



Evaluation of collapse risk of subsurface cavities and development of its countermeasures



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

調査計画： 空洞ポテンシャルマップに基づく計画

- ・素因と誘因の評価

空洞探査：

- ・1次調査（車載型地中レーダによる空洞信号の抽出）
- ・2次調査（地中レーダ、削孔による空洞確認
→ 状況によっては同時補修）

補修：（空洞特性や危険度に応じて）

- ・開削埋戻し
- ・充填
- ・経過観察

陥没抑制：

- ・空洞補修までの応急対策：路面補強
- ・空洞拡大抑止による路盤保全：路盤補強

診断：

- ・空洞特性および陥没危険度評価
- ・生成要因
- ・広がり・深さ
- ・成長速度

空洞補修用可塑性充填材

下水管が近傍にある場合：流動性低

その他の場合：流動性高

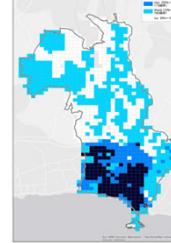
空洞・陥没データの蓄積：

空洞・補修履歴の記録・分析

Subsurface cavity potential map 空洞ポテンシャルマップの試作と検証

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тенシャル：空洞の出来やすさの指標（生成可能性）を設定

Fujisawa city

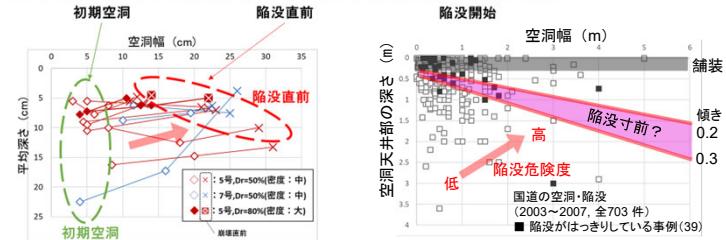
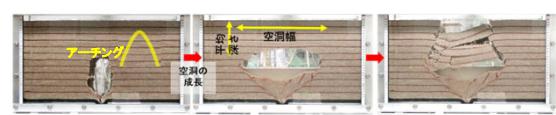


空洞形成に影響する4つの支配要因

- ・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

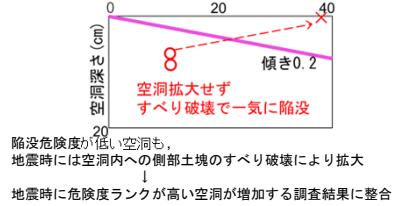
ポテンシャル	要因	頻度 (/km)	陥没	空洞
High+	3因子以上	1.2	4.6	
High	下水・砂質	0.7	2.4	
Middle	上記以外	0.4	0.4	
Low	なし	0.1	0.3	

Mechanism of cavity expansion and surface collapse 空洞拡大メカニズムと陥没危険度



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

地震時の空洞拡大

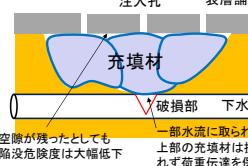


Repair and prevention of subsurface cavity 空洞の補修と予防

補修・予防

空洞補修用可塑性充填材

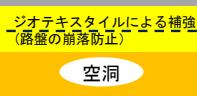
周囲に破損した下水管がある場合は低流動性、無い場合は高流動性に調整可能。
再掘削性を考慮して強度を必要十分な範囲に設定



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、路面に応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。

強化膜(応急対応)



路盤補強

空洞上に地盤（路盤）が残り一時効果が期待できると陥没は起りにくくなる。路盤内に補強材を敷設し路盤の崩落を防止。

夏季（日射・路面温度）の影響

最大たわみ量=2000 μm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

空洞幅



本研究は、国土交通省道路局が実施する新道路技術会議における技術研究開発制度により、国土交通省国士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。

For further information, contact below.

Prof. Reiko Kuwano,

Bw-304, Institute of Industrial Science, the University of Tokyo

TEL: +81-3-5452-6843

E-mail: kuwano@iis.u-tokyo.ac.jp

CART project (2018-2020)

桑野研究室

東京大学 生産技術研究所 Bw-304

電話: 03-5452-6843

E-mail: kuwano@iis.u-tokyo.ac.jp

