

## 想定外はなぜ起きるのか？：地盤工学的考察

茨城大学 地球・地域環境創生機構 (GLEC) フェロー会員 安原一哉

## 1. はじめに

最近の大きな災害が起きるたびに、“未曾有”とか“想定外”とかの言葉に遭遇する。そもそも“想定外”とはなにか？なぜ起きるのか？について地盤工学の立場から考えてみたい。

## 2. 最近の想定外と呼ばれた災害

筆者の記憶の範囲では、“未曾有”とか“想定外”という言葉がマスコミで頻繁に聞かれるようになったのは、やはり、2011年の東北太平洋沖地震のあとであろう。これを含めて過去20年の間に想定外と思われる災害をレビューしてみると以下のような例が挙げられる。

- ・1997年兵庫県南部地震：減災や靱性という概念が提案された。
- ・2004年新潟中越地震：新幹線が脱線した。長雨と大きな地震の複合で多くの斜面災害が発生した。
- ・2011年東北太平洋沖地震：地震が津波と原発災害を引き起こす“連鎖災害”(Chained disaster)という“未曾有”で“想定外”の壊滅的災害をもたらした。
- ・平成29(2017)年7月九州北部豪雨：集中豪雨による人的被害が目立った。
- ・平成30(2018)年7月豪雨：活発な梅雨前線による集中豪雨によって大規模で広域な被害が起きた。
- ・2019年東日本台風：多くの河川堤防の決壊を引き起こしたことから特定非常災害に指定された。

これらを見ても、外力である大きな地震と過去に経験をしたことのない降雨が引き金になっていることがわかるが、併せてインフラの劣化や少子高齢化という社会の脆弱化が要因として挙げられる(図1)。つまり災害の攻め手と受け手との差異が広がっていることが災害の大規模化と広域化を加速していると考えられる。

## 3. 想定外を生み出すもの

このような想定外と呼ばれる災害を引き起こす要因を考えてみよう。図2は災害を引き起こす外力の大きさと受け手のインフラ抵抗力の関係とその時間的な変化を示したものである。これによれば、想定外を引き起こす大きな要因として以下のことが考えられる。

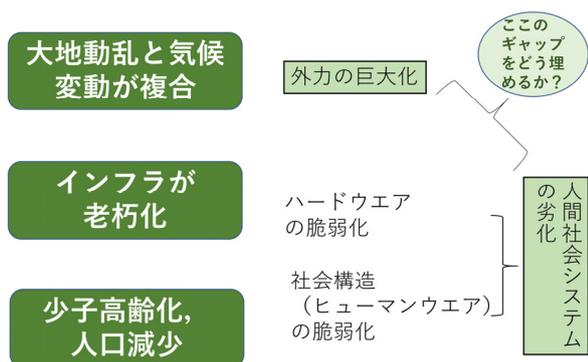


図1 社会における構造的脆弱性

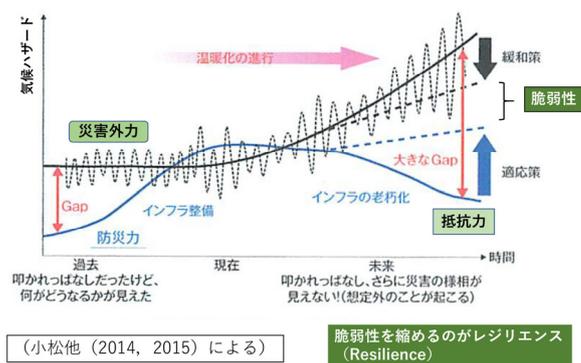


図2 災害に対する社会的レジリエンス

- ① 教訓が生かされてこなかった
- ② 事後対応重視で、事前対応が遅れていた
- ③ (安全) 神話が存在する

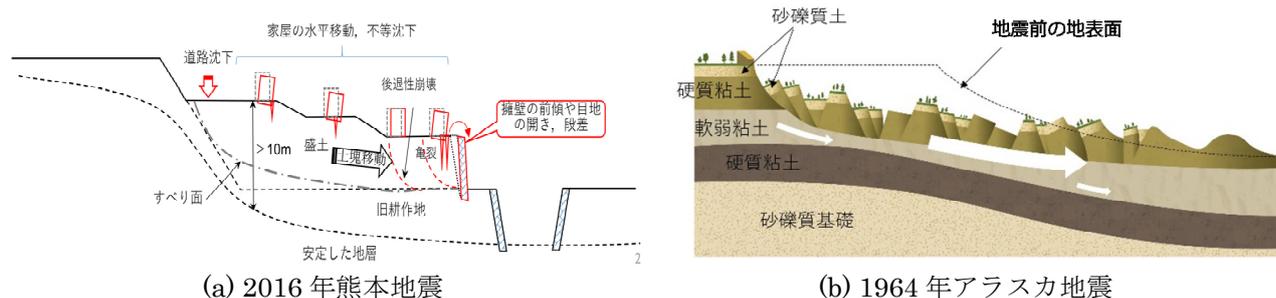
キーワード 熊本地震, 火山灰質粘性土, 住宅基礎, 傾斜地盤, 未曾有

連絡先 〒160-0004 茨城県水戸市文京2-1-1 茨城大学 GLEC TEL 029-228-8824

## 4. 地盤工学における安全神話

### 4.1 二つの地震

このうち、③安全神話について考えてみよう。土木工学の分野における安全神話の例は、よく知られているように、①新幹線は脱線しない、②原発は安全である、などがある。地盤工学に限って言えば、“粘性土地盤は地震時には安全である”というのは安全神話の一つである、と筆者は信じている。図3は、1964年アラスカ地震、2016年熊本地震における傾斜面の崩壊（後退性破壊（Retrosgressive failure））とされている）を示している。これを比べてみると粘性土の種類は違う（熊本地震時の凝灰質粘性土  $I_p$ : 26.0, アラスカ地震時の海成粘土（Bootlegger Cove clay）  $I_p$ : 約16）ものの地震時における家屋被災は粘性土の存在が引き金になったこと、したがって、粘性土であっても地震時には大きなダメージを受けることを実証している。



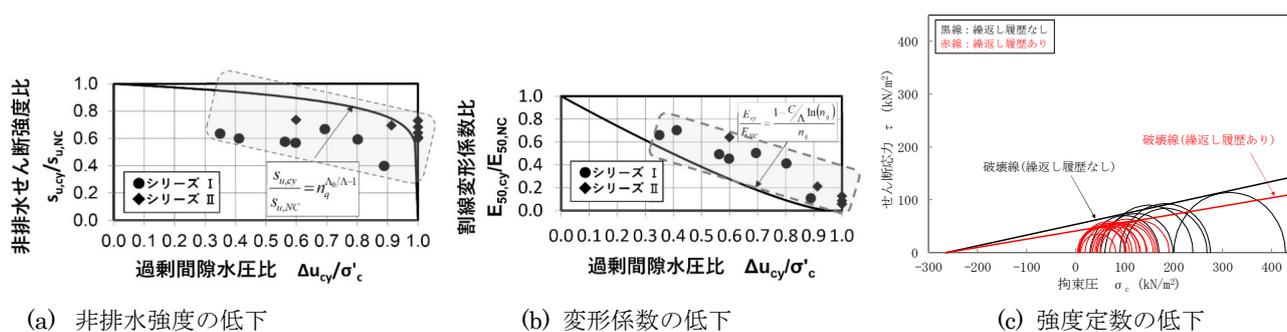
(a) 2016年熊本地震

(b) 1964年アラスカ地震

図3 緩やかな傾斜地盤における地震時斜面崩壊の例

### 4.2 熊本地震時の凝灰質粘性土の力学的劣化

筆者らは過去3年間、熊本地震時に住宅被害が顕著であった熊本県益城町の基礎地盤を形成していた凝灰質粘性土の繰返し履歴後の強度・剛性特性を三軸試験によって調べた。その結果、図4にまとめたように、①強度も剛性も低下すること、②剛性の方が強度よりも低下が顕著であること、③強度定数の内部摩擦角、粘着力ともに2割から3割程度低下すること、が分かっている（安原他：地盤工学ジャーナル、2020）。これらの事実は、益城町の住宅被災に少なからず影響を及ぼしていることを計算で示している（同上）。



(a) 非排水強度の低下

(b) 変形係数の低下

(c) 強度定数の低下

図4 繰返し载荷に伴う力学特性の劣化（熊本県益城町で採取された凝灰質火山灰質粘性土の場合）

## 5. まとめ

2011年東北太平洋沖地震直後に、鈴木（地理、56-6, 78-82, 2011）はこの災害の想定外について考察しており、マスコミを中心に多用される「想定外」では、「未知」、「未想定」、「未周知」が混同されていると指摘している。そのような整理を十分に行なわないまま、研究者・技術者はやたらに「想定外」を使ってはならないし、マスコミに「想定外」の多用を許してはならない。「想定外」の濫用を回避する一つの方策として、災害対応策を“事後対応から事前対応へ”積極的にシフトすることの重要性・緊急性を指摘しておきたい。

謝辞：本研究は、科学研究費基盤A（課題番号：16H02362, FY2016-FY2019, 研究代表者：安原一哉）の助成を受けて実施した。付記して関係各位に深甚の謝意を表したい。