2026年11月13日
令和8年度中国地方建設技術開発交流会

人工排水材を用いた
ボイリング被害抑止工法
「SBDS工法」
Sand Boil Damgage Suppression Method

五洋建設株式会社　上野 一彦
(DEPP工法研究会)

地震時の液状化に伴うボイリングによる被害

噴砂、噴水により地表面に変状が生じる
車両通行が不能となり、救急活動や復興作業に支障

未対策

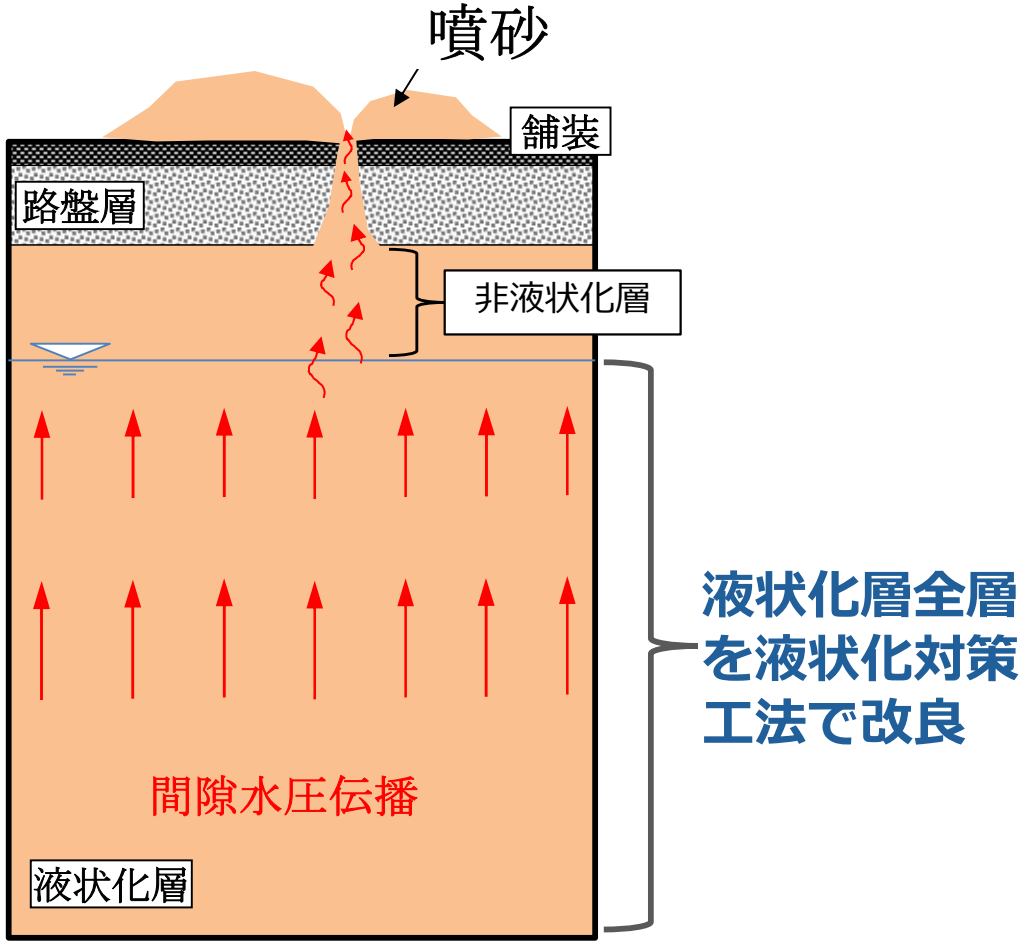
液状化対策あり



出典　DEPP工法研究会：DEPP工法技術資料, 2011

ボイリングのメカニズムと対策

繰返しせん断によって過剰間隙水圧が発生して液状化
過剰間隙水圧は弱部を伝って地表へ伝播し噴砂に至る
一般的な対策としては、通常の液状化対策になる
ただし、高コスト、施設供用しながらの施工となる

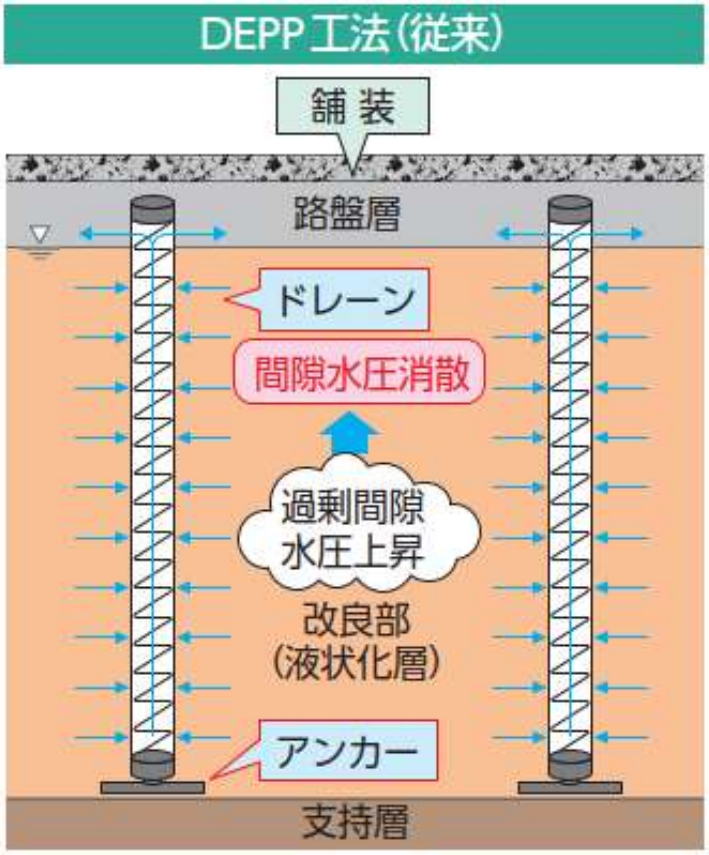


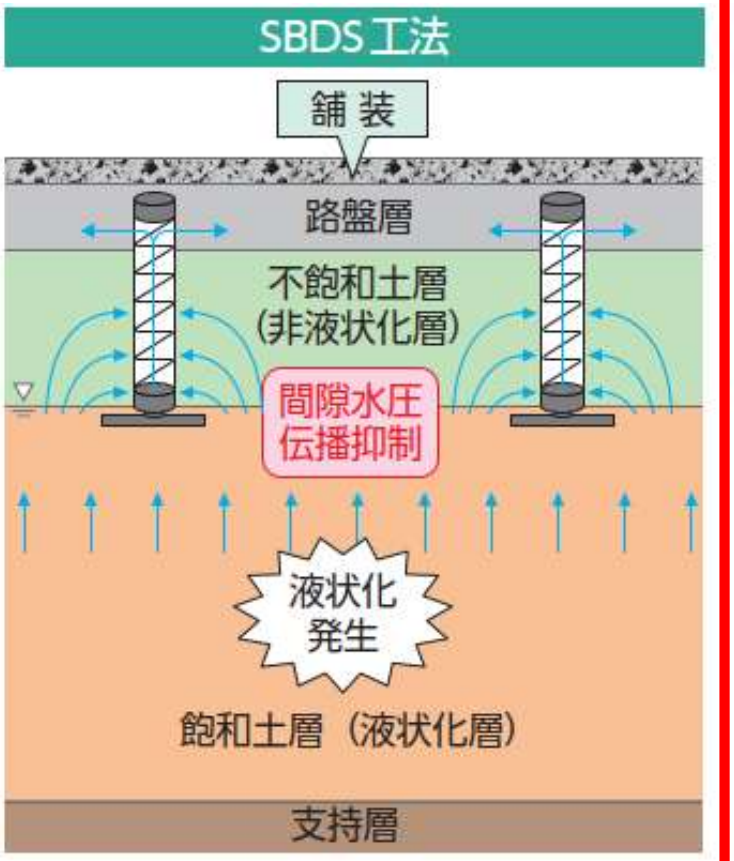
原理	代表的な技術
置換	置換
固結	浸透固化, CDM
密度増大	SCP, CPG
水位低下	ディープウェル
間隙水圧消散	Gドレーン,DEPP
せん断変形抑制	格子状固化

SBDS工法によるボイリング抑止原理

地表5m程度の浅層部（非液状化層）にドレーン敷設
ドレーンで液状化層からの水圧伝播を抑制
液状化による沈下は生じるが、地表面の不陸は防止
改良長が短いのでコスト、施工性で有利

Dissipation of **E**xcess **P**ore Water **P**ressure Method





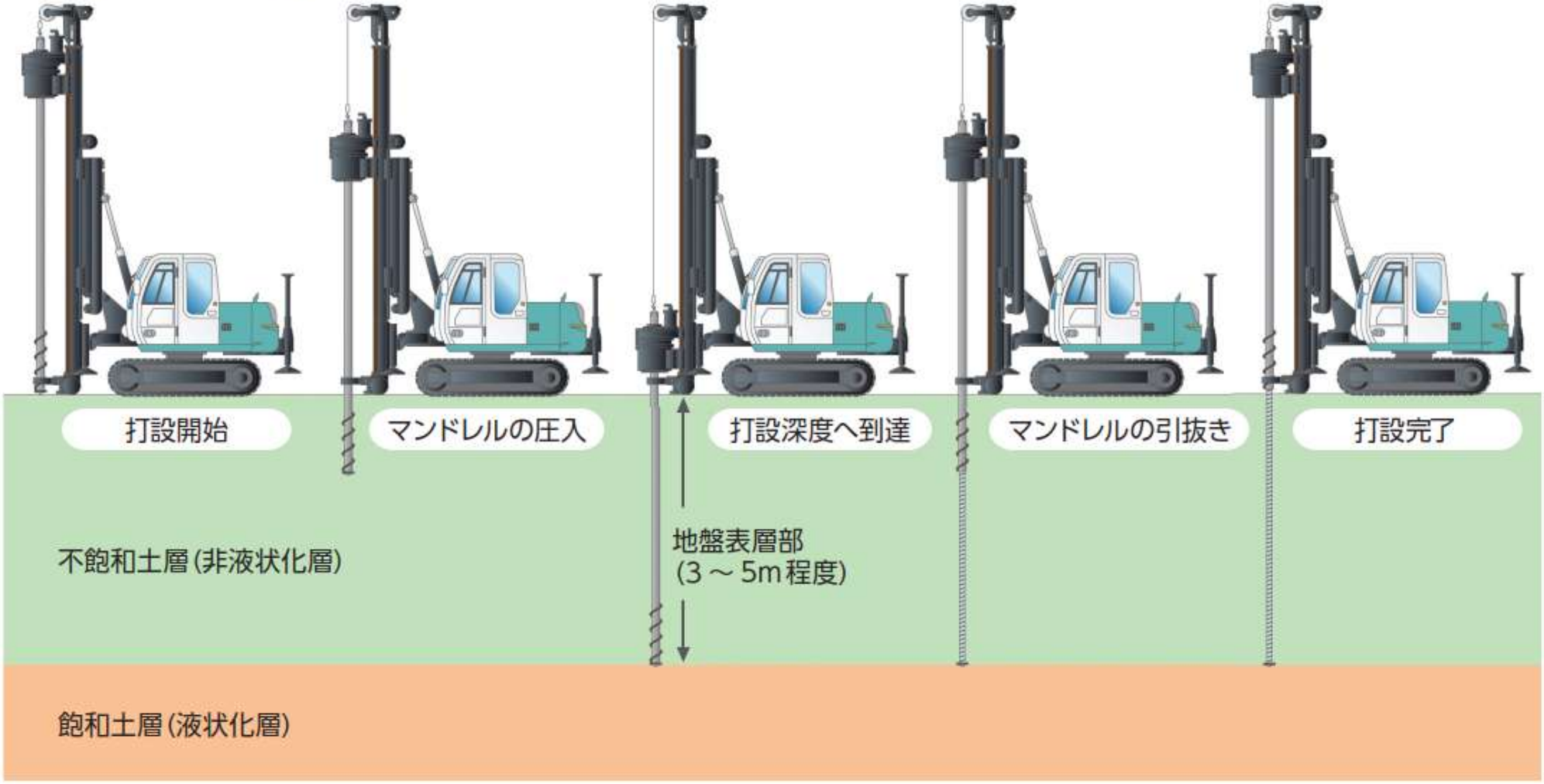


SBDS工法の施工フロー

小型マシン（幅2.0m程度、リーダー長10m程度）
狭小な場所、空頭制限がある場所でも施工可

施工フロー

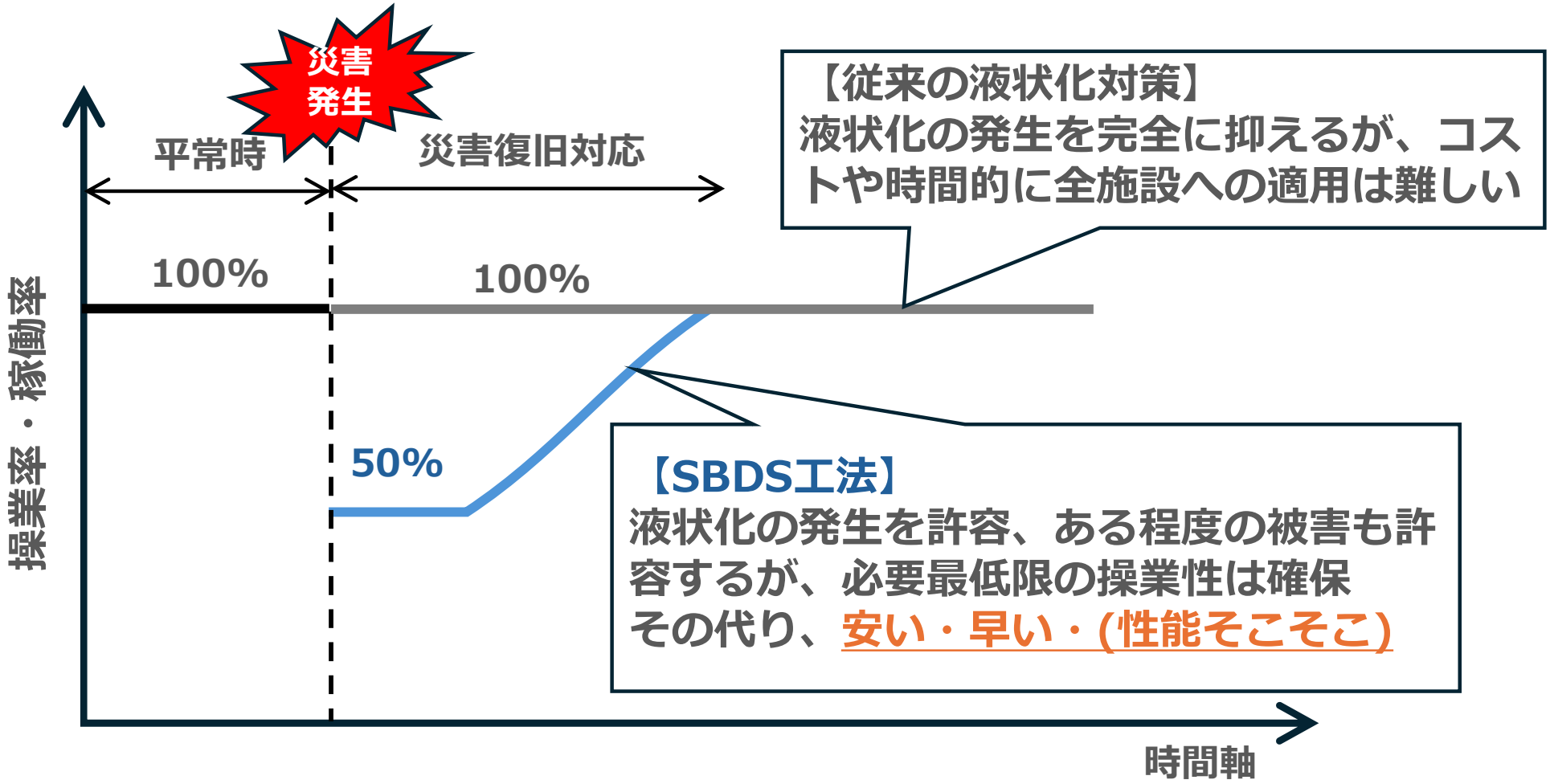
・液状化層以浅の地盤表層部の不飽和土層のみを改良



SBDS工法の適用ターゲット

全ての施設にフルスペックの災害対策は難しい
被害を最小限に抑え、事業継続・早期復旧性を確保

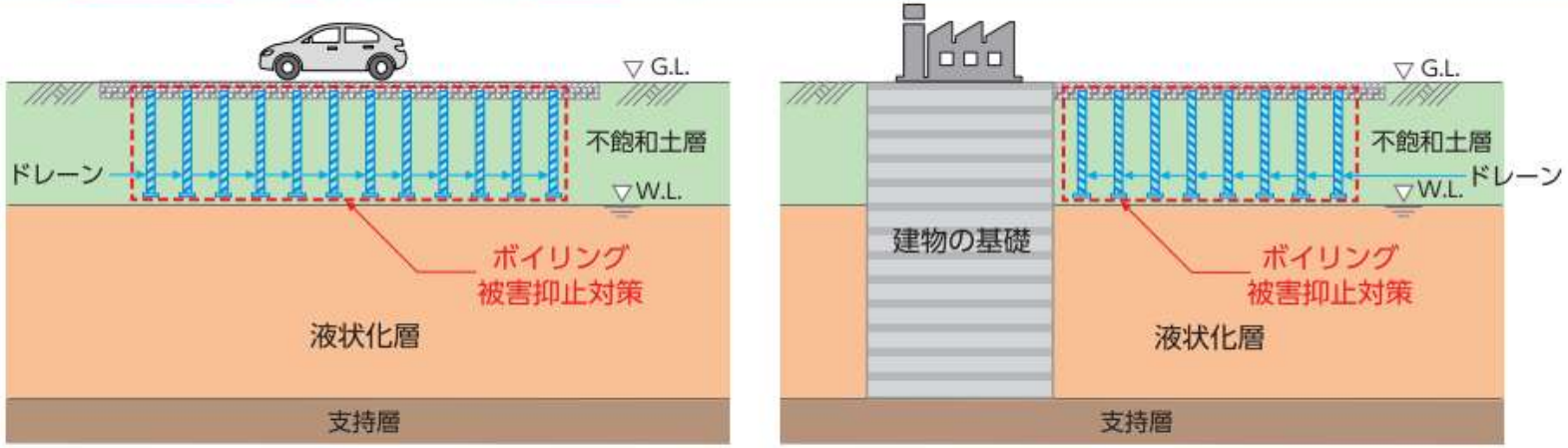
⇒　**港湾施設や民間工場等のBCP防災計画にニーズ？**



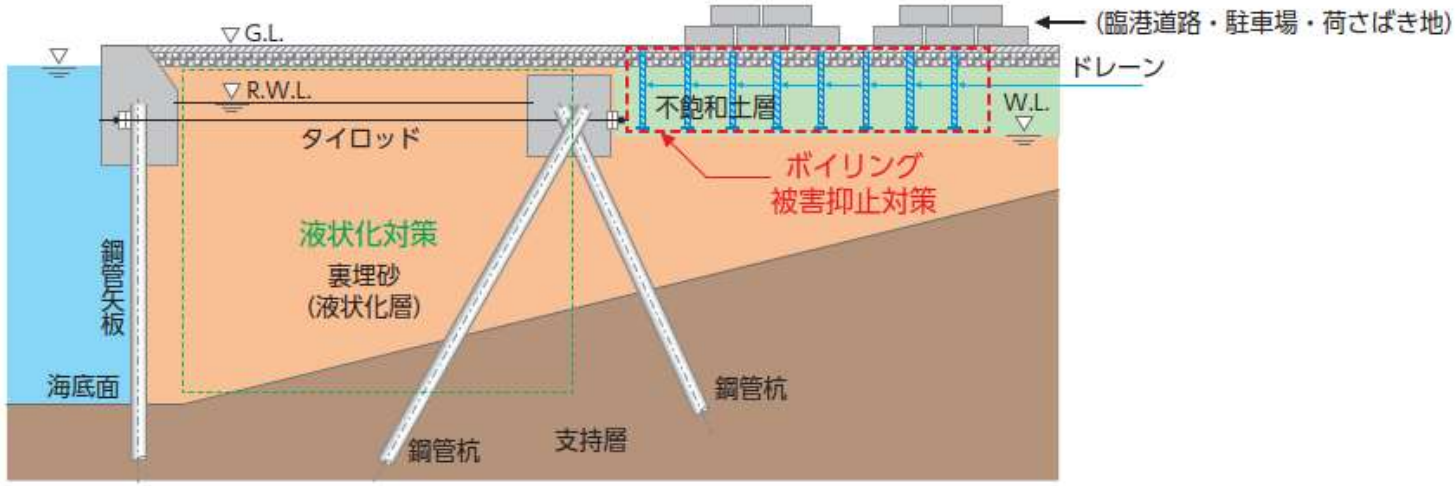
SBDS工法の適用ターゲット

最低限の通行性・作業性が確保されていれば、インフラとして機能する施設

適用例 一般道路・駐車場・作業ヤード・資材ヤード



適用例 臨港交通施設・荷さばき施設(臨港道路・駐車場・荷さばき地)



SBDS工法の開発の取り組み

- 港湾空港技術研究所とDEPP工法研究会6社の共同研究
- 実験、解析、試験施工等で有効性を確認
- 港湾空港技術研究所報告 Vol.64, No.4, 2025 に技術の詳細を記載

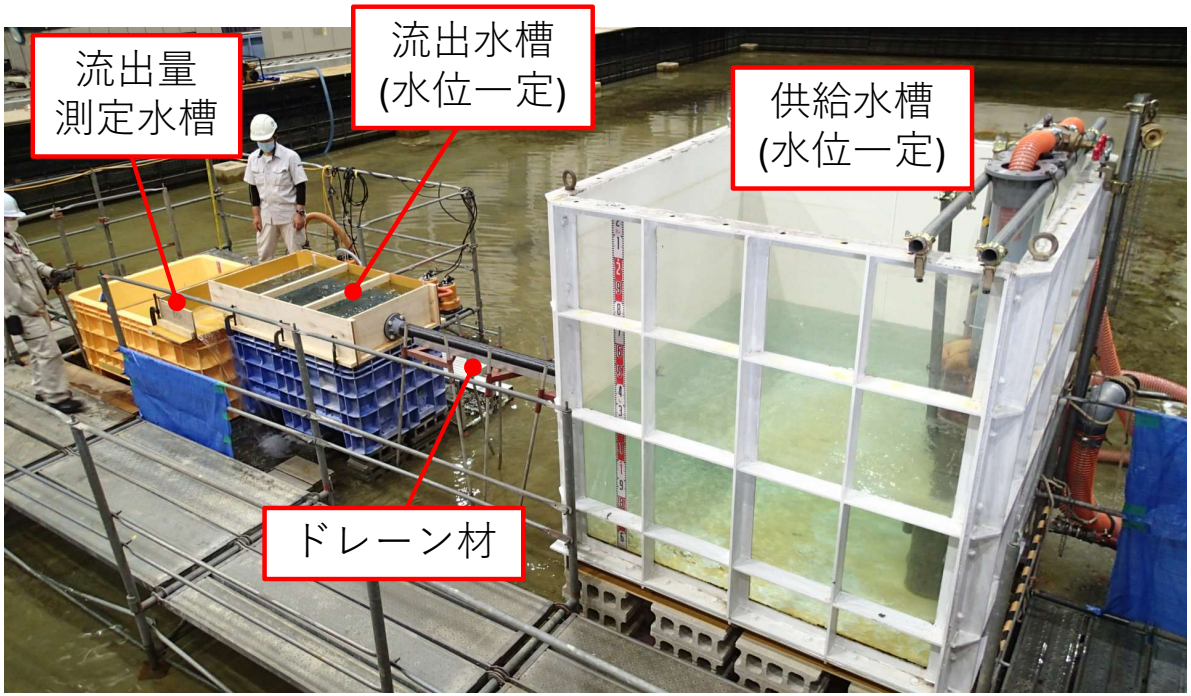
DEPP工法研究会 会員

正会員	
RN建設 株式会社 ○	東洋建設 株式会社
あおみ建設 株式会社	株式会社 不動テトラ ○
株式会社 大本組	株式会社 本間組
五洋建設 株式会社 ○	みらい建設工業 株式会社
東亜建設工業 株式会社 ○	若築建設 株式会社

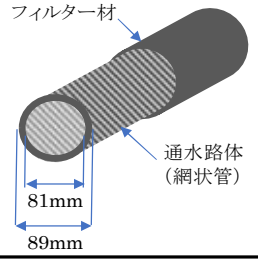
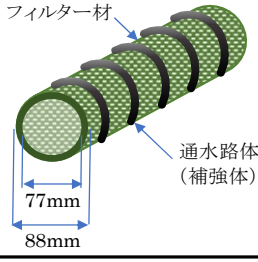
賛助会員	
キャドテック 株式会社 ○	信幸建設 株式会社
錦城護謨 株式会社 ○	太陽工業 株式会社
五栄土木 株式会社	東興ジオテック 株式会社

ドレーン材の透水試験

ドレーン材の強度や透水係数を要素試験により確認



ドレーン材の軸方向透水試験の実施状況

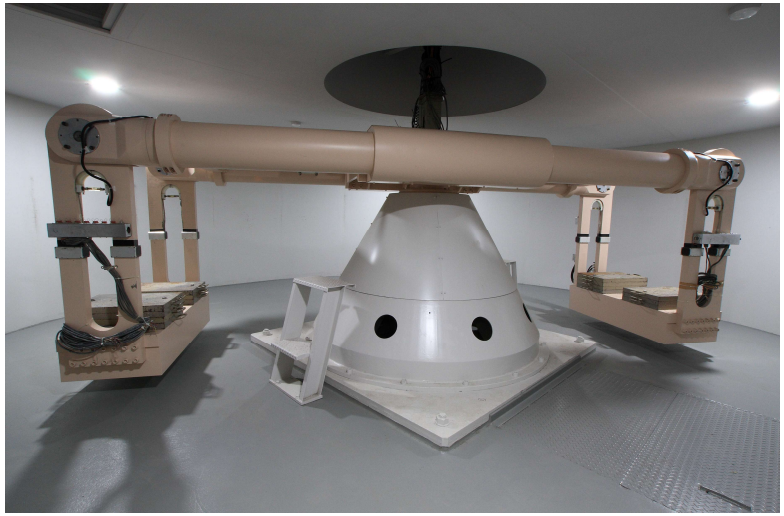
ドレーンタイプ		パイプ状ドレーン	スパイラルドレーン
断面形状		中空円形断面	
材質	通水路体	高密度ポリエチレン	ポリプロピレン
	フィルター材	ポリプロピレン製繊維	ポリプロピレン製不織布
寸法	外径(mm)	89	88
	内径(mm)	81	77
	長さ(m/本)	3～5	
圧縮強度(N/100mm)		≧ 362	
引張強度(N/50mm)		≧ 245	
透水係数 (m/s)	i=0.25	≧ 6.0	
	i=0.5	≧ 4.0	
概要図			

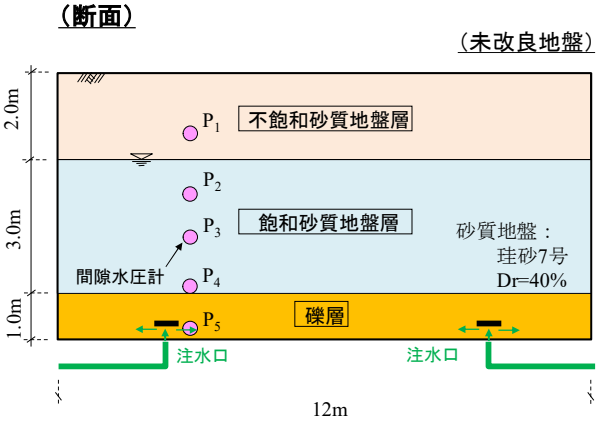


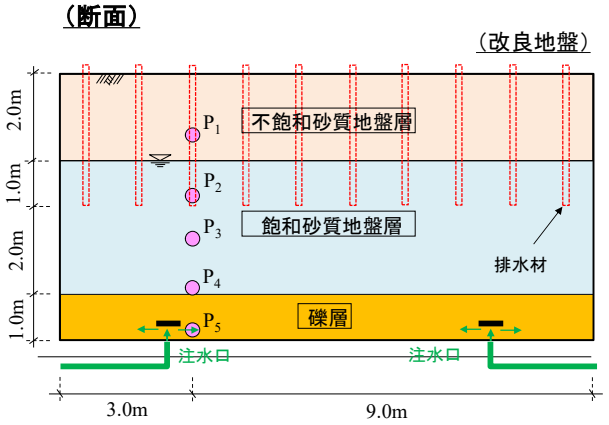


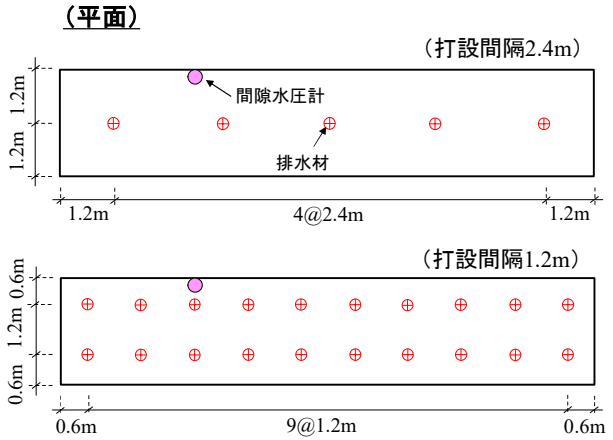
遠心模型実験

遠心模型実験でボイリングの再現、改良効果の確認

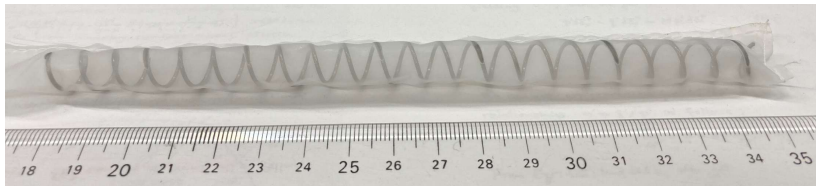








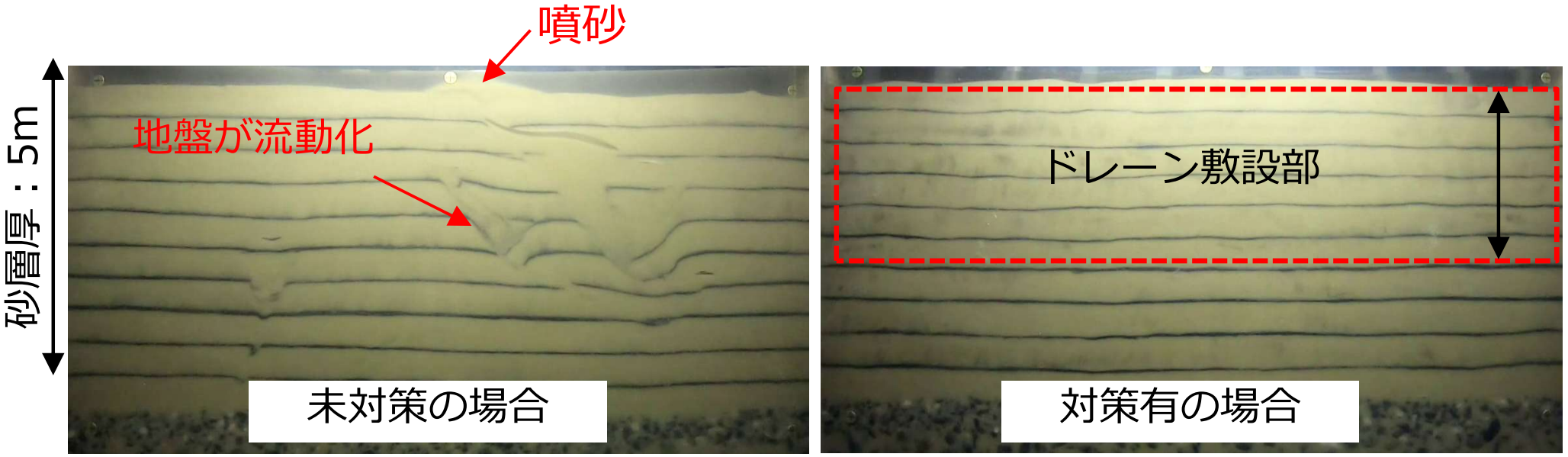


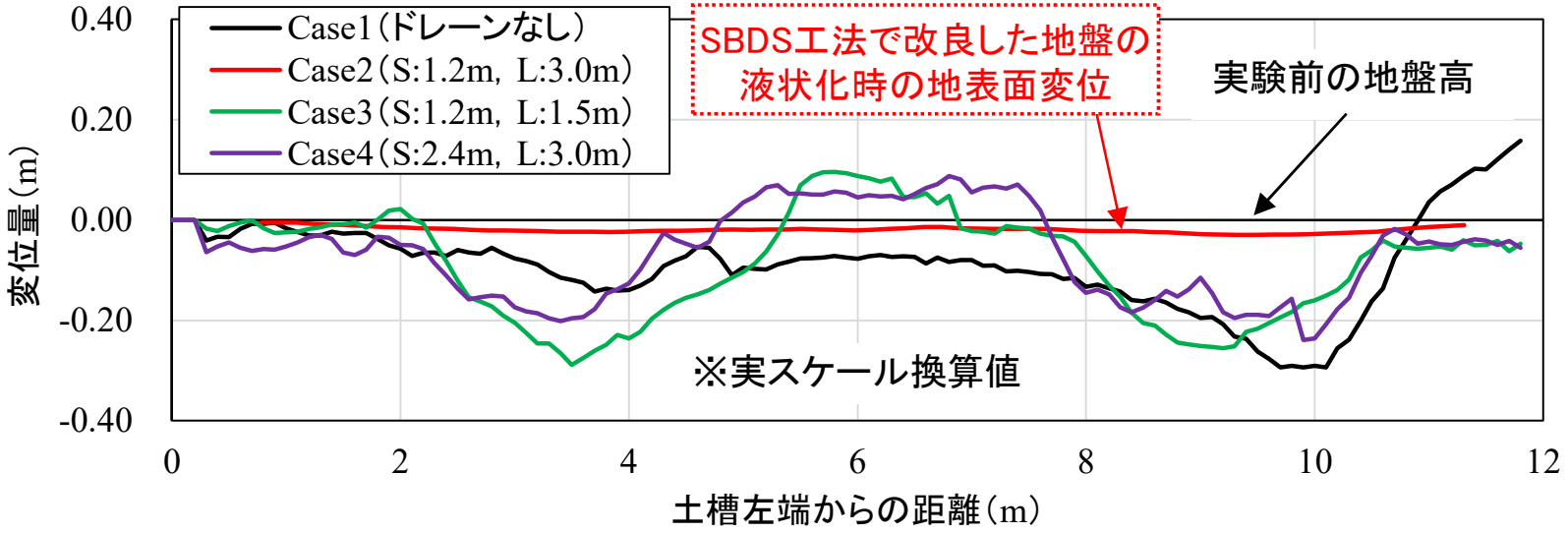


ドレーン模型(φ10mm)

遠心模型実験

ボイリングを抑えることで、不陸量も大幅に抑制



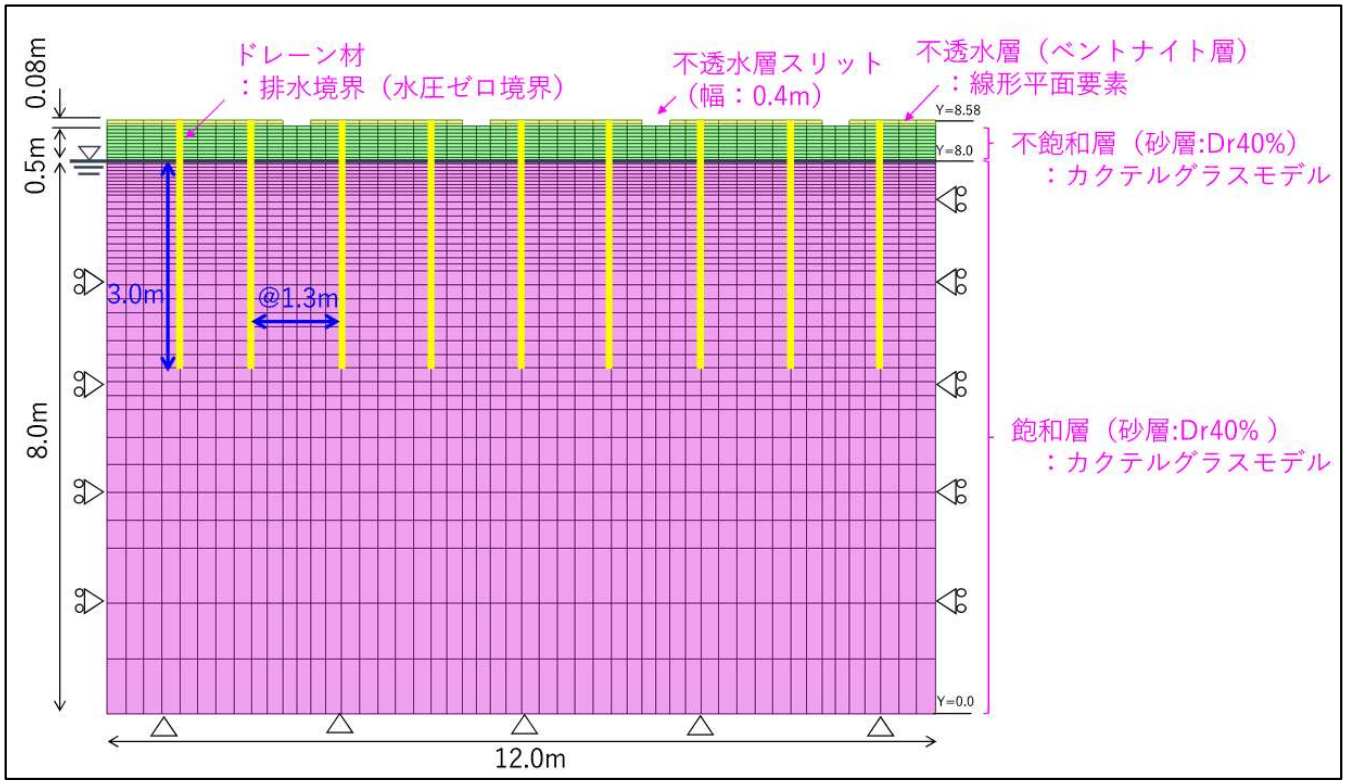


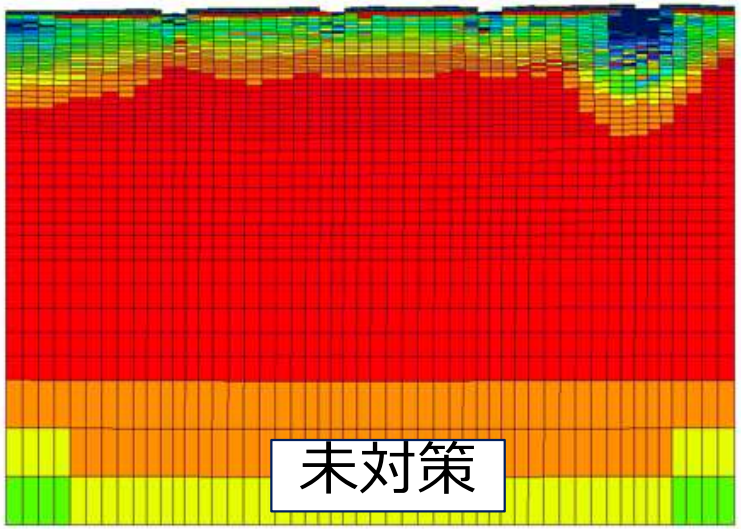
有効応力解析

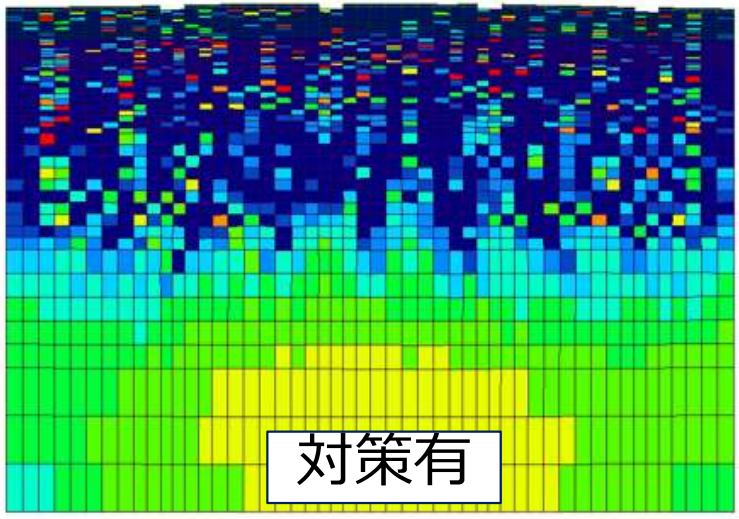
解析（FLIP）で遠心模型実験の挙動を再現
ドレーンのスペック（ピッチ、打設長）をパラスタ
改良部で有効応力減少比0.5以下でボイリング抑止

過剰間隙水圧比の分布

加振後200秒

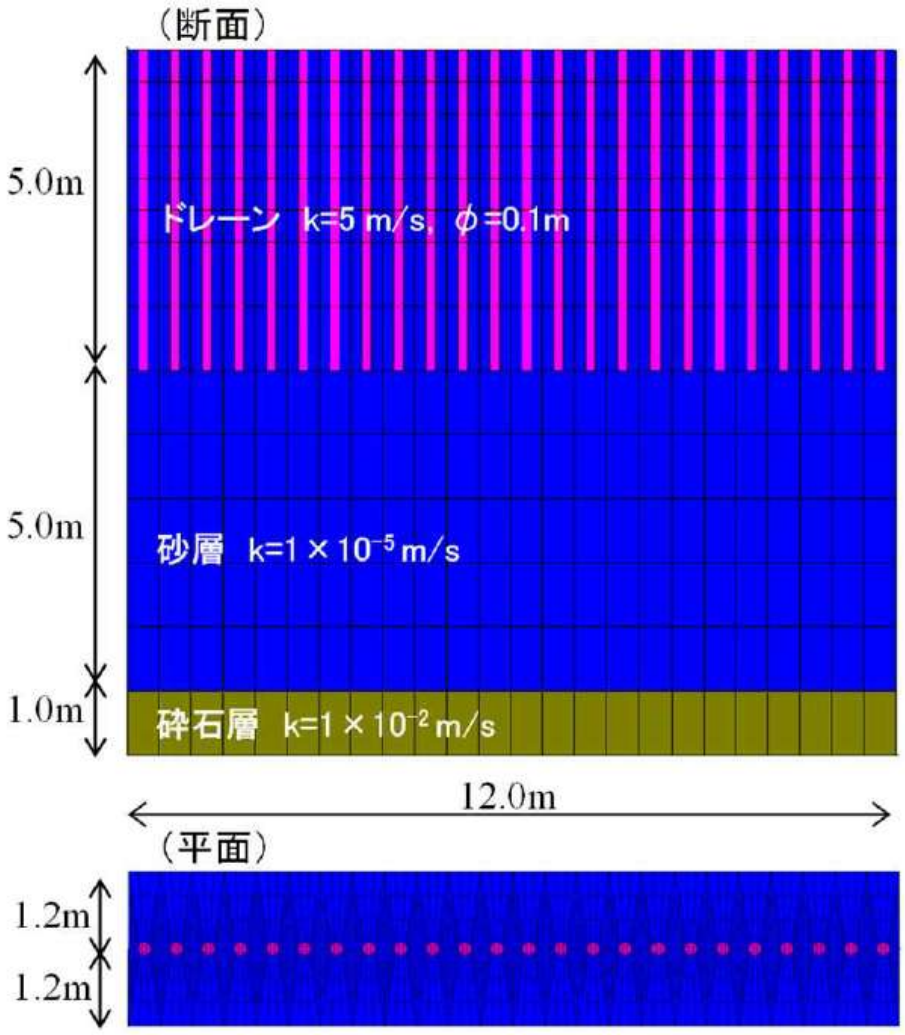


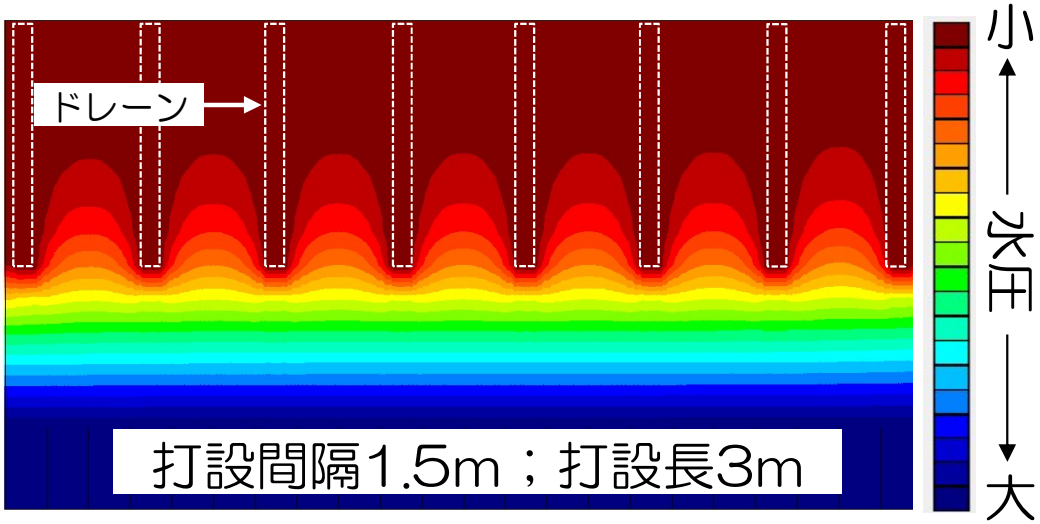


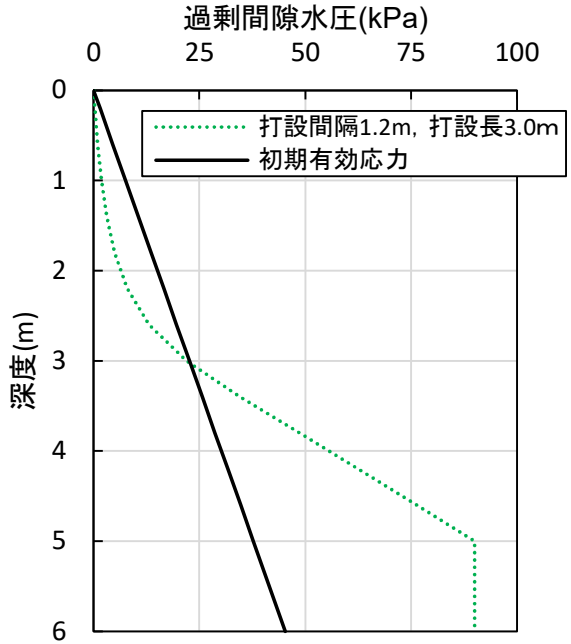


浸透流解析

ボイリング現象を単純な上向き浸透流モデルと仮定し、浸透流解析で簡易設計用のチャート図を作成







試験施工

実機で施工性を確認

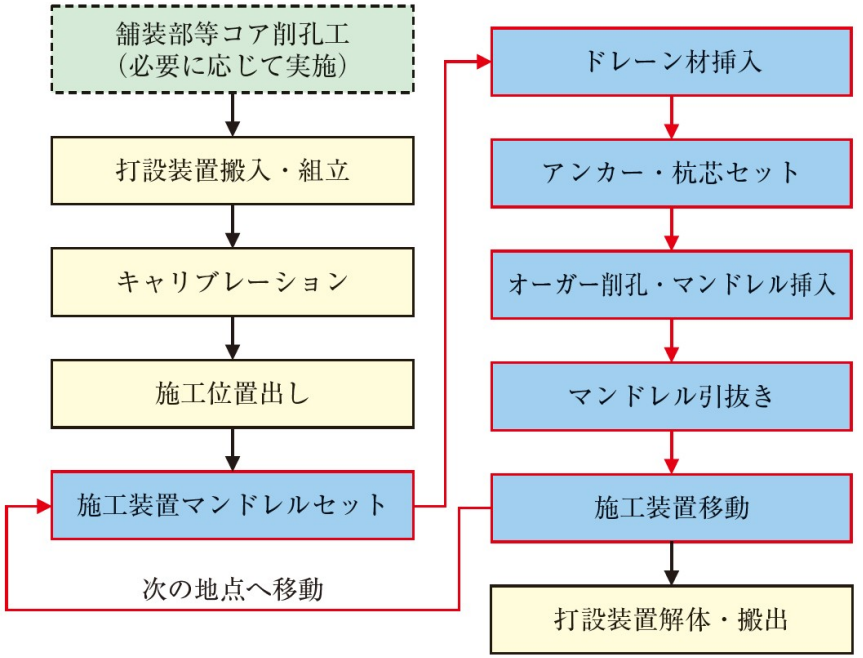






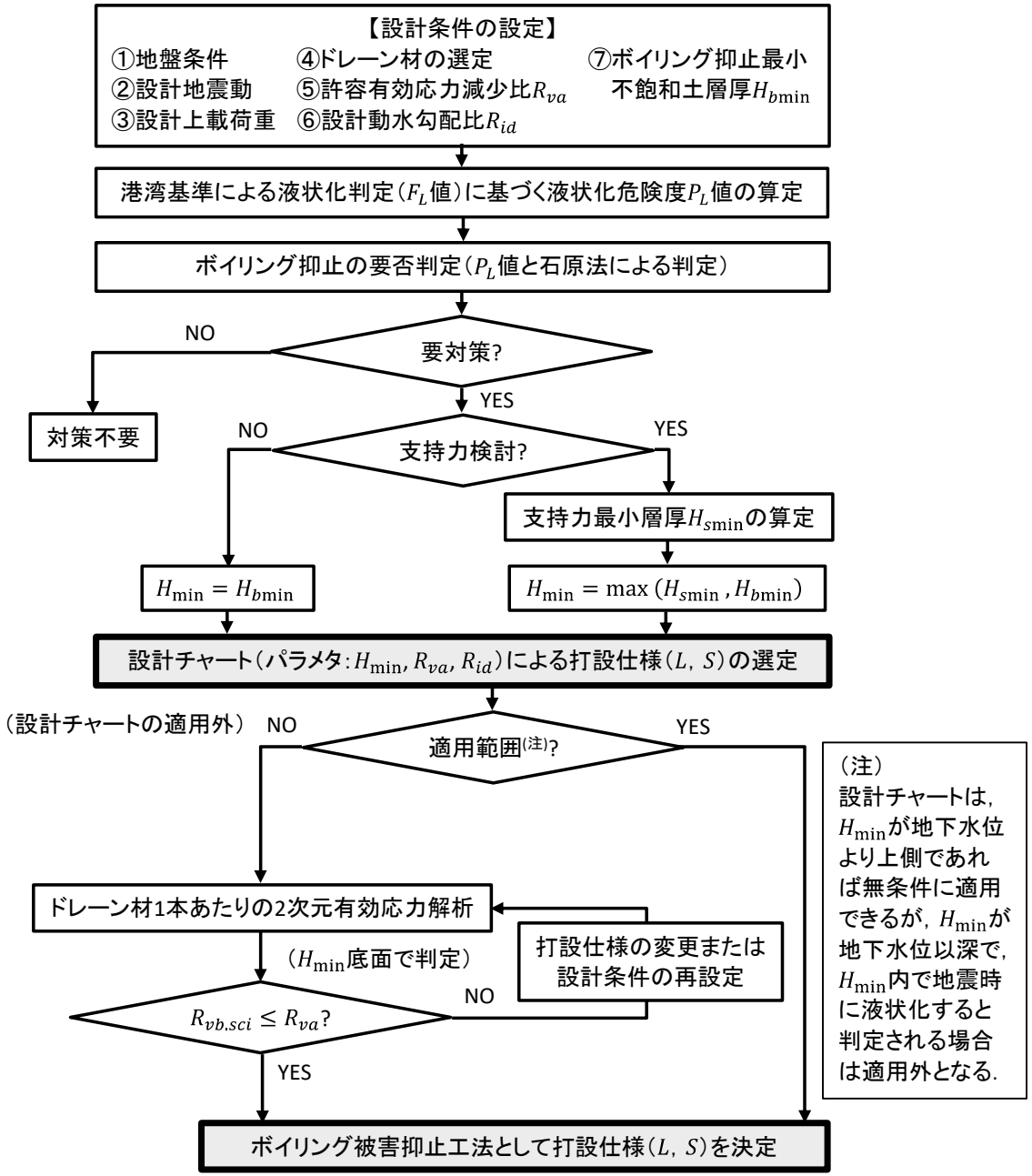
施工管理タブレット





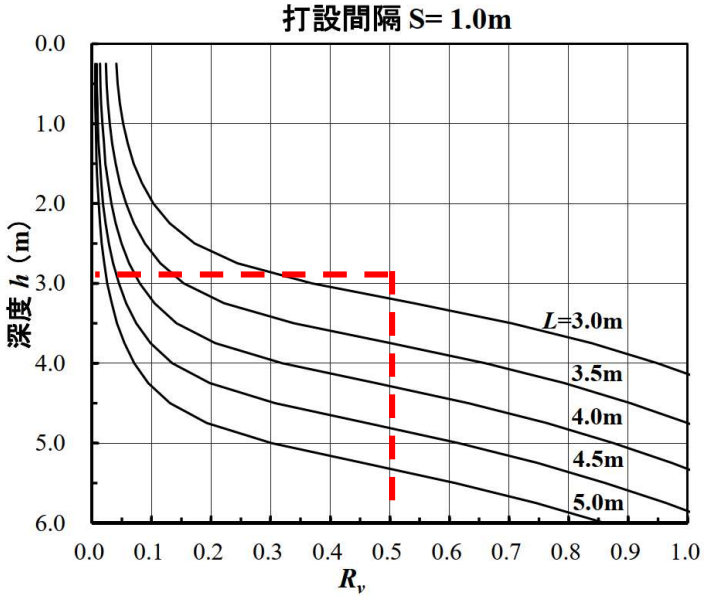
設計法の提案

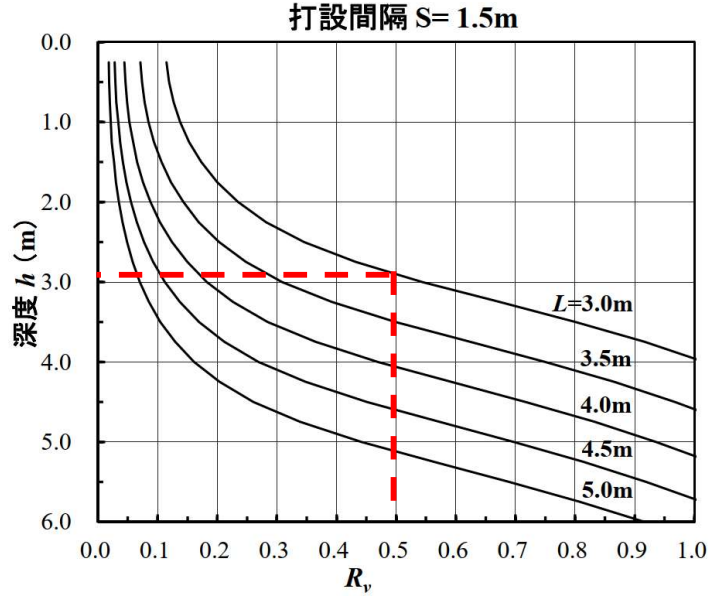
チャート図から改良仕様（打設長、ピッチ）を決定



（注）
設計チャートは，H_{min}が地下水位より上側であれば無条件に適用できるが，H_{min}が地下水位以深で，H_{min}内で地震時に液状化すると判定される場合は適用外となる．

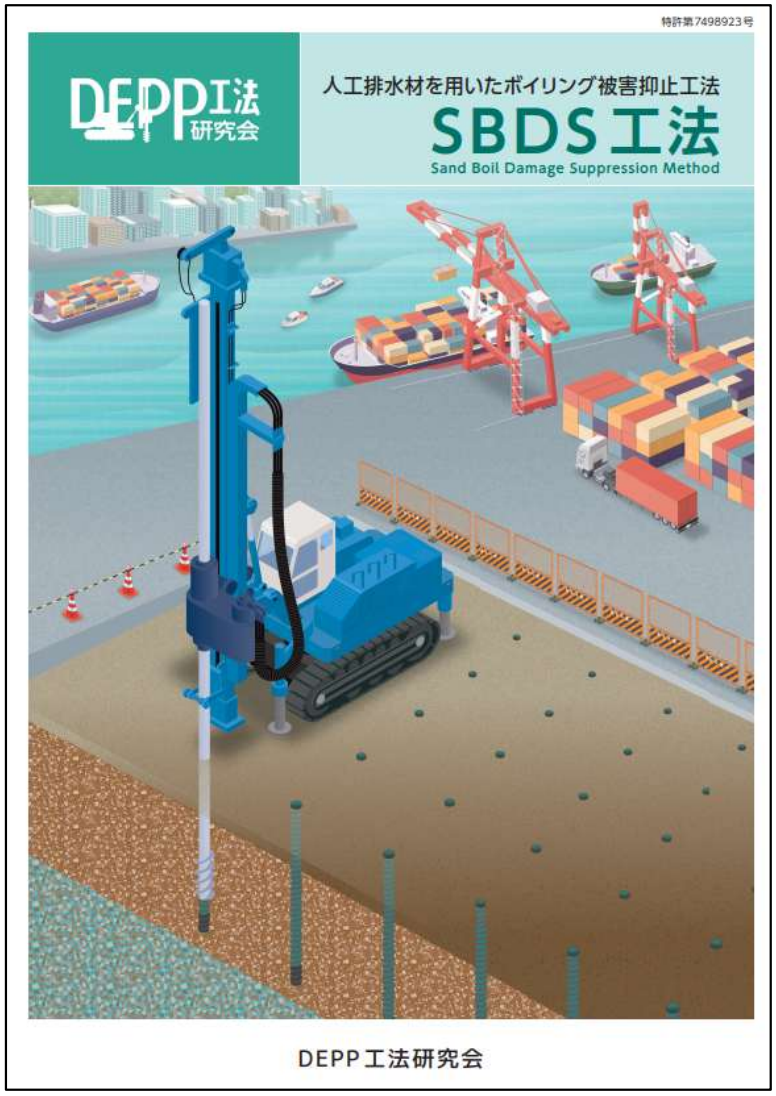
R_{va}=0.5, H_{min}=3.0mの場合



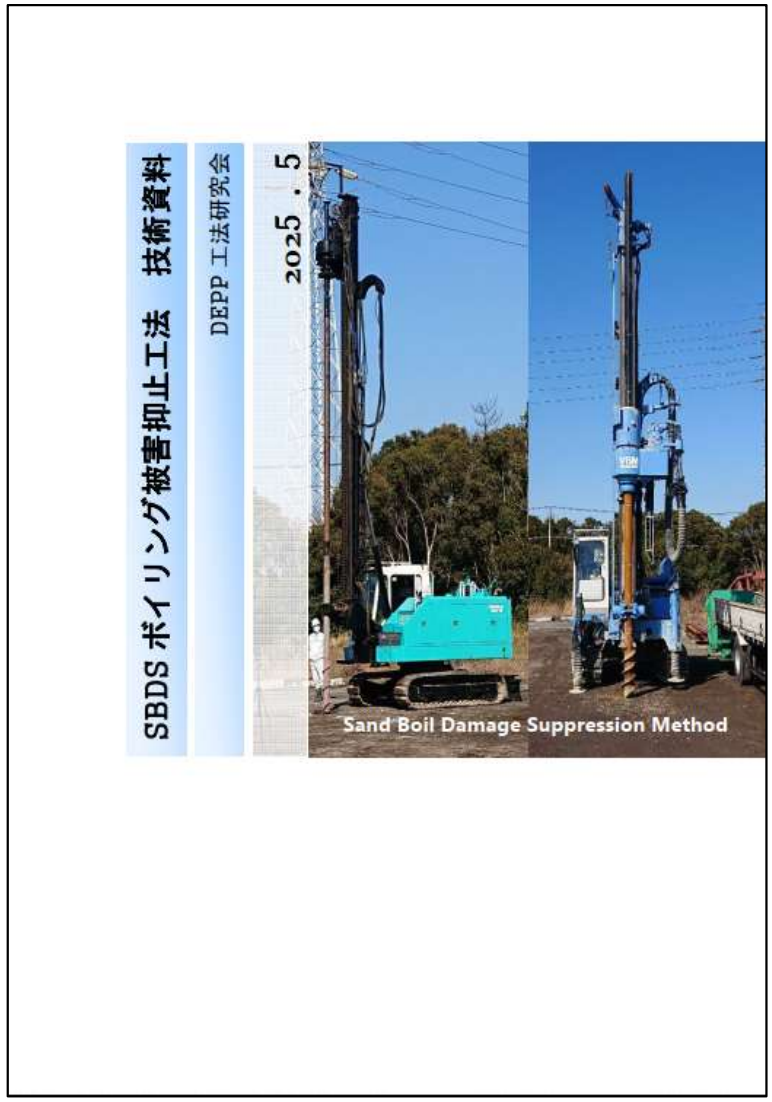


SBDS工法の広報普及

- 技術・積算資料、パンフレットを研究会HPで配布
- NETISに登録申請中



パンフレット



技術資料

最後に

- 本工法は、新たな概念に基づく液状化被害抑止技術
- 液状化の発生を許容するが、過剰間隙水圧の伝播を防ぎ、地表面への噴砂ボイリング被害を抑止する
- 一般道路、駐車場、荷さばきヤードなど、必要最低限の通行性、作業性が確保できればインフラとして機能する施設に最適（BCP防災計画）
- 従来の液状化対策と比較すると低コストなため、広域を経済的に改良可能

ご清聴ありがとうございました

DEPP工法研究会
https://www.depp-koho.jp