

## 複数のデータを活用した谷埋め盛土の液状化判定手法の検討

木更津工業高等専門学校 正 会 員 ○鬼塚信弘  
木更津工業高等専門学校 大峯光悦

### 1. はじめに

2018年北海道胆振東部地震では、札幌市などを中心に液状化による被害が発生した。特に大きな被害が発生したのは札幌市清田区里塚地区の火山灰谷埋め盛土の地形であった。一方、2020年12月に国土交通省から「地形区分に基づく液状化の発生傾向図」（以下、液状化の発生傾向図とする）<sup>1)</sup>が公表され、札幌市清田区里塚地区は液状化の発生傾向が弱いと判定されていた。本研究は液状化の発生傾向図に道路橋示方書(2012)の $P_L$ 法の判定結果と盛土の造成年代のデータを加えて、複数のデータを活用した谷埋め盛土の液状化判定手法の検討を行うことを目的とした。

### 2. 地形区分に基づく液状化の発生傾向図

液状化の発生傾向図は過去に液状化が発生した9つの地震をもとに、微地形区分を26個に細分化した地形・地盤分類250mメッシュマップと結び付けて液状化の発生傾向の強弱を予測し5段階に色分けしたものであり、液状化に対する知識がなくても容易に把握することができる(図-1)<sup>1)</sup>。26個の微地形区分には埋立地、干拓地、火山地などが含まれているが、古い人工改変地となる谷埋め盛土は含まれていない。

### 3. 2018年札幌市清田区里塚地区で発生した液状化

2018年北海道胆振東部地震で発生した里塚地区の液状化は火山灰谷埋め盛土の地形で起こった<sup>2)</sup>。里塚地区は支筋火砕流堆積物からなる台地であったが、札幌市郊外で宅地開発が進んだ1970年代後半に宅地が造成された。里塚地区の微地形区分の多くは火山山麓地に振り分けられて灰色を示し、5段階評価の中で液状化が発生する可能性はかなり低い評価であった。

### 4. 谷埋め盛土の液状化判定手法

#### 4.1 既存の液状化判定手法

道路橋示方書(2012)<sup>3)</sup>によると、液状化可能性の判定は、まず250mメッシュの微地形区分図から液状化対象となる微地形区分メッシュの抽出を行う。次に山地、


液状化の発生傾向の強弱	250mメッシュの微地形区分
	埋立地、砂丘末端緩斜面、砂丘・砂州間低地、旧河道・旧池沼
	干拓地、自然堤防、三角州・海岸低地
	砂州・砂礫洲、後背湿地、扇状地（傾斜<1/100）、谷底低地（傾斜<1/100）、河原（傾斜<1/100）
	砂丘（末端緩斜面以外）、扇状地（傾斜≥1/100）、谷底低地（傾斜≥1/100）、河原（傾斜≥1/100）
	山地、山麓地、丘陵、火山地、火山山麓地、火山丘陵地、岩石台地、砂礫質台地、ローム台地、礫・岩礁

図-1 地形区分に基づく液状化の発生傾向<sup>1)</sup>に加筆

山麓地、丘陵、砂礫質台地、ローム台地、湖沼を除いた250mメッシュを対象として、各データ・条件から $F_L$ 値および $P_L$ 値を算出し、 $P_L$ 値による液状化可能性の判定を行うものである。この判定手法では本研究で対象とする谷埋め盛土が除外されてしまうため、新たなデータを加えて、液状化判定を行う必要がある。

#### 4.2 盛土の造成年代

2011年東北地方太平洋沖地震では、仙台市などの盛土造成地において、滑動崩落による宅地被害が数多く発生した。盛土の滑動崩落が発生した原因として、門田らは盛土内が液状化し、せん断抵抗が急激に低下して盛土全体が変形する、もしくは盛土の粒子破砕により液状化強度が減少して液状化による円弧すべりが発生し、盛土が崩壊すると述べている<sup>4)</sup>。また、2011年東北地方太平洋沖地震の仙台市盛土造成地の宅地被害と造成年代の関係を示し、宅地被害が発生した盛土の多くは昭和60年以前(1985年以前)に造成されたものが大多数であり、当時はまだ盛土造成に関する技術基準が制定されておらず、十分な施工管理がなされていなかった。さらに、盛土造成から年月が経過し、排水機能が低下したことも原因の一つとされている。

#### 4.3 液状化判定手法の提案

筆者らは盛土の造成年代を加えた谷埋め盛土の液状

キーワード：谷埋め盛土、液状化判定手法、盛土の造成年代

連絡先：〒292-0041 木更津市清見台東2-11-1 木更津高専 TEL0438-30-4161 E-mail: onizuka@kisarazu.ac.jp

化判定手法を提案した(図-2).  $P_L$  値と液状化危険度の関係<sup>5)</sup>を表-1に示す.

$P_L = 0$	液状化の可能性はかなり低い
$0 < P_L \leq 5$	液状化の可能性は低い
$5 < P_L \leq 15$	液状化の可能性は高い
$15 < P_L$	液状化の可能性はかなり高い

す. 盛土の造成年代の推定方法は国土院が公開している空中写真<sup>6)</sup>を利用した. この空中写真は年代別に公開されており, それを順に追っていくことでおおよその盛土の造成年代を推定することができる. 盛土の造成年代が1985年以前の場合には, 道路橋示方書(2012)<sup>3)</sup>の手法に準じて  $P_L$  値による液状化可能性の判定を行う. ただし, 繰り返しせん断強度  $L$  は童・山崎(1996)<sup>7)</sup> による計測震度と  $SI$  値, 安田ら(1996)<sup>8)</sup> のせん断応力比と  $SI$  値の関係式を用いて算出した. 盛土の造成年代が1985年より後の場合には液状化が発生しにくいと判定した. 図-2のフローにしたがって, より精度の高い液状化判定手法を目指し検討を行う.

### 5. 谷埋め盛土の液状化判定例

札幌市清田区里塚地区において, 特に大きな被害が発生した里塚中央ぼぶら公園の柱状図(B-1, B-2, B-3, B-14)<sup>2)</sup>をもとに液状化判定を行った(図-3). B-1の柱状図の深度方向に計算した結果を表-2に, 4地点の  $P_L$  値の結果一覧を表-3に示す. 4地点いずれも  $P_L > 5$  で, 液状化が発生しやすいという結果となった. 本報では詳述しないが, 2011年東北地方太平洋沖地震で発生した福島県会津若松市一箕町の谷埋め盛土の液状化地点においても, 同様な液状化判定手法により判定すると, 液状化が発生しやすいという結果となった.

### 6. まとめ

人工改変地の谷埋め盛土において, 本研究は液状化の発生傾向図に道路橋示方書の  $P_L$  法の判定結果と盛土の造成年代のデータを加えて, 谷埋め盛土の液状化判定手法の検討を行った. 地下水位が浅く, かつ  $N$  値が3程度の緩い地盤では, 本研究の液状化判定手法により判定できる可能性が示唆された. 本研究の液状化判定を行った場所は2地点のみのため, 今後は他の谷埋め

表-2 里塚中央ぼぶら公園 (B-1)

計測震度: 5.1, 地下水位: 3.0m, 造成年代: 1970年代後半

層No.	地表からの深さ [m]	土質名称	N 値	$F_L$	$\Delta P_L$	$P_L$
1	1.3	盛土	4	1.337	0	7.960
2	2.3	盛土	1	0.777	1.475	
3	3.3	盛土	0	0.493	3.095	
4	4.3	盛土	1	0.768	1.299	
5	5.3	盛土	1	0.764	1.203	
6	6.3	盛土	8	1.668	0	
7	7.3	盛土	12	2.045	0	
8	8.3	盛土	1	0.753	0.889	
9	9.3	盛土	4	1.189	0	
10	10.3	盛土	5	1.286	0	
11	11.4	火山灰質シルト	22	238.095	0	
12	12.4	火山灰質砂	42	12.533	0	
13	13.4	火山灰質砂	34	3.519	0	
14	14.4	火山灰質砂	42	7.420	0	
15	15.4	火山灰質砂	40	4.734	0	

表-3 里塚中央ぼぶら公園の4地点の  $P_L$  値の結果一覧

計測震度: 5.1  
造成年代: 1970年代後半

地点	地下水位 [m]	$P_L$
B-1	3.0	7.960
B-2	0.9	10.216
B-3	2.8	5.586
B-14	4.5	7.391

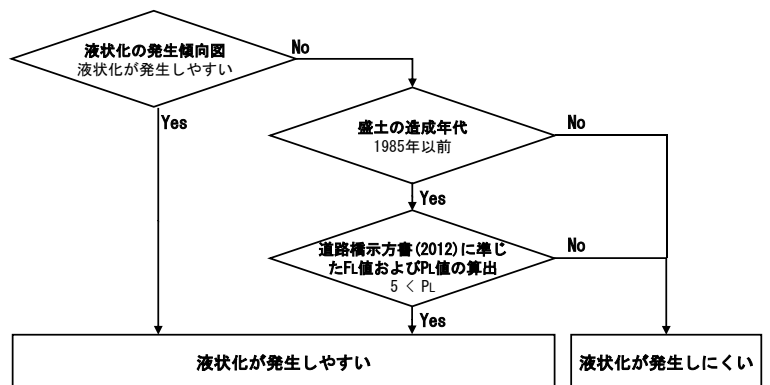


図-2 谷埋め盛土の液状化判定手法を示したフロー

盛土でも同様な結果が得られるかどうかの精度検証を行いたい.

#### 【参考文献】

- 1) 地形区分に基づく液状化の発生傾向図等 [https://www.mlit.go.jp/toshi/toshi\\_tobou\\_tk\\_000038.html](https://www.mlit.go.jp/toshi/toshi_tobou_tk_000038.html) (2022/3/14 閲覧)
- 2) 第2回清田区里塚地区の市街地復旧に向けた地元説明会 dai2kaisetsumeikaisiryō2\_1.pdf (2021/11/29 閲覧)
- 3) 道路橋示方書・同解説 (V耐震設計編) 2012: 土木学会建設技術研究委員会建設技術体系化小委員会報告 [https://committees.jsce.or.jp/sekou05/system/files/%e2%91%a0%e9%81%93%e8%b7%af%e6%a9%8b%e7%a4%ba%e6%96%b9%e6%9b%b8\\_1.pdf](https://committees.jsce.or.jp/sekou05/system/files/%e2%91%a0%e9%81%93%e8%b7%af%e6%a9%8b%e7%a4%ba%e6%96%b9%e6%9b%b8_1.pdf) (2022/3/14 閲覧)
- 4) 門田浩一ほか: 仙台市の盛土造成地において発生した地すべりの変形の再現解析及び要因検討, 地盤工学ジャーナル, Vol.14, No.3, pp.253-258, 2019.
- 5) 岩崎敏男ほか: 地震時地盤液状化の程度の予測について, 土と基礎, Vol.28, No.4, pp.23-29, 1980.
- 6) 地理院地図 <https://www.gsi.go.jp/tizu-kutyu.html> (2022/3/17 閲覧)
- 7) 童華南, 山崎文雄: 地震動強さ指標と新しい気象庁震度との対応関係, 生産研究 48, 巻 11 号, pp.31-34, 1996.
- 8) 安田進ほか: SI 値を用いた液状化予測手法, 第 28 回土質工学研究発表会, pp.1325-1328, 1993.