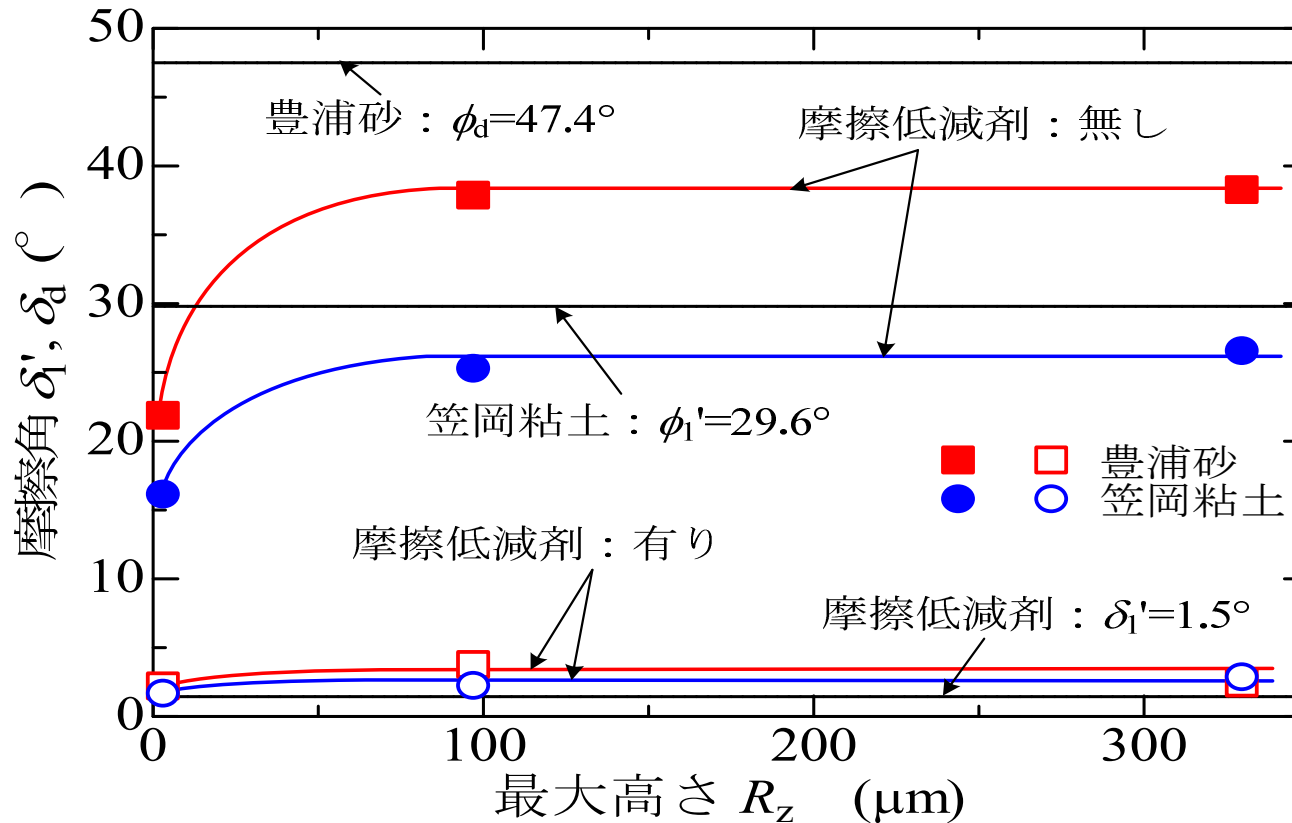


図-5 笠岡粘土と豊浦砂および吸水性高分子基材の内部摩擦角および摩擦角

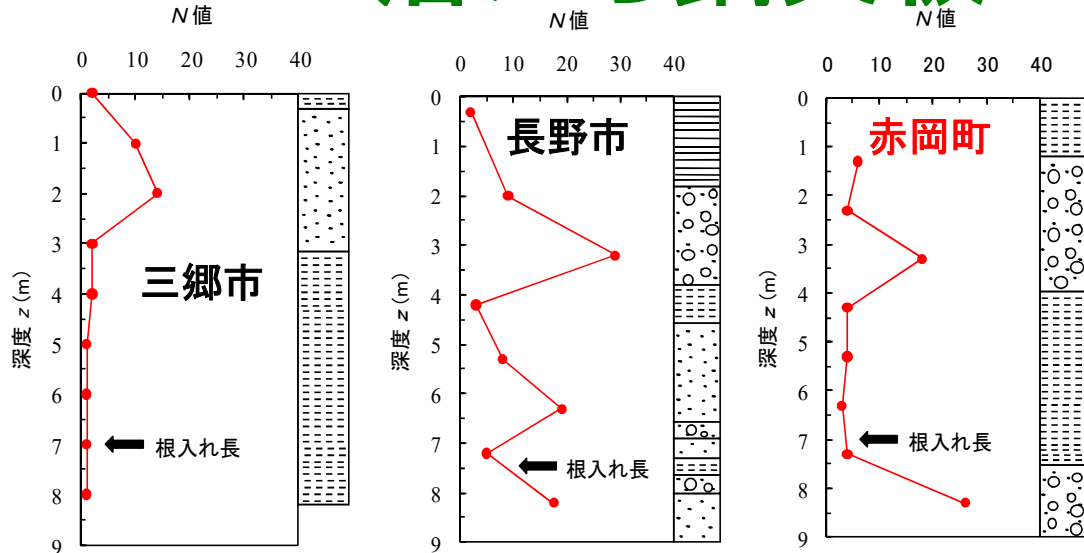
①-2 鋼材(杭)の周面粗度と摩擦角



鋼材の表面粗さと摩擦角の関係

- ・粗度 $R_z \doteq 3\mu\text{m}$ の鋼材表面の摩擦角は, 笠岡粘土, 豊浦砂の各内部摩擦角の $1/2$ 程.
- ・ $R_z > 100\mu\text{m}$ の鋼材表面では, R_z に関わらず, 内部摩擦角の $0.8 \sim 0.9$ 倍程で一定.
- ・フリクションカッター塗布の場合, 摩擦角は土および表面粗度に関わらず極めて小さく内部摩擦角の $1/10 \sim 1/30$ 程.
- ・平滑な表面は, 接触面で滑りが生じ, 粗い表面は, 土のせん断破壊が生じる.

② 各種土層から鋼矢板III型を引抜き



地盤条件



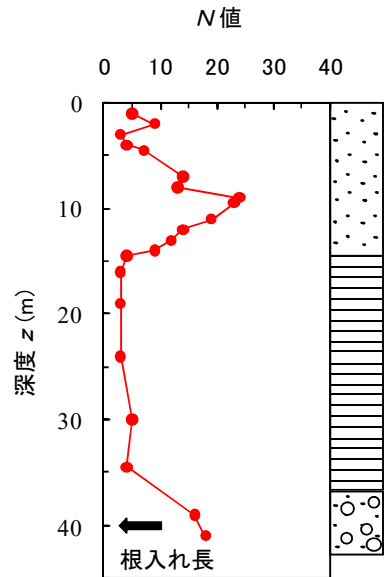
鋼矢板へのフリクションカッター塗布



油圧パイラーで圧入打設

異なる3現場で、フリクションカッター塗布の鋼矢板を油圧パイラーで引抜き、土層による性能差がないことを確認

④ 40m深度の砂層からH形鋼 杭を引抜く



地盤条件
(三重県伊曾島)

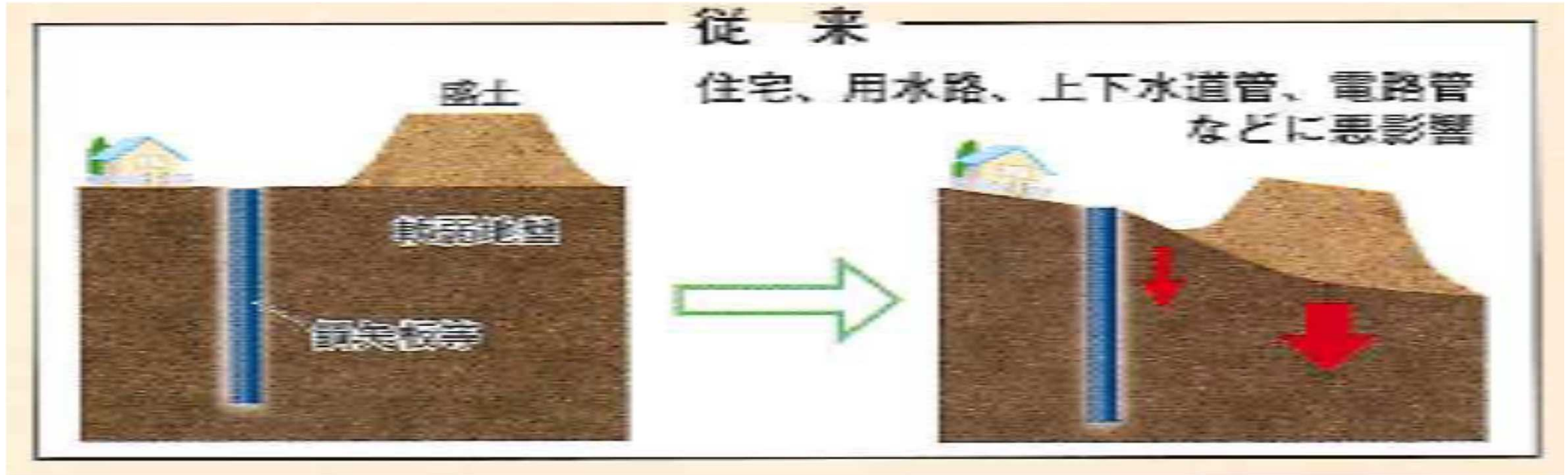


バイブロハンマーで圧入打設

フリクションカッター塗布のH形鋼 杭L40mを圧入.
4年後に引抜き撤去.

(塗布なしH鋼杭は、地盤に拘束され撤去不可)

応用(例)盛土地盤の沈下を遮断する



フリクションカッター®の特許権について

平素は弊社の土木用摩擦低減材「フリクションカッター®」をご利用頂きまして、誠にありがとうございます。

近年、他社より弊社の下記特許権に係る発明の技術的範囲に属する仮設鋼材の引抜撤去の用途分野に向けた製品が販売されている例が見受けられます。当該用途に関わるこれら他社製品の販売及び購入後の業としての使用行為は、弊社の下記特許権を侵害する事になります。

つきましては、上記他社製品を販売・購入・使用するに際し、弊社の下記特許権を侵害する事とならないようにご注意を頂きますことをお願い申し上げます。

尚、引き続き弊社は、より有用で使い勝手の良い技術を目指して製品の改良及び用途分野における施工技術開発にも取り組んで行く所存ですので、今後とも皆様のご支援・ご協力を賜りますようお願い申し上げます。

1. 特許第3181573号
(土付着防止用塗料、土付着防止用鋼矢板およびそれらを利用した土付着防止工法)
2. 特許第3212955号
(表面処理剤・埋設物・**および**接着防止方法)
3. 特許第3274421号
(被覆材およびその製造方法)
4. 特許第4132713号
(耐水性の良好な水硬性混和物接着抑制剤、埋設物及び接着防止方法)
5. 特許第4265726号
(湿潤時の密着性が良好な表面処理剤、前記表面処理剤を用いた工法及び鋼矢板)