

東日本大震災で発生した広範な液状化被害に及ぼす本震 - 余震時間間隔の影響 Main shock-aftershock interval effect on the liquefaction damage in Tohoku Region Pacific Coast Earthquake

浅岡 顕^{1*}, 野田 利弘², 中井 健太郎²Akira Asaoka^{1*}, Toshihiro Noda², Kentaro Nakai²¹ 公益財団法人 地震予知総合研究振興会, ² 名古屋大学¹ Association for the Development of Earthquake Prediction, ² Nagoya University

3.11 地震では、浦安市をはじめとして、東京湾沿岸部の埋立て地盤において液状化現象が広範囲に発生した。その特徴として、1) 震源から離れており、観測された加速度はさほど大きくないにもかかわらず、浦安市のように甚大な液状化被害が多く発生したこと、2) 従来は液状化しにくいと考えられていた細粒分を多く含む地層でも液状化が発生したことが挙げられる。その原因として、地震動が長く継続した点がよく指摘されているが、著者らは液状化被害が軽微であった陸側は沖積砂層直下の軟弱粘土層厚が 10m 程度と薄いのに対し、液状化被害が甚大であった海側へ向かうほど、軟弱粘土層厚 (N 値 = 0) が厚くなっている地層構成に着目して、多層系地盤の一次元弾塑性地震応答解析の結果、地震動の継続時間の長さに加え、液状化層以深の軟弱粘土層の存在によって、地震波がやや長周期の範囲で増幅され、これによる大きな塑性ひずみによって、液状化しにくい clayey sand さえも大きな被害を受けた可能性があることを示してきた^{1),2)}。

上記 1)2) 以外にも、本震からわずか 29 分後に茨城県沖で最大震度 6 強の余震が発生し、液状化被害が拡大したことも本震災の特徴として挙げる事ができる。本稿では、本震 - 余震時間間隔に着目し、実際と同様に 29 分後に余震が発生した場合と、仮に 1 日後に余震が発生した場合の液状化被害に与える影響を数値解析的に検討している。なお著者らはこれまで資料不足から、土の弾塑性性状はそれらしい仮想のものを用いていたが、本稿では、浦安市で実施したボーリング調査および同地点から採取した不攪乱試料の各種力学試験を SYS カムクレイモデル³⁾ で再現し、浦安市軟弱地盤の正確な弾塑性定数を用いている。新しい定数を用いても、粘土層厚の差異が表層の液状化の程度に大きく寄与していたことは確認済みである (図 1(a))。図 1(b) は、余震が 29 分後に発生した時の時間 - 過剰間隙水圧比関係である。粘土層厚の薄い D 地盤では、本震・余震ともに液状化していないが、粘土層厚の厚い A, B 地盤では、本震だけでなく余震でも再度、液状化が発生している。C 地盤は本震では液状化しなかったものの、本震 - 余震間での過剰間隙水圧の消散が不十分だったため、余震時に液状化してしまっている様子がうかがえる。図 1(c) は、仮想的に余震が 1 日後に発生した時の時間 - 過剰間隙水圧比関係である。本震 - 余震間に過剰間隙水圧の消散が進んだため、余震ではいずれの地盤においても液状化は発生していない。以上から、深部に堆積する粘土層厚の差異による加速度の増幅特性の違いが過剰間隙水圧の上昇の程度にも影響を与え、本震と余震における液状化発生の有無にも寄与した可能性を示した。これは、東日本大震災における本震 - 余震間隔の短さが、東京湾沿岸部埋立て地盤の液状化被害を拡大させてしまったことを示唆している。一連の解析は、弾塑性構成式 (SYS カムクレイモデル) を搭載した水 - 土骨格連成有限変形解析コード GEOASIA⁴⁾ によるものである。また、入力地震動は浦安市から比較的近い東京都港湾局品川観測所での観測データを用いて実施した。

1) Asaoka, A., Noda, T. and Nakai, K. (2011): The effect of stratum organization on the occurrence of liquefaction in silty sand, 日本地震学会講演予稿集 2011 年度秋季大会, p.56. (in Japanese).

2) Asaoka, A., Noda, T. and Nakai, K. (2011): Non-uniformity of Surface Layer Liquefaction Damage Caused by Layered System Organization and Dip of Deeper Layer, Japan Geoscience Union Meeting, SSS37-06.

3) Asaoka, A., Noda, T., Yamada, E., Kaneda, K. and Nakano, M. (2002): An elasto-plastic description of two distinct volume change mechanisms of soils, Soils and Foundations, Vol.42, No.5, pp.47-57.

4) Noda, T., Asaoka, A. and Nakano, M. (2008): Soil-water coupled finite deformation analysis based on a rate-type equation of motion incorporating the SYS Cam-clay model, Soils and Foundations, Vol. 48, No. 6, pp. 771-790.

キーワード: 液状化, 粘土層厚, 本震 - 余震間隔, 弾塑性地震応答解析

Keywords: Liquefaction, Clay layer thickness, Main shock ? aftershock interval, Elasto-plastic seismic response analysis

SSS33-P24

会場:コンベンションホール

時間:5月19日 18:15-19:30

