

攪乱・不攪乱試料に基づく簡易な液状化による沈下予測法

(株)不動テトラ
中央大学

正会員 ○原田 健二
名誉会員 石原 研而

1. はじめに

前報¹⁾では、攪乱と不攪乱試料に対する繰返しせん断試験の液状化後の体積ひずみと土性指標である間隙比範囲 $e_{\max}-e_{\min}^*$ ($e_{\min}^*$ は突固め試験により得られた最小間隙比)や密度指標である相対密度 Dr^* ($e_{\min}^*$ に基づき定義されたもの)との関係について示した。その結果、攪乱・不攪乱試料とも細粒分を多く含み、相対密度が小さい土ほど体積ひずみは大きくなるが、同じ土性や密度状態であっても不攪乱試料の体積ひずみは攪乱試料のそれよりもかなり大きいことが示された。攪乱試料の状態が比較的若い埋立て地盤に近く、不攪乱試料のそれが沖積地盤に近いものと考えれば、実地震での液状化の伴う実地盤の再圧密沈下量を予測する際は、ボーリングデータでの土層を区別して、使い分けて推定するのが妥当であると考えられるため、本報ではTsukamoto et al.²⁾の考え方に沿って体積ひずみと間隙比範囲の関係図を使った簡易な沈下量予測法を提案し、実測値と比較する。

2. 沈下の予測方法と対象地域

(1) 対象地域

沈下の予測法を適用した地域は、文献3)に示されている2011年東北地方太平洋沖地震により被災した浦安市と千葉市美浜であり、ボーリングデータ、柱状図が示されている5地点((a) Takasu4-2, (b) Chiba Maihama, (c) Chiba Isobe8, (d) Fujimi3, (e) Kairaku2)である。

(2) 沈下の予測方法

予測に必要な $e_{\max}-e_{\min}^*$ と Dr^* については関係式(1), (2)⁴⁾が示されており、これを使って以下の手順で沈下量を推定する。ここでは(c) Chiba Isobe8のデータを例にとって説明する。

$$e_{\max} - e_{\min}^* \begin{cases} = 0.43 + 0.0087Fc & (Fc \leq 5) \\ = 0.0001Fc^2 + 0.0154Fc + 0.394 & (5 < Fc \leq 30) \cdots (1) \\ = 0.75 + 0.0064Fc & (Fc > 30) \end{cases} \quad N_1 = C_D^* \cdot Dr^{*2} = \frac{9}{(e_{\max} - e_{\min}^*)^{1.7}} Dr^{*2} \cdots (2)$$

- ① 柱状図及び埋立履歴図より埋立層と沖積層を区分する。(図-1の土質柱状図参照)
- ② 細粒分含有率が記述してある土質柱状図を使って、式(1)より $e_{\max}-e_{\min}^*$ を推定する。(図-1右欄参照)
- ③ 拘束圧で補正したN値である N_1 値(図-2(a))と $e_{\max}-e_{\min}^*$ を使って式(2)より Dr^* を推定する。
- ④ 埋立層には図3(a)を、沖積層には図3(b)を使って $e_{\max}-e_{\min}^*$ と Dr^* から最大体積ひずみ $\varepsilon_{v\max}$ を求める。
- ⑤ 図-4によって液状化安全率 F_L (図-2(b))より $\varepsilon_v / \varepsilon_{v\max}$ を求め、④で定めた $\varepsilon_{v\max}$ の値より体積ひずみ ε_v を算出する。(図-2(c)の白丸印)
- ⑥ 液状化底面(深さ16m)から始めて層毎の沈下量を算出し、これを加え合わせたものが地表面に現れる沈下量とする。(図-2(d)の白丸印)

沈下の発生する底面の決め方は以下の通りである。

- (a) 埋立層あるいは沖積層の砂層でN値が大きく F_L 値が1.5以上の層が3m以上連続して存在する場合は、その上面を液状化層の最下端とする。
- (b) シルト質砂層で F_L 値が1.5以上の層が3m以上連続している場合は、その上面を液状化層の最下端とする。
- (c) 埋立層で非液状化層が3m以下で F_L 値が1.0より小さい層が連続する場合は、その層の最下端とする。

3. 実測沈下と予測沈下の比較

対象の5地点について、手順①～⑥に従い(a)～(c)の液状化発生の底面の決定方法に準じて求めた沈下量の推定値と観測された実測値の比較を図-5に示している。同図にはTsukamoto et al.²⁾により示された方法による推定値も併せて示しているが、両方法を比較すると今回提案した推定値の方が実測値に近いものとなっており、本手法の予測精度が向上していることが分かる。

4. まとめ

本文においては、従来の沈下予測方法について改良を加えたものについて同じデータを使って推定値と実測値を比較を行った。その結果、今回提案したものの方がより精度が向上し、実測値に近いものとなった。

今後は、締固めによる改良地盤の事前・事後データを使って、本手法の予測精度とで改良効果を確認する予定である。

キーワード 攪乱・不攪乱試料, 体積ひずみ, 液状化による沈下

連絡先 〒103-0016 東京都中央区日本橋小網町7番2号 (株) 不動テトラ TEL 03-5644-8534

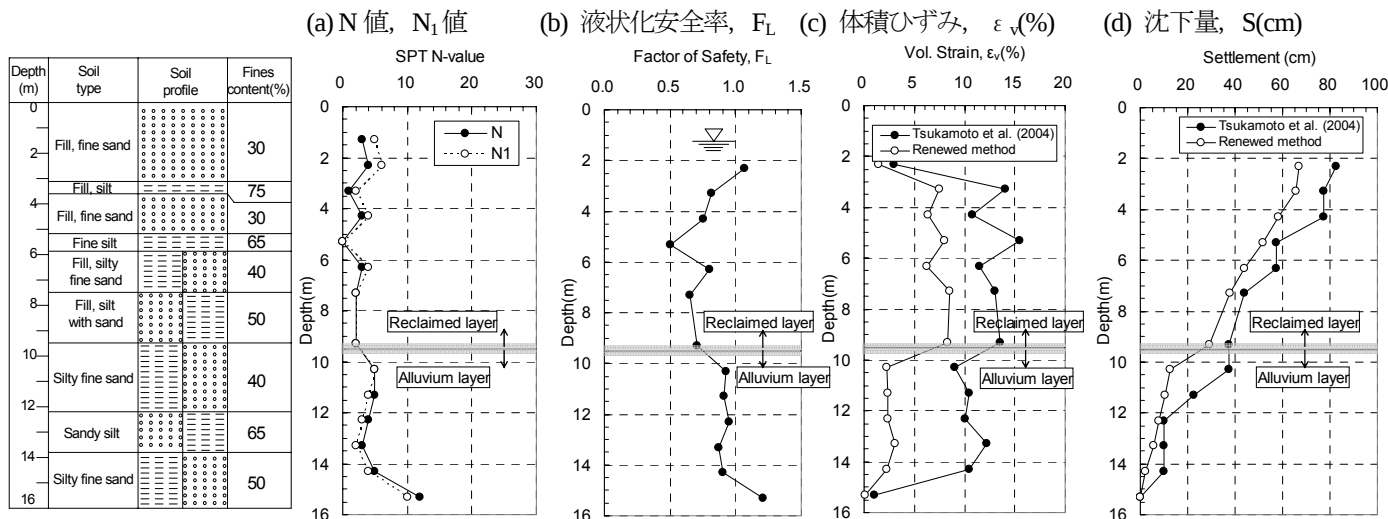


図-1 柱状図と細粒分含有率

図-2 液状化解析 ((c) Chiba Isobe8)

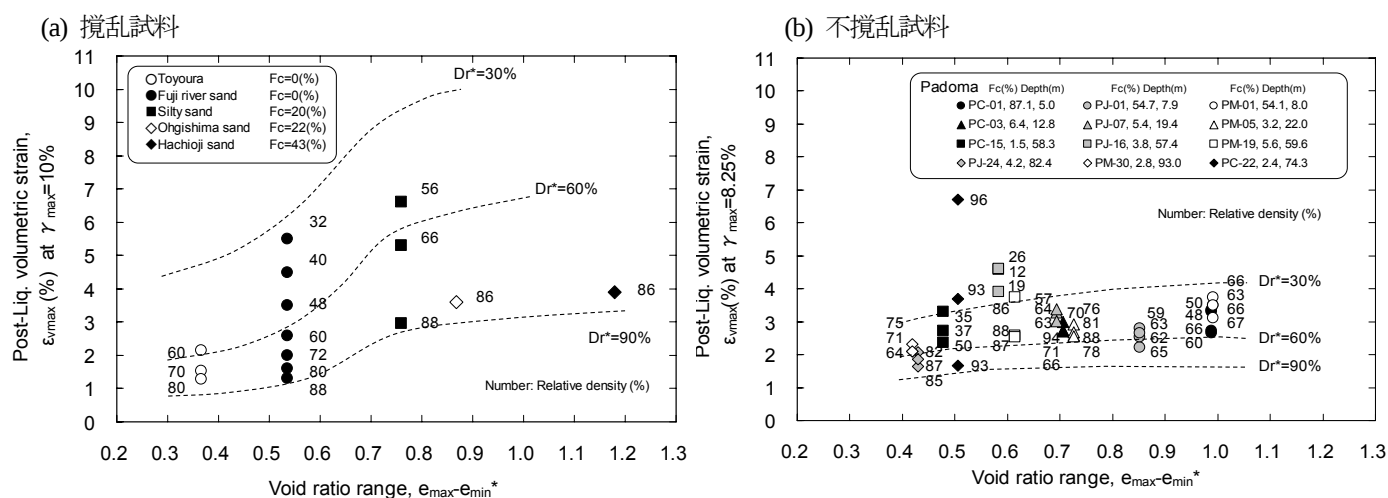
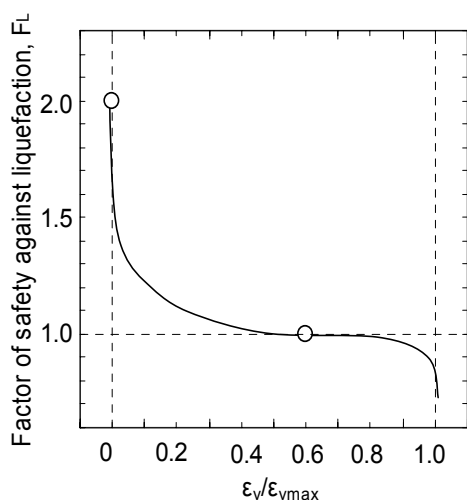
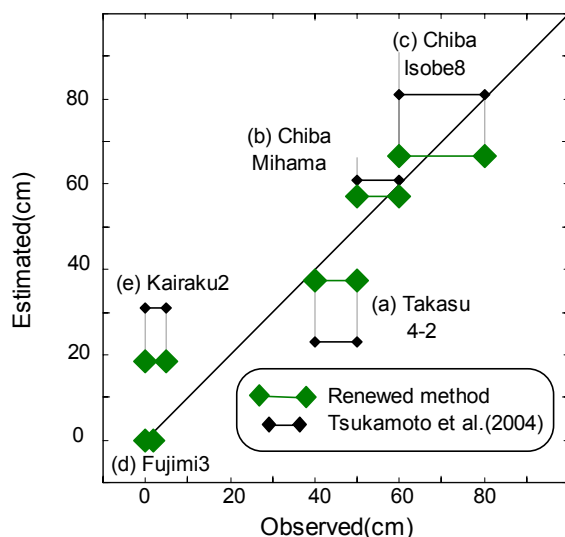
図-3 間隙比範囲と体積ひずみの関係¹⁾図-4 液状化安全率と $\varepsilon_v/\varepsilon_{vmax}$ の関係²⁾

図-5 推定値と実測値の比較

【参考文献】 1) 石原ら (2012) : 攪乱・不攪乱試料に基づく液状化による体積変化特性, 第 47 回地盤工学研究発表会 (投稿中) 2) Tsukamoto, Y., Ishihara, K. et al. (2004) : Settlement of silty sand deposits following liquefaction during earthquake, Soils and Foundations, Vol. 44, No. 5, pp. 135-148. 3) Ishihara, K. et al. (2012) : Liquefaction in Tokyo Bay and Kanto Regions in the 2011 Great East Japan Earthquake, 2nd International Conference on Performance Based Design in Earthquake Geotechnical Engineering. 4) 原田, 石原(2012) : 細粒分を含む土の最小間隙比と相対密度についての一考察, 日本地震工学会要集, pp.276-277. 5) 日本道路協会(1980) : 道路橋示方書・同解説, V耐震設計編, p75.