

道路構造及び空洞特性に適応した陥没危険度評価と合理的な路面下空洞対策についての研究開発

目的： 道路陥没予防ソリューションの開発

現状の技術的課題：

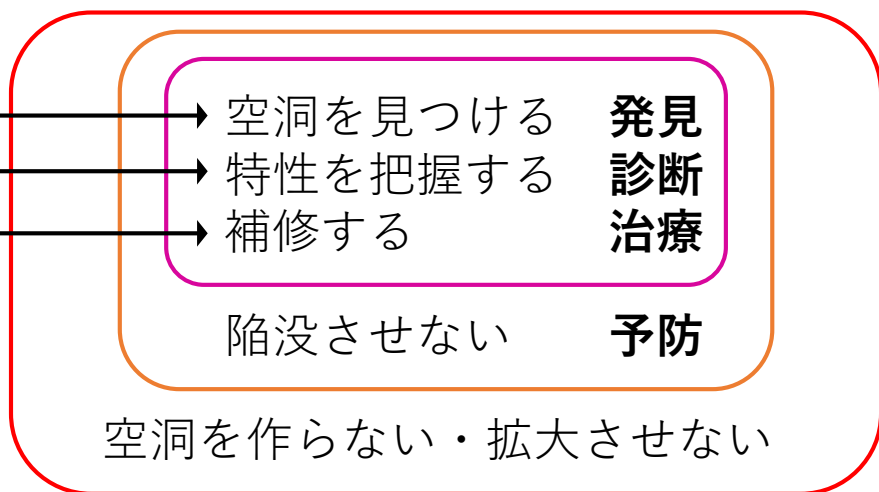
- ① 地中の状態の把握が困難
- ② 空洞の成長速度や陥没危険が不明
- ③ 合理的な補修方法の選択肢がない



空洞形成メカニズム



空洞事例



目指している具体的成果とその進捗状況（1年目/3年間）：

	最終的に目指す具体的成果	進捗率（全期間中）	今年度の検討
発見 （調査）	空洞探査方法の体系化・高度化 空洞ポテンシャルマップの開発	30% 60%	空洞ポテンシャル（生成可能性）の評価プロセスを開発しポテンシャルマップを試作
診断	空洞成長速度の評価 陥没危険度チャート	30% 40%	現道モニタリングにより空洞成長速度を実測し、舗装無しの場合の陥没危険度評価方法を検討
治療 （補修）	空洞対策メニューの提案 空洞補修用充填材の開発	20% 20%	空洞充填材の要求性能の整理と予備実験の開始 モニタリング路線内の空洞充填を実施
予防	空洞に強い舗装・裏込材の開発	0%	未着手、次年度より開始

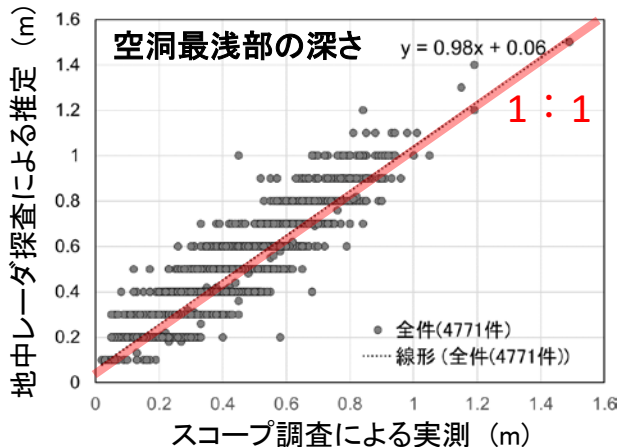
* 今年度分の進捗率は100%以上

H30年度の検討内容と主な成果：

空洞探査方法の体系化・高度化

地中レーダ探査の適用範囲や精度の明確化

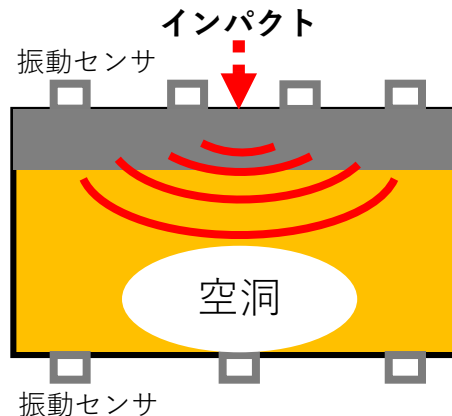
H26-28の3年間の空洞探査データのうちスコープ調査を実施し空洞の有無が明確なものについて：
 的中率：80~100%
 適用深度：1.5m
 解像度：10cm



空洞最浅部の深さは最大20-30cm深めに評価する場合あり
 水平方向の広がりに関する精度は今後データ分析予定

地中レーダ探査を補完する手法の可能性検討

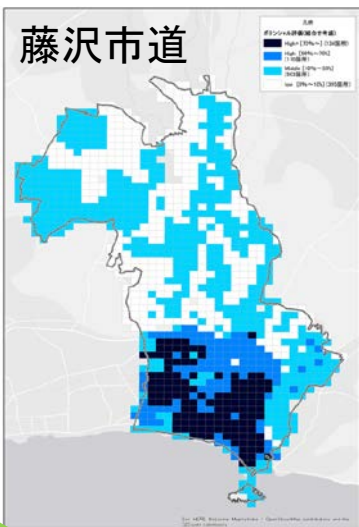
- 地表または下水管内での波動測定(基礎実験実施)



- 現道でFWD試験を実施
 地盤条件によっては路面たわみ量へ空洞の影響あり

空洞ポテンシャルマップの試作

藤沢市道

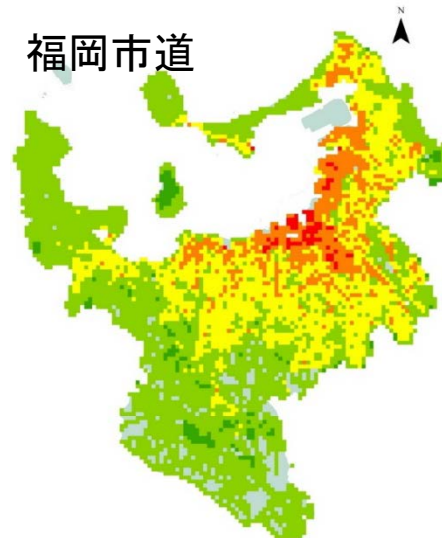


空洞形成に影響する4つの支配要因

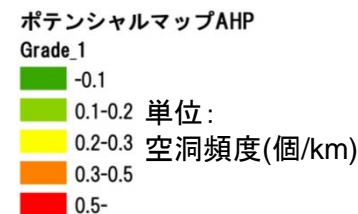
- 下水合流式・1960-1980年代
- 下水管取付管多い
- 砂質土
- 地下水位(参考)GL-3m以浅

ポテンシャル	因子組合せ	平均頻度(個/km) 陥没 空洞	
High+	3因子以上	1.2	4.6
High	下水・砂質	0.7	2.4
Middle	上記以外	0.4	0.4
Low	なし	0.1	0.3

福岡市道

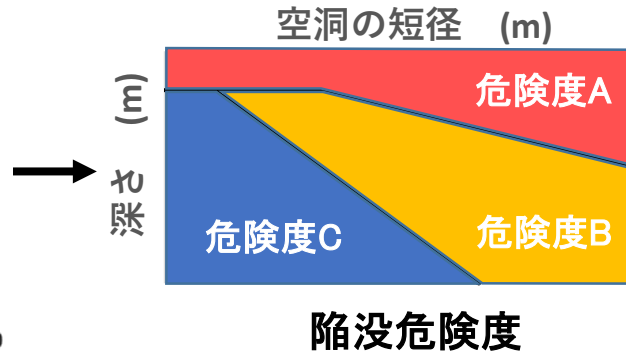
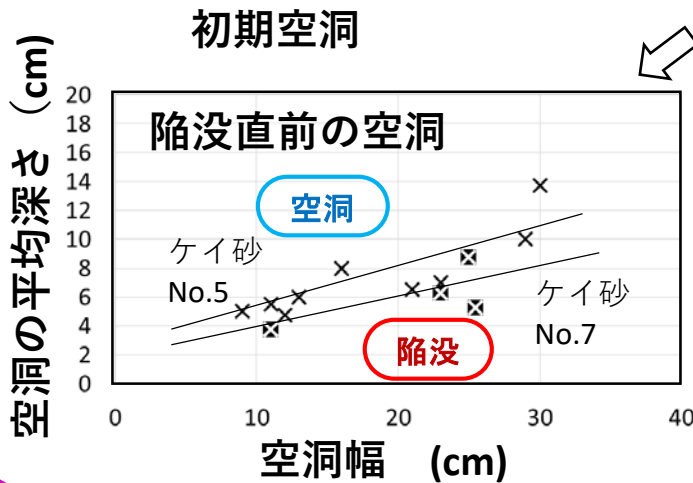
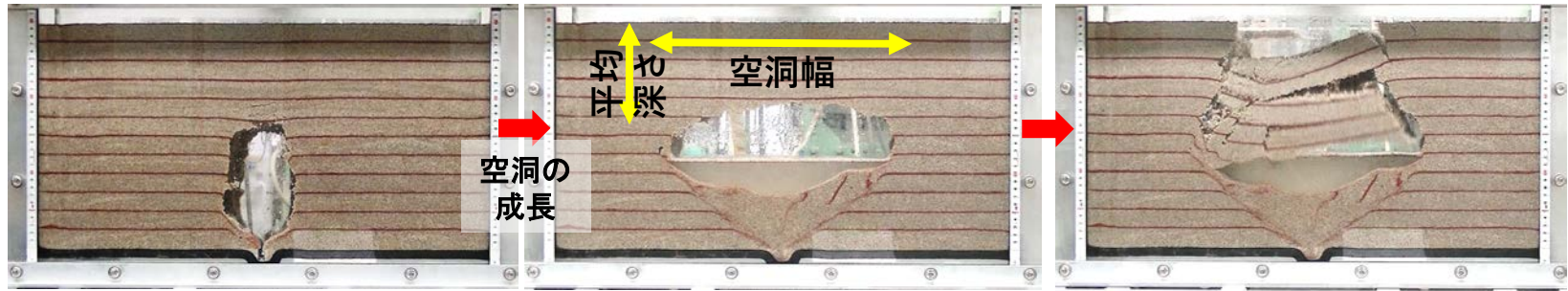


中心部では吸出しによるものが多く、下水管経過年数の影響が大きい
 沿岸部埋め立て地では圧密によるものが多く、地形の影響が大きい



H30年度の検討内容と主な成果：

空洞生成・拡大メカニズムの解明および陥没危険度の評価



実態の空洞・陥没データを用いて検証し、さらに舗装を考慮して、実用的な陥没危険度チャート構築へ

空洞生成・成長の事例取得

現道モニタリングにて、急激に成長した空洞を確認、開削調査を実施

下水管内からのカメラ調査では確認できないような軽微な損傷が空洞の原因となりうる



空洞の開削調査
合流管 (Φ800, GL-1.64m)

空洞充填材の開発

- 既存の充填材の課題を整理し、要求性能や開発目標を設定
- 充填材の土中への浸透の確認実験
- モニタリング路線内の空洞充填の試行



開発中の充填材による試行

H31年度の計画：

実物大試験道路の建設と試験の実施



埼玉大学の試験ヤードにて測量・地盤調査を実施済
幅6m、長さ30m、高さ0.7mの試験道路を構築

- アスファルトコンクリート2種
- Φ100cmの模擬空洞を10個程度路面下に設置
- 埋設管を設置

実施体制：

研究代表者：東京大学 桑野玲子

役割：研究総括、空洞探査の高度化、空洞の生成・拡大メカニズムの解明、空洞の陥没危険度の評価、充填材の開発等、

共同研究者：埼玉大学 桑野二郎

役割：空洞の地震時挙動の解明、舗装の補強

共同研究者：ジオ・サーチ(株) 瀬良良子

役割：空洞探査(分析)の高度化、効果的なモニタリング手法の検討、地上地下の合成3D情報の活用

共同研究者：(株)NIPPO 井原務

役割：不健全な路床・路盤での舗装構造の安定性・耐久性の検討

共同研究者：住友大阪セメント(株) 小堺規行

役割：補修方法の検討(空洞充填剤の改良・開発)

全体スケジュール	1年目	2年目	3年目
空洞探査方法の体系化・高度化 地中レーダ探査の適用範囲や精度の明確化 地中レーダ探査を補完する手法の可能性検討	■	■	
空洞生成の要因と拡大過程のメカニズムの解明 室内模型実験及び数値解析 現道(福岡市他)における空洞モニタリング 空洞ポテンシャルの算定法の検討 実物大フィールド 試験による空洞拡大過程の検討	■	■	■
陥没危険度の評価 舗装路体、路盤、路床の力学的評価 耐空洞仕様の舗装の検討 実物大フィールド における空洞上載荷試験 危険度評価法の開発	■	■	■
対策メニューの開発 空洞補修用充填材の開発 実物大フィールド 試験及び現道での実証試験	■	■	■
道路陥没予防ソリューションの構築			■

H31年度外注予定：

- 実物大試験道路建設および取壊し
- 下水管内カメラ調査および管路からの空洞充填補修
- 下水管損傷音響試験
- 赤外線カメラ調査および点群測量等
- 空洞内空レーザー測量および三次元図化作業
- 現道空洞充填箇所および模擬道路におけるFWD測定
- 空洞充填補修作業
- 空洞調査及び空洞充填に伴う交通規制作業及び交通誘導

研究協力者：

福岡市、藤沢市、他協力自治体
役割：道路管理における道路陥没対策の課題等の助言、現場(モニタリング路線)の提供、地下埋設情報等の提供

国土交通省に国道の空洞・陥没データ提供を依頼