

第9回 民間技術交流会

LSSによる空洞補修工法

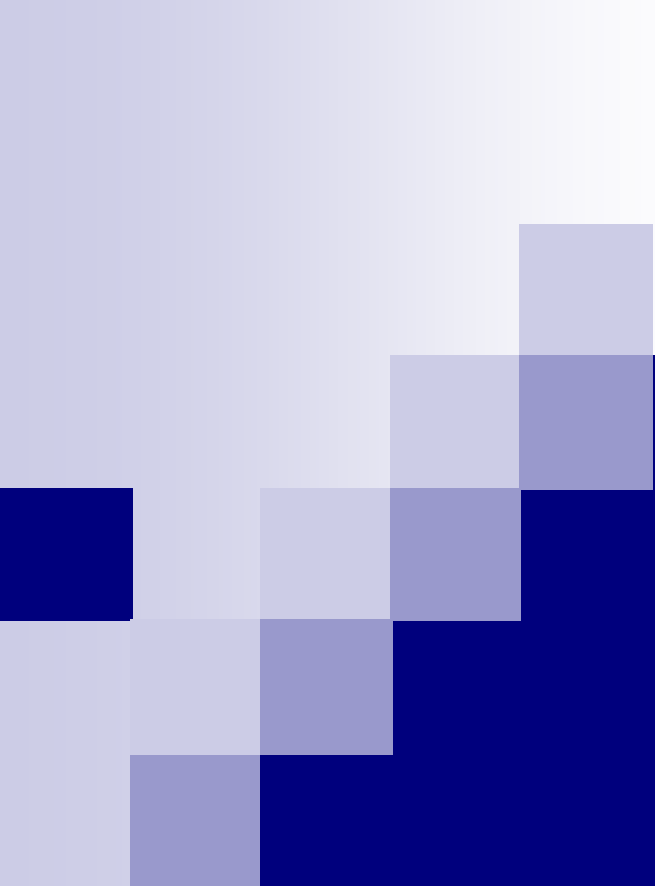
(Liquefied Soil Stabilization Method)

～ 社会資本の予防保全対策を目指して ～



徳倉建設株式会社

土木事業本部 技術環境部

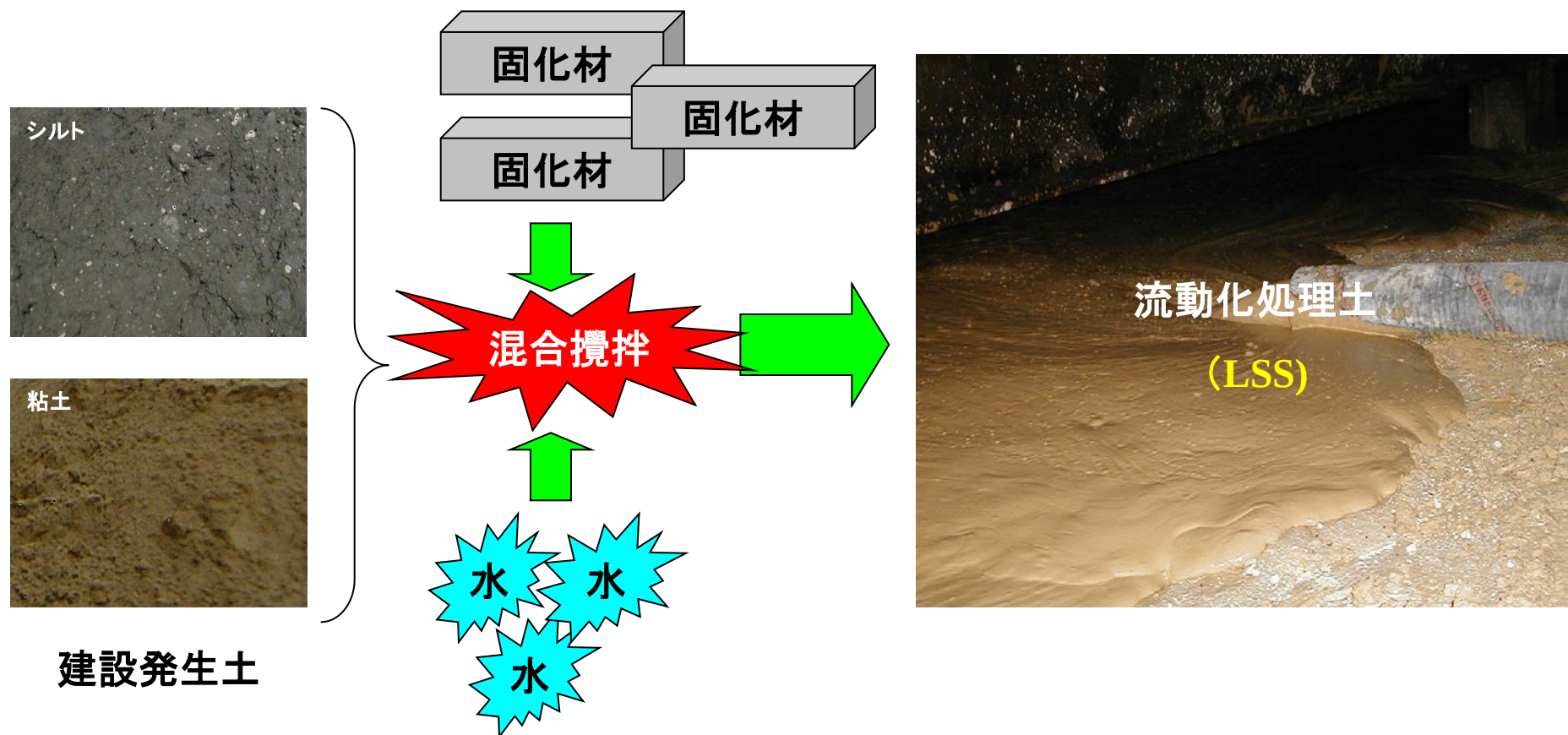


LSSの概要説明

流動化処理工法(LSS工法)

現場発生土と泥水(あるいは水)と固化材を適切な配合で混練して作成される**流動化処理土(LSS)**を埋戻し場所に流し込み、材料の硬化を待って埋戻しを完了するもの

(**L**iquefied **S**oil **S**tabilization Method)



LSSの適用箇所

- 施工部分が狭隘な場所
- 埋戻しの信頼性が要求される場所
- 地下空洞の充填、埋設管の閉塞など



狭隘部の埋戻し



配管部の埋戻し



建築：仮埋戻し



管体基礎の埋戻し

LSSの適用箇所(空洞充填事例)



廃止坑の充填



亜炭鉱坑道の充填



基礎沈下部の空洞補修



路面下空洞の充填補修

工事件名	空洞補修工事(西-1)
工事場所	西区地内 名鉄=丁目
工種	空洞補修工
設計値	実測値
測点	v6.1
空洞充填	
旭産業(株)	

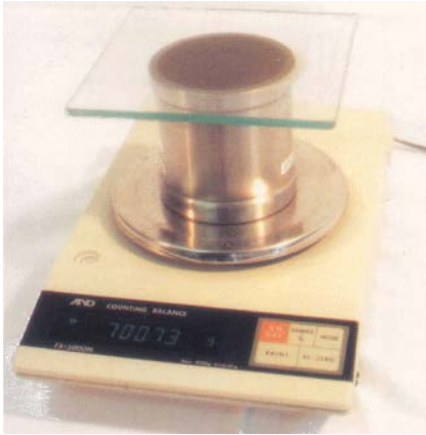
LSSの特徴

1. ほとんどすべての発生土が利用可能
2. 発生土の処分費が軽減され、経済的(0.6m³/m³)
3. 粘着力が高く、地震時に液状化しない材料です
4. 任意な強度にコントロールが可能
5. 硬化後に難透水層を形成する(10^{-6} 以下)
6. 埋戻し時に他の工種と並行して施工ができ、工期短縮効果が期待できる(コスト縮減)
7. 六価クロムの溶出量は微小(材料土に汚染物質のないもの)

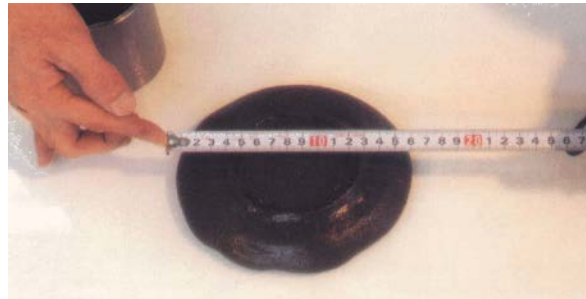
品質管理項目

LSSは以下の項目で品質管理を行います

①密度試験



②フロー値試験



③ブリージング試験



④一軸圧縮試験



LSS製造段階で発生する泥水

最終的に納品するLSS

2段階の品質管理を行うことで安心して
利用できる材料を提供しております。

LSSの製造プラント

大型固定式プラント



1. 流動化処理土の大量出荷が可能
2. 高品質な埋戻し材料を供給
3. 施工時期が点在する場合に有利

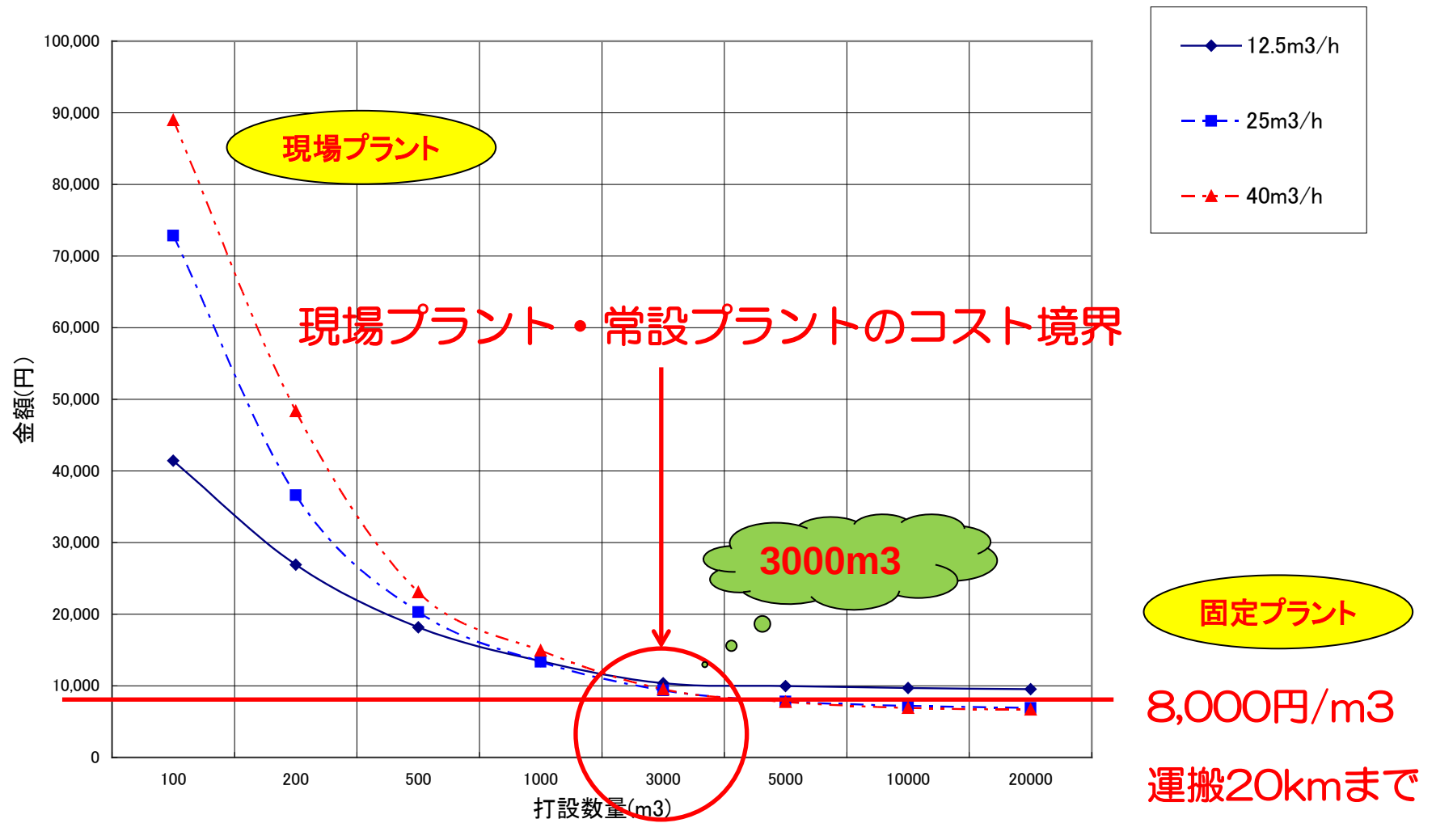
半固定式プラント(現場プラント)

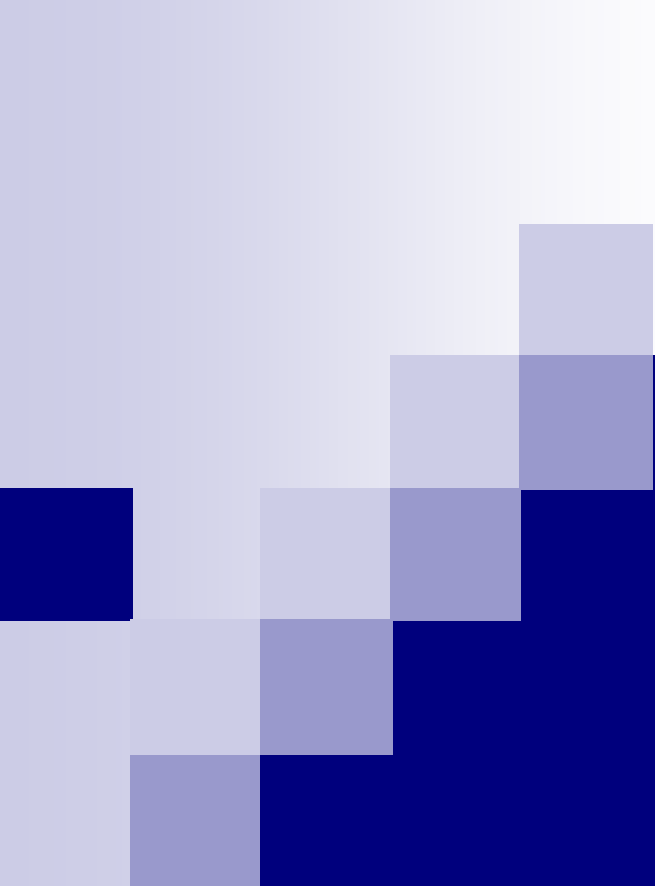


1. 設置場所を任意に設定
2. 高品質な埋戻し材料を供給
3. 現場発生土の再利用が可能

LSS製造単価

流動化処理土の製造能力による単価グラフ(泥水式)





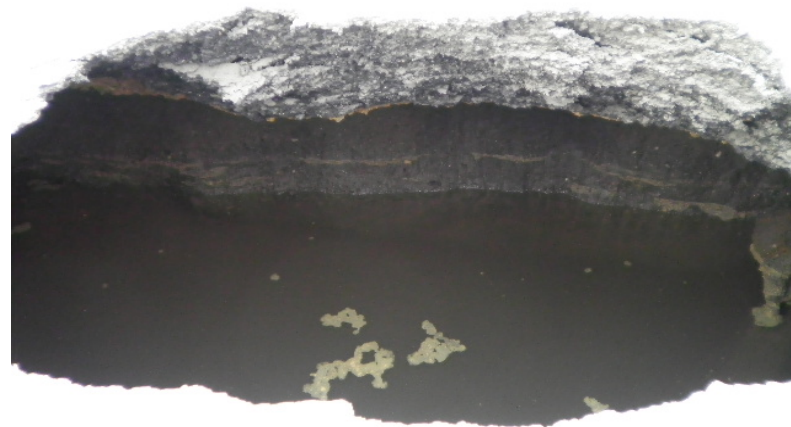
LSSの事例紹介

護岸空洞充填事例



施工概要

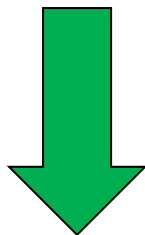
- セル式護岸の破損に伴い発生した護岸空洞
- 水位が高く水中での対策工法が必要とされる事例
- セルを形成する鋼矢板のセクション部の破損により護岸形成材料が流出し空洞が発生



空洞補修方法の検討

考慮すべき条件

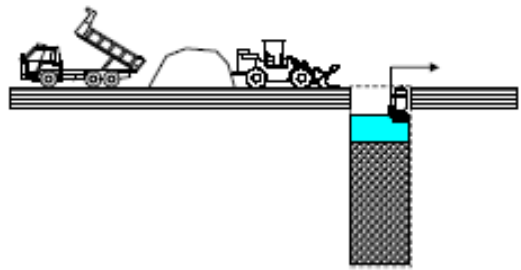
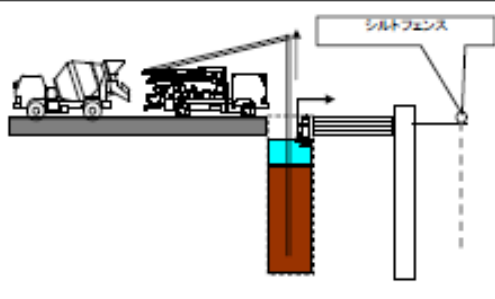
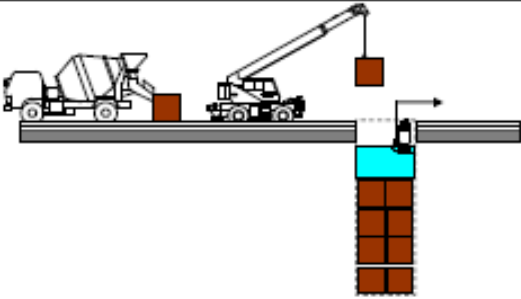
1. 水中へ施工することが可能な材料であること
2. 海洋へ影響を与えない施工方法であること
3. 供用中の港湾作業に影響を与えないこと
4. 作業時の安全性を確保する方法(空洞範囲不明)



以上を満足する対策工法を検討

比較提案書(1～3案)

岸壁裏込め方法

工法名	1案 砕石(礫石)の充填	2案 流動化処理工(LSS)充填 ポンプ車打設	3案 流動化処理工(LSS)充填 袋体充填
施工概要	補強を撤去(最低2m×2m)して材料投入口を確保する。充填材料は「O-40砕石もしくは礫石」を使用し、ダンプトラックで現場へ搬入してタイヤショベルにて投入を行う。内部のたまり水は水中ポンプにより排水を行い、天端まで埋め戻し充填を完了させる。	補強を撤去(最低0.5m×0.5m)して材料投入口を確保する。充填材料は「流動化処理工(LSS)」を使用し、コンクリートポンプ車のホースを充填箇所へ挿入して材料の投入を行う。打設を行うごとに内部のたまり水を一定の水位を保ちながら水中ポンプで排水する。打設は基礎杭の水中コンクリートを打設する要領で常に流動化処理工に充填が付いている形を保ちながら、順次ブームを上に向けて打ち上げを行い充填を完了させる。	補強を撤去(最低2m×2m)して材料投入口を確保する。充填材料は「流動化処理工(LSS)を固めた土壌」を使用する。土壌は生コン車またはコンクリートポンプ車を利用して地上で製作し、クレーンを使用して空置箇所へ投入を行う。土壌投入に伴い内部のたまり水を一定の水位を保ちながら水中ポンプで排水する。天端まで土壌を積み上げた段階で充填完了とする。
施工概要図			
メリット	・凍結化を起こさない材料のため、路体の長期安定性が期待できる ・石のかみ合わせで地盤を支持できる ・即日に補強復旧が行える ・潮の干満による影響を受けない	・凍結化を起こさない材料のため、路体の長期安定性が期待できる ・流動性を有するため、小さな空置箇所へも確実に充填が行える ・重機、大型車を充填箇所近傍に配置せずに充填作業が行える ・陥没箇所へ作業員を配置せずに充填作業が実施できる ・凍結すれば透水係数も低くなり、潮の干満の影響を受けにくくなる ・材料投入口を一箇所に集約し現場で施工できる(配管材、ポンプの抜き差し) ・凍結後も再度掘削が可能である	・凍結化を起こさない材料のため、路体の長期安定性が期待できる ・充填材が土壌で保護されているため、潮の干満の影響を受けない ・重機、大型車を充填箇所近傍に配置せずに充填作業が行える ・土壌による拘束効果はあるが、中が流体のため、現状地盤へなじんで空置箇所にはしっかりと配置できる ・凍結後も再度掘削が可能である(土壌は別途処分が必要)
デメリット	・陥没箇所近傍に重機、作業員を配置するため、安全性に欠ける ・透水係数が高く、海水の出入りが今後継続する ・材料の単位体積重量が高く、下部土質が軟弱な場合には長期的な沈下も懸念される ・補強部の撤去面積が大きく、撤去処分量も増える	・凍結に最低1日必要で、凍結までは潮の干満の影響を受け、湧き水が海上へ流出する可能性がある	・凍結化を起こさない材料で充填するため、長期安定性が期待できる ・充填材が土壌で保護されているため、潮の干満の影響を受けない ・陥没箇所近傍に作業員(玉掛け)を配置するため安全性に欠ける ・セル内に微細な空気が残る可能性がある(潮の出入り道が閉じる) ・2案より補強部の撤去面積が大きく、撤去処分量も増える
材料の単位体積重量	22t/m ³ 程度	1.5～1.8t/m ³ 程度	1.5～1.8t/m ³ 程度
安全面	× (空置箇所での重機、大型車、作業員の近接作業がある)	○ (空置箇所での近接作業ほとんどなし)	△ (空置箇所での作業員の近接作業がある)
充填確実性	△	○	△
経済性(5m3当たり施工概算)	○ (220,000円/直工)	○ (215,000円/直工)	△ (235,000円/直工)
総合評価	材料としては日頃より使用されているものであり、材料の信頼性は高く、施工時間を大きく要しない。施工の際に重機、大型車両、作業員が近づいて作業する必要があるため、安全性という面では懸念がある。また材料の単位体積重量が大きく下部土質が軟弱な場合には長期的な沈下も懸念される。補強部の撤去、処分など準備作業にも大きく手間がかかり、セル内に生じている小さな空置までの充填も期待できない。	材料(LSS)は国と共同開発されたもので、NETISにも登録されており信頼性は高い。打設量を大きく取らないように流動化処理工を打設する点で注意を要するが、セル内に生じている微細な空置まで確実に充填が行える。湧き水については凍結近時にシルトフェンスを設けて、湧き水を水中ポンプで除去すれば対応は可能となる。作業に関する手順、充填の確実性を考えた場合、もっとも有効な方法である。	材料(LSS)は国と共同開発されたもので、NETISにも登録されており信頼性は高い。流動化処理工を土壌に投入したものを空置に設置するため、充填材という点での安定性は高まり、海水を湧すこともない。施工の際に玉掛け作業員を近くに配置しなければならないため、安全性という面では懸念がある。また充填材が土壌形状のため、微細な空置までの充填という部分は期待できない。
	×	○	△

補修方法の提案

	1案 砕石充填	2案 LSS充填	3案 LSS袋体充填
工法概要	空洞部に砕石を投入し空洞補修を行う	空洞部にLSSを投入し空洞補修を行う	空洞部に袋体に詰めたLSSを投入して空洞補修を行う
作業口の寸法	2.0m×2.0m	0.5m×0.5m(現状)	2.0m×2.0m
メリット	・材料の入手が容易 ・長期安定性が期待できる ・潮の干満による影響を受けない ・即日に舗装復旧が可能	・長期安定性が期待できる ・小さな空洞も確実に充填できる ・陥没箇所へ重機、作業員は配置不要 ・小さな投入口で施工可能	・長期安定性が期待できる ・潮の干満の影響を受けない ・陥没箇所へ作業員は配置不要
デメリット	・大型重機が錯綜する ・陥没箇所へ大型重機、作業員が近づく ・水通は最後まで残る(透水係数が高い)	・潮の干満による影響を受ける可能性がある	・LSSを袋詰めにする手間がかかる ・大型重機としてクレーンが必要となる ・コストが2案よりも増加する ・土嚢設置時に陥没箇所へ作業員が近づく
安全性	×	○	△
コスト	○	○	△
総合	×	○	△

以上より**2案**での施工で決定

→潮の干満による影響は施工に先立ち破損箇所を水中コンクリートで閉塞することで潮の出入りを防ぐことでクリアーした

LSSの水中打設実験



水中打設検証試験（資料提供：中村建設(株)）

施工結果



施工計画・結果

- LSSをポンプ車で水中に打設して充填する計画
- ポンプの筒先をできるだけ水中へ挿入し分離を防ぐように施工
- 打設時には水中ポンプで水の排出を実施



おわりに

近年、これまでに発生した自然災害を教訓として
社会資本の予防保全対策がクローズアップされております。

LSSを活用したわたしどもの取り組みが将来の予防保全
対策の一助となれば幸いです。





ご清聴ありがとうございました