

## (45) 新潟地震による阿賀野川左岸地域の地盤の永久変位 (その1)

東海大学海洋学部 正会員 ○浜田 政則  
日本技術開発㈱ 正会員 磯山 龍二  
九州工業大学 正会員 安田 進

### 1. まえがき

著者らはすでに1983年日本海中部地震における能代市街地および1964年新潟地震における信濃川沿岸地域について、地震前後に撮影された航空写真により地盤の永久変位を測定し、永久変位量に与える要因、さらに永久変位と埋設管等の被害の因果関係について考察を行っている<sup>1), 2), 3)</sup>。この結果、地盤の永久変位が広範囲の地盤の液状化に起因しており、変位量が地表面や液状化層の傾きおよび液状化層の厚さに支配されていることを明らかにした。また、埋設管や基礎杭の被害の直接的な原因が永久変位であることも示した。

本研究は、前論文と同様な手法を用いて阿賀野川左岸の国道7号線海老ヶ瀬地区および松浜、下山地区の2地域について新潟地震による永久変位を測定し、既往の震害報告等を参考に考察を行ったものである。

### 2. 測定領域と方法

図1に示す2地域について永久変位の測定を行った。このうち地域1の国道7号線に沿った海老ヶ瀬地区では、既往の報告<sup>4)</sup>により「国道の平面線形が沿道の土地、建物と一緒に蛇行し、著しい箇所は4m以上も横方向に移動した。」と報告されており、道路および付近の地盤に多くの亀裂、噴砂が認められた地域である。また、地域2の松浜、下山地区は阿賀野川と通船川の合流地点であり、測定領域の周辺では松浜橋や下山樋管などに甚大な被害が発生した。

測定に用いた写真のうち、地震前の写真は2年前の1962年に撮影されたもので、撮影縮尺は1/11000である。また、地震後の写真は地震発生後4時間後に撮影されたもので縮尺は1/12500である。

永久変位の測定精度は、地震前後の航空写真測量の精度の2乗和の平方根として表わされる<sup>5)</sup>。この結果、測定精度は水平方向で±98cmと見積もられている。\*

### 3. 海老ヶ瀬地区における永久変位と考察

国道7号線に沿った海老ヶ瀬地区の永久変位の測定結果を図2に示す。これによれば、上木戸から海老ヶ瀬に到る長さ約1kmの範囲において、国道7号線に沿った地盤の永久変位が大きく

\* 一般に航空写真測量の精度は、測定域内に選定された複数の基準点に対して地上測量を行い、写真測量による座標値の差の標準偏差により表わされる。本測定では地上測量を行わず1/25000の地形図より基準点の座標値をもとめている。

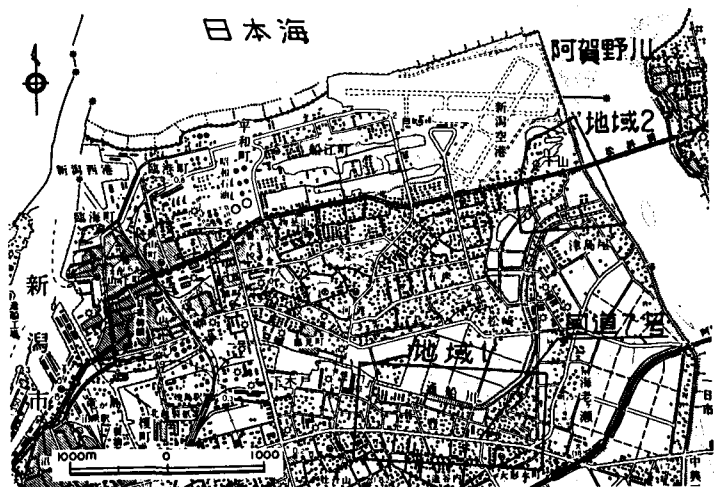


図1 測定領域



図2 国道7号線海老ヶ瀬地区の水平方向の地盤永久変位

反転していることがわかる。西側の 500m の領域（上木戸より松崎に到る付近）では、道路に沿った変位は概ね北西方向に向いている。国道より北西方向に向った地盤の水平移動は 400～500m の長さに亘って続き通船川の対岸付近で収束している。この領域での最大水平変位は 6.5m である。また、道路のやや南側では変位量は 2～3m と小さいが南西方向の変位が卓越している。

一方、7号線の東側の長さ約 500m の領域（松崎～海老ヶ瀬）では、道路に沿って南西あるいは南向きの水平変位が優勢であり、その最大値は 7m にも達している。東側の領域において、国道の北側では逆に北西方向の水平変位が通船川に向っており、最大値はやはり 7m を超している。

図 2 には地震後の路線測量によって得た国道の水平移動量<sup>4)</sup>（図中、点線）も併せて示している。これによれば西側では北方向に移動しており、東側では南方向に移動している。東側における移動量は 5m にも達している。航空写真による水平移動量と路線測量による道路の水平移動量は分布、振幅ともほぼ一致していると考えることができる。

図 2 には微地形を併せて示すが、これによれば、国道 7 号線は尾根状に張り出した古い砂丘あるいは砂堆上に位置していることがわかる（古い砂丘あるいは砂堆が地表面下に存在するものと考えられる。以下ではこれを単に砂丘と呼ぶ）。地盤の水平移動は砂丘から砂丘間低地に向かって生じている。この地域の地表面の傾斜はほとんどなく地表面はほぼ水平と考えてよい。地質条件を詳しく検討しないと断定的な結論は得られないが、国道 7 号線に沿った地盤の水平移動について次の推論が成立する。すなわち、7号線の西側では、道路が尾根状の砂丘の北側斜面に位置しており、液状化砂層が北側へ若干傾斜していたため北西方向の水平変位が卓越した。また、7号線の東側では、道路が砂丘の尾根の南側斜面に位置していたため砂層が南側に傾斜しており、南方向に変位が発生した。既往の被害報告の中には、国道蛇行の原因として表面波の影響を指摘しているものもあるが、上述のように緩やかな砂丘斜面のすべりと考える方が妥当である。海老ヶ瀬地区においては現在詳細な地質調査を実施しており、これらの結果を待って地盤の水平移動の原因について考察を加える予定である。

#### 4. 松浜、下山地区における永久変位と考察

阿賀野川左岸の松浜、下山地区における永久変位を微地形の分布と併せて図 3 に示す。図中影をつけた領域は砂丘による微高地でその間の領域は砂丘間の低地である。地盤の水平方向変位は砂丘微高地より低地に向ってほぼ放射状に生じている。水平移動の最大値は 6～7m にも達している。地表面の傾きはこの場合もきわめて小さく、地表面の傾斜のみでこのような大きな水平変位が生じたとは考えにくい。詳しい土質調査結果を待たなければならないが、液状化層が砂丘から砂丘間低地に向かってより大きな勾配で傾斜していたものと推定される。

図に示した水平変位の中で、興味あるのは通船川に沿った新川町付近のすべりである。この地域では地盤の水平変位が通船川の方向でなく北側の低地方向に向いている。地表面の傾きだけで判断すると通船川側すなわち南側に地表面が傾斜しているが変位は反対方向に向いている。この場合も液状化した砂層が低地側すなわち北側に傾いていたものと推定される。

#### 5. 結論

新潟地震による海老ヶ瀬地区および松浜、下山地区の地盤の永久変位を航空写真測量により測定した。この結果、地表面がほぼ平坦な地形にもかかわらず両地区では最大 6～7m の水平方向の永久変位が発生していることがわかった。この原因として、古い砂丘あるいは砂堆に沿った液状化層の傾斜が考えられたが、現在、両地区において詳細な地盤調査を実施中であり、この結果を待ってあらためて報告したい。

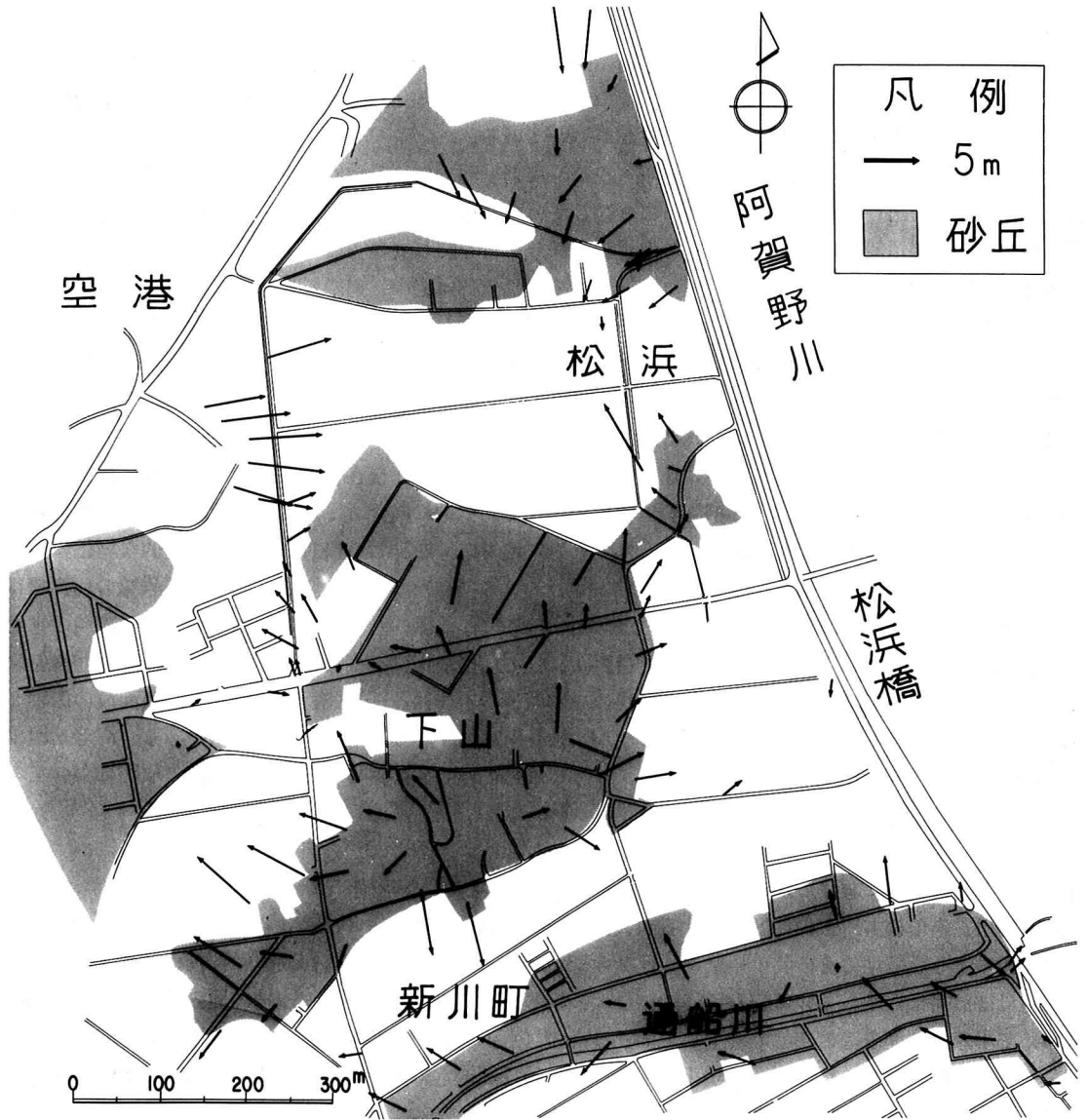


図3 松浜, 下山地区の水平方向の地盤永久変位

謝辞：本研究は（財）地震予知総合研究振興会の研究の一環として行ったものである。久保慶三郎東海大学教授をはじめ関係各位に深謝する次第である。

参考文献：(1) 浜田・安田・磯山・恵本：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／Ⅲ-6、1986年12月。(2) 浜田・安田・磯山・恵本：液状化による地盤の永久変位と地震被害に関する研究、土木学会論文集、第376号／Ⅲ-6、1986年12月。(3) M.Hamada, S.Yasuda, R.Isoyama and K.Emoto Study on Liquefaction Induced Permanent Ground Displacements, Association for Development of Earthquake Prediction, Nov., 1986。(4) 建設省北陸地方建設局新潟国道工事事務所、新潟地震による国道の被災について、昭和39年11月。(5) 鈴木：セールスエンジニアのための空中写真測量マニュアル、全通出版、1984年。