

地下空洞、空間の充填技術 (ジュウテンバッグ工法)

真に信頼できる
埋戻し・裏込め工法を目指して

 流動化処理工法研究機構 中部支部

 徳倉建設株式会社 (正会員)

令和3年2月18日
第23回民間技術交流会



土のリサイクル技術：流動化処理工法 (LSS)

1. LSS流動化処理土とは
2. 施工事例について
3. ジュウテンバッグ工法について

LSS流動化処理士とは

LSS 流動化処理土

Liquefied and Stabilized Soil

液状

安定

土

LSS工法 流動化処理工法

Liquefied Soil Stabilization Method

液状

土

安定

工法





施工時の流動性や固まった後の強度を
コントロールした**土質安定処理工法**です。

第3種、4種の建設発生土や
建設汚泥もリサイクル可能

LSSとその特徴

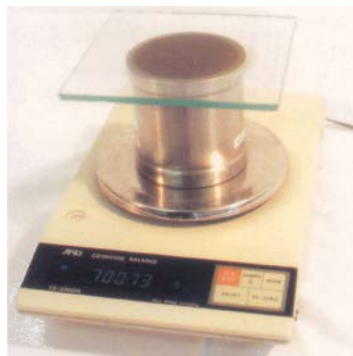
1. 空間の埋戻し・充填
2. 土のリサイクル



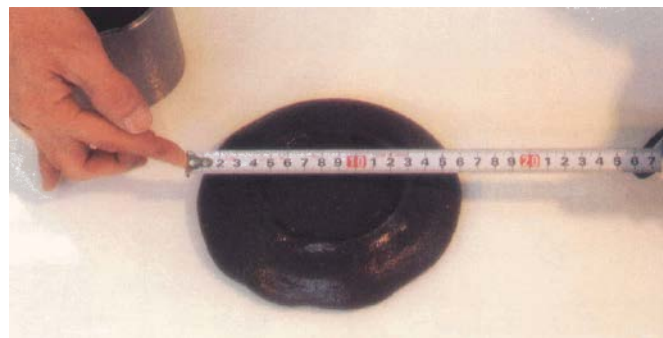
- 締固め不用の埋戻し
- 省力化施工
(労働者不足解消)
- ポンプ圧送が可能
- 水中打設が可能
- ほとんどの土がリサイクル可能
- 材料分離が少なく、均一性がある
- 強度コントロールが可能 (一般的に再掘削可能)
- 地震時に液状化はしない

LSS流動化処理土の品質管理

①密度試験



②フロー値試験



③一軸圧縮試験

(標準200kN/m²以上 任意に設定可能)



④ブリージング試験



LSSの製造プラントについて



現場設置型プラント

1. 設置場所を任意に設定
2. 規模に合わせたプラント計画が可能
3. 現場発生土の再利用が可能



定置式プラント

1. 流動化処理土の大量出荷が可能
2. 小規模埋め戻しに対応可能
3. 施工時期が点在する場合に有利

LSSの定置式プラントについて

LSS小牧プラント



場所：小牧市大字東田中大杵1341-1

製造委託先：新栄重機株式会社

製造能力/最大400m³/日

LSS名古屋西プラント



場所：あま市中萱津稻千場11

製造委託先：有限会社木村建材店

製造能力/最大200m³ /日

徳倉建設は、LSS特許の実施権を保有しており、LSSの技術で利益を得ている

LSS流動化処理土の施工について



コンクリートポンプ車



アジテーター車（運搬車）から直接

公的機関の評価

グリーン購入法特定調達品目

LSSは環境省・国土交通省・経済産業省で進めている**グリーン購入法特定調達品目**に**建設汚泥再生処理工法**として認定されている。

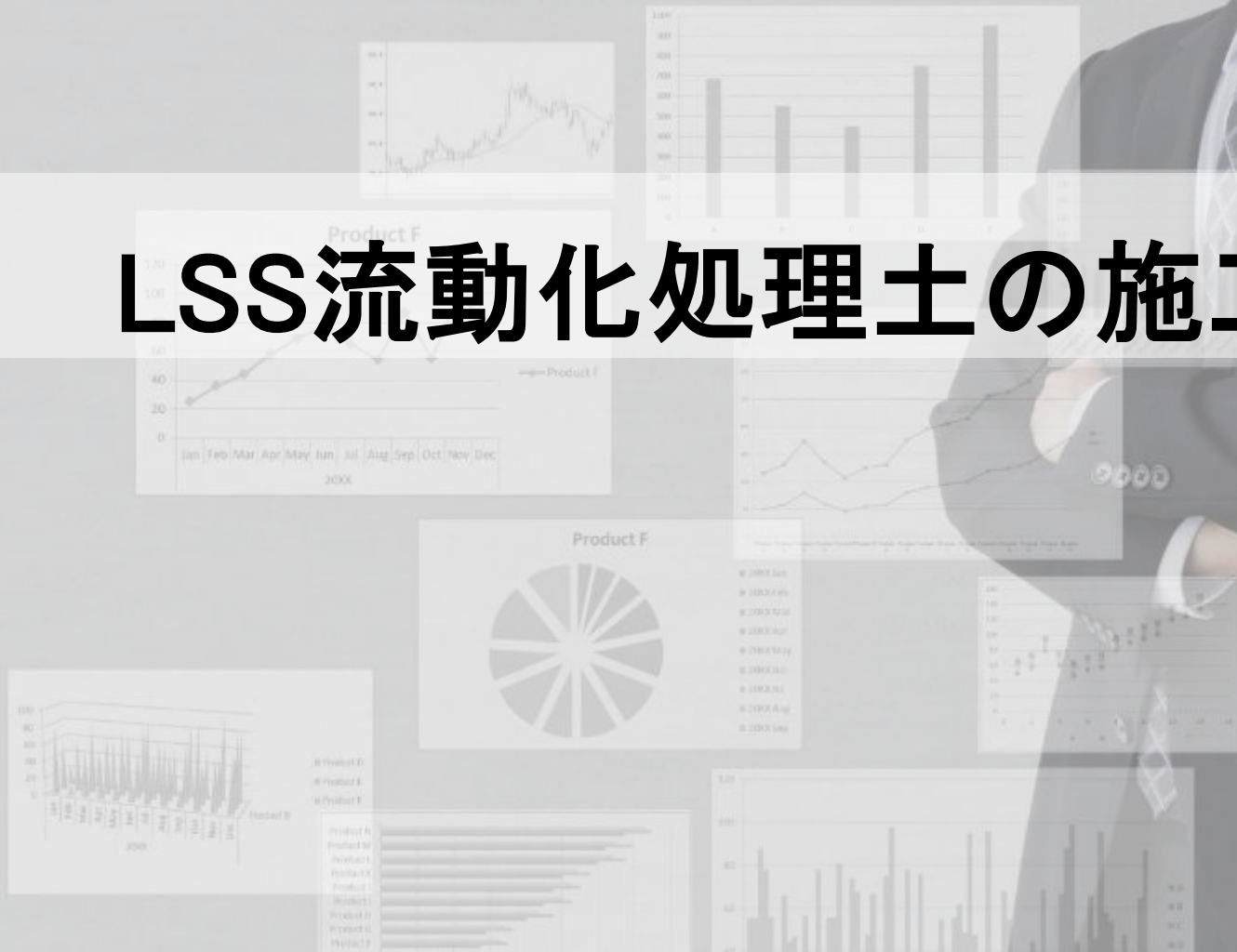
(グリーン購入法)

国等による環境物品等の調達の推進等に関する法律

あいくる材認定

愛知県リサイクル資材評価制度の資材として認定 (2018年8月31日)

LSS流動化処理土の施工事例



－ 不要となった既設管の充填 －

施工概要（愛知県企業庁 愛知県岡崎市）

管路更新に伴い、既設管をLSSで閉塞する工事であった。流動化処理土は比重が水より重いため、管内水を押し出しLSSへの置き換えが可能である。よって、残水がある管路でも確実に充填することができた。

管閉塞工 $\phi 900\text{mm}$ $L=1053.5\text{m}$

LSS 678 m^3 （計画時）



充填状況
(コンクリートポンプ車)



充填状況



充填完了

－ 大型構造物解体時の地下充填 －

施工概要（民間工事 名古屋市千種区内）

既存構造物（愛知厚生年金会館）の解体工事に伴い、地下ピットの充填工事をLSSで実施した。充填は新規で建設するマンションの地耐力が必要とされており、場所により一軸圧縮強度で、0.2、0.8、1.0N/mm²（ σ_{28} ）以上の3配合のLSSを打ち分けて行なった。LSSは常設プラントより運搬、打設はポンプ車で解体工事と並行して実施した。全体数量約5,000m³。



充填状況（地上）



充填状況（地下ピット）



充填完了（地下ピット）

－ 道路下空洞充填－

施工概要（名古屋市緑政土木局 名古屋市内）

名古屋市内の道路下空洞の充填にLSSを使用した。空洞箇所は数十箇所か所で1箇所あたりの規模は $0.04 \sim 4.4\text{m}^3$ 。1本コア抜き後、開発した特殊カメラを用いて以下の工程を繰り返した。（2～4箇所/日）

- ①エア抜き孔の位置決め測量
- ②空洞内画像取得
- ③LSS充填の順で作業を実施



充填状況



充填状況



空洞カメラ調査の映像

－ 亜炭鉱廃坑跡の充填 －

施工概要（国土交通省 中部地方整備局 岐阜県御嵩町内）

国道下に存在する亜炭鉱廃坑跡の充填を行った。常設プラントでLSSの製造を実施、製造されたLSSを生コン車で現場へ運搬してコンクリートポンプ車による充填を実施した。

廃坑は地下数mから20数mに存在しており、ほぼ水没している。不可視部分になるため、充填確認センサーを使用し、リアルタイムで充填状況を監視しながら施工を進めた。



打設状況
(コンクリートポンプ車)



風化・劣化が進む残柱



坑内の様子

－ 亜炭鉱廃坑跡の充填 －

施工概要（御嵩町）

民地に存在する亜炭鉱廃坑跡の充填を行った。面的に広がっている残柱方式で採掘された廃坑の陥没予防充てん工事であった。現場設置型プラントでLSSの製造を実施、製造されたLSSを生コン車で現場へ運搬してコンクリートポンプ車による充填を実施した。

廃坑は地下数mから20数mに存在しており、ほぼ水没している。不可視部分になるため、充填確認センサーを使用し、リアルタイムで充填状況を監視しながら施工を進めた。



削孔状況（パーカッションドリル） プラント全景（現地設置型プラント） 充填状況（コンクリートポンプ車）

－ 護岸空洞充填－

施工概要（愛知県海部郡飛島村）

既存のセル式護岸のセルを構成している鋼矢板の不具合により背面の土砂が海へ流出して空洞が発生し、舗装面の陥没に至った。コンクリートポンプ車を利用してLSSを空洞下部より充填し路床を構築した。数量50m³。



充填前状況



充填状況



充填状況

社会資本の老朽化の現状

図表 II-2-2-1 社会資本の老朽化の現状

高度成長期以降に整備された道路橋、トンネル、河川、下水道、港湾等について、建設後50年以上経過する施設の割合が加速度的に高くなる。

※施設の老朽化の状況は、建設年度で一律に決まるのではなく、立地環境や維持管理の状況等によって異なるが、ここでは便宜的に建設後50年で整理。

《建設後50年以上経過する社会資本の割合》

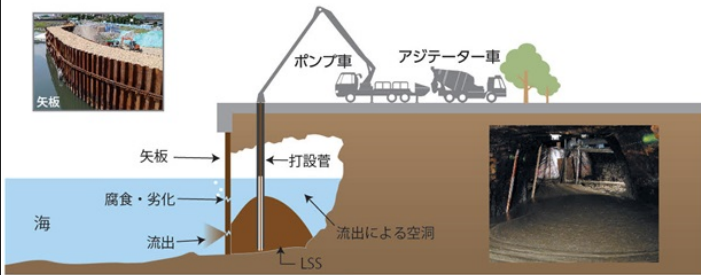
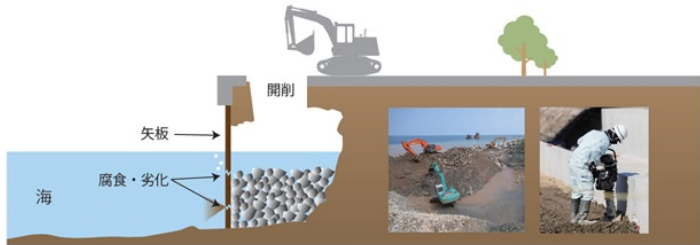
	2018年3月	2023年3月	2033年3月
道路橋 [約73万橋 ^{※1)} (橋長2m以上の橋)]	約25%	約39%	約63%
トンネル [約1万1千本 ^{※2)}	約20%	約27%	約42%
河川管理施設 (水門等) [約1万施設 ^{※3)}	約32%	約42%	約62%
下水道管きよ [総延長: 約47万km ^{※4)}	約4%	約8%	約21%
港湾岸壁 [約5千施設 ^{※5)} (水深-4.5m以深)]	約17%	約32%	約58%

- (注) 1 道路橋約73万橋のうち、建設年度不明橋梁の約23万橋については、割合の算出にあたり除いている。(2017年度集計)
- 2 トンネル約1万1千本のうち、建設年度不明トンネルの約400本については、割合の算出にあたり除いている。(2017年度集計)
- 3 国管理の施設のみ。建設年度が不明な約1,000施設を含む。(50年以内に整備された施設については概ね記録が存在していることから、建設年度が不明な施設は約50年以上経過した施設として整理している。)(2017年度集計)
- 4 建設年度が不明な約2万kmを含む。(30年以内に布設された管きよについては概ね記録が存在していることから、建設年度が不明な施設は約30年以上経過した施設として整理し、記録が確認できる経過年数毎の整備延長割合により不明な施設の整備延長を按分し、計上している。)(2017年度集計)
- 5 建設年度不明岸壁の約100施設については、割合の算出にあたり除いている。(2017年度集計)

資料) 国土交通省



■ 従来工法について ■

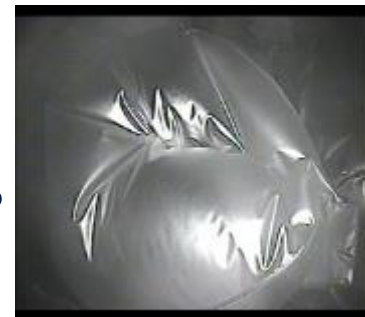
工法		LSS流動化処理土による充填		開削工法による埋戻し	
概略図					
工法概要		空洞上部に、充填孔と充填確認孔（エア抜き兼用）を設置し、空洞内にLSSを充填する。		空洞上部のコンクリートまたはアスファルト舗装、土砂を取り除き、空洞に碎石や土砂で埋戻し、転圧締固めを行う。	
適用箇所	空洞化の原因が特定でき、補修が可能	容易に施工ができる。	○	一般的な土工事で施工が可能である。	○
	空洞化の原因が特定できないか、特定できても補修できない	空洞化の原因箇所より外部へ流出する可能性が高い。	×	埋戻し終了後、再度空洞化する懸念がある。	△
	空洞内に水が存在している	水没している空洞充填の実績多数あり、容易に施工ができる。	○	一般的な土工事で施工が難しく、仮締切工や水替工等を併用する必要がある。	△
メリット		地面の掘削を最小限にすることができ、工事による占有空洞内をほぼ完全に充填することができ、充填後も再空施工機械が、小さく、重量が少ないため、空洞の陥没や周辺部の崩壊のリスクが小さい。		空洞内を目視で確認することができ、空洞化の原因箇所特殊な技術、知識が必要無いため、施工が容易である。	
デメリット		空洞内部の状況は、直接目視等で行えないため、空洞カメラ等で調査する必要がある。 充填前に流出原因箇所の補修が必要であり、充填中に、LSSが海洋や河川に流出しないように潜水土による監視や流出防止対策を行う必要がある。		空洞面積より大きくコンクリートまたはアスファルト舗装、土砂を取り除く必要があり、産業廃棄物処分も発生する。 大型重機による施工が必要であり、空洞部、空洞周辺部の崩壊による2次災害の注意が必要である。埋め戻す材料により、潮の干満による再空洞化、地震時の液状化が懸念され、材料の選定に注意が必要である。水替工、簡易土留め、敷鉄板等補助工法が必要になる。	



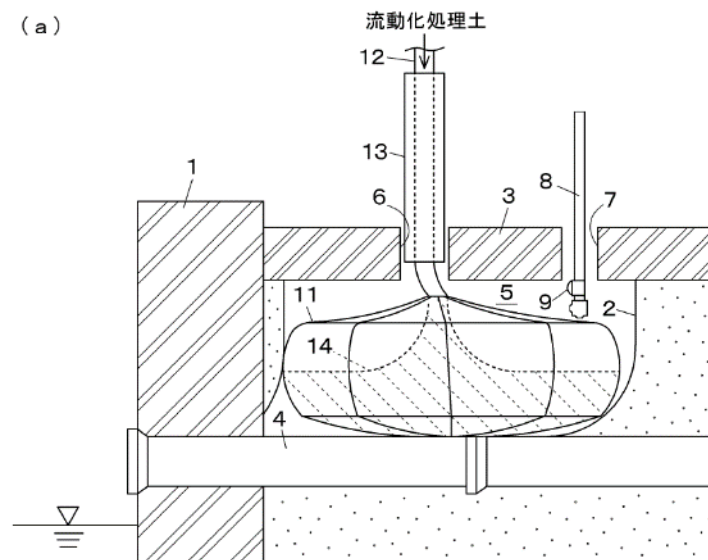
技術開発

LSSと袋体を使用した空洞充填工法 (特許出願、アキレス社と共同開発)

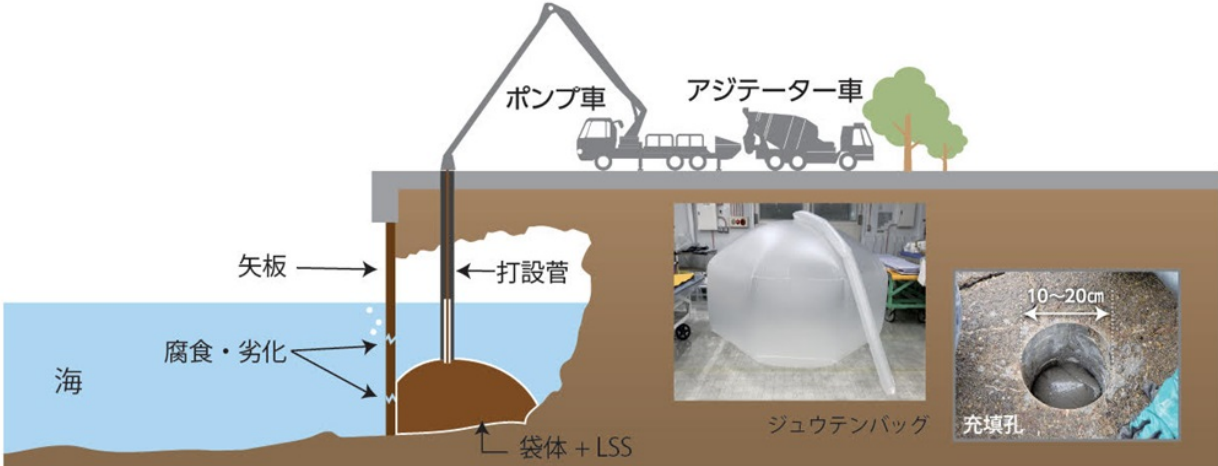
最小の掘削で、空洞を確実に充填することが可能。
隣接する海洋へのLSS流出も防止できる。



(a)



■ ジュウテンバッグ工法について ■

工法	袋体を利用したLSS流動化処理土による充填（ジュウテンバック工法）		
概略図			
工法概要	φ100～200の充填孔より折りたたんだ袋体を挿入し、その中にLSSを充填して空洞を補強する。		
適用箇所	空洞化の原因が特定でき、補修が可能	容易に施工ができる。	○
	空洞化の原因が特定できないか、特定できても補修が不可	袋体により外部に流出することはない、容易に施工ができる。	○
	空洞内に水が存在している	水とLSSが接触することがないため、問題なく施工ができる。	○
メリット	地面の掘削を最小限にすることができ、工事による占用時間が少ない。 空洞内をほぼ完全に充填することができ、充填後も再空洞化や地震時の液状化はしない。 施工機械が、小さく重量が少ないため、空洞の陥没や周辺部の崩壊のリスクが小さい。 流出の原因箇所を補修しなくても、外部に流出しないため、周辺環境に対し安全である。		
デメリット	空洞内部の状況は、直接目視等で行えないため、空洞カメラ等で調査する必要がある。 使用する袋体の仕様（大きさ）を決定するため、空洞内の形状と容積を調査する必要がある。（充填2週間前以前までに実施）		

作業フロー

充填孔設置工(コア削孔)



空洞カメラ調査

空洞カメラ調査



ジュウテンバッグの制作

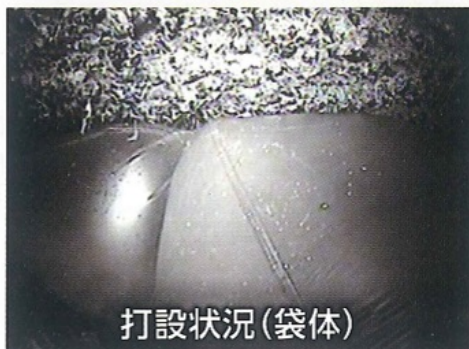
袋体制作



傾斜計設置状況

傾斜計設置

空洞充填作業



打設状況(袋体)

充填完了(充填確認)



打設状況(機械)

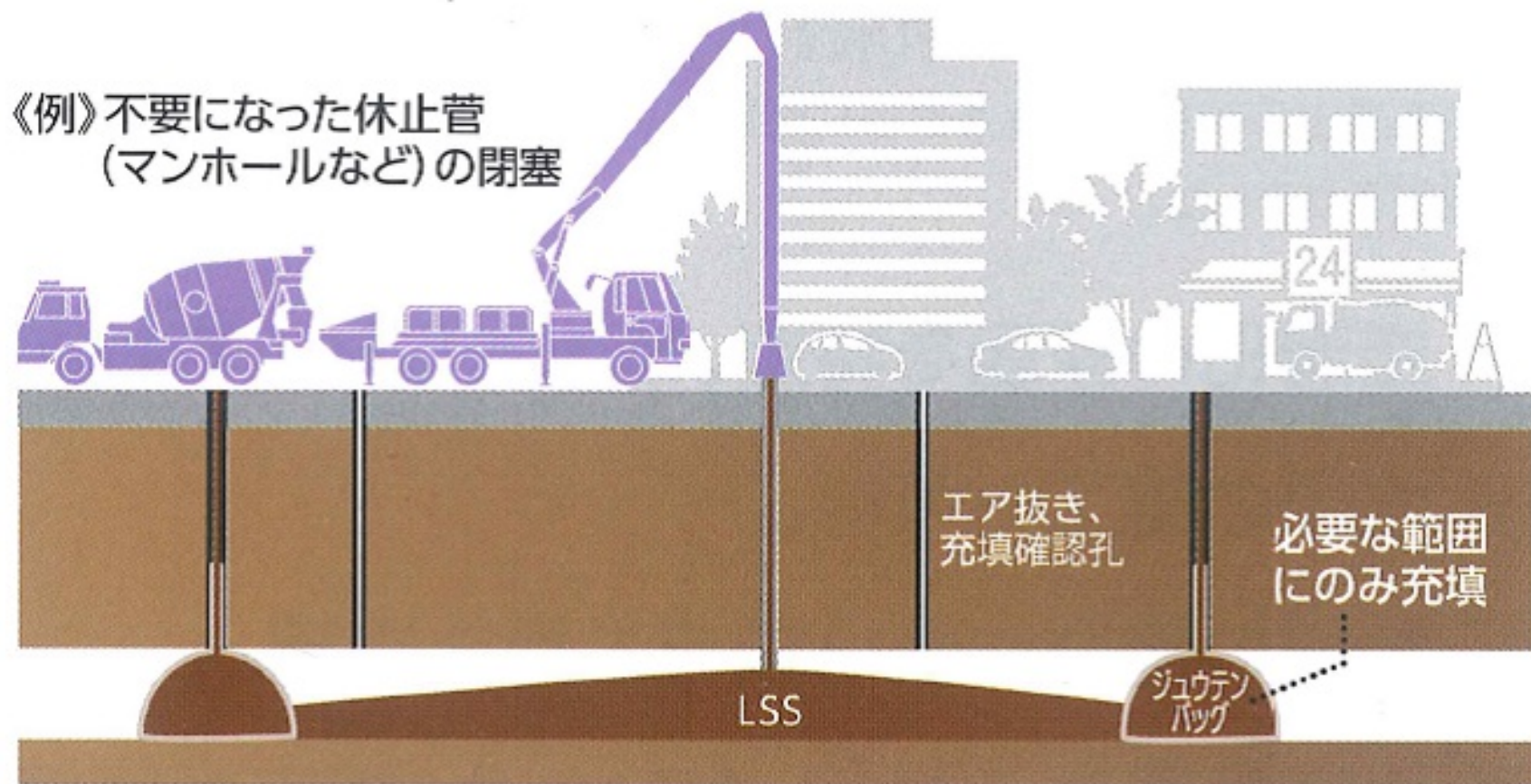
充填孔閉塞工



護岸空洞補修実証実験状況



休止管閉塞の例



※必要に応じてエア抜き、充填確認孔を設置します。

ご清聴ありがとうございました。



流動化処理工法研究機構 中部支部

<http://lss-kiko.jp>



徳倉建設株式会社（正会員）

<https://www.tokura.co.jp/>