

液状化による永久変位の発生要因に関する研究

東海大学 学生員 ○岡本 英晴 小島 雄三 正員 浜田 政則
 日本技術開発㈱ 正員 磯山 龍二 東京ガス㈱ 正員 中根 宏行

1. はじめに

地形・地質条件によっては、液状化に起因して地盤が側方に数mのオーダーで永久変位することが明らかにされて以来、永久変位の発生メカニズムと構造物への影響が研究されてきている。

浜田らは、日本海中部地震および新潟地震による永久変位の発生事例の分析から、液状化によって永久変位が発生する地形・土質条件としては、1)地表面が傾斜し、その下に広範囲に液状化層が存在する、2)護岸等が存在し、もともとすべりやすい地形条件を有している、

3)地表面はほぼ平坦であるが、液状化層下面が傾斜しているの3種類があるとされている。

また、上記の3種類の形態すべてを含んだ事例について要因分析を行い、永久変位を予測するための回帰式を与えている。しかし、本来形態の異なる永久変位であるため、それぞれの形態について永久変位に対する要因を分析する必要がある。

本研究は、地表面勾配 1%以下を平坦とみなし、3)の地表面が平坦である場合について、新潟市と能代市の事例を対象に、永久変位量に影響を与える要因の分析を行ったものである。

2. 要因分析のためのデータ収集

新潟市海老ヶ瀬地区で永久変位に影響を与える要因を調べるために用いた測線を図1に示す。これらの測線は、永久変位の発生方向と平行に設定した。各測線ごとに土質資料を収集するとともに地層区分および液状化層の判定を行い、図2に示すような土層断面図を作成した。液状化層の判定には、岩崎・龍岡ら



図1 新潟市海老ヶ瀬地区の永久変位及び測線図

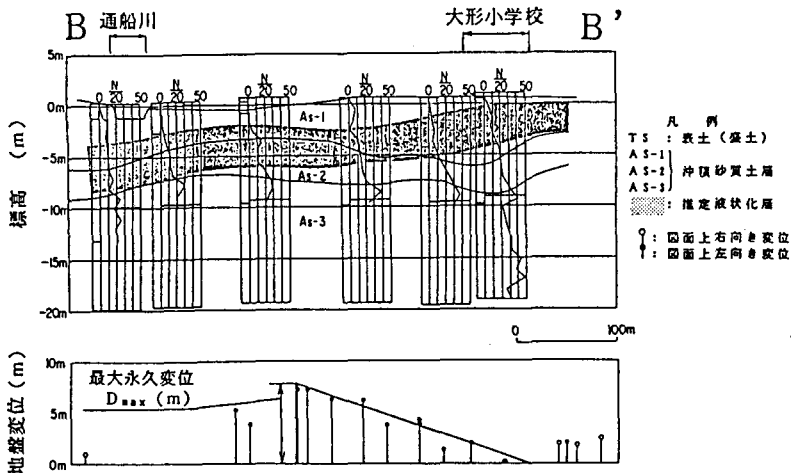


図2 B-B' 測線の土層断面図

の砂質地盤の地震時流動化の簡易判定法⁽¹⁾を用い、液状化に対する抵抗率 F_L 値が1.0以下になった土層を液状化層とした。 F_L 値の計算に必要な地表面加速度は200 galとした。また、地表面標高は航空写真測量より求めた。図2中の変位量は、各水平変位を測線方向に斜影した成分である。さらに、測線に沿った永久変位の分布を図2に示すように近似的に三角形とみなし、三角形の頂点での変位(D_{max})を要因分析の対象とした。要因としては、地表面勾配、液状化層厚、液状化層上面および下面の深さと傾き等を考慮した。

3. 永久変位の要因と考察

図3～6に液状化層厚、液状化層下面の勾配、地表面の勾配および P_L 値(液状化指数)と D_{max} との関係を示す。永久変位と液状化層厚とはほぼ比例関係にあり、強い相関性が存在するが、他の要因と永久変位の間には相関性が認められない。

図4によれば、液状化層下面の勾配が0.5%以下でも永久変位が6m以上の事例がある。本解析はもともと地表面勾配が1%以下のほぼ平坦な場合を対象としており、このような場合は、地表面も液状化層下面もほぼ平坦であり、力学的不均衡が存在せず、永久変位の発生メカニズムを明らかにすることが難しいと考えられる。

また、図5によれば、地表面勾配が0.2%以下の地盤においても5m以上の変位が発生する可能性があることがわかる。

図6に P_L 値と永久変位の関係を示す。 P_L 値は各土層の液状化に対する抵抗率 F_L 値を、深さ方向にある重みをつけて積分した値で液状化層の厚さに依存した指標である。このため、図3に示した液状化層の場合と同様の相関性が期待されるはずである。しかし、かなり値がばらついており、永久変位との相関性が認められない。これは、液状化層を決定するさい工学的判断を加えていることや P_L 値が液状化の程度を概ねに示すために考え出された指標であり、永久変位の発生メカニズムに対応した根拠を有していないためと考えられる。

謝辞：本研究は(財)地震予知総合研究振興会内に組織された「日米共同研究—地盤変状と地中構造物の地震被害に関する研究」委員会の研究活動の一貫として行われたものである。ここに記して研究に御協力頂いた方々に感謝申し上げる次第である。

(参考文献) (1)岩崎他：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。1978。

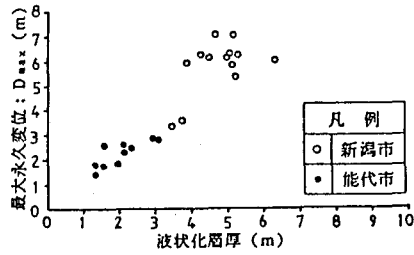


図3 液状化層厚と永久変位の関係

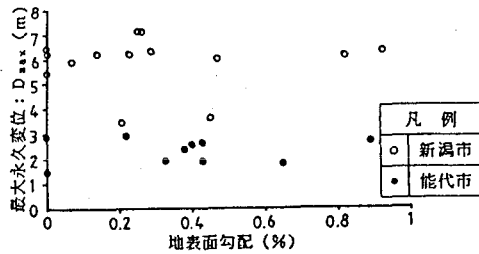


図4 地表面勾配と永久変位の関係

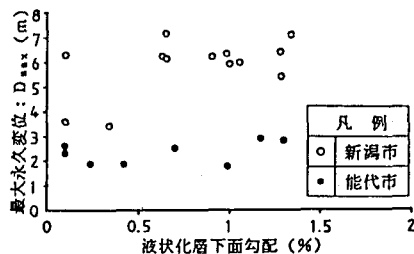


図5 液状化層下面勾配と永久変位の関係

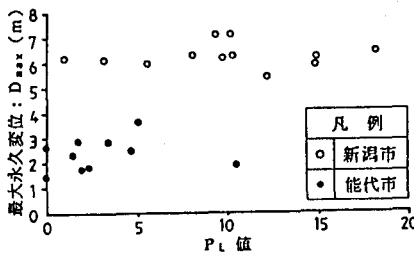


図6 P_L 値と永久変位の関係