

## 関西の都市型災害事例

<sup>1</sup> 太田英将

<sup>1</sup> 有限会社太田ジオリサーチ

キーワード：記録的豪雨災害、老朽化擁壁、谷埋め盛土、地中侵食、過剰間隙水圧

### 1. はじめに

関西の都市型災害の事例として次の4つを紹介する

- (1) 豪雨災害：2018年7月豪雨災害
- (2) 老朽化土留構造物の災害：2021年大阪市西成区天下茶屋の老朽化擁壁倒壊災害
- (3) 地震時の盛土災害：1995年兵庫県南部地震に伴う谷埋め盛土の地すべり災害
- (4) 老朽化造成地の災害：2008年阪南市舞の造成地の陥没災害

### 2. 2018年7月豪雨災害

この豪雨災害では、神戸市の鈴蘭台高校横の斜面で崩壊の瞬間が住民の手によって動画撮影されていた。この動画には大量の水を噴き出しながら土砂が崩れる様子が映し出されており、がけ崩れ災害現象の貴重な情報が示唆されている。



写真1 神戸市 鈴蘭台高校裏斜面の崩壊（大量の水を噴き出して崩壊する様子）

また、神戸市篠原台の造成盛土の崩壊は、小規模な熱海伊豆山の災害の形態であり、山の背後から非常に高い水圧が盛土内に発生した証拠（ソイルパイプから水が噴き出した跡）が見つかっている。記録的豪雨時の災害は、このように「異常に高い地中水圧（過剰間隙水圧）」が原因のようである。しかし、現行の技術基準類に豪雨時の過剰間隙水圧を考慮したものは存在していない。

### 3. 2021年大阪市西成区天下茶屋の老朽化擁壁倒壊災害

擁壁は造る時の技術基準があっても維持管理についての手引きはほとんど存在しない。このため、いつか壊れる構造物となっている。天下茶屋の老朽化擁壁は、侵食崖の上の緩い傾斜地を盛土により平坦化し、その盛土部分の擁壁が倒壊した。石積擁壁背面の地中侵食による空洞化が原因と考えられるが、それと同時に、付近に住む住民が撮影した映像から、擁壁基礎地盤の変形が倒壊の引き金になった可能性が示唆された。また、現在の建築確認制度では、建築士が既存擁壁を安全と判定しないと擁壁を作り直すか補修する必要が生じるため、安易に「安全判定」されていることも大きな問題である。



写真2 大阪市天下茶屋の石垣倒壊（先行して基礎地盤の破壊が起きていたようである）

#### 4. 1995年兵庫県南部地震に伴う谷埋め盛土の地すべり災害

この地震によって、造成地の盛土が非常に緩いすべり面勾配でも概ね震度6以上の揺れで底面の抵抗力を失い滑動する現象の存在が明らかになった。その後新潟県中越地震、中越沖地震、東北地方太平洋沖地震などでも例外なく同じ現象が起きている。全盛土の中で変動する盛土の比率は、概ね40%程度である。しかし、大規模盛土造成地の変動予測事業における危険盛土の抽出率は0.1%ほどしかなく、事業を行った都市の大半では「全盛土安全宣言」されている。全盛土安全宣言された都市に大地震が起きた事例はまだないが、今後は高い確率で「安全宣言された地域で造成盛土が滑動崩落」することが予測される。安全宣言される理由は、現行の盛土変動予測ガイドラインが「すべり面が液状化（過剰間隙水圧発生）しないこと」を前提としているからである。

表1 大地震で発生した盛土地すべり変動率と第二次スクリーニングの危険判定率の比較

地震名	調査全盛土数	変動盛土数	変動率	記事
1995年兵庫県南部地震	299箇所	122箇所	40.8%	池埋め盛土は除外 震度6強地域では62.2% (箇所数)、68.2%(面積) が変動(NPOデータ)
	2,239,001㎡	835,583㎡	37.3%※	
2004年新潟県中越地震	35箇所	22箇所	62.9%	高町団地(地理院データ)
2007年新潟県中越沖地震	58箇所	21箇所	36.2%	柏崎市内(地理院データ)
2011年東北地方太平洋沖地震	18箇所	11箇所	61.1%※	仙台市太白区緑が丘周辺 (釜井・太田調査)
	全1697盛土 3000㎡未満を含む (地理院データ)	宅地数単位 大規模盛土2521 (地すべり宅地5728)	1盛土10宅地とすると $5728 \div 16970 = 33.8\%$	
大地震による変動実績			平均43%	※印は集計から除外
宅地耐震化推進事業の第二次スクリーニング結果 大規模盛土変動予測ガイドラインに従った評価結果	51306箇所 第2スクリーニング後 5.5%→2822箇所	危険評価 4地区	0.14%	令和3年度末時点 国土交通省データ

#### 5. 2008年阪南市舞の造成地の陥没災害

人間が造った造成地も老朽化によって深刻な被害を発生することがある。阪南市舞の住宅地では2008年に3回同じ場所が繰返し陥没した。まさに「見えない恐怖」である。高度経済成長期にたくさん造られた造成地が、大地震の滑動崩落以外にも、陥没災害を発生させる恐れがある。発生原因の多くは地下水による地中侵食と考えられる。盛土内に地下水が存在する場合には避け難い現象である。



図1 阪南市舞の陥没場所と造成前の地形（谷地形の直上で陥没発生）

#### 6. まとめ

今日紹介した事例は、いずれも地下水が直接的あるいは間接的な原因となった災害である。土工構造物や石積構造物にとって地下水が大きな悪影響を与えていることは以前から指摘されていたことであるが、一方で、地下水処理については非常に簡易、あるいは雑なものが多く、技術者が持つ問題意識と実際に実施されている対策水準が乖離した状態にあるのが問題である。また、所有者・管理者によって健全な状態に維持保全なされていない構造物が大半であることも大きな問題である。

防災科学技術研究所「2022年度土砂災害予測に関する研究集会」  
第2部 12月6日（火）13:00-16:50 「都市型土砂災害の現状と課題」

# 関西の都市型災害事例

太田英将

有限会社太田ジオリサーチ 相談役

'95 1 18

# 本日の話題

## (1) 豪雨災害

2018年7月豪雨災害

## (2) 老朽化土留構造物の災害

2021年大阪市西成区天下茶屋の老朽化擁壁倒壊災害

## (3) 地震時の盛土災害

1995年兵庫県南部地震に伴う谷埋め盛土の地すべり災害

## (4) 老朽化造成地の災害

2008年阪南市舞の造成地の陥没災害

# (1) 豪雨災害: 2018年7月豪雨災害



崩壊したのは六甲花崗岩の自然斜面  
(斜面下部は切土法面)

# (1) 豪雨災害:2018年7月豪雨災害

神戸市鈴蘭台高校裏の崩壊の瞬間、間欠的に水が吹き出して崩壊

崩壊の瞬間が撮影されていた：水量と水圧が凄かったように見える





頭部滑落崖の状況

(1) 表層土砂の崩壊である

(2) 集水柵と水路の接合部は落ち葉で閉塞している  
→ 水路で集められた雨水は斜面に供給された

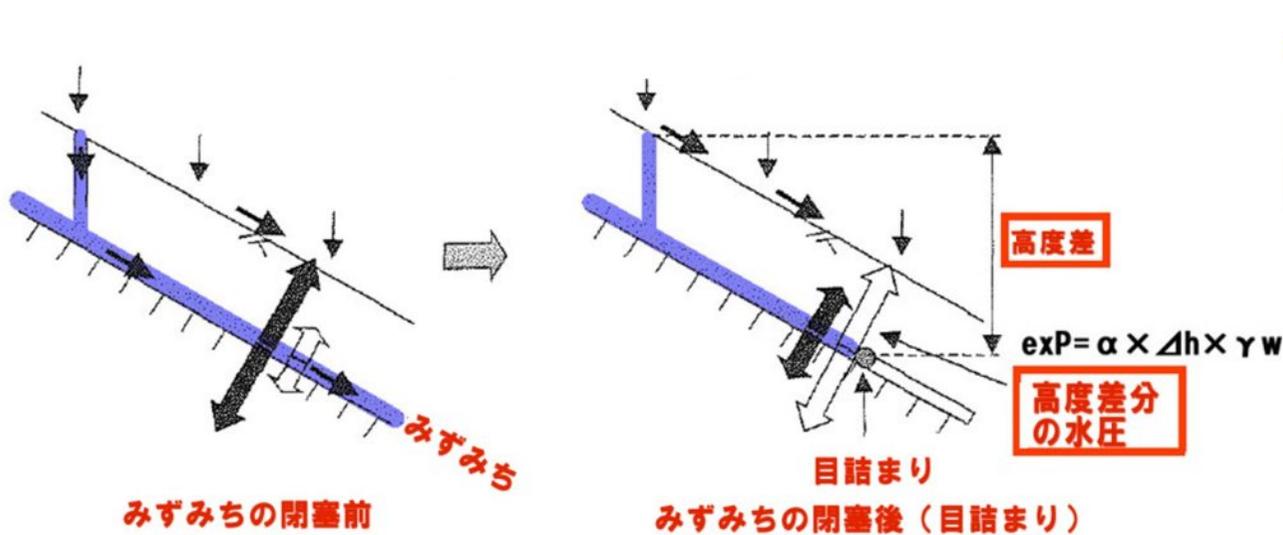
# 崩壊画像から得られる教訓

## (1) 地表水路工からの溢水による水の供給

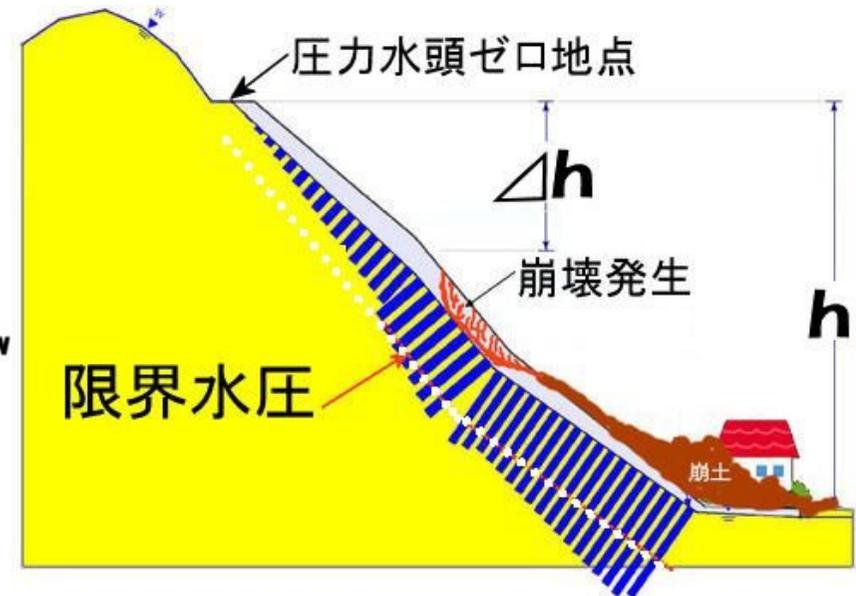
「法面崩壊の半分は表面排水施設が原因」 奥園・下野（2022、日経BP社）より

## (2) みずみち（ソイルパイプ）の目詰まり・供給過剰による過剰間隙水圧

安定計算にも過剰間隙水圧を組み込む必要性は？



飯田智之（2012）『技術者に必要な斜面崩壊の知識』  
p.161の図を加筆



太田英将・美馬健二（2017）“ソイルパイプの過剰間隙水圧を考慮した安定計算法”



盛土(残土)

ソイルパイプ

地山

2021年滋賀県湖西道路の残土崩壊 (釜井先生撮影)

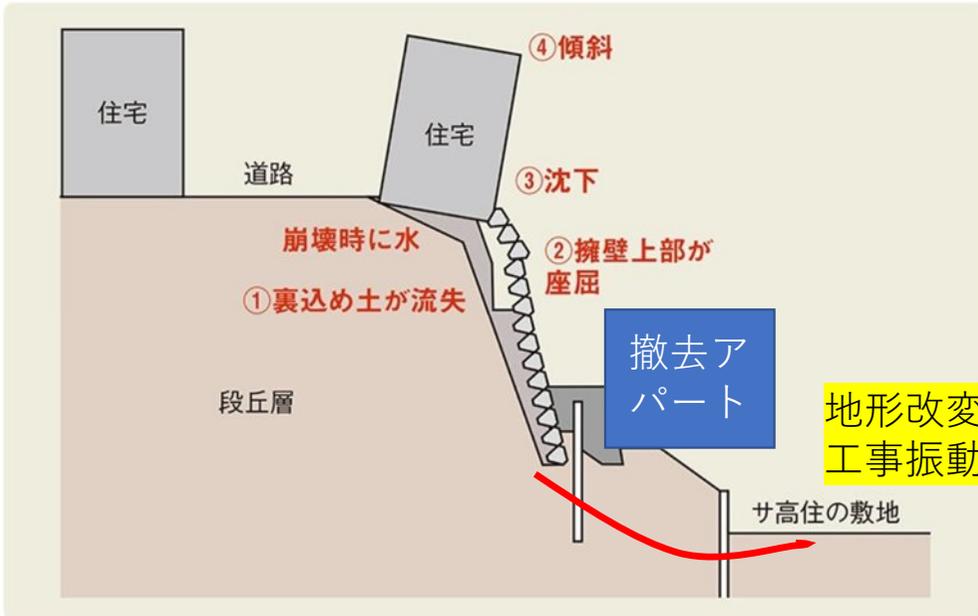
## (2) 老朽化土留構造物の災害:2021年大阪市 西成区天下茶屋の老朽化擁壁倒壊災害





〔図2〕裏込め土の流失で擁壁上部が座屈したか？

太田ジオリサーチの太田英将相談役が推定した崩落のメカニズム。「目視では分からない擁壁背面の健全性を、表面波探査で判定する方法を積極的に導入すべきだ」（太田相談役）（資料：太田ジオリサーチ）



## 最後のトリガーが何かはよくわからない

ロシアンルーレット状態の擁壁が多い

- (1)石垣の老朽化 (背面の洗掘)
- (2)下のアパートの撤去 (カウンターウエイトの消失)
- (3)工事による地形改変、重機の振動

大阪市道 (斜面上) は調査されたが  
民地側は調査されていないので詳細不明

〔図2〕裏込め土の流失で擁壁上部が座屈したか？

太田ジオリサーチの太田英将相談役が推定した崩落のメカニズム。「目視では分からない擁壁背面の健全性を、表面波探査で判定する方法を積極的に導入すべきだ」(太田相談役) (資料:太田ジオリサーチ)

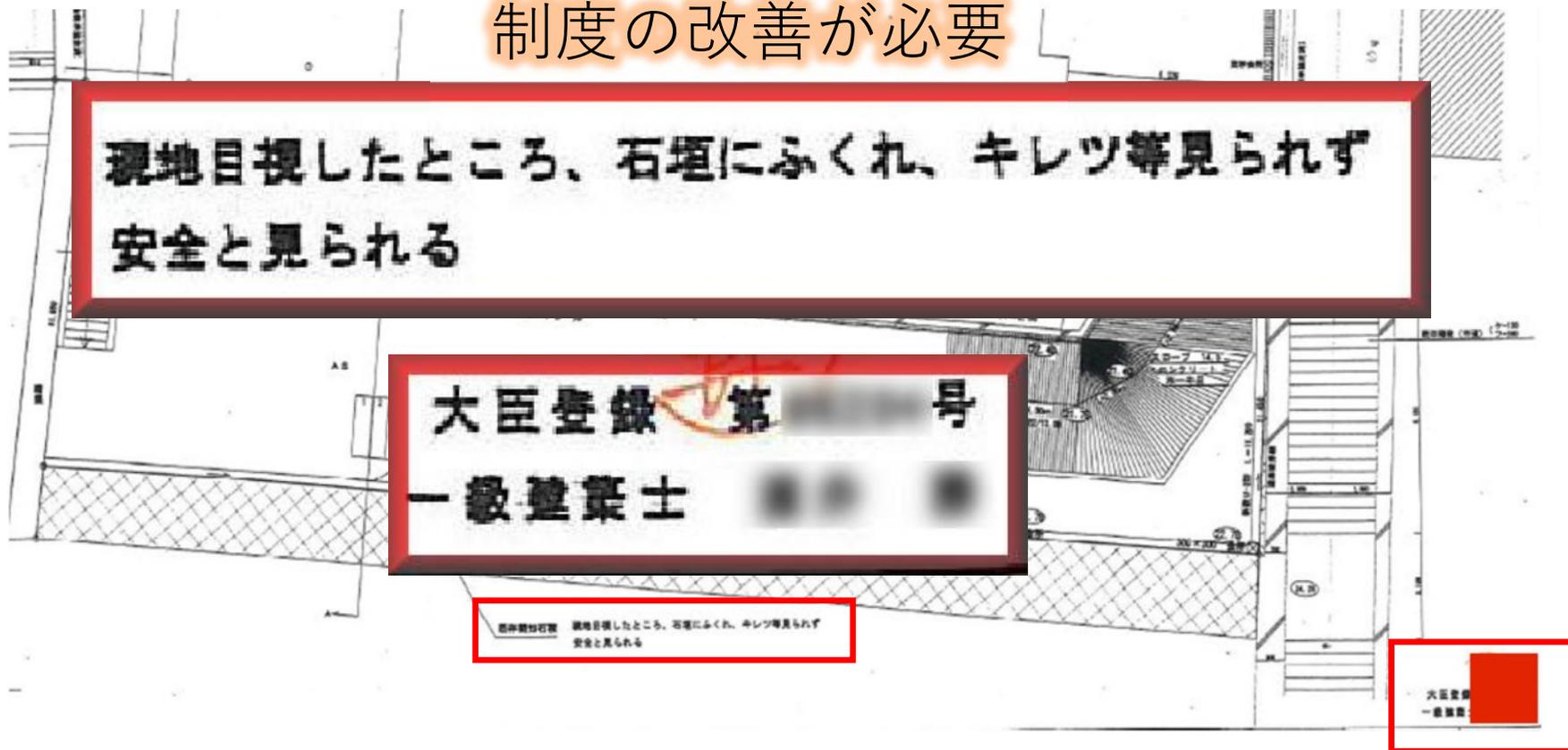
擁壁下方の地盤が倒壊直前に変形していた



# 老朽化擁壁の課題

- (1) 建築確認を取りたいから**建築士**が「安全です」って書いてしまうこと
- (2) **所有者**が建築基準法第8条の「維持保全義務」を無視し続けること

制度の改善が必要



# (3) 地震時の盛土災害: 1995年兵庫県南部地震に伴う谷埋め盛土の地すべり災害

仁川地区(西宮市)



**大規模谷埋め盛土(腹付け盛土タイプ)の崩壊 [死者34名]**

復旧総額約28億円

「第三回総合的な宅地防災対策に関する検討会 説明資料」(2005年9月26日)  
国土交通省 都市・地域整備局 都市計画課 開発企画調査室 より

### (3) 地震時の盛土災害: 1995年兵庫県南部地震に伴う谷埋め盛土の地すべり災害



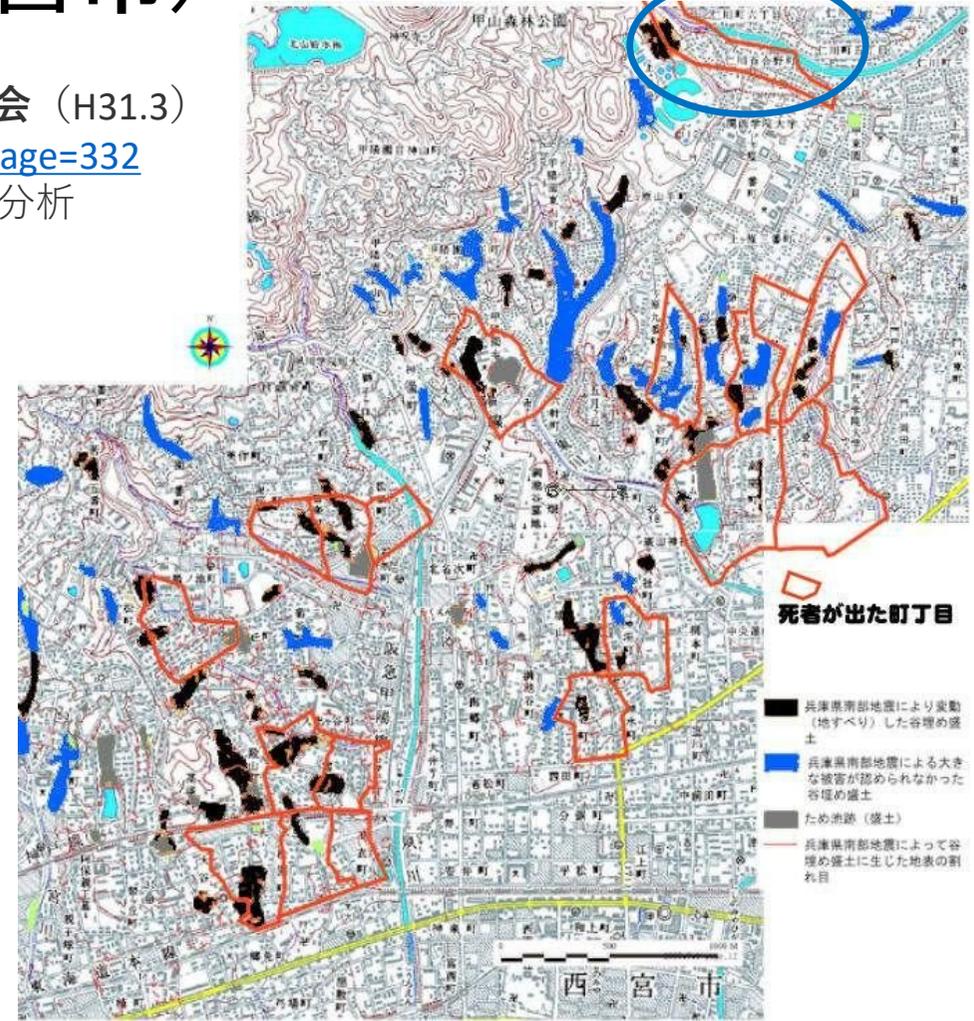
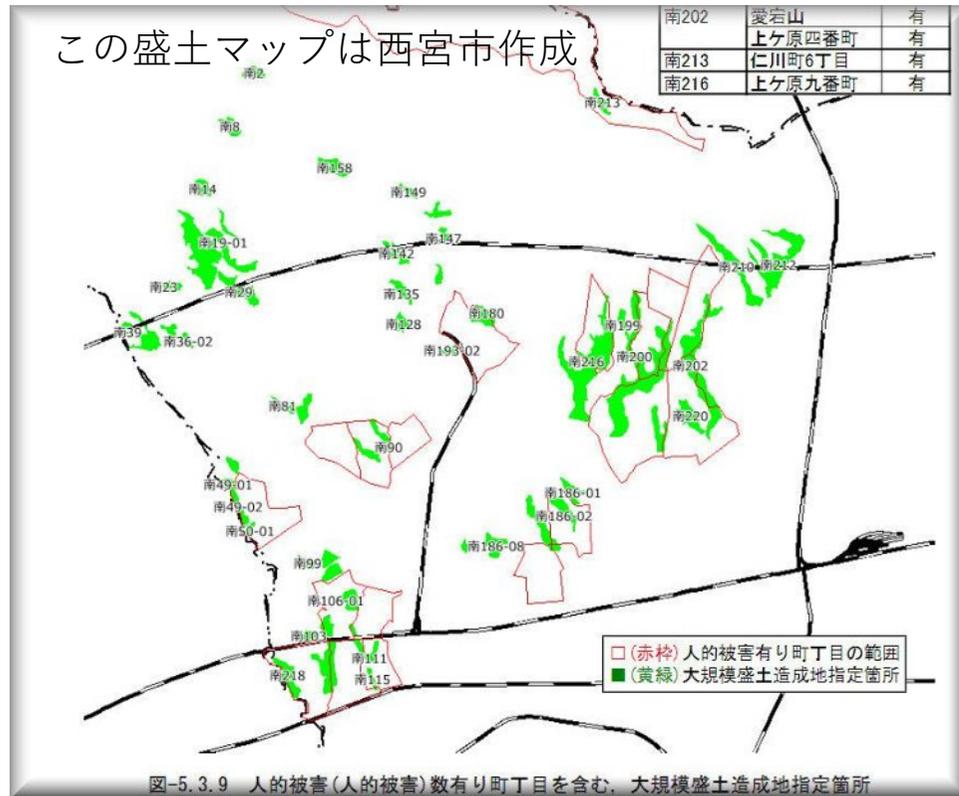
# 変動盛土と死者分布(西宮市)

仁川百合野町 (34名死亡)

関西の地盤情報に基づく 防災ハザードマップ開発研究委員会 (H31.3)

<http://www.jgskb.jp/japanese/book/pdf/iinkai/hazardmap.pdf#page=332>

5.3 地盤情報 DB と被害マップを利用した盛土地の被害相関分析



釜井先生の変動盛土(黒塗り) との重ね合わせ

# 阪神間の変動・非変動盛土の分布

「大地震時における宅地盛土の被害に関する調査業務」（作業中の資料につき取扱い注意）

## 都市の造成地内の谷埋め盛土 (1995年兵庫県南部地)

- 盛土賦存率
- ・造成地内の10.3%が盛土である。
  - ・造成地内の8.5%が谷埋め盛土である
  - ・造成地内の3.2%の谷埋め盛土が被災した

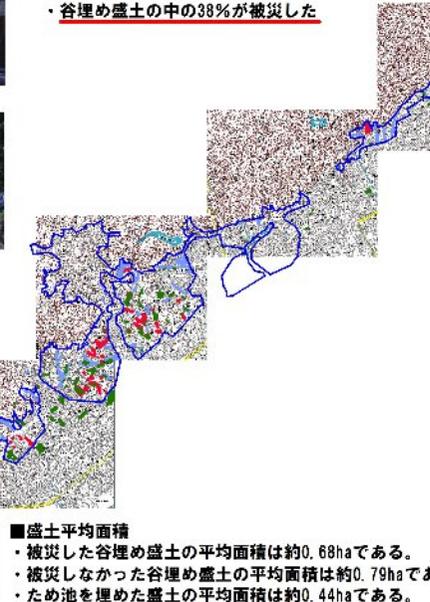
西岡本 谷埋め盛土の前撮



対策後（地すべり対策事業）



- ・全盛土の中の83%が谷埋め盛土である
- ・全盛土の中の31%が被災した  
(ため池埋立盛土を加えると49%が被災した)
- ・谷埋め盛土の中の38%が被災した



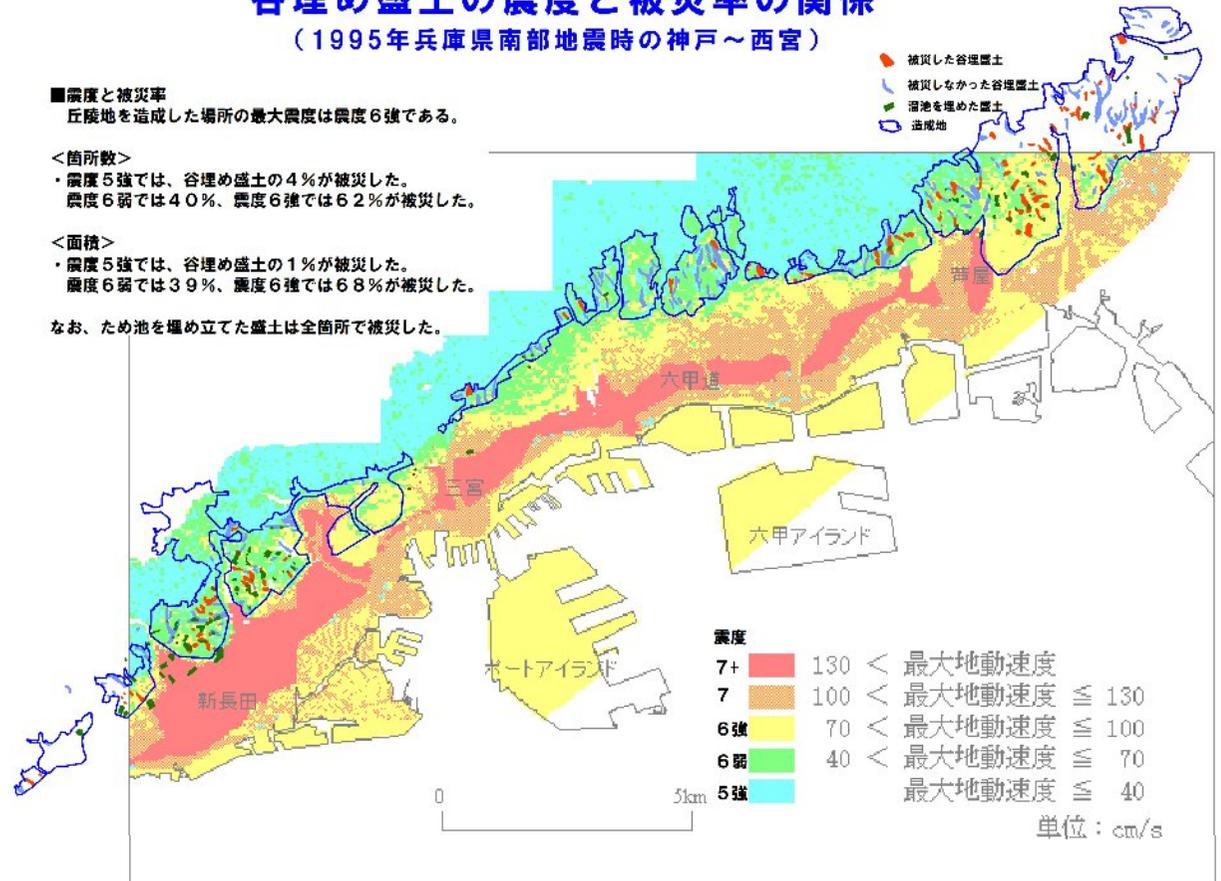
「大地震時における宅地盛土の被害に関する調査業務」（作業中の資料につき取扱い注意）

## 谷埋め盛土の震度と被災率の関係 (1995年兵庫県南部地震時の神戸～西宮)

- 震度と被災率  
丘陵地を造成した場所の最大震度は震度6強である。

- <箇所数>
- ・震度5強では、谷埋め盛土の4%が被災した。
  - ・震度6弱では40%、震度6強では62%が被災した。
- <面積>
- ・震度5強では、谷埋め盛土の1%が被災した。
  - ・震度6弱では39%、震度6強では68%が被災した。

なお、ため池を埋め立てた盛土は全箇所でも被災した。



「大地震時における宅地盛土の被害に関する調査業務 報告書」2005、NPO都市災害に備える技術者の会、より

# 滑動崩落実績(40%強)と変動予測結果(0.1%)

地震名	調査全盛土数	変動盛土数	変動率	記事
1995年兵庫県南部地震	299箇所	122箇所	<b>40.8%</b>	池埋め盛土は除外 震度6強地域では62.2% (箇所数)、68.2%(面積)が変動(NPOデータ)
	2,239,001㎡	835,583㎡	37.3%※	
2004年新潟県中越地震	35箇所	22箇所	<b>62.9%</b>	高町団地(地理院データ)
2007年新潟県中越沖地震	58箇所	21箇所	<b>36.2%</b>	柏崎市内(地理院データ)
2011年東北地方太平洋沖地震	18箇所	11箇所	61.1%※	仙台市太白区緑が丘周辺 (釜井・太田調査)
	全1697盛土 3000㎡未満を含む (地理院データ)	宅地数単位 大規模盛土2521 (地すべり宅地5728)	1盛土10宅地とすると $5728 \div 16970 =$ <b>33.8%</b>	<a href="#">産経新聞ニュース情報</a> 「大規模盛土造成地」で起きた東日本大震災の知られざる被害 (2021/4/10)
<b>大地震による変動実績</b>			<b>平均43%</b>	※印は集計から除外
<b>宅地耐震化推進事業の第二次スクリーニング結果</b> 大規模盛土変動予測ガイドラインに従った評価結果	<b>51306箇所</b> 第二スクリーニング後 <b>5.5%→2822箇所</b>	<b>危険評価 4地区</b>	<b>0.14%</b>	<b>令和3年度末時点 国土交通省データ</b>

## (4) 老朽化造成地の災害: 2008年阪南市舞の造成地の陥没災害

- ・メンテナンスをしない造成地が将来どうなってしまうのかを示唆する事故

大阪府阪南市の住宅街の道路で深さ3mの陥没

日経 XTECH

5月5日午後4時50分ごろ、大阪府  
長さ8mにわたって陥没。穴の深さ  
西側に隣接する住宅の駐車場やプロ  
ため、住民1人が自主的に近くに住

阪南市事業部管理課によると、現  
角。同じ場所で2月の15日と19日に  
る雨水管を調査した。一般的には地  
み、地盤が空洞化して陥没が生じる  
び割れを発見できたが、原因となり

大阪府阪南市の道路陥没事故、住宅の真下に  
空洞の貯水槽跡を発見 日経 XTECH

島津 翔

2008.09.19

大阪府阪南市の市街地で2008年5月5日に市道が陥没した事故で、同市は陥没現場付近の地中から空洞の貯水槽跡を発見した。9月9日に開かれた市議会事業水道常任委員会で明らかにした。市は貯水槽跡の空洞に土砂が流れ込んだことが原因で、市道の陥没が発生した可能性が高いとみている。



# 造成前の地形はどうだったか？



造成地のメンテナンスはどうするか？



終了

## 関西の都市型災害事例

<sup>1</sup>太田英将

<sup>1</sup>有限会社太田ジオリサーチ

キーワード：記録的豪雨災害, 老朽化擁壁, 谷埋め盛土, 地中侵食, 過剰間隙水圧

### 1. はじめに

関西の都市型災害の事例として次の4つを紹介する。

- (1) 豪雨災害：2018年7月豪雨災害
- (2) 老朽化土留構造物の災害：2021年大阪市西成区天下茶屋の老朽化擁壁倒壊災害
- (3) 地震時の盛土災害：1995年兵庫県南部地震に伴う谷埋め盛土の地すべり災害
- (4) 老朽化造成地の災害：2008年阪南市舞の造成地の陥没災害



2018年7月の豪雨災害の際に、神戸市の鈴蘭台高校の裏斜面で発生した表層崩壊。近隣住民が崩壊の瞬間を動画で撮影していたので、表層崩壊がどのように発生するのかがよくわかる。対策は植生マット工がなされたようである。

### (1) 豪雨災害:2018年7月豪雨災害

神戸市鈴蘭台高校裏の崩壊の瞬間、間欠的に水が吹き出して崩壊

崩壊の瞬間が撮影されていた：水量と水圧が凄かったように見える「崩れた」というより「水が土を吹き飛ばした」という感じ



時間の経過方向



頭部滑落崖の状況

(1)表層土砂の崩壊である  
(2)集水桝と水路の接合部は落ち葉で閉塞している  
→水路で集められた雨水は斜面に供給された

撮影者から太田ジオが使用権取得済み

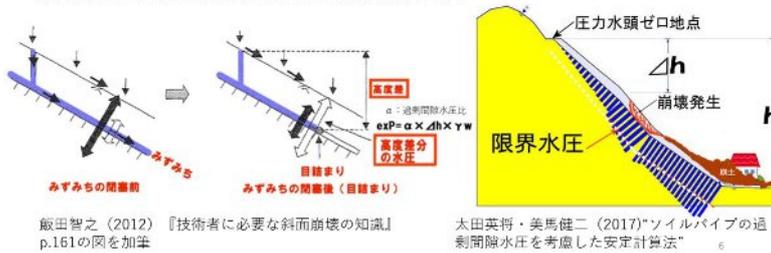
この画像は、神戸新聞に掲載された読者からの投稿画像から切り取ったものである。撮影者にコンタクトし使用権を取得している。

何度も泥水が噴き出して、土と水が一緒になり、泥水の滝のように土砂が斜面を落ちてきている。

また、斜面上部の水路は集水桝付近で閉塞していた。

## 崩壊画像から得られる教訓

- (1) 地表水路工からの溢水による水の供給  
「法面崩壊の半分は表面排水施設が原因」奥園・下野 (2022, 日経BP社) より
- (2) みずみち (ソイルパイプ) の目詰まり・供給過剰による過剰間隙水圧  
安定計算にも過剰間隙水圧を組み込む必要性は？



高速道路では、半分は表面排水施設が原因と言われている。崩壊時に発生する土中の水圧は、ソイルパイプの閉塞や、供給過剰により発生する過剰間隙水圧である。崩壊地で地盤強度を計測し逆解析することにより崩壊の瞬間の過剰間隙水圧比が計算できる。



表面排水工の溢水が崩壊の原因になるのは、小段側溝が落ち葉や枯れ枝で閉塞するからである。特に集水柵付近で枯れ枝が引っ掛かると、その背後に落ち葉が引っ掛かって、完全に閉塞される。

閉塞箇所まで法面の水を集めてきて、閉塞箇所手前から法面に集中的に溢水するため、崩壊を誘発する。

対策としては「水は入るが落ち葉や枯れ枝が入らない蓋」が効果的である。蓋の上に溜まった落ち葉が、乾燥時期に風で吹き飛ばされるようにするとメンテナンスの負担が少なくて済む。

### 安定計算式(一般全応力法) に過剰間隙水圧を考慮したもの

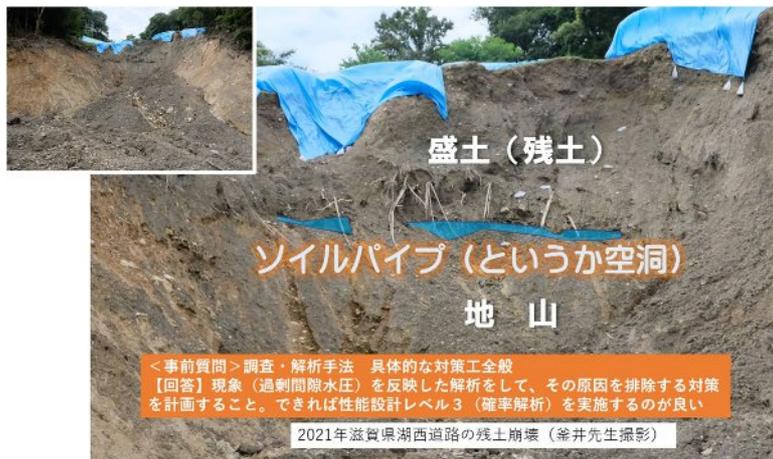
$$F_s = \frac{\sum \{(N - U_n - U_{ep}) \tan \phi + cl\}}{\sum T}$$

$U_{ep}$ : 過剰間隙水圧 ( $=\alpha \cdot \gamma_w \cdot \Delta h$ )

崩壊地の再現計算から、 $\alpha=0\sim0.3$ の間  
平均  $\alpha=0.15$ 、 $\sigma=0.05$ あたりでどうだ

N: 法線力 ( $W \cos \theta$ ),  $U_n$ : 中立的間隙水圧 (主に静水圧),  $U_{ep}$ : 過剰間隙水圧 ( $=\alpha \cdot \gamma_w \cdot \Delta h$ ),  
 $\alpha$ : 過剰間隙水圧比 (0~1),  $\gamma_w$ : 水の単位体積重量,  $\Delta h$ : 圧力水頭0地点からの比高,  
T: 接線力,  $\phi$ : せん断抵抗角, c: 粘着力, l: すべり面長  
(使用する強度は、飽和CU条件=土換棒で得られる強度)

過剰間隙水圧を考慮した安定解析は、水圧項に過剰間隙水圧を加えるだけで、通常的一般全応力法の計算でできる。実際の崩壊事例を逆解析すると、平均過剰間隙水圧比 = 0.15、標準偏差  $\sigma = 0.05$  程度の設定をすれば、順計算で安定計算(確率計算)ができる。



過剰間隙水圧が発生するのは、ソイルパイプが飽和するレベルの記録的豪雨時である。指標としては土壤雨量指数履歴順位第一位相当程度の雨と考えればよい。

土中では時間の経過とともに地中侵食が進行してソイルパイプが形成される。

盛土底面と地山との境界付近には顕著なソイルパイプの集中がある。もはや空洞と言っていいレベルである。

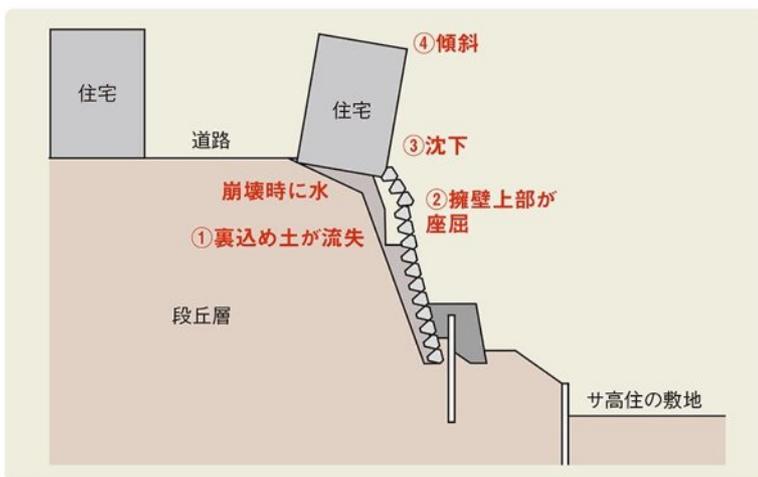
## (2) 老朽化土留構造物の災害：2021年大阪市西成区天下茶屋の老朽化擁壁倒壊災害



大阪市で発生した老朽化擁壁の倒壊とそれに伴う家屋倒壊は、現代の都市に残された大きな問題である。

擁壁や石垣は、本来メンテナンスしながら利用しなければならない構造物であるが、大半の擁壁・石垣は、メンテナンスされず、倒壊まで老朽化が進行し続ける。

日経 XTECH 住宅が崖下へ次々に転落 2021.07.21



〔図2〕裏込め土の流失で擁壁上部が座屈したか？ 太田ジオリサーチの太田英将相談役が推定した崩落のメカニズム。「目視では分からない擁壁背面の健全性を、表面波探査で判定する方法を積極的に導入すべきだ」（太田相談役）（資料：太田ジオリサーチ）

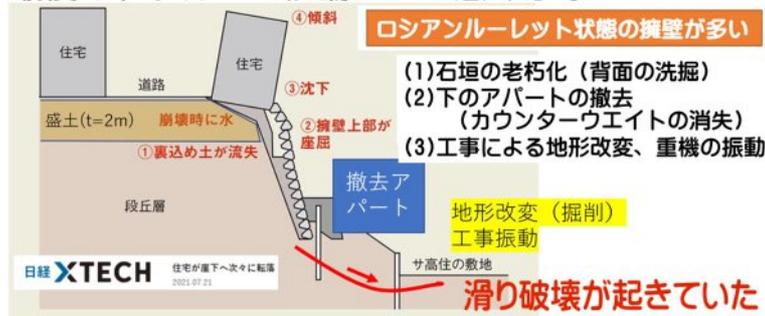
当初、擁壁背面の土砂が地中侵食により失われ、もたれ式構造物が不安定化し、座屈が起きたものと考えていた。もちろんその現象もあったと思われるが、現地に住む人が撮影していたビデオにより、別の原因もあったことが判明した。

擁壁下方の地盤が倒壊直前に変形していた



石垣倒壊の瞬間を撮影したビデオには、擁壁から離れた場所にある土留柵が変形し、その変形量が大きくなったところで倒壊が発生したことが見て取れた。すなわち、石垣の基礎部に「滑り破壊」が起きていた。

### 最後のトリガーだけ論じても意味がない



〔図2〕裏込め土の流失で擁壁上部が産屈したか？  
太田ジョリサーの太田英行相談役が鑑定した崩落のメカニズム。「目視では分からない擁壁背面の健全性。衛星画像で判定する方法を積極的に導入すべきだ」(太田相談役) (資料：太田ジョリサー)

石垣下には平坦面があり、かつてアパートが建っていた。これが撤去されたことによりカウンターウエイトが除去されたことも不安定化につながった可能性がある。

また下側の老人介護施設建設のための掘削や、工事振動も何らかの影響を与えたと思われる。

このような、何が最後のトリガーを引いたのかわからない「ロシアンルーレット」状態の擁壁は多い。

既存擁壁の安全性については、建築士が評価することになっている。図面に「目視点検の結果、安全とみられる」という文言が書かれている。しかし、その安全評価した擁壁の倒壊に対して建築士は責任をとらない。

特定行政庁によっては、老朽化擁壁に対して適切な調査をし、健全でなければ健全化した後でなければ建築確認を下ろさないという事例も出てきた。

そのケースでは、国総研が開発した「擁壁の表面波探査法」で診断できる。

## 老朽化擁壁の課題

- (1)建築確認を取りたいから**建築士**が「安全です」って書いてしまうこと
- (2)**所有者**が建築基準法第8条の「維持保全義務」を無視し続けること

## 制度の改善が必要



### (3) 地震時の盛土災害：1995年兵庫県南部地震に伴う谷埋め盛土の地すべり災害



大規模谷埋め盛土(腹付け盛土タイプ)の崩壊 [死者34名]

「第三回総合的な宅地防災対策に関する検討会 説明資料」(2005年9月26日)  
国土交通省 都市・地域整備局 都市計画課 開発企画調査室 より

復旧総額約28億円

造成によってできた盛土が、地震時に滑動して被害を出す現象が、1995年の兵庫県南部地震以降注目されるようになった。2006年には宅造法が改正され、宅地耐震化事業が創設された。

2022年度時点では、おおむね全国の第一次スクリーニングが終わり、盛土マップが公開されている。

### 犠牲者は盛土の所有者ではない



宅造法の趣旨では、盛土所有者は将来の加害者となる可能性があり、下流側の住民が被害者となる可能性があることになっている。

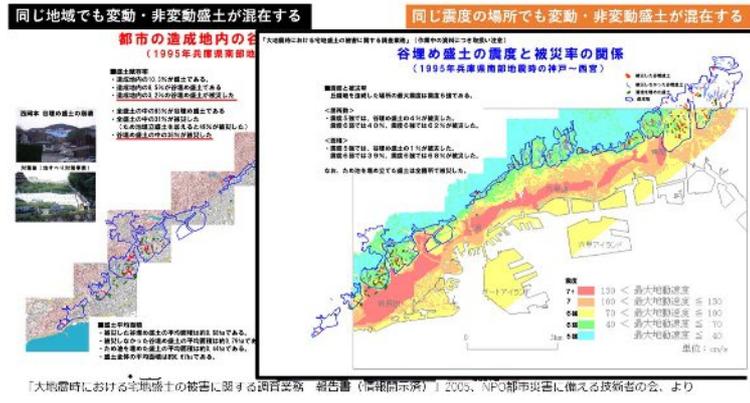
しかし実務では、盛土所有者に過剰に配慮して、腰の引けた安定度評価になっているようである。



釜井先生の変動盛土(黒塗り)との重ね合わせ

具体的な犠牲者が出たのは、1995年の西宮市仁川百合野町のみであるが、西宮市内で死者が出た町丁目と、変動盛土図を重ねてみると、変動盛土がある箇所に死者が多いように感じられる。盛り土変動により、家屋が大きく動き、家具の転倒などにより死者が出ることもあったものと想像される。ただし、個別の犠牲者の情報が不明なので、検証することができない。

# 阪神間の変動・非変動盛土の分布 (すべての始まり)



「大地震時における宅地盛土の被害に関する調査報告書」(編者: 橋本宗一) 2005、NPO都市災害に備える技術者の会、より

1995年兵庫県南部地震では、震度5強～6強の丘陵地で谷埋め盛土が100か所以上変動した。同じ揺れの大きさの地域でも、変動している盛土と変動していない盛土が混在しており、その原因究明が、京都大学の釜井俊孝先生により実施され、盛土の幅/深さ比が変動要因として支配的であることが明らかにされた。

## 残された大々きな問題

### 滑動崩落実績 (40%強) と変動予測結果 (0.1%) の乖離

地震名	調査全盛土数	変動盛土数	変動率	記事
1995年兵庫県南部地震	299箇所	122箇所	40.8%	池埋め盛土は除外 震度6強地域では62.2% (箇所数)、68.2% (面積) が変動 (NPOデータ)
	2,239,001㎡	835,583㎡	37.3%※	
2004年新潟県中越地震	35箇所	22箇所	62.9%	高町団地 (地理院データ)
2007年新潟県中越沖地震	58箇所	21箇所	36.2%	柏崎市内 (地理院データ)
2011年東北地方太平洋沖地震	18箇所	11箇所	61.1%※	仙台市太白区緑が丘周辺 (釜井・太田調査)  産経新聞ニュース情報 「大規模盛土崩落地で起きた津日本大震災の知られざる被害」 (2021/4/10)
	全1697盛土 3000㎡未満を含む (地理院データ)	宅地数単位 大規模盛土2521 (地すべり宅地5728)	1区±10%地とすると 5728×16970=33.8%	
大地震による変動実績			平均43%	※印は集計から除外
宅地耐震化推進事業の第二次スクリーニング結果 大規模盛土変動予測ガイドラインに促った評価結果	51306箇所 第二次スクリーニング後 5.5%→2822箇所	危険評価 4地区	41(危側)÷2822(全)=0.14%	令和3年度末時点 国土交通省データ

兵庫県南部地震以降の大地震では例外なく滑動崩落現象が発生しており、発生率はおおむね40%程度である。

ところが、大規模盛り土変動予測事業で危険と評価された盛土は、0.1%しかない。

理由はともかくとして、これは予測方法に大きな問題を抱えていることを示している。

安全評価された盛土の住民と、その下流側の住民にとって、誤った安全評価は、住民の安定化対策機会を奪うことになる。

日本地すべり学会が2006年に作成し、国土地理がシステム化と最適パラメータ探索を実施した「統計的側部抵抗モデル」は、現実には発生した滑動崩落を約90%程度の正答率で再現できる。

一方、第二次スクリーニングで危険判定0.1%しか出ない方法は、国が策定したガイドラインに示される「すべり面が液状化しないことを前提とした2次元解析法」を用いている。

### 全ての盛土底面付近に過剰間隙水圧が発生することが前提の解析結果

表-3 統計的側部抵抗モデルの最適パラメータと正答率

Table 3 Optimum parameters and validities of statistical side friction model

パラメータ①: 変動盛土の正答率が100%となる設定		パラメータ②: 変動・非変動盛土の正答率の合計が最大となる設定		パラメータ③: 変動盛土の正答率が90%以上で非変動盛土の正答率が最大となる設定	
正答率	阪神地区	変動盛土 100%	変動盛土 95%	変動盛土 100%	変動盛土 100%
		非変動盛土 42%	非変動盛土 98%	非変動盛土 78%	非変動盛土 78%
	長岡地区	変動盛土 100%	変動盛土 86%	変動盛土 95%	変動盛土 95%
		非変動盛土 20%	非変動盛土 100%	非変動盛土 50%	非変動盛土 50%
	柏崎地区	変動盛土 100%	変動盛土 71%	変動盛土 76%	変動盛土 76%
		非変動盛土 35%	非変動盛土 100%	非変動盛土 92%	非変動盛土 92%
	3地区	変動盛土 100%	変動盛土 85%	変動盛土 91%	変動盛土 91%
		非変動盛土 38%	非変動盛土 98%	非変動盛土 79%	非変動盛土 79%

中笠貴元, 小荒井 衛, 星野 実, 他2名: 宅地盛土における地震時滑動崩落に対する安全性評価支援システムの構築

#### (4) 老朽化造成地の災害：2008年阪南市舞の造成地の陥没災害

- ・メンテナンスをしない造成地が将来どうなるかを示唆する事故



**大阪府阪南市の住宅街の道路で深さ3mの陥没**

日経 XTECH

5月5日午後4時50分ごろ、大阪府阪南市の住宅街で、長さ8mにわたって陥没。穴の深さは西側に隣接する住宅の駐車場やプロため、住民1人が自主的に近くの住居へ避難した。阪南市事業部管理課によると、陥没は同日午後2月の15日と19日に発生した。同日午後2月の15日と19日に発生した。同日午後2月の15日と19日に発生した。同日午後2月の15日と19日に発生した。

**大阪府阪南市の道路陥没事故、住宅の真下に空洞の貯水槽跡を発見** 日経 XTECH

2008.09.19

島津 翔

大阪府阪南市の市街地で2008年5月5日に市道が陥没した事故で、同市は陥没現場付近の地中から空洞の貯水槽跡を発見した。9月9日に開かれた市議会事業水道常任委員会で明らかにした。市は貯水槽跡の空洞に土砂が流れ込んだことが原因で、市道の陥没が発生した可能性が高いとみている。

盛土地には、滑動崩落だけでなく、「陥没」の危険性もある。

地下水処理を十分にしていない盛土造成地では、地中侵食により地中に空洞が形成され、それが泡のように徐々に上昇し、地表に達したときに陥没現象として顕在化する。このリスクを抱えた盛土は多い。

#### 造成前の地形はどうだったか？

**山ほどある盛土造成地のメンテナンスをどうするか？**

今昔マップで作成

1975（昭和50）年前後の造成地（いまから45年くらい前、陥没時は30年くらい経過時）

阪南市の舞団地で起きた陥没は、地下に谷があり、そこに内部が空洞の施設が残置されていたことが原因とされている。地下空洞が即席で形成されたということである。

高度経済成長期に量産された大規模盛土造成地は、まだ造られて50～60年しか経過していない。

あと数十年経過すると、地下水処理が不十分な盛土地では、頻繁に陥没が発生する恐れがある。

地下水が溜まらない盛土を造成することが肝心である。