

東日本大震災における浦安市の教育施設の被害金額に関する調査研究 その 9 液状化による葛飾区の教育施設の外構被害に対する損失評価

Study on Damage Cost for Educational Facilities in Urayasu City by the Great East Japan Earthquake -Part9 Loss evaluation for exterior damage educational facilities of Katsushika by liquefaction-

○田上由里¹, 安達俊夫², 宮村正光³, 太田宏⁴, 通山開⁵, 八木英樹¹
Tanoue Yuri¹, Adachi Toshio², Miyamura Masamitsu³, Ota Hiroshi⁴, Toyama Hiraku⁵, Yagi Hideki⁵

Abstract: In this paper, the proposed method was applied for several educational facilities at Katsushika-ku to evaluated actual liquefaction damage.

1. はじめに

近年では首都直下地震をはじめとするいくつかの大地震が想定されており、被害想定の中に液状化に関連した被害想定が含まれている¹⁾。しかしながら、液状化被害による経済的な損失のような地震リスクの具体的な評価は行われていない。一方、地震リスク評価を行う際、地震による建物の損失を表す指標として、PML(予想最大損失)が一般的に用いられており、太田ら²⁾はPMLの観点から現行の液状化判定を用いた液状化による外構被害に対する損失評価法を提案している。さらに、既報その7では地表面動的変位 D_{cy} に応じた連続的な損失関数を示し、前報では、その損失関数を用いた液状化被害に対する損失評価法を示している。本報では、前報で示した損失評価法を基に、これまでに示されている被害想定¹⁾において特に液状化の危険性が高いとされる東京都葛飾区内における複数の教育施設を対象とした液状化被害の損失評価を行う。

2. シミュレーション解析条件

2.1. 対象施設及び地盤条件

本報で損失評価を行う地域は、首都直下地震により区内の建物の約13%が全壊すると想定されており、さらに地震による液状化が生じる危険性が高い葛飾区である。対象施設は葛飾区が保有する幼稚園3園、小学校40校、中学校15校の計58の教育施設である。また、地盤条件を決定する際に用いた柱状図は葛飾区が公開している各施設における柱状図である。

2.2. 想定地震および地震動強さ

首都直下地震を想定するにあたり、これまで東京に発生するM7程度の地震の評価が種々なされているが、石井ら³⁾は東京の本郷におけるM7.0・上限深さ10km・下限深さ約30kmの鉛直断層を想定した地震動の評価

を行っている。Fig.1に石井らによって示された解放基盤表面における想定直下浅発地震(以下、直下地震とする)の加速度時刻歴を示す。本報では、今後起きると想定されている首都直下地震による液状化地盤の損失を評価するため、石井らの加速度波形を外力として用い、前報に示した手順で各地点における地表面最大加速度 α_{max} を求めた。一方、PMLは被害要因が対象により様々な定義がなされているが、地震による損失評価の指標の一つとして「50年超過確率10%の地震動(再現期間475年程度)による90%非超過損失」という定義がある。また、日本建築学会の建築基礎構造設計指針⁴⁾(以下、基礎指針と略称)では液状化判定における終局限界検討時(再現期間500年程度)には $\alpha_{max}=350gal$ を外力として用いることを推奨している。そこで、本報では首都直下地震による損失に加えて、基礎指針における損失も併せて算出するため、 $\alpha_{max}=350gal$ を地震動強さの一つとした。

2.3. リスク値の算定

前節で示した外力の条件と前報で示した損失評価法を用いて、液状化被害に対する損失を算出した。なお、損失の算定には以下の2ケースにおける損失を算定した。ケース①：外力を基礎指針に基づいて液状化判定を行う。これより得られた地表面動的変位 D_{cy} と連続関数から損失を算定する。ケース②：外力を直下地震とし、用いる損失関数はケース①と同様である。

各ケースで算出された損失に対し、以下の(1)式を用いて各施設のリスク値であるPMLを算出した。

$$PML = \frac{\text{各ケースで算出された損失 (¥/m}^2\text{)}}{\text{教育施設の再調達価格 (¥/m}^2\text{)}} \quad (1)$$

なお、直下地震におけるPMLをPML*、終局限界検討時におけるPMLをPML**とした。

1: 日大理工・学部・建築 2: 日大理工・教員・建築 3: 工学院大学・教授 4: 日本大学・職員 5: 日大理工・院・建築

3. シミュレーション結果

Fig.2 に各施設の液状化被害に対する損失の割合を示す。同図より、直下地震の際には約 5 割の施設、終局限界検討時の際には約 7 割の施設が 1000 万円以上の損失が出る事が分かる。Fig.3 にシミュレーション地点を示す。また、同図には各施設の PML* の分布を併せて示した。同図より、葛飾区においては教育施設の PML の大小は場所に依らないことが分かる。Fig.4 にリスク値の頻度分布を示す。また、同図には PML が対数正規分布に従うと仮定し、分布のパラメータの推定法の一つである積率法により推定したパラメータを用いて算出した確率密度関数(以下、PDF と略称)と、対数平均値を併せて示した。同図より、PML* は PML** よりも小さくなる事が分かる。建築物などの不動産取引の際、一般的に PML は 15~20% 以下であることが求められている。PML が 20% 以上なった施設は、直下地震の際には 9 施設、終局限界検討時には 12 施設であった。このため、直下地震や終局限界検討時に生じる損失を軽減させる場合には、これらの施設に対して液状化対策が必要であると考えられる。

4. まとめ

本報では、首都直下地震によって液状化する可能性が高い地盤に立地した教育施設の外構被害のリスク値を試算した。今後は、液状化対策を行うことによるリスクの低減などの液状化リスクへの対応策について検討を行う予定である。

【謝辞】

地震波形は清水建設(株)の石井透氏に提供して頂きました。葛飾区役所には柱状図など多くの貴重な資料を提供して頂きました。日本大学理工学部の神田順特任教授には本研究に関する貴重なご意見を頂きました。末筆ながら感謝の意を表します。

【参考文献】

- 1) 東京都防災ホームページ : <http://www.bousai.metro.tokyo.jp/japanese/tmg/assumption.html>
- 2) 太田他：液状化被害の損失評価法に関する研究—浦安市における公共施設の外航被害の補修費用に関する検討—, 日本建築学会構造系論文集, 第 79 巻, pp.75-82, 2014.1
- 3) 石井他：建設地において考慮する地震像に基づく設計用地震動策定法, 日本建築学会構造系論文集 第 462 号, pp.31-42, 1994.8
- 4) 日本建築学会：建築基礎構造設計指針, pp.61-68, 2001.10
- 5) 財)建築保全センター：平成 17 年度版建築物のライフサイクルコスト, pp.272-273, 2005.9
- 6) Google マップ : <https://www.google.co.jp/maps/preview>

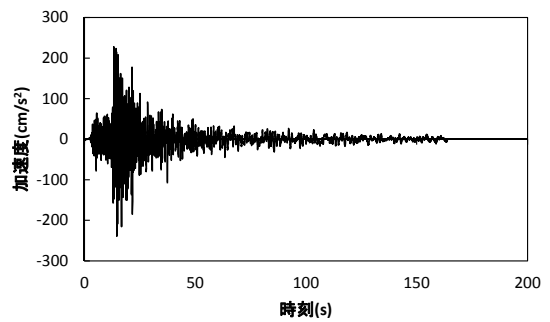


Fig.1 Time history of acceleration

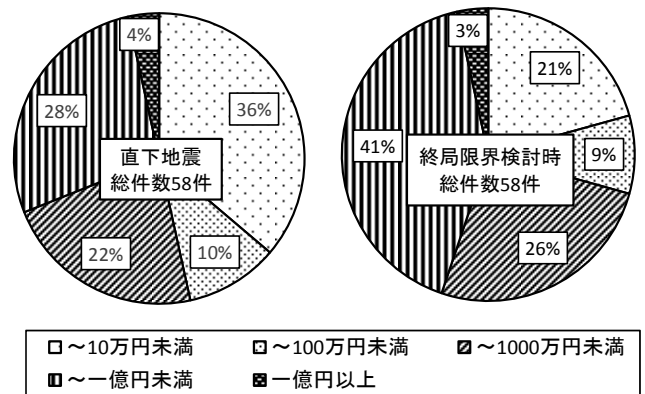


Fig.2 Ratio of the loss to liquefaction damage

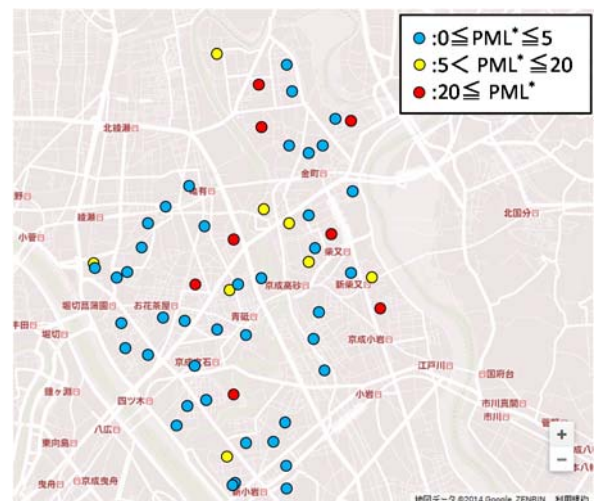


Fig.3 Simulation point⁶⁾

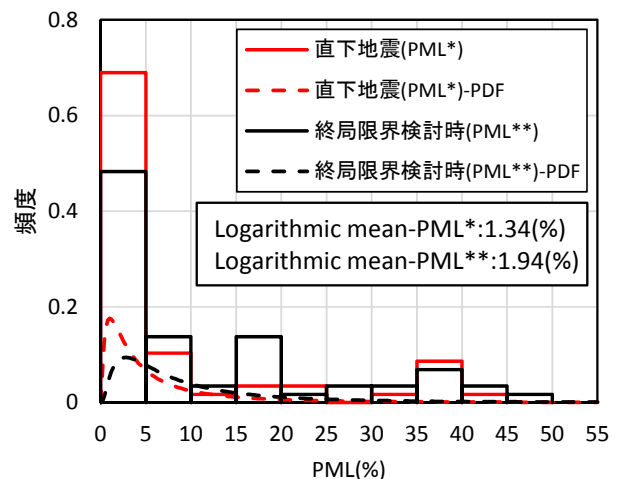


Fig.4 Frequency distribution of risk value