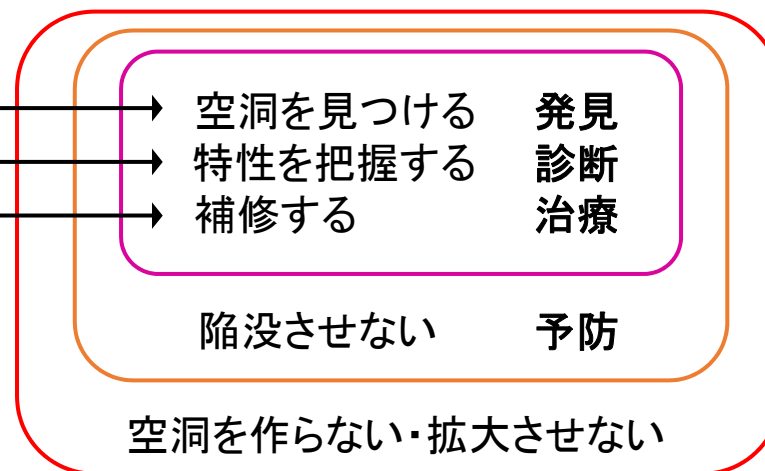
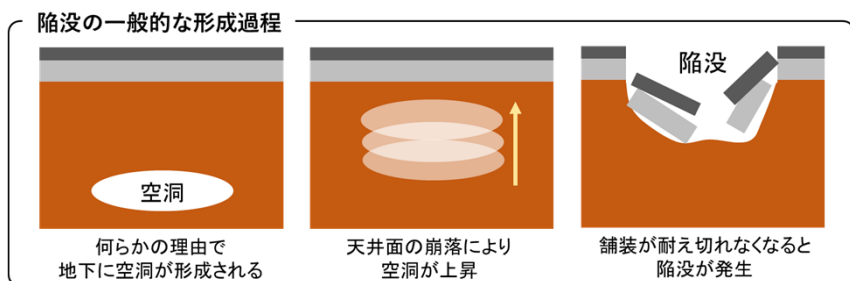


# 道路構造及び空洞特性に適応した陥没危険度評価と合理的な路面下空洞対策についての研究開発

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



目指している具体的成果とその進捗状況（2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	60% 80%	空洞探査技術の精度検証 空洞ポテンシャル（生成可能性）マップの精度検証
診断	空洞成長速度の評価 陥没危険度チャート	70% 70%	現道モニタリングによる空洞成長速度を実測 実物大試験道路における空洞の载荷実験
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	70% 70%	空洞充填材の要求性能の見直しと充填剤の開発 実物大試験道路の空洞充填を実施
予防	空洞/陥没に強い舗装の開発	40%	舗装の補強による陥没抑制方法の基礎検討を実施

# これまで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

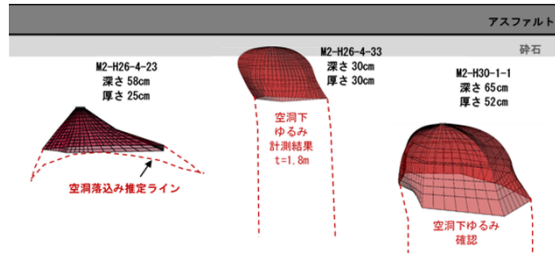
地中レーダ探査技術はほぼ成熟

地中レーダ探査を補完する手法の可能性検討

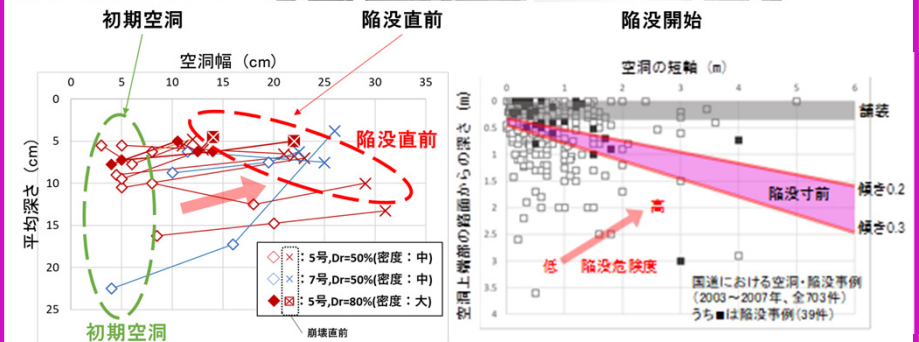
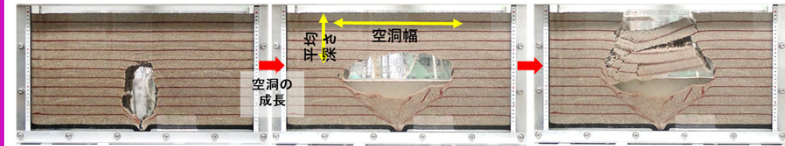
空洞評価に周辺地盤を伝播する波動測定の適用可能性あり  
 空洞深さで正規化した空洞幅とFWD試験の最大たわみ量に  
 相関あり

## 空洞の3次元計測

空洞の形状および体積の把握を試行  
 上半部分について把握可能



## 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

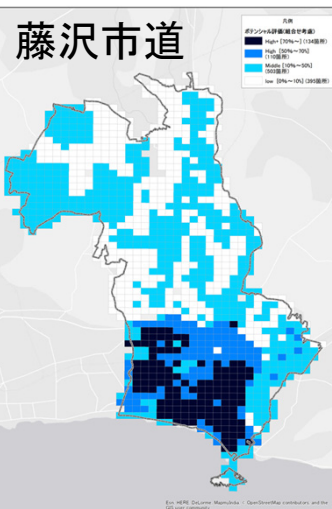


空洞は、土砂流出が継続する場合、地下水位以下で水平方向に広がり成長する  
 路盤・路床等地盤の支持力喪失に関する限界状態は、空洞幅(短軸)と空洞天端深さで概ね表現でき、空洞深さと空洞幅の比が0.2を切ると空洞上の土は自重による崩落の危険がある(模型実験結果と国道の空洞・陥没事例より確認)

## 空洞ポテンシャルマップの試作

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

## 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

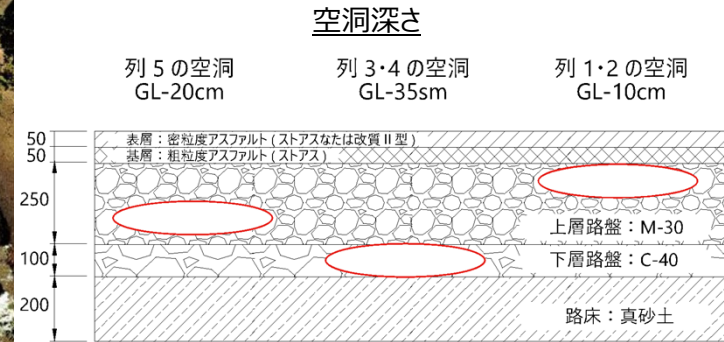
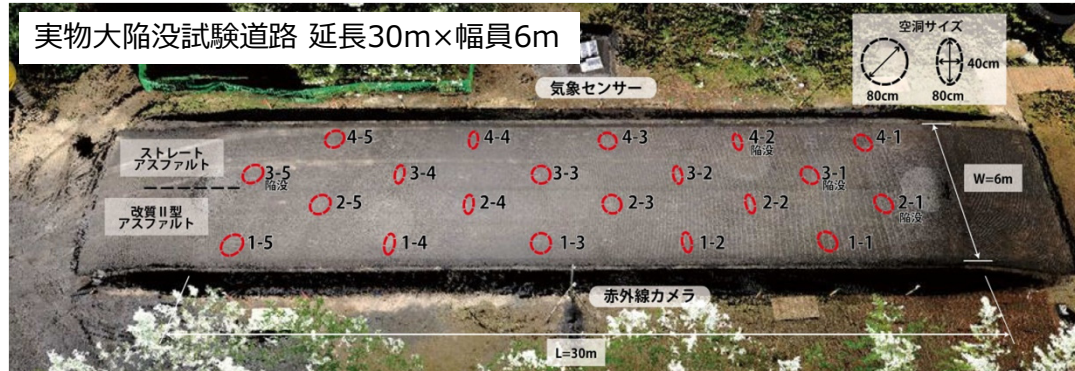


空洞の開削調査  
 合流管(Φ800, GL-1.64m)



# これまでの検討内容と主な成果：

## 実物大試験道路の構築と空洞载荷試験



### 試験道路の構築

- ・長さ30m×幅6m
- ・表層はストレートアスファルトと改質II型の2種
- ・Φ80cmまたは80×40cmの空洞を計20個設置
- ・気象、路面温度、路面変位をモニタリング

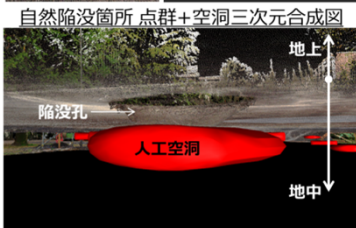
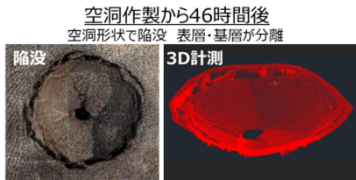
試験道路の構築・・・細礫詰め土を路盤内に設置し舗装を敷設、その後細礫を吸引し空洞生成



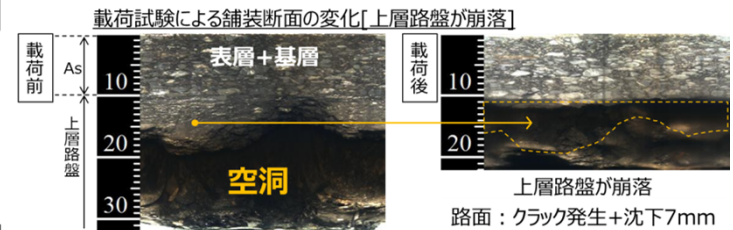
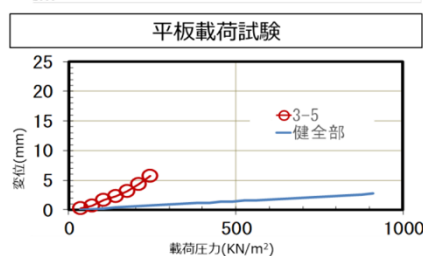
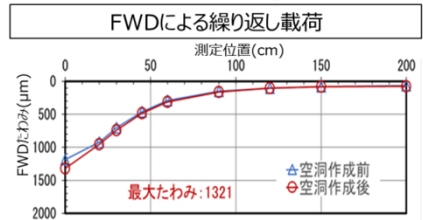
### 空洞観察・载荷試験・充填試験

- ・内空観察、3D計測
- ・FWD試験
- ・小型FWD試験
- ・平板载荷試験
- ・充填試験

自然陥没 [ストAs・As直下(Dp10cm)・φ80cm・舗装温度約40℃]



空洞载荷試験の一例 [ストAs・上層路盤内(Dp20cm)・φ80cm・舗装温度約40℃]



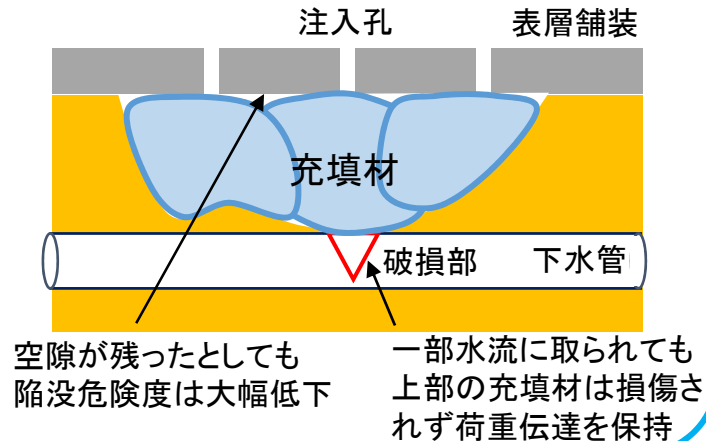
# これまでの検討内容と主な成果：

## 空洞充填材の開発

近傍に破損した下水管があっても漏出しないよう開発目標を修正

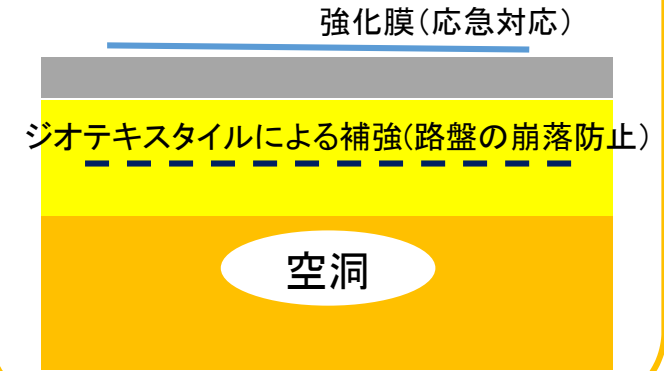
目標物性：

- ①可塑性
- ②水中不分離性
- ③分離抵抗性
- ④単位容積質量  
(軽量、1.0以下)
- ⑤一軸圧縮強さ  
(再掘削性を考慮)
- ⑥速硬性



## 舗装の補強方法の開発

- 路盤内または路盤上に補強材を敷設
- 路面に補強材を塗布し強化膜で補強



## R2年度の計画と実施体制：

- 実物大試験道路におけるフィールド試験  
生活道路を想定した舗装構造にて空洞構築・载荷試験  
空洞補修用充填材、耐陥没を目的とした舗装補強の効果確認
- 現道における空洞モニタリング
- 実物大試験道路の取壊しと現状復旧
- 結果のとりまとめ、およびそれらのパッケージ化による道路陥没予防ソリューションの構築



実物大試験道路の点群+空洞三次元合成画像

研究代表者： 東京大学 桑野玲子  
共同研究者： 埼玉大学 桑野二郎  
ジオ・サーチ(株) 瀬良良子  
(株)NIPPO 井原務  
住友大阪セメント(株) 小堺規行

研究協力者： 福岡市、藤沢市、他協力自治体

R2年度外注予定：

- 実物大試験道路の再構築と取壊し・現状復旧
- 人工空洞载荷試験
- 実物大試験道路下水管内からの空洞充填補修
- 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