

新潟地震における液状化砂層での水膜生成の可能性

中央大学理工学部 正会員 國生剛治
同 上 学生員○藤田勝久
同 上 学生員 森嶋 聡

1. はじめに

1964年に起きた新潟地震(M7.5)では、軟弱な沖積砂層からな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地盤変位、またはそれによる構造物被害が多数発生した。その側方流動は、地震時ばかりでなく地震終了後にも生じ、また勾配が1%以下の地表面でも数mの側方流動が観測された¹⁾。

我々はこの現象を説明するため、液状化地盤中で形成される水膜(Water Film)が側方流動に影響しているのではないかと考え、さまざまな模型実験を行ってきた。その結果、模型実験では透水性の低いシルト層の直下に水膜が形成され、振動後の流動が生じることがわかった。

そこで本研究では、実際の新潟地震の場合どうであったを明らかにするために、新潟市の地盤構造を多数のボーリングデータを整理することにより把握し、水膜生成の可能性を明らかにすることを目的としている。

2. 対象地域

対象地域は図1に示すような信濃川とJR新潟駅の間の地域(新潟駅北部)とする。この地域は地表面勾配がほぼ平坦(1%以下)にもかかわらず、側方流動が最大約5m(護岸を除く)生じた¹⁾。

そして流動方向は、信濃川護岸では川の方へ流動しているが、護岸から約350m離れたホテル新潟付近では川と反対方向に流動し、流動量も周辺と比べて明らかに大きいことがわかる。

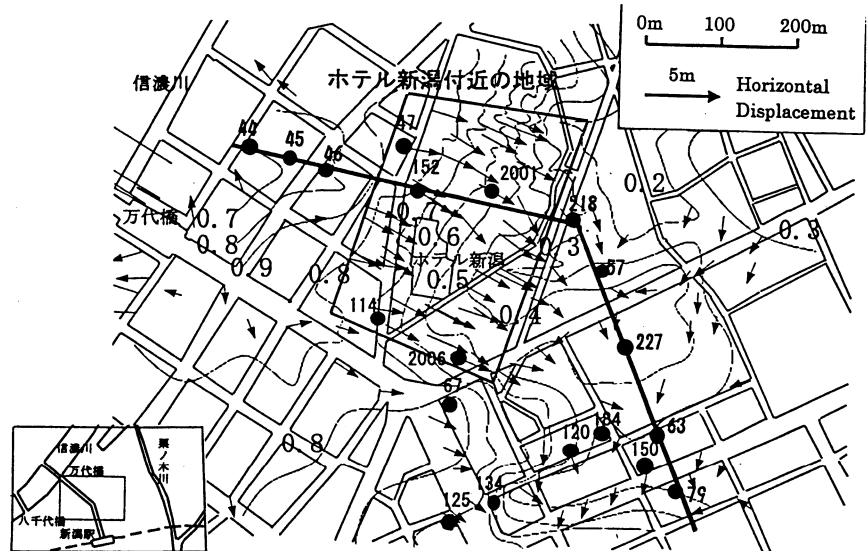


図1 新潟駅北部のボーリング位置と断面図の側線ならびに等高線(標高単位はm、流動量ベクトルは文献1)から読み取った。)

3. 研究方法

まず側方流動の駆動力となったと思われる地表面勾配を調べるために、2500分の1の国土基本図(国土地理院平成6年修正)の標高と実際に現地に行ってレベル測量をした結果を基に10cm間隔の等高線を図1のように作成した。この地域は、地盤沈下現象により長期的に同じ

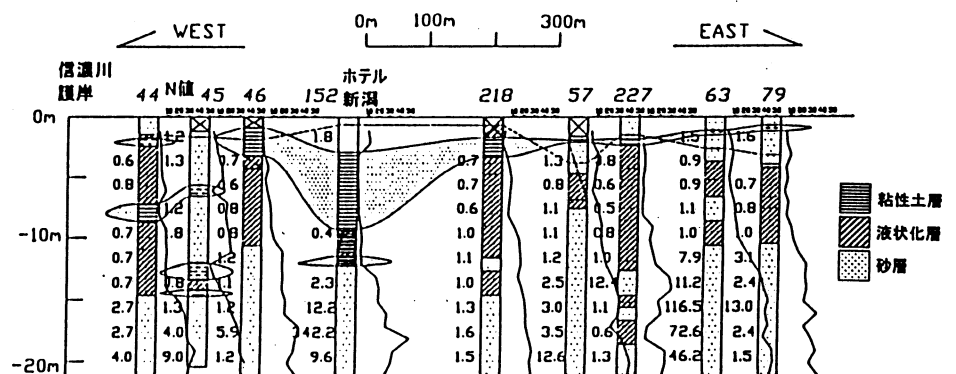


図2 2次元地盤図

ような速度で沈下しており、その現象は非常に広域的であるため、今回対象とした地域での相対的高低差には影響

キーワード：液状化 不透水層 側方流動 地表面勾配

連絡先：中央大学理工学部土木工学科土質研究室(〒112-8551 文京区春日 1-13-27 Tel 03-3817-1799)

はないと思われる。一方、地震時に液状化地盤では沈下や側方流動により、地表面勾配は変わったと思われるが、地震後にも地震前の地表面勾配の相対的特徴は保持されていると仮定し、現在の等高線に基づいて検討をおこなった。

次に近傍の多数のボーリングデータを用いて地盤柱状図を作成し、それらを連結させることで例えば図2のように2次元地盤図を作成した。柱状図の右側にはN値を、左側には液状化抵抗率FL値をそれぞれ記載し、FL値が1.0以下となった砂層を液状化層厚とみなした。液状化抵抗率FL値はR（動的せん断強度比）とL（地震時せん断応力比）の比で計算し、Rは参考文献2)より、Lは参考文献3)より求めた。ボーリングデータにシルト、粘土と記載されている層は液状化を起こさないとし、砂層は細粒分含有率FC(%)が0%、FC、10%とした。また地表面最大加速度は170galとした。

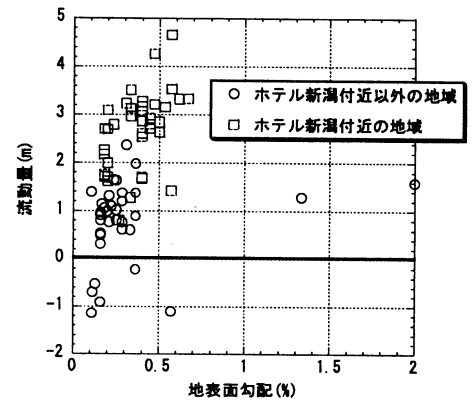


図3 地表面勾配と流動量の関係

4. 結果と考察

図2の地盤断面図から、この地域はシルトや粘土などの透水性の低い層が何百メートルもつながっていることがわかった。特に流動量の多かったホテル新潟付近（ボーリング番号 46,152,218）では、粘土層の厚さが最大6mにも及んでいた。そしてその直下の砂層のFL値は低く液状化したものと考えられる。よって粘土層直下に水膜が生成された可能性は十分あり、それにより流動が大きかったとの推論も可能と思われる。

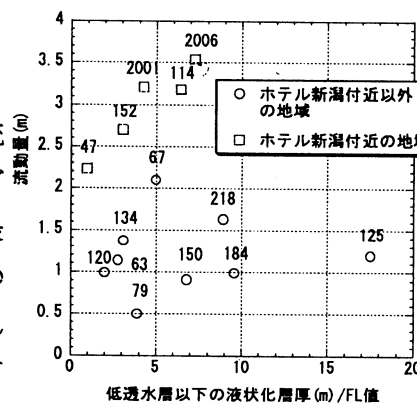


図4 低透水層以下の液状化層厚/FL値と流動量の関係

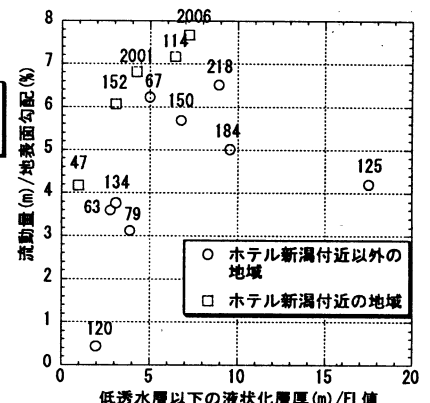


図5 低透水層以下の液状化層厚/FL値と流動量/地表面勾配の関係

次に図3は前述のようにして求めた地表面勾配と文献1)から読み取った流動量の関係を地域別に示している。これより、流動量がマイナス（地表面勾配と逆向き）の点や大きく外れた点もあるが、おおむね地表面勾配とは相関があるように見える。そして現時点での地表面勾配の値が1%以下の場所でも文献1)による流動量は数メートルにも及んでいることがわかる。図4は本研究でのボーリングデータに基づいて算出した低透水層以下の液状化層厚（FL≤1.0で判定）/FL値と文献1)から読み取った流動量との関係を示すが、ホテル新潟付近では強い相関がみられたが、その他の地域では相関があまりないようである。また図4に駆動力となる地表面勾配をパラメータとして入れた図5では両地域が図4より近づいてきており、地表面勾配が駆動力として働いたのではないかとと思われる。

5. まとめ

本研究で以下のことがわかった。

- ・現地点の地表面勾配を使った場合でも流動量との間に比較的相関があり、地表面勾配が側方流動の駆動力となった可能性があることがわかった。
- ・ホテル新潟付近では低透水層以下の地盤の緩さと流動量の間に相関があったが、その他の地域では相関がなかった。
- ・新潟駅北部のボーリングデータを連ねるとシルトや粘土層からなる透水性の低い層が存在し、それが水平方向に数百メートルつながっている可能性がわかった。特に流動量の比較的大きかったホテル新潟付近では粘土層の直下に液状化する砂層が存在していた。よってこの付近では連続的に水膜が生成された可能性があり、それによりこのような小さな勾配の地盤の側方流動が説明できるものと考えられる。

謝辞: 本研究に使用したボーリングデータは新潟市役所からご提供いただきました。ここに記して謝意を表します。

<参考文献> 1) M. Hamada: Large Ground Deformations and Their Effects on Lifelines: 1964 Niigata Earthquake, Case Studies of Liquefaction and Lifeline Performance During Past Earthquakes, vol. 1, pp3-1-3-123 2) 岩崎敏男、龍岡文夫、常田賢一、安田進: 砂質地盤の地震時流動化の簡易判定法と適用例、第5回

日本地震工学シンポジウム講演集、pp641-647、1978 3) 社団法人 日本道路協会: 道路橋示方書同解説 V 耐震設計編、pp91-95、平成8年12月