

B-47

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6 本算出法を用いた外構の被害金額の算出に関するケーススタディ

Study on Damage Cost for Educational Facilities in Urayasu City by the Great East Japan Earthquake

-Part6 The case study on the calculation of damage cost of the exterior with this calculation method-

○通山開¹, 安達俊夫², 宮村正光³, 太田宏⁴, 新山龍⁵, 日向野翔⁶, 増田慧吾⁶

Toyama Hiraku¹, Adachi Toshio², Miyamura Masamitsu³, Ota Hiroshi⁴, Niiyama Ryu⁵, Higano Kakeru⁶, Masuda Keigo⁶

Abstract: This study conducted calculation of damage cost with this calculation method and comparing damage cost to cost of liquefaction countermeasure. In consequence, this study showed the usefulness of calculation method and estimated damage cost.

1. はじめに

前報その5では液状化の程度の子測値に基づいた各分類における液状化による外構の被害金額の確率分布モデルを示した。本報では各確率分布を用いた算出法を提案する。さらに、本算出法を用いたケーススタディを行うとともにその有用性を示す。

2. 液状化による外構の被害金額の算出法

本算出法は、任意の地震により液状化が生じた際の外構の予想される損失として任意の非超過確率における被害金額の算出を行う事を目的としている。本算出法のフローチャートを Fig.1 に示す。本報では文献 1) を参考に、地震動強さを特定した場合(PML2)を想定し

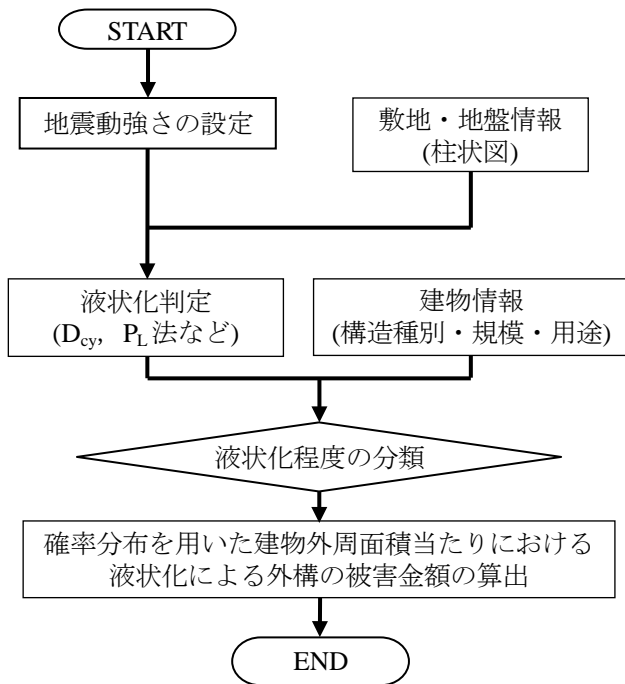


Fig.1 Calculation flow of damage cost of the exterior

て外構の被害金額を算出する。現行の液状化判定法²⁾では地震の規模をマグニチュード 7.5 とし、損傷限界検討用(再現期間:50 年程度)として最大地表面加速度 $\alpha_{max}=200gal$, 終局限界検討用(再現期間:500 年程度)として $\alpha_{max}=350gal$ を設定して液状化判定を行う事が推奨されている²⁾。一方、PML2 の定義として、地震動の再現期間が 500 年程度とされており¹⁾, 本算出手法における PML2 の評価には終局限界検討用の α_{max} を用いて液状化判定を行う。

3. 本算出法を用いたケーススタディ

3.1 対象事例と液状化判定の結果

対象地盤は比較的緩い埋立地であり、対象施設は教育施設とした。Fig.2 に液状化対策工が行われる前後の地盤条件として、施工範囲である深度 0~10m における地盤構成およびN 値の深度分布と液状化判定から得られた液状化安全率 F_L の深度分布³⁾を示す。なお、

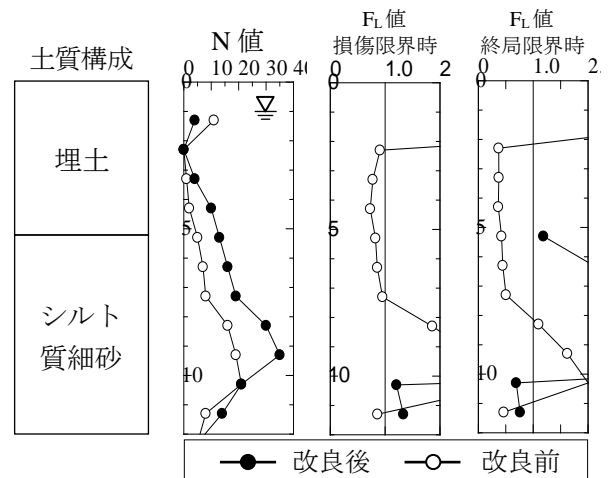


Fig.2 Depth distribution of ground conditions before and after liquefaction countermeasure and F_L value³⁾

1: 日大理工・院・建築 2: 日大理工・教員・建築 3: 工学院大学・教授 4: 日大理工・院・建築 5: (株)アルテス
6: 日大理工・学部・建築

この事例では液状化対策工として一般的に普及しているサンドコンパクションパイル工法(SCP 工法)を採用している. Tab.1 に設計概要³⁾および概算工費⁴⁾を示す. また, Tab.2 に一般的な液状化対策工に対する要求性能⁵⁾を, Tab.3 には液状化対策工の施工前後における地表面動的変位 D_{cy} と液状化指数 P_L 値を示す. Tab.3 より液状化対策前では, D_{cy} および P_L 値ともに液状化程度としては分類 2 に相当していることが分かる.

Tab.1 Design specification and approximate calculation cost of SCP construction method⁴⁾

砂杭の径	800mm
砂杭のピッチ・配置・改良率	2.0m・正方形配置・12.5%
砂杭の長さ・改良深さ	10m
概算工費	1000~2000円/m ³

Tab.2 Required performance for liquefaction countermeasure⁵⁾

液状化対策工に対する要求性能	
①	地表面加速度 200gal (中地震) に対してすべての地点で液状化安全率 $F_L \geq 1.0$ を満足すること
②	地表面加速度 350gal (大地震) に対して平均液状化安全率 $F_L \geq 1.0$ かつ地表面動的変位 $D_{cy} \leq 5.0$ cm であること

Tab.3 D_{cy} and P_L in before and after liquefaction countermeasure

	D_{cy} (cm)		P_L 値	
	損傷限界時	終局限界時	損傷限界時	終局限界時
地盤改良前	10.0	14.4	7.2	20.4
地盤改良後	0.0	1.7	0.0	2.5

3.2 外構の被害金額の算出結果

2 章で示した算出フローを基に, 終局限界時における中央値および 90%非超過確率(以下, 90%値と略称)の被害金額を算出し, 算出結果を Tab.4 に示す. 図表より, D_{cy} から分類した場合の被害金額は中央値においては対数正規分布よりもガンマ分布モデルの方が高く, 90%値においては対数正規分布の方が液状化による被害金額としては高く見積もられることが分かる. また, P_L 値から分類した場合の被害金額は, 中央値, 90%値共に D_{cy} の場合と同様の傾向が見られた. さらに, D_{cy} , P_L 値から分類した場合の被害金額を比較すると, P_L 値から分類した場合の被害金額の方が高く見積もられる結果が得られた. Tab.1 を基に液状化対策工の工費を算出すると 1~2 万円/m²程度であり, D_{cy} , P_L 値から分類した場合の被害金額と比較すると, 対数正規分布の場合, 両者共に中央値は液状化対策工の工費より外構の被害金額の方が低く見積もられ, 90%値は液状化対策工の工費よりも外構の被害金額の方が高く見積もれることが分かる. 一方, ガンマ分布の場合, 両者共に中央値, 90%値は外構の被害金額よりも液状化対策工の工費の方が高く見積もられることが分かる. この結果

を基に, 液状化対策工に要する費用の低減を目的に Tab.1 に示した液状化対策工の設計仕様を Table2 に示した液状化対策工に対する要求性能を満たすように変更する場合を考える. 例として砂杭の杭長を 8m に変更した場合, 液状化判定による分類は杭長が 10m の場合と変わらない. 一方, 液状化対策工の工費は 8000 円~16000 円/m²程度となり, D_{cy} により液状化程度を推定した場合の対数正規分布の 90%値における外構の被害金額より下回ることになる.

Tab.4 Damage cost of median and 90% non-exceedence in ultimate limit state

		D_{cy} により分類した場合の被害金額	P_L 値により分類した場合の被害金額
対数正規分布	中央値	2000 (円/m ²) 程度	900 (円/m ²) 程度
	90%値	22000 (円/m ²) 程度	24000 (円/m ²) 程度
ガンマ分布	中央値	4100 (円/m ²) 程度	3200 (円/m ²) 程度
	90%値	13000 (円/m ²) 程度	13000 (円/m ²) 程度

4. おわりに

既往の液状化判定法を用いた液状化による外構の被害金額の算出フローを示すと共にケーススタディを行った. さらに, 大地震を想定した際の中央値および 90%値における外構の被害金額と一般的に用いられている液状化対策工の工費との比較を行い, 本論文で示した液状化による外構の被害金額の算出法の有用性を示した.

【謝辞】

本研究を行うにあたり, 浦安市役所の関係各位の方々から多大なるご協力を頂きました. また, (株)大林組技術研究所の諏訪仁氏, (株)不動テトラの原田健二氏および吉富宏紀氏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)日本建築学会: 地震リスク評価とリスクコミュニケーション, 2011.3
- 2)日本建築学会: 建築基礎構造設計指針, pp.61-68, 2001.10
- 3)安田進, 原田健二, 石川敬祐: 東北地方太平洋沖地震による千葉県の被害, 地盤工学ジャーナル, Vo.7, No.1, pp.103-115, 2012.3
- 4)地盤工学会関東支部: 事業継続を可能とするための既存構造物周囲の地盤改良(補強)工法に関する研究委員会 活動報告書, 2009.3
- 5)原田健二, 大林淳, 吉富宏紀: 建築物における締固め工法による液状化対策効果の検証, 基礎工, pp.47-49, 2012.12