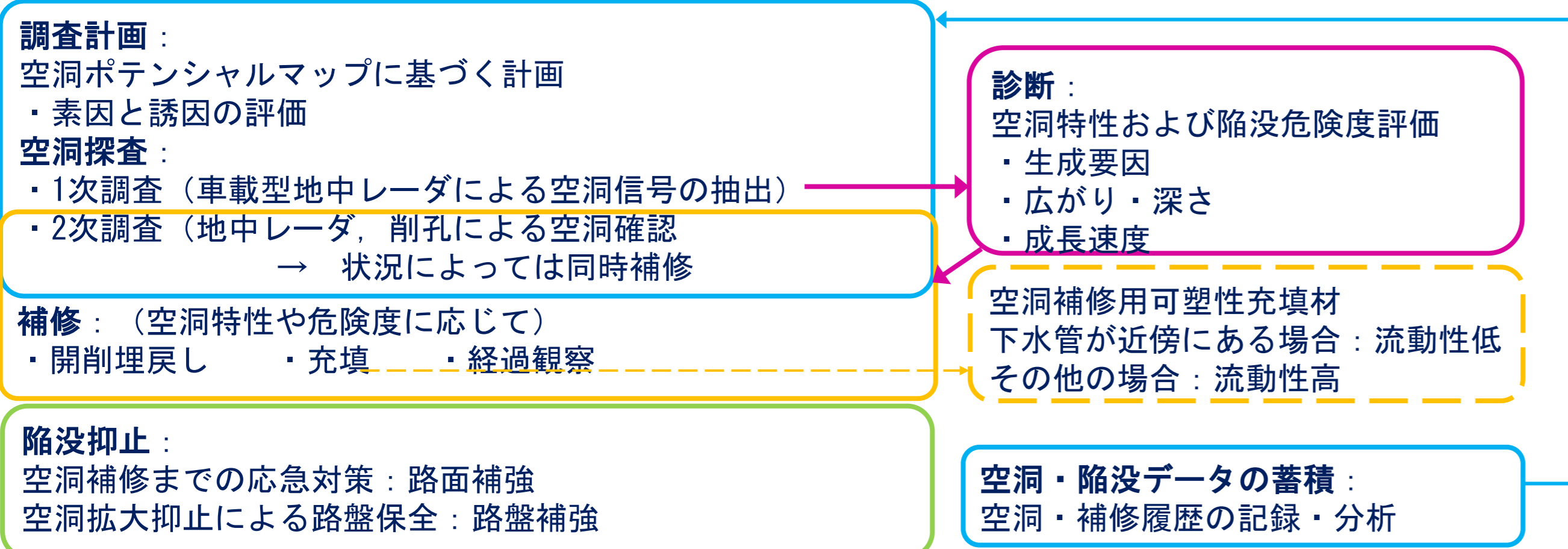


## 道路構造及び空洞特性に適応した陥没危険度評価と合理的な路面下空洞対策についての研究開発

Many subsurface cavities are being generated under roads in the urban area. Some of them would collapse and may cause road cave-in accidents. In order to prevent this, aiming at the rational countermeasures for road cave-ins, techniques of survey, diagnosis, repair and prevention for subsurface cavities are developed. Those techniques are integrated as the solution.

道路下の空洞は、都市の成熟と共に様々な要因で生成し、場合によっては道路陥没を引き起こします。本研究では、道路陥没対策の合理化を実現するため、空洞の調査・診断・補修・予防に資する道路陥没ソリューションの提案を研究目的として、空洞調査方法の高度化、危険度評価指標の開発、空洞の補修・予防方法の開発を産官学の共同研究プロジェクトとして実施しました。

### Development of the solution to prevent road cave-ins 道路陥没予防ソリューションの開発

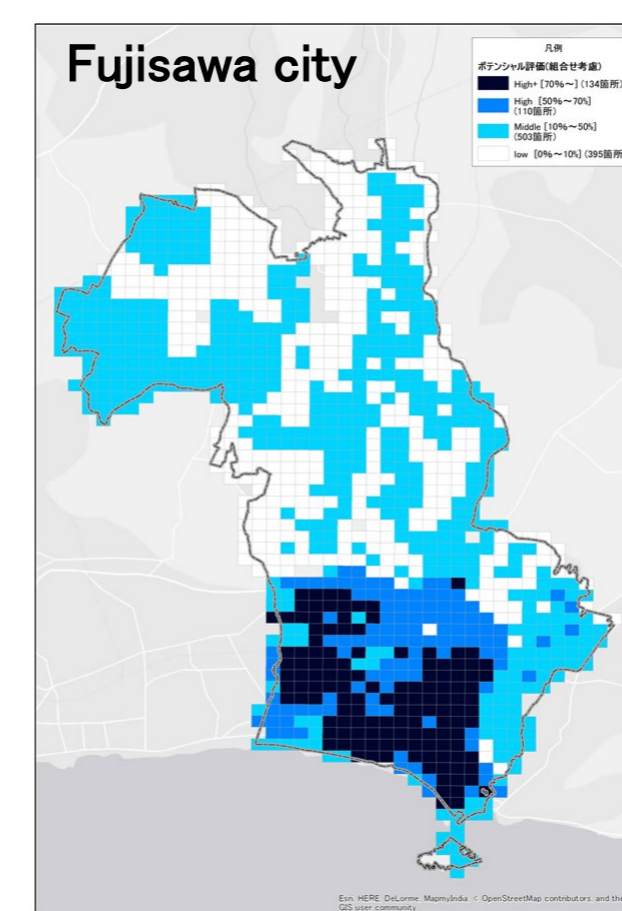


### Subsurface cavity potential map

空洞ポテンシャルマップの試作と検証

調査

既存の空洞・陥没データと周辺状況・環境条件を分析し、  
空洞ポテンシャル: 空洞の出来やすさの指標(生成可能性)を設定



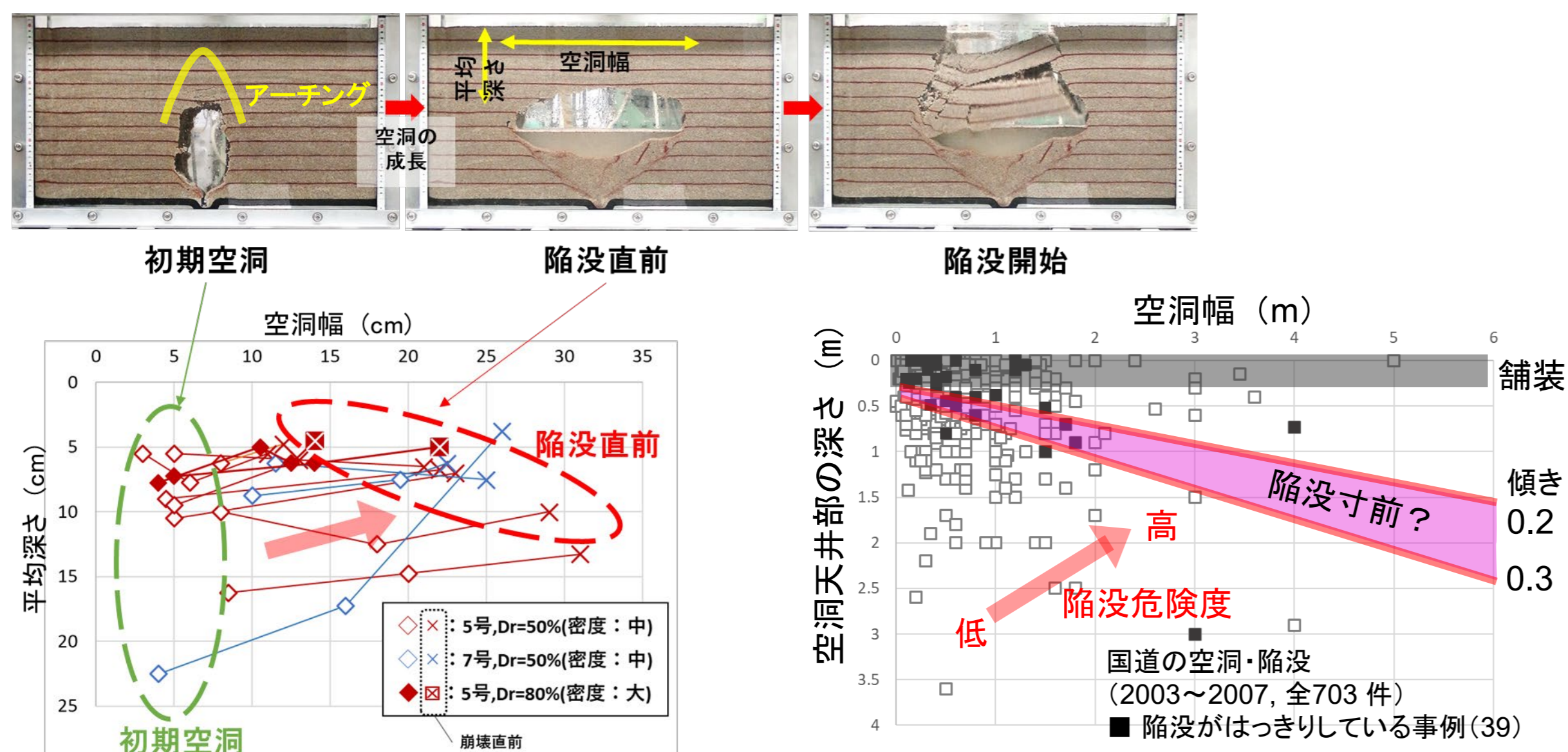
空洞形成に影響する4つの支配要因  
・下水合流式・1960-1980年代  
・下水管取付管が多い  
・砂質土  
・地下水位(参考) GL-3m以浅

ポテンシャル	要因	頻度(/km) 陥没	頻度(/km) 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

### Mechanism of cavity expansion and surface collapse

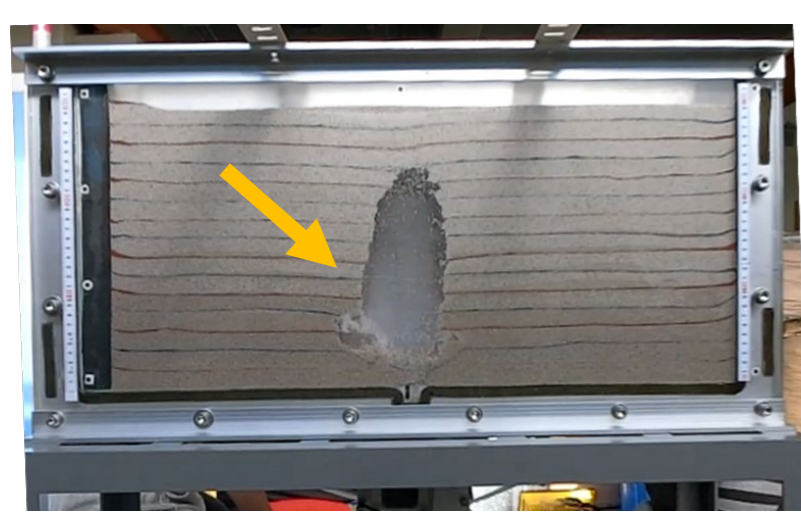
空洞拡大メカニズムと陥没危険度

診断

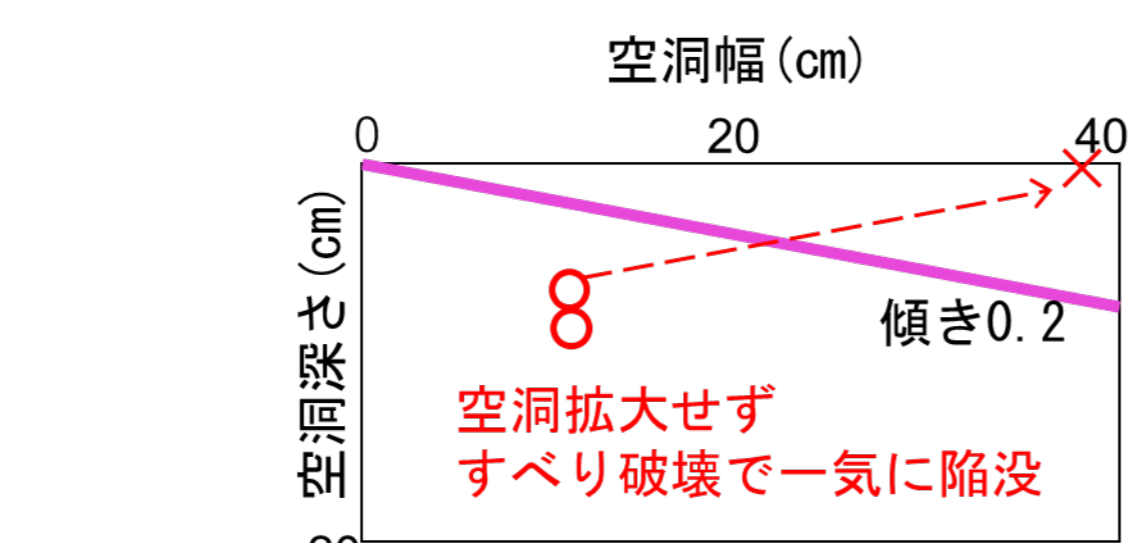


空洞は、土砂流出が継続する場合、地下水位以下で水平方向に広がり成長する。地盤の支持力喪失に関する限界状態は、空洞幅と空洞天井深さで概ね表現でき、空洞深さと空洞幅の比が0.2を切ると空洞上の土は自重による崩落の危険がある。

### 地震時の空洞拡大



初期空洞を作製して加振



陥没危険度が低い空洞も、地震時には空洞内への側部土塊のすべり破壊により拡大  
地震時に危険度ランクが高い空洞が増加する調査結果に整合

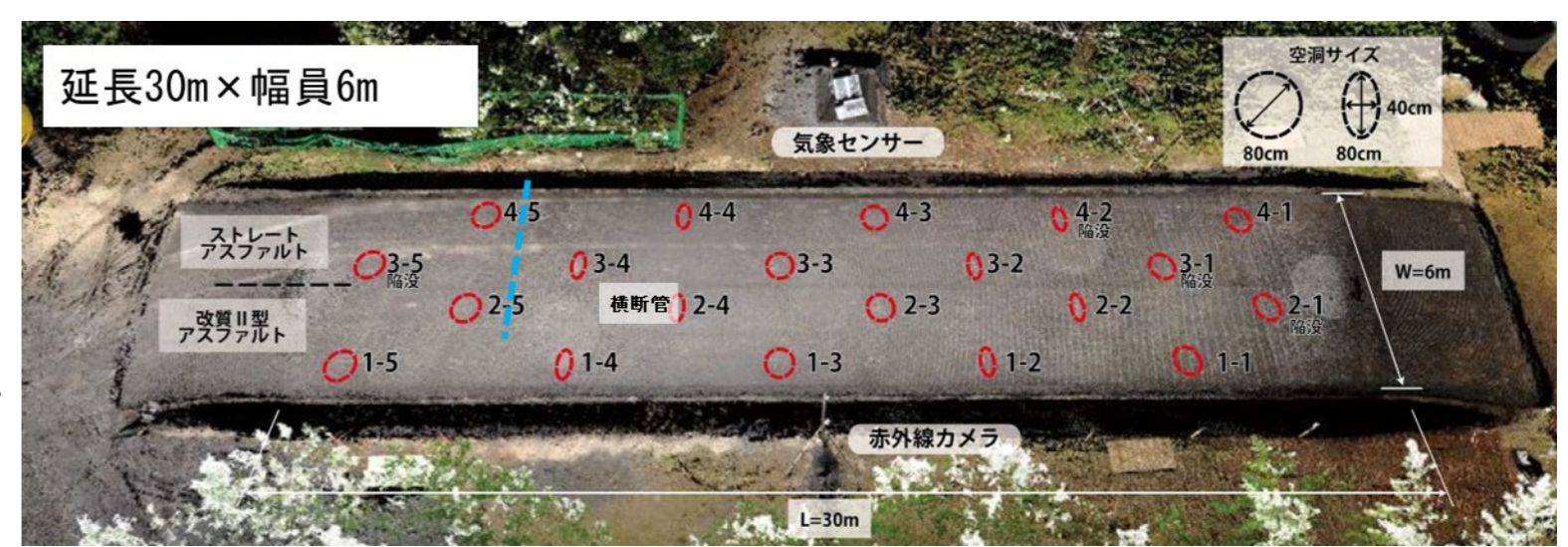
### Behaviour of cavities in test field pavement

実物大試験道路の構築と空洞荷重試験

診断

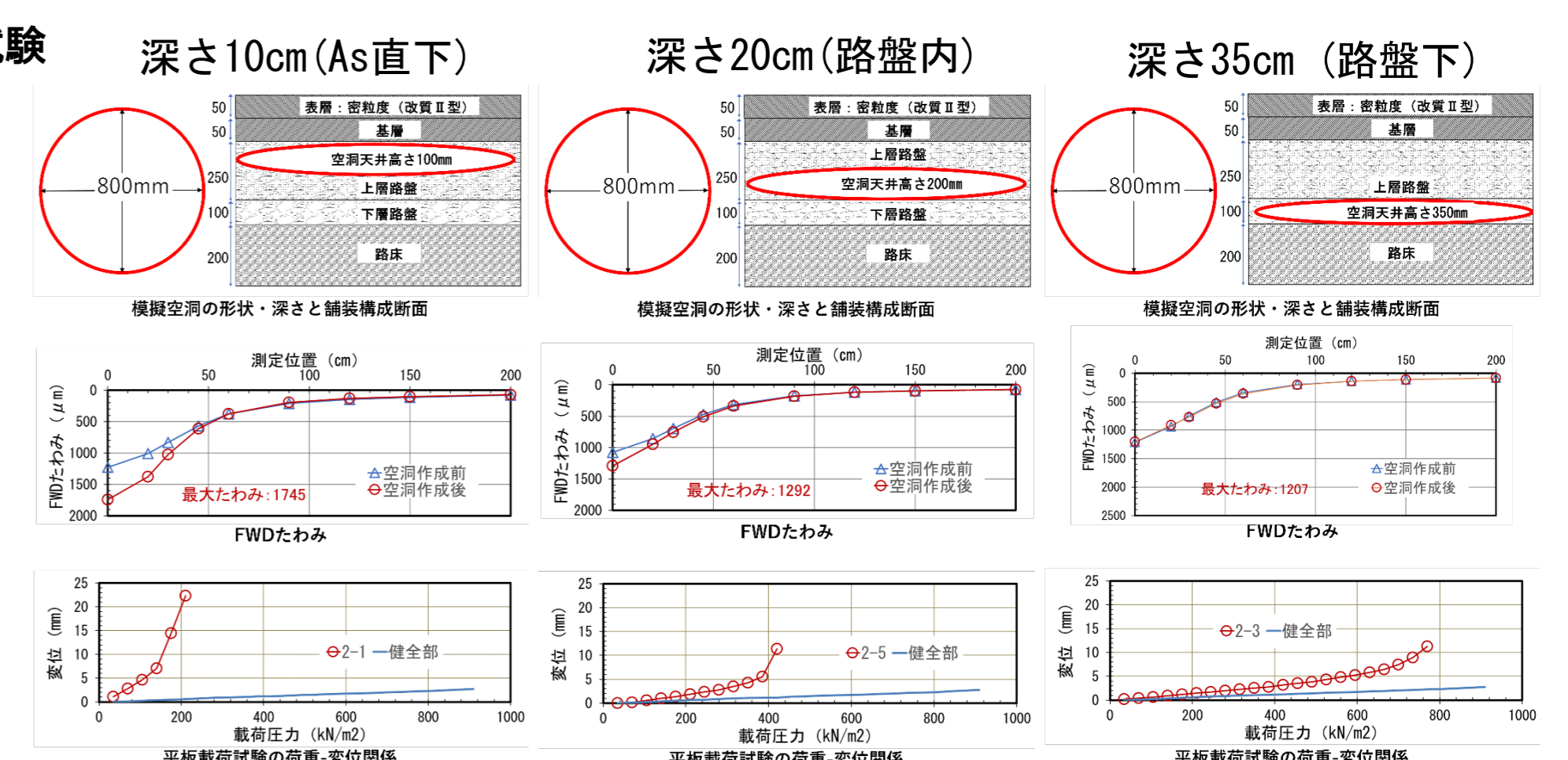
#### 試験体の構築

表層: ストリートアスファルト改質II型  
上層路盤: 粒調砕石 瀝青安定処理  
モニタリング: 気象 路面温度 路面変位



細礫詰め土を路盤内に設置し舗装を敷設し、その後細礫を吸引し空洞生成  
φ80×h10cmおよび80×40×h10cmの空洞を天井深さ10~35cmに1~3期で計51個設置

#### 空洞荷重試験

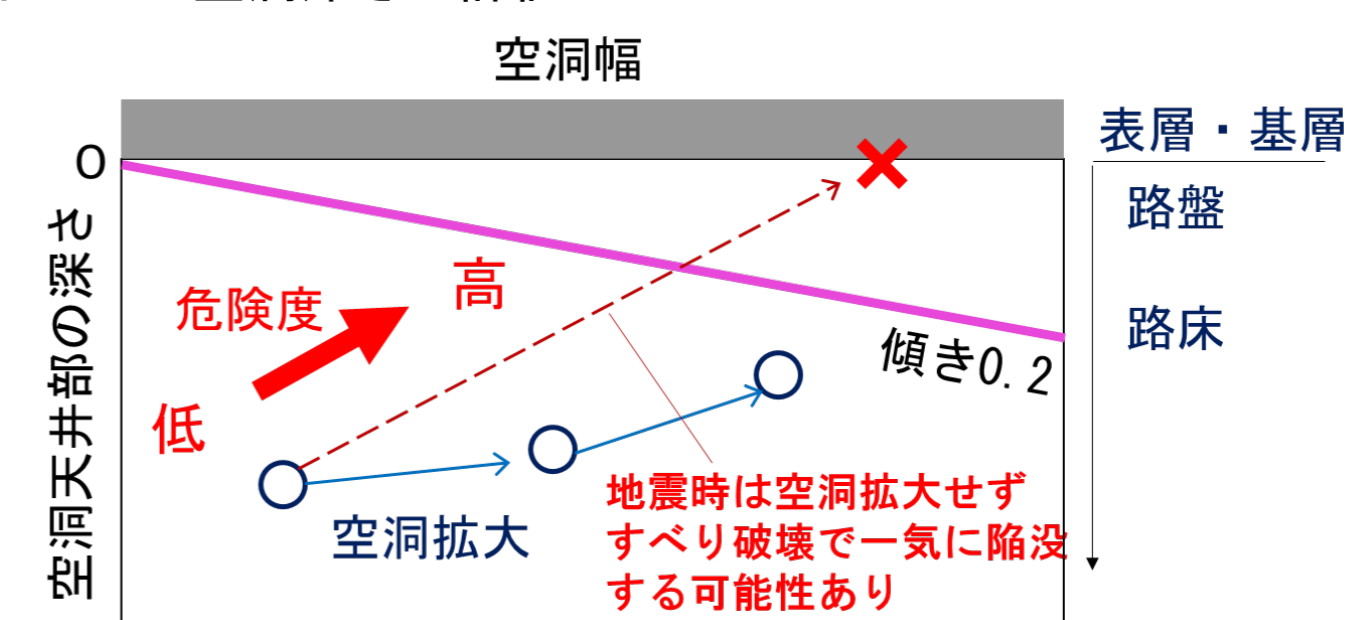


#### 夏季(日射・路面温度)の影響

最大たわみ量=2000μm超~陥没までの余寿命(時間)  
夏場は日単位・他は月単位

#### 舗装構造を考慮した陥没危険度評価

舗装構造によらず、路面下空洞により路盤が侵食されると、路面陥没は時間の問題  
陥没危険度は路盤以下からの空洞深さで評価



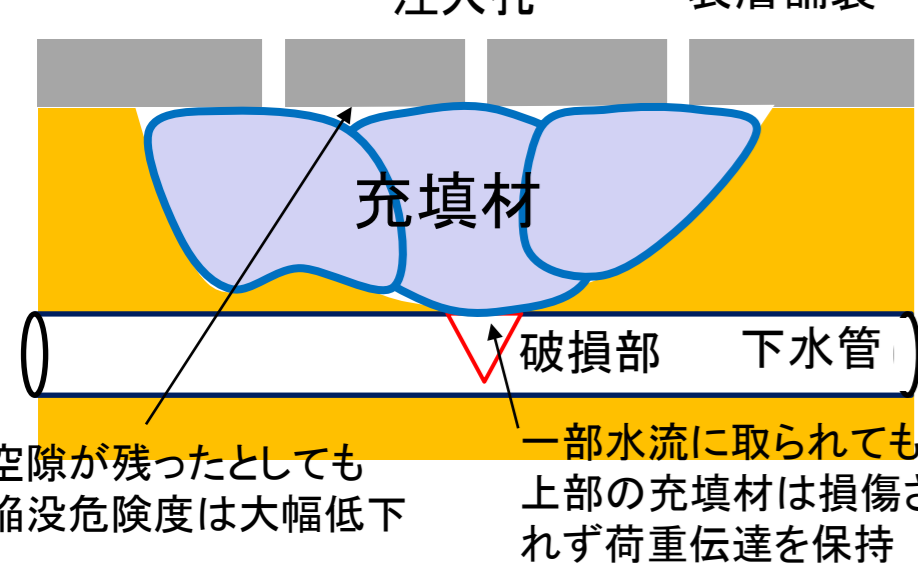
### Repair and prevention of subsurface cavity

空洞の補修と予防

補修・予防

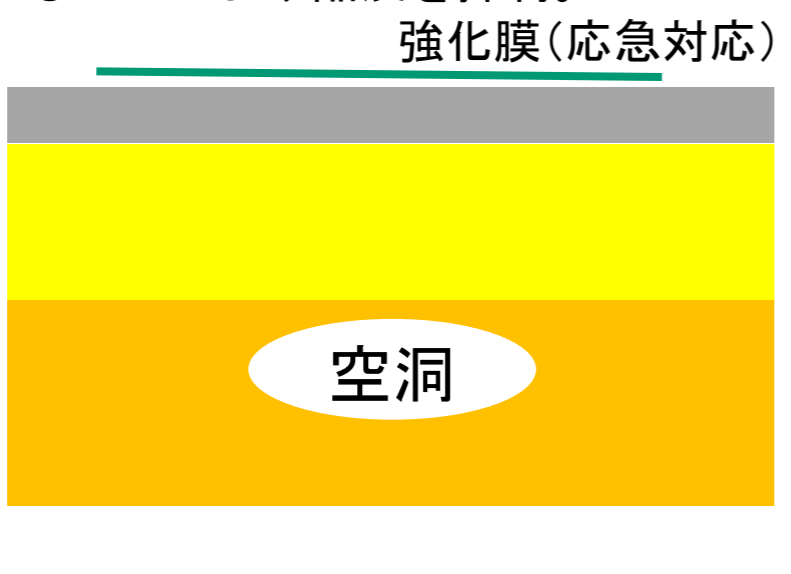
#### 空洞補修用可塑性充填材

周囲に破損した下水管がある場合は低流動性、無い場合は高流動性に調整可能。再掘削性を考慮して強度を必要十分な範囲に設定



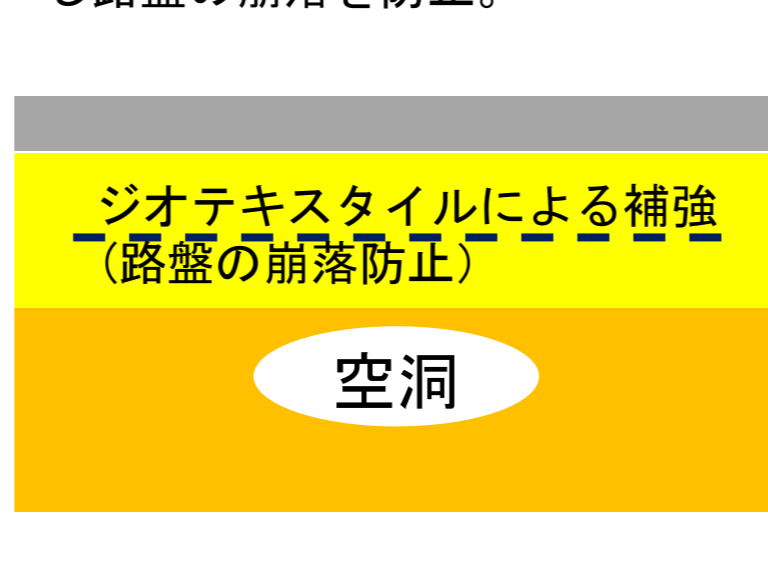
#### 路面補強

空洞を認知してもすぐに補修できない場合のために、路面に緊急対策として補強材を貼り付け、強化膜を作ることにより陥没を抑制。



#### 路盤補強

空洞上に地盤(路盤)が残る限り一時的に効果が期待できると陥没は起こりにくい。路盤内に補強材を敷設し路盤の崩落を防止。



本研究は、国土交通省道路局が設置する新道路技術会議における技術研究開発制度により、国土交通省国土技術政策総合研究所の委託研究「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」において、東京大学、埼玉大学、ジオ・サーチ(株)、NIPPO(株)、住友大阪セメント(株)の共同研究で実施されました

