

千葉市美浜区における液状化被害と土質試験結果の関係

13T0201B 荒若 潤哉
指導教員：関口 徹

1. はじめに

2011年3月、東北地方太平洋沖地震によって千葉市美浜区の広いエリアで液状化が発生し、噴砂の被害があった。同じ埋立地であっても噴砂が激しく発生した地区がある一方で、広範囲で全く噴砂のない地区も見られ、その被害の程度には差があった。

地震後、美浜区内において73地点のボーリング試験および室内土質試験が実施された。そこで本研究では、ボーリング試験および室内土質試験に注目し、簡易判定法を用いて液状化危険度を推定し、噴砂の実被害と比較検討する。

2. 土質試験

土質試験には粒度試験や液性限界・塑性限界を調べるものがある。粒度試験の目的は、土の粒度分布を求ることであり、土を構成するある土粒子径の質量を全質量に対しての百分率で表したもの用いて表される。試験は、土粒子径が0.075mm以上の土粒子にはふるい分析を、それ以下の土粒子には沈降分析を用いて粒度を求める。

土を構成する粒子は大小さまざまなものからなり、その粒度により土の性質が異なっている。そのため、粒度試験の結果は一般に土の分類に用いられ、これをもとに土の性質の基礎的な判断が行われる。粒度試験では、土粒子の大きさによって、粘土、シルト、砂、礫、石に分類される。

試験結果は土の物理的分類や透水性の推定に利用される。土粒子径が0.075mm以下の細粒分である粘土とシルトは、透水係数が小さく、また粘土は粘着力を持っているため液状化に対する抵抗力が大きいとされている。

本研究では、粒度試験から読み取れる細粒分含有率に着目し、それらが液状化に与える影響を分析する。

3. 簡易判定法

液状化の危険度を簡易に判定する方法として動的地盤変位 D_{cy} がある。 D_{cy} は、地盤調査結果に基づき対象地盤の各層ごとに推定されたせん断ひずみを地表面から鉛直方向に積分して求められる。既往の研究では、積分範囲を0~20mとしてこの値を計算しているが、本研究では地下深くでのせん断ひずみの結果は地表での噴砂被害には影響が少ないと考え、積分範囲を変更して0~10m、0~5mの地表に近い部分でのせん断ひずみのみを考慮して D_{cy} を

計算する検討も行っている。対象地域における D_{cy} を求めるにあたり、地震動の地表面最大加速度を2.5m/s²、マグニチュードを9.0とした。

4. 噴砂の程度による分類

図1に、東北地方太平洋沖地震時における美浜区の噴砂被害程度の50mメッシュ表現と、沈降分析を含む粒度試験や液性限界・塑性限界試験等の室内土質試験が行われたボーリング地点を示す。各ボーリング地点を近傍の噴砂被害程度で3つに分類した。

図2、図3に噴砂被害程度ごとに分類した地点で求められた推定動的地盤変位 D_{cy} の分布を示す。図2は積分範囲を0~20m、図3は0~10mで D_{cy} を計算している。図中の横線は被害程度ごとの D_{cy} の平均値であり、図2では、被害が大きくなるほど平均値が大きくなっていることから、簡易液状化判定と液状化被害程度との間にはある程度の相関があるといえる。しかし、噴砂被害がないまたは小規模なものしかなかったなかで D_{cy} が20cm以上と推定された地点A-08があり、逆に大きな噴砂があったにもかかわらず推定された D_{cy} が5cm程度以下となっている地点N-48もある。また、積分範囲を0~10mと浅くした場合(図3)は、噴砂の程度が変化しても D_{cy} の平均値があまり変わっておらず、図2と比べて相関が良くなかったといえない。

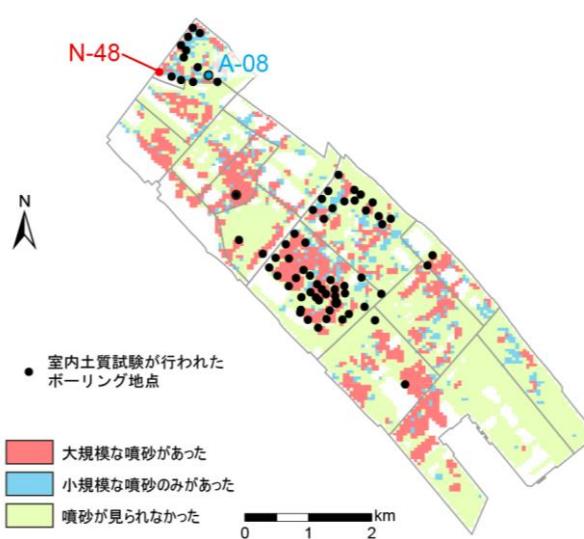


図1 美浜区の噴砂の分布とボーリング地点

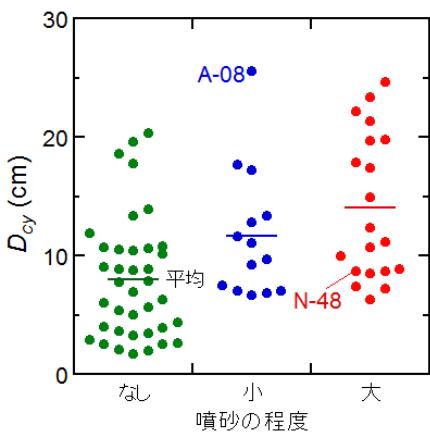


図2 D_{cy} と噴砂の関係(積分範囲 0~20m)

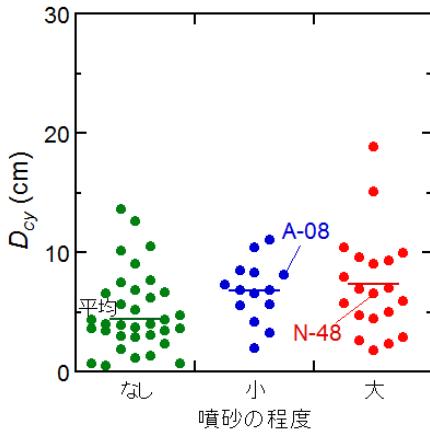


図3 D_{cy} と噴砂の関係(積分範囲 0~10m)

5. 室内土質試験結果に基づく考察

前章で挙げた2つの地点について、地盤調査から得られた土質柱状図と N 値、粒度分布、粘土分含有率 C_C 、塑性指数 I_P 、推定された液状化安全率 F_L の深度分布を示す。また、前章で推定した D_{cy} と F_L を用いて計算した液状化危険度 P_L をそれぞれの図4、図5にあわせて示す。

図4の小規模な噴砂のみ見られたA-08地点について、全体的に細砂で F_L が1以下となる層が多い。推定された D_{cy} が非常に大きくなった原因としては、地表での噴砂に影響する可能性が低い深度10~15mの細砂層の F_L が0.5程度と低いことが影響していると考えられる。そのため、積分範囲を0~10mで計算することで、噴砂被害程度との相関がとれるようになった。

図5の大規模な噴砂が見られたN-48地点について、深度10m以深で N 値の値が高く、 F_L が1以上となる層が多く、結果として推定された D_{cy} は小さくなつたが、地表付近に液状化危険度の高い層が存在するため、地表で大規模な噴砂被害が生じたと考えられる。積分範囲を0~10mとしたとしても計算される D_{cy} はそれほど小さくならず、噴砂被害程度との相関が相対的によくなつた。

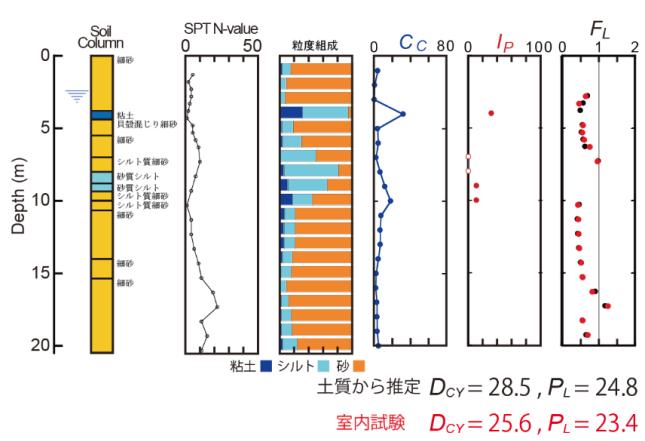


図4 地点 A-08 の土性図

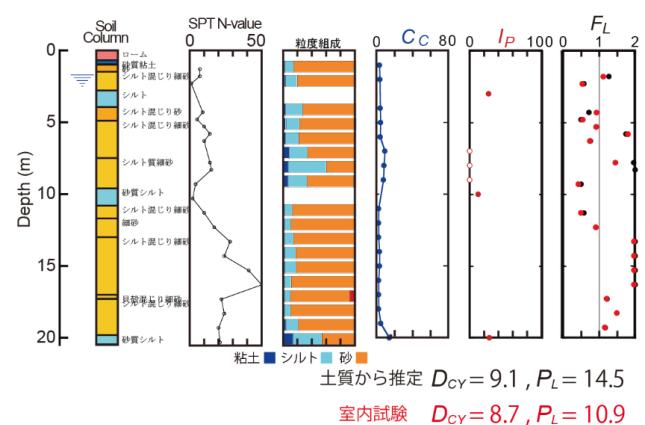


図5 地点 N-48 の土性図

6. まとめ

室内土質試験結果に着目し、各ボーリング地点における動的地盤変位 D_{cy} を推定して噴砂被害と比較し、以下の知見を得た。

被害と D_{cy} の相関が悪かったものが、 D_{cy} の積分範囲を0~10mとすることで相関が良くなる地点もあったが、全体として必ずしも良くなるとはかぎらない。

細粒分含有率を現場で判断された土質に基づき決定したものと、室内試験によって決定されたもので簡易判定結果を比較したところ、それぞれの被害との相関には有意な差は見られなかった。

参考文献

- 1) 山中ほか：地震・津波ハザードの評価、朝倉書店, pp. 14-30, 2010.
- 2) 高橋誠：千葉市美浜区の土質試験結果から見る液状化の傾向分析, 2016.