

福井工業高等専門学校	正会員	吉田 雅穂
金沢大学工学部	正会員	宮島 昌克
金沢大学工学部	正会員	北浦 勝
金沢大学大学院		福島聡一郎

### 1. はじめに

著者らはこれまで、液状化領域の空間分布推定法、すなわち液状化の可能性の高い領域の3次元的评价法に関する検討を行っており、その一つとして地盤統計手法であるKriging法を用いた方法を提案している<sup>1)</sup>。本研究は、液状化に伴う地盤の側方流動の発生した地域を対象として液状化領域の空間分布推定を行い、その結果と側方流動によって発生した地盤の永久変位との関係を検討するものであり、本法による永久変位量予測のための基礎資料を得ることを目的としている。

側方流動に影響を及ぼすパラメータとしては、液状化の発生そのものに影響を及ぼす要素の他に、地表面の勾配、液状化層の厚さや勾配などが挙げられている<sup>2)</sup>。本文では特に液状化層厚に注目し、ケーススタディーとして新潟地震（1964年、 $M=7.5$ ）における新潟市及び日本海中部地震（1983年、 $M=7.7$ ）における能代市の側方流動事例について検討を行った。

### 2. 液状化領域の空間分布推定

液状化領域の空間分布推定の手順は以下の通りである。まず、既存のボーリングデータを用いて道路橋示方書の方法により、地表面最大加速度に対する $F_L$ を算出する。次に、 $F_L$ の水平方向の分布特性指標を深度毎に作成し、Kriging法を用いて深度毎の2次元的な $F_L$ の分布を推定する。そして、各深度の推定結果を重ね合わせ3次元的な液状化領域の分布を作成する。ここで、ボーリングデータが深さ方向に連続的に得られていることから、液状化領域の推定においては深さ方向の分布特性については考慮せず水平方向のみ考慮した。

### 3. 結果及び考察

Fig.1(a)は新潟地震における新潟市の液状化推定領域を3次元表示したものであり、JR新潟駅北方の東西0.6km、南北1.1km、標高3m～-16mの範囲である。ボーリングデータは対象範囲周辺のものも含めて計26本を利用した。なお、 $F_L$ の算出に用いた地表面最大加速度は $0.16g^2$ とし、液状化の可能性の高い領域として $F_L \leq 1.2$ の領域を示した。全体的に見ると、南側は浅層に、また北東側は深層に液状化領域があり、北西側には液状化領域が厚く存在している。勾配に関しては液状化領域上面下面ともに場所によって複雑な方向性を有している。

同様にFig.1(b)は日本海中部地震における能代市の結果であり、JR能代駅西方の東西1.2km、南北1.6km、標高5m～-14mの範囲である。ボーリングデータは計20本であり、地表面最大加速度は $0.25g^2$ とした。全体的に見ると、液状化領域下面はほぼ水平であり、西側に厚い液状化領域が存在し領域上面は東側方向に下り勾配となっている。

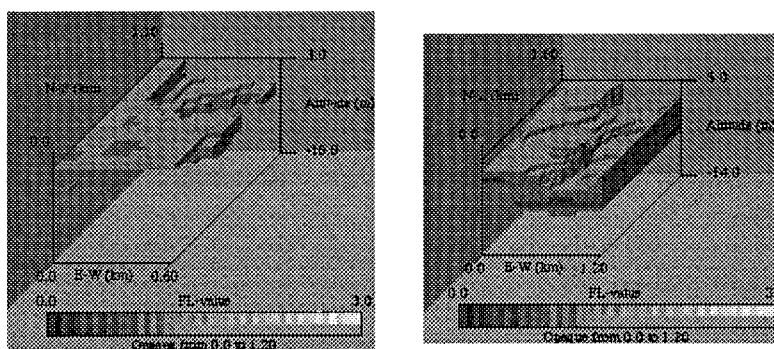
Fig.2は液状化層厚と永久変位量の関係を示したものであり、(a)が新潟市、(b)が能代市の結果である。なお、ここでの液状化層厚とは深さ1m毎の $F_L$ のうち1.2以下のものを対象範囲上面から5mの深さまでで合算したものである。また、永久変位量は測定されたベクトル<sup>3)</sup>を50m四方のメッシュ内で平均したものである。

能代市の場合、液状化層厚の増加と共に永久変位量が増加する右上がりの傾向が見られるが、新潟市の場合ではその様な傾向は見られず、1m程度の液状化層厚でも大きな永久変位が発生している。したがって、両者の永久変位は異なったメカニズムで発生しており、それぞれ液状化層厚以外

の要因も深く関与していることが分かる。その一つとして、新潟市の場合がほぼ平坦な地形であるのに対し、能代市の場合は最大で約8%、平均でも約1%の地表面勾配を有しており、液状化層の厚い所、すなわち地盤の軟化した所の多い領域が、地表面勾配の影響によって流動した可能性の高いことが推測できる。

以上、液状化領域の空間分布推定により液状化の可能性の高い領域を3次的に評価し、地盤の側方流動について簡単に考察した。今後は、液状化の程度と分布形状を考慮した液状化推定領域のモデル化を行い、本法による永久変位量予測の可能性について検討していきたい。

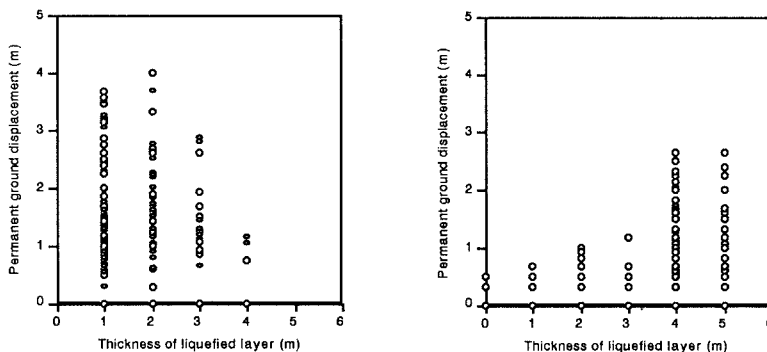
**参考文献** 1) 吉田雅穂・宮島昌克・北浦 勝：液状化領域の空間分布推定法に関する検討，第29回土質工学研究発表会平成6年度発表講演集，3分冊の2，pp.1047-1048，1994。 2) 浜田政則・安田 進・磯山龍二・恵本克利：液状化による地盤の永久変位の測定と考察，土木学会論文集，第376号，pp.211-220，1986。 3) M. Hamada and T. D. O'Rourke: Case Studies of Liquefaction and Lifeline Performance During Past Earthquake, Volume 1, Japanese Case Studies, pp.3-58,3-59,4-28 and 4-29, 1992.



(a) Niigata city

(b) Noshiro city

Fig.1 Three-dimensional view of liquefiable portion.



(a) Niigata city

(b) Noshiro city

Fig.2 Relationship between thickness of liquefied layer and permanent ground displacement.