

III-A 127

新潟地震時の液状化による側方流動の再検討

福井工業高等専門学校	正会員	吉田雅穂
金沢大学大学院自然科学研究科	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		深谷正俊
岐阜大学工学部		古田竜一

1. はじめに

1964年6月16日に発生した新潟地震 ( $M=7.5$ ) では、軟弱な沖積平野から成る新潟市街地の各所で液状化が発生し、地盤沈下や側方流動による多大な地盤変位、またそれによる埋設管路や杭基礎などの構造物被害が多数発生した。地震後に生じた地盤変位いわゆる永久変位に関しては、浜田らによって航空写真測量によりその変位ベクトルが測定され、液状化層厚や地表面及び液状化層下面の勾配との関係で、その発生メカニズムの検討がなされている<sup>1)</sup>。

本研究では、著者らがこれまで提案してきたKriging法による液状化領域の空間分布推定<sup>2)</sup>をこの新潟市のケースに適用し、液状化による地盤変位の発生メカニズムを再検討することを目的としている。なお、地盤変位としては地盤の沈下や隆起による鉛直変位と側方流動による水平変位の2通りが発生しているが、本文では主に水平変位について考察した。また、液状化判定の指標としては道路橋示方書による $F_L$ 値を用いているが、地盤変位は地盤の硬軟に起因するところが大きく、本研究では地盤の硬軟を示す指標である $N$ 値にも注目した。

2. 対象地区

対象とした地区は、Fig.1に示す信濃川とJR新潟駅に挟まれた東西0.6km×南北1.1km×深度20mの領域であり、解析ではこれを50m×50m×1mのブロックに分割して検討を行った。対象地区の地表面はほぼ平坦であったが、地震後に生じた永久変位は最大で地盤沈下約2.0m、地盤隆起約1.4m、側方流動約4.0mであった。Fig.2は対象地区の地震後の鉛直変位と水平変位を示したものであり、浜田らによって測定された値<sup>1)</sup>をそれぞれ50m四方のメッシュデータに変換してある。なお、地盤データとして対象地区内外に存在する計26本のボーリング柱状図を用いた。

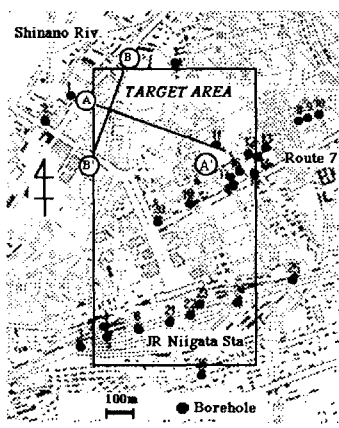


Fig.1 Map of Niigata city and distribution of boreholes.

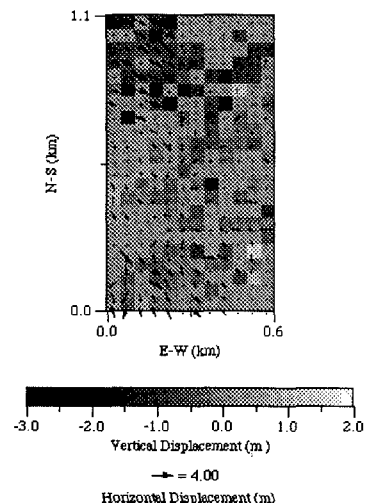


Fig.2 Vertical and horizontal permanent ground displacements.

3. 結果及び考察

Fig.3は $F_L$ 値の空間分布推定結果より、 $F_L$ 値が1.0以下の領域を抽出し3次元表示したものである。同図より、液状化領域が地表から10m以浅のみに存在していることが確認でき、このことは既往の調査結果<sup>1)</sup>とも調和的である。なお、 $F_L$ 値の算出では地表最大加速度を0.16gとし、地下水位は地表面とした。この空間分布推定結果を基に、Fig.1に示す直線A-A'に沿った鉛直断面の液状化領域を求めたのがFig.4であり、地盤変位も併せて示した。大きな水平変位の発生した中心から点A寄りの部分では、液状化層上下面共に点Aから点A'方向へ下り勾配となっており、水平変位もこの断面に沿って同方向に変位している。一方、この断面に直交したB-B'断面においてはFig.5に示す様に

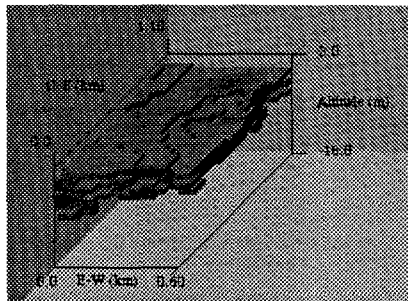


Fig.3 Three-dimensional view of  $F_L$ -value of less than or equal to 1.0.

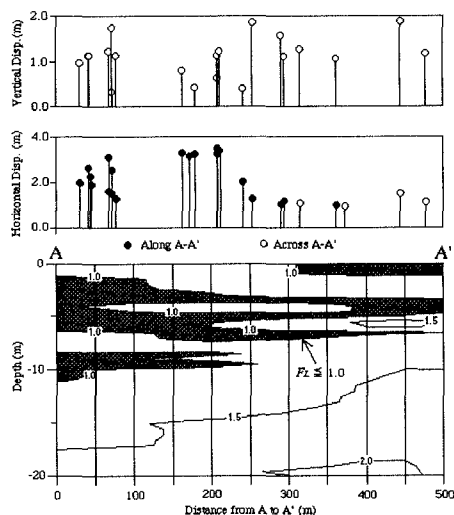


Fig.4 Distribution of estimated  $F_L$ -values and permanent ground displacements along A-A' section.

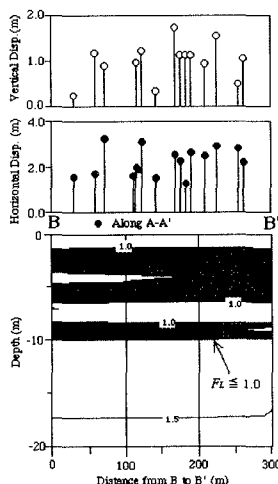


Fig.5 Distribution of estimated  $F_L$ -values and permanent ground displacements along B-B' section.

液状化層上下面共にはほぼ水平であり、A-A'断面における液状化層と非液状化層との境界の傾斜が、側方流動の方向性に大きく影響を及ぼしたものと考えられる。

また、Fig.6はN値の空間分布推定結果より、N値が5以下の領域を抽出し3次元表示したものである。同図より、N値の小さな極めて緩い地盤が表層付近に一部存在している様子が確認でき、この領域は前述のA-A'断面における大きな水平変位の丁度下流部に相当している。Fig.7はN値の空間分布推定結果より深度5mまでの平均N値を算出し、水平変位との関係を示したものである。同図には、北西部にある大きなベクトルがN値の小さな領域に向かっている様子が示されており、流動方向下流部の軟弱地盤の存在が側方流動の変位量に影響を与えた可能性を示唆している。

#### 4. おわりに

以上、新潟地震をケーススタディとして $F_L$ 値やN値の空間分布を推定することにより、液状化による側方流動の発生傾向をある程度説明することが可能であることを示した。今後は、その方向性や変位量を予測する手法について検討していきたい。最後に、解析等で協力を得た金沢大学大学院の福島聡一郎君に謝意を表します。

**参考文献** 1) 例えば Masanori HAMADA : Large ground deformations and their effects on lifelines, 1964 Niigata earthquake, Case Studies of Liquefaction and Lifeline Performance During Past Earthquakes, Vol.1, NCEER, 3.1-3.123, 1992. 2) Masaho YOSHIDA, Masakatsu MIYAJIMA, Masaru KITAURA and Soichiro FUKUSHIMA : Estimation of Spatial Liquefaction Potential using Kriging Technique, Proc. of the First International Conference on Earthquake Geotechnical Engineering, Vol.2, pp.911-916, 1995.

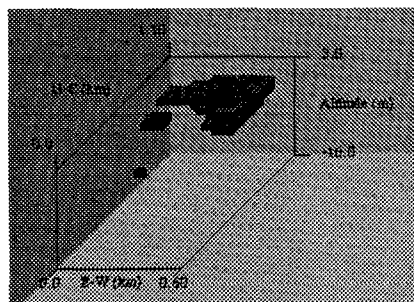


Fig.6 Three-dimensional view of N-value of less than or equal to 5.

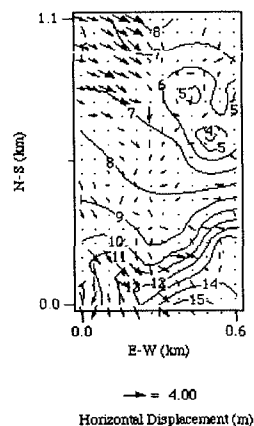


Fig.7 Relationship between average estimated N-values up to 5 m in depth and horizontal permanent displacements.