

大規模地震後の陥没予防手法の検討ー平成30年北海道胆振東部地震の事例よりー

ジオ・サーチ(株)

同 上

同 上

正会員 ○徳永 珠未

正会員 佐藤 雅規

東海林 隼人 奥田 みのり

1. はじめに 平成30年9月6日に発生した平成30年北海道胆振東部地震(以下、胆振地震)は、北海道において初観測となる震度7を記録し、甚大な被害をもたらした。地震直後に道路陥没を防ぎ交通ネットワークの安全を確保するため、被災地域の直轄国道において路面下空洞探査を実施した結果、陥没危険度の高い空洞を多数検知した¹⁾。さらに1年後、新規空洞の発生および成長を確認する目的で再び路面下空洞探査を実施した。本稿では、大規模地震から時間が経過した際の空洞の挙動に関する知見の共有を目的に、被災地域の空洞発生状況を報告する。

2. 調査概要 胆振地震地域の地震発生履歴および空洞探査履歴を図1に示す。当地域での地震は(a)平成30年9月6日に最大震度7の本震、(b)平成30年10月5日に最大震度5弱の余震、(c)平成31年2月21日に最大震度6弱の余震が発生した。空洞探査は(1)平成27年～平成28年の地震発生前、(2)平成30年9月の地震直後、(3)令和元年8月の地震1年後に実施した。以下、地震前と地震後の両方で探査した区間(路線延長138km)を対象として扱う。

3. 胆振地震地域の空洞数推移 胆振地震地域では地震直後、地震1年後ともに空洞が増加した(図2)。北海道の空洞多発区間における平時^{*1}の新規発生率^{*2}は4%となった事例があり、これをもとに試算すると、地震前の空洞22箇所に対し、年あたり1箇所程度増加する想定となる。しかし、これと比較しても地震直後は45箇所、地震1年後も11箇所増加し、地震直後だけでなく地震1年後も平時に比べ多くの空洞が新たに発生していた。

^{*1} 北海道の直轄国道の胆振地震被災地域外にて1年間隔の経過観察を行い、新規発生や挙動の有無を確認した。

^{*2} 新規発生率…年あたりの新規空洞発生率。

新規箇所数 / (新規 + 挙動あり + 挙動なし箇所数) / 経過年数

4. 陥没危険度評価の変化 北海道の直轄国道では、探査された空洞への対応優先度を検討する際に、空洞の上端の深さと広がり(短辺)を用いて3段階(ABC)で陥没危険度の評価を行っている(図3)。地震前～地震1年後の陥没危険度推移を図4に示す。地震直後は陥没危険度：高(A)と陥没危険度：低(C)で(1)地震前より高く、特にAは7.7倍にもなった。地震1年後は、地震直後からさらにAが1.2倍に増加した。また、図5は地震後に新規に発生した箇所の陥没危険度内訳を示したものであるが、地震直後の新規箇所は半数程度がA、地震1年後はほとんどAであった。

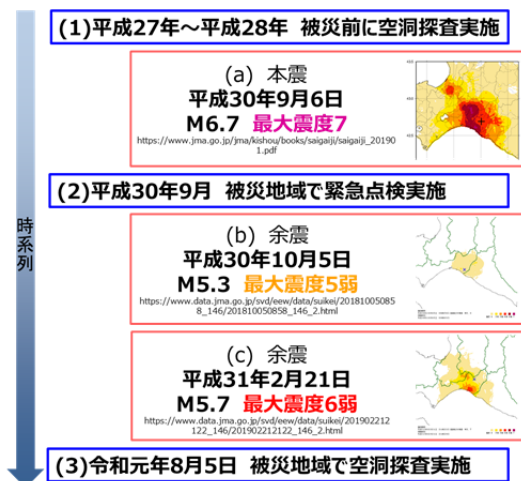


図1 地震発生、空洞探査履歴

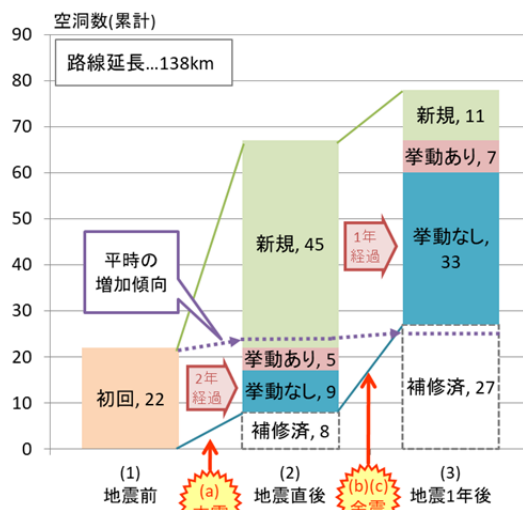


図2 胆振地震地域の空洞数推移

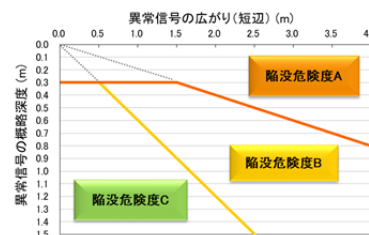


図3 陥没危険度評価基準

キーワード 平成30年北海道胆振東部地震 道路陥没 予防対策 路面下空洞 モニタリング調査
連絡先 〒144-0051 東京都大田区西蒲田7丁目37番10号 Tel:03-5710-0200

また、図6は地震後に拡大・上昇等の挙動が確認された箇所の陥没危険度変化を示したものであるが、地震直後、地震1年後ともに、B、CからAへの変化が確認された。

3.に示したとおり、地震直後および1年後に空洞が多発することに加え、震災時は空洞の陥没危険性が高くなること、その後も危険性の高い空洞が増加することから、適切な対策が必要となる。

5. 胆振地震地域における今後の対応 当地域での地震1年後における変化の理由は、2度の余震の影響を受けた可能性と、本震で生じた地盤のゆるみや埋設物等の損傷が長期的に影響を及ぼしている可能性の2つが考えられる。余震が収まった後に空洞発生が収束するかは確認されていないことから、モニタリングを継続して収束時期を把握していくことが望まれる。

6. 大規模地震後のモニタリング調査による陥没予防の提案 北海道胆振東部地震の分析過程における知見から得られた、発災後の空洞数推移、およびモニタリング調査のイメージを図7に示す。同図をもとに、今後大規模地震が発生した場合の、他地域におけるモニタリング調査の実施に関する現時点での提案を以下に示す。

①地震直後は陥没の危険性の高い空洞が増加するため、早期に空洞探査を実施し陥没危険度の高い空洞を補修することで災害復旧期の陥没を防ぐ。

②地震から1年後も空洞発生数の増加傾向は収束せず、さらに地震直後には危険度が低かった空洞の危険度が高まることから、モニタリング調査を実施して陥没危険度の高い空洞を早期に検知するのが望ましい。

③特に、震度5以上の余震²⁾や豪雨災害、地下水位の上昇は空洞発生が懸念されるため、モニタリング探査を行うことを推奨する。

今回はモニタリング調査の時期について提案を行った。今後は、実施すべき場所の条件(埋設物、地下水位、地盤条件等)を明らかにしていきたい。

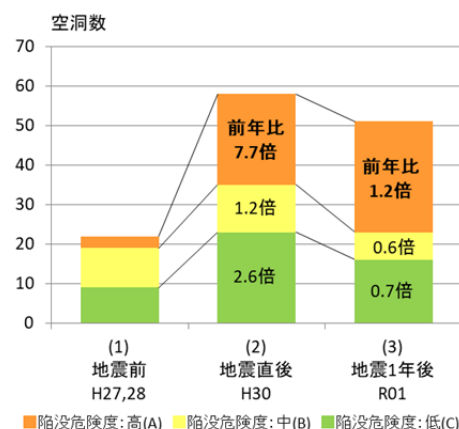


図4 地震前後の陥没危険度推移

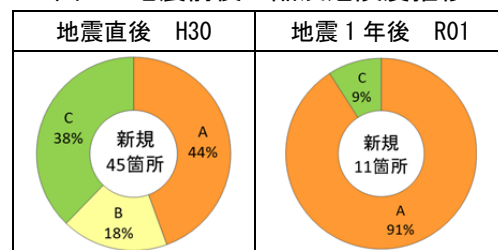


図5 新規箇所の陥没危険度内訳

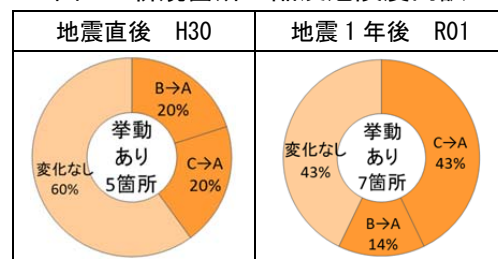


図6 挙動あり箇所の陥没危険度変化

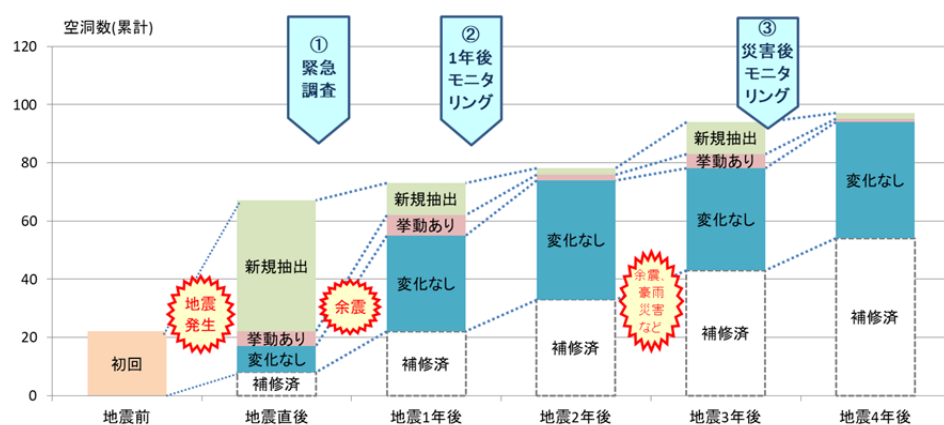


図7 地震被災後の空洞数推移およびモニタリング調査時期(例)

謝辞 北海道開発局建設部道路維持課の各位には、調査結果の分析に対する助言を頂き、論文発表について情報提供も含めて快諾頂いた。ここに感謝の意を表する。

1)佐藤ら(2019) 平成30年北海道胆振東部地震後の路面下空洞発生傾向と陥没予防手法の提案

2)弘中ら(2014) 大規模地震で発生した路面下空洞の発生状況に関する一考察、地盤工学会特別シンポジウム—東日本大震災を乗り越えて—