

浦安市における空中写真を用いた液状化被害分析

東京大学大学院新領域創成科学研究科 学生会員 ○戸井田 亮祐
千葉大学大学院工学研究科 正会員 山崎 文雄

1. 研究の背景と目的

2011年3月11日、東北地方太平洋沖地震が発生し、浦安市は液状化による甚大な被害を受けた。上・下水道などの埋設管は完全復旧までに最大で1ヵ月以上を要したほか¹⁾、建物の傾斜も多くみられた。緊急対応や応急復旧計画のためには、大まかであっても、地震発生初期段階でのこれらの被害情報の把握が必要である。

地表モニタリングの1つとして航空機を利用したリモートセンシングがあり、人工衛星からのものと比べると局所的な計測が可能で、特にデジタル航空カメラを用いれば、高解像度の画像を得られるという利点がある。空中写真から被害分布の把握ができれば、復旧・復興計画立案時に有効な情報となりうる。

そこで本研究では、空中写真を用いて把握した地表に現れた液状化の程度(液状化データ)から液状化が構造物や埋設管に与えた直接的な被害(被害データ)の推定を行うことを目的とする。また、分析は埋立地のみを対象とし、町丁目単位で行うこととする。

2. 使用データ

液状化データとして、液状化面積率と地盤相対沈下量、被害データとして、下水道管路被害率と戸建て住宅傾斜被害率を用いた。それぞれのパラメータについては次式のように定義した。

$$\text{液状化面積率} = \frac{\text{液状化面積}}{\text{建物を除いた全体の面積}}$$

$$\text{地盤相対沈下量} = \frac{\text{沈下量の合計}}{\text{沈下量測定ポイント数}}$$

$$\text{下水道管路被害率} = \frac{\text{被害管路延長}}{\text{下水道管路延長}}$$

$$\text{戸建て住宅傾斜被害率} = \frac{\text{半壊以上の建物数}}{\text{全建物数}}$$

液状化面積は、千葉県から提供いただいた空中写真(2011年3月17日撮影)から液状化の目視判読を行うことで作成した液状化マップ(図1)から算出した。本研究では、液状化を噴砂(赤)と集積砂(青)に分けて判読を行った(図2)。噴砂とは噴出した砂の湿った部分と乾いた部分を合わせたものとし、集積砂とは戸建て住宅地域で多く見られた噴砂を道路の脇に集めて積み上げたものとした。この2つを足し合わせたものが液状化面積であるが、集積砂面積にはその性質を考慮して4倍の倍率を与えた(液状化面積=噴砂面積+集積砂面積×4)。また、全体から建物面積を除く際に用いた建物の輪郭データは浦安市下水道課から提供を受けた。

液状化の目視判読結果の精度検証を行うために、国土交通省が作成した現地調査結果²⁾との比較を行った。目視判読結果は面的に、現地調査結果は道路を液状化、

非液状化ラインに区別して線的に表したもののため、精度検証は以下に示す手法で行った。図3に示すように、現地調査結果のラインの両側に15mずつの幅を作成し、そこに含まれる噴砂、集積砂のみを抽出し、50mメッシュ単位での検証を行った。目視判読結果、現地調査結果はそれぞれメッシュ内に液状化ポリゴン、ラインを含んでいれば液状化メッシュと判断して、両者の一致から正答率を算出した。その結果、正答率80.1%という高い精度で目視判読を行えたことがわかった。

地盤相対沈下量とは、地震前後における標高の差分のことで、朝倉ら³⁾により航空レーザ測量による標高の計測が行われている。しかし、本研究では航空レーザ測量によるデータが入手できなかったため、千葉県環境研究センターが実施した現地調査⁴⁾による値を使用した。これは基礎を有すると推定される構造物に残る地震前後の地表面の差を測ったものである。

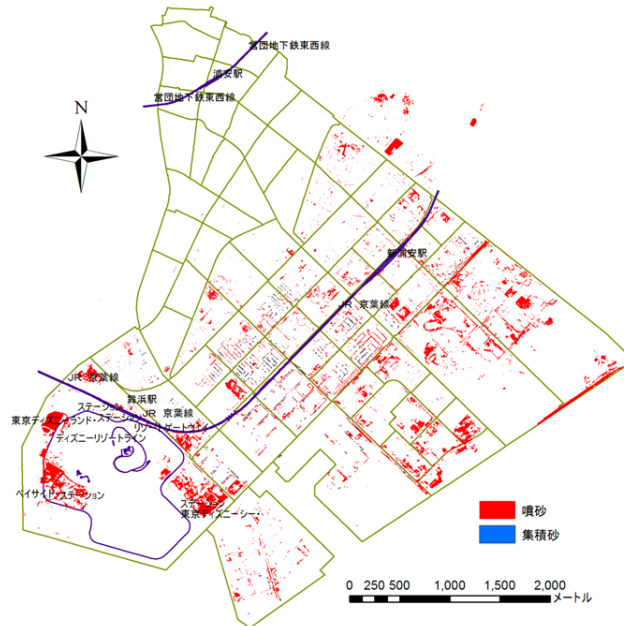


図1 空中写真の目視判読から作成した液状化マップ



図2 液状化範囲を噴砂と集積砂に分けた例

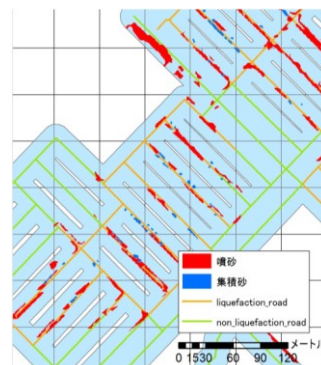


図3 精度検証手法の概略図

キーワード 東北地方太平洋沖地震, 浦安市, 液状化, 空中写真, 被害推定
連絡先 〒277-8568 千葉県柏市柏の葉 5-1-5 Tel:04-7136-4290

3. 液状化面積率と被害データの相関分析

液状化面積率と下水道管路被害率、戸建て住宅傾斜被害率の関係を検討した。下水道データは浦安市下水道課から提供していただいた。また、戸建て住宅傾斜被害データは浦安市のホームページで公開されているものを使用した¹⁾。半壊以上の建物とは揺れや液状化により傾斜が1/100以上に達した建物のことである。

液状化面積率と下水道管路被害率の関係を図4に示す。液状化面積率が9%以前では下水道管路被害率の値はほぼ横ばいであるが、それ以降では被害率が徐々に上昇していることがわかる。しかし、一次回帰することができなかつたため、両者の間に相関を見ることはできなかつた。

液状化面積率と戸建て住宅傾斜被害率の関係を図5に示す。これを見ると、液状化面積率が高いほど傾斜被害率も高い値を示していることがわかる。一次曲線に回帰すると決定係数0.59(相関係数0.77)を示した。また、原点を通る一次回帰は決定係数0.40(相関係数0.63)と両者の間に相関を認めることができた。

4. 地盤相対沈下量と被害データの相関分析

地盤相対沈下量と下水道管路被害率、戸建て住宅傾斜被害率の関係を検討した。地盤相対沈下量と下水道管路被害率の関係を図6に示す。沈下量10cm以前では管路被害率はほぼ0-10%でありバラつきが少ないが、それ以降では急激に上昇し、バラつきが大きくなるため、全く相関を見ることはできなかつた。これは、地盤沈下が地域で面的に起こっているのに対し、下水道は道路(または歩道)下に埋まっており、道路周辺の液状化状況や管路の施工・埋め戻し条件に強く依存するため、このような結果になったと考えられる。

地盤相対沈下量と戸建て住宅傾斜被害率の関係を図7に示す。これを見ると、高洲1丁目が他の町丁目群と大きく離れていることが確認できる。これが何による影響かは分からないが、分析に影響を与える特異例と考え、分析対象から除き検討を行った。図7に示す一次回帰は高洲1丁目を除いて回帰したものである。原点を通る一次回帰は決定係数0.42(相関係数0.65)と比較的高い相関を示した。

5. まとめと今後の展望

本研究では、浦安市埋立地において液状化により生じた地表に残る液状化の程度(液状化データ)と液状化が与えた直接的な被害(被害データ)の関係を比較検討した。その結果、液状化データと戸建て住宅傾斜被害率は比較的高い相関を有していることを確認した。しかし、液状化データと下水道管路被害率の間には戸建て住宅傾斜被害率ほどの相関を認めることはできなかつた。この原因としては、液状化データが地域の面的なものであるのに対し、下水道管路被害率は管路が埋設された道路での施工条件や液状化状況が強く影響することが考えられる。

今後の展望としては、液状化データを下水道管路被害率と比較しやすい形にして分析を行おうと考えている。さらに、浦安市が戸建て住宅、団地、高層ビル、工場など多様な種類の地域を有していることから、その地域差により生じる違いを探りたい。また、新たに他の埋設管被害データやマンホール被害データを使用することも検討している。

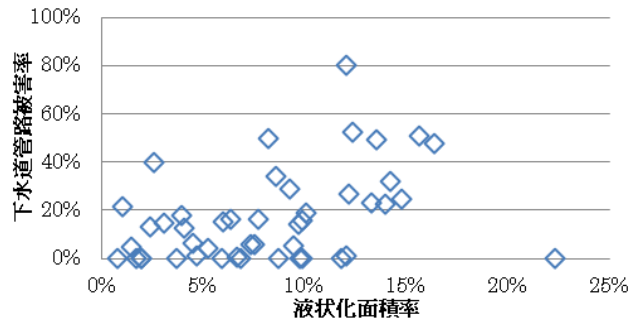


図4 液状化面積率と下水道管路被害率の関係

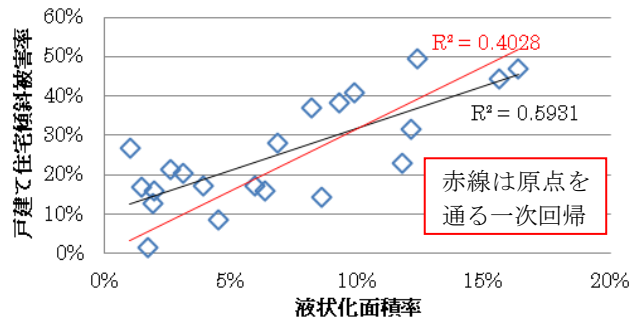


図5 液状化面積率と戸建て住宅傾斜被害率の関係

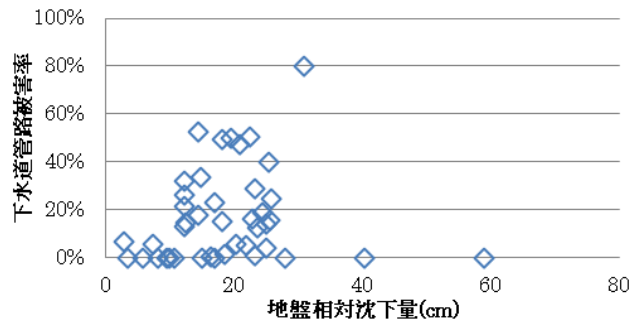


図6 地盤相対沈下量と下水道管路被害率の関係

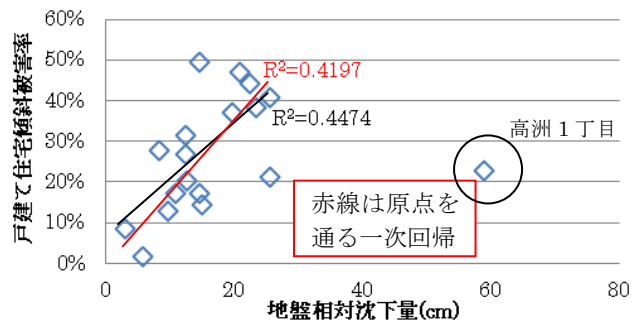


図7 地盤相対沈下量と戸建て住宅傾斜被害率の関係

参考文献

- 1) 浦安市：浦安市液状化対策技術検討調査委員会資料 (<http://www.city.urayasu.chiba.jp/menu11324.html>)
- 2) 国土交通省関東地方整備局：東北地方太平洋沖地震による関東地方の地盤液状化現象の実態調査結果について (<http://www.ktr.mlit.go.jp/bousai/bousai00000061.html>)
- 3) 朝倉徹，須山翔太，江藤稚佳子，渋谷研一，小長井一男：航空レーザ計測を用いた液状化による標高変化の計測，生産研究，63巻6号，2011，pp.27-32
- 4) 千葉県環境研究センター：第3報 千葉県内の液状化一流動化現象とその被害の概要及び詳細分布調査結果—浦安地区(1)—(http://www.wit.pref.chiba.lg.jp/_sui_chi/chishitu/touhoku/dai3/ekijouka3a.pdf)