

液状化対策としての地下水位低下工法の課題とその克服 (第5報)

茨城大学 ICAS フェロー会員 ○安原一哉

1. まえがき

東北太平洋沖地震後の茨城県における造成宅地の液状化対策として地下水位低下工法が注目されている。わかりやすい工法であるが、いくつか注意すべき課題が含まれている。筆者はこれまでに、それらを整理して克服する方法を議論してきた。特に、地下水位低下に伴う沈下と地震時の液状化による沈下の取り扱いについて議論した。まず、重要な課題として不同沈下対策について考察し、具体的な取り扱い方法について提案を行った。次いで、地下水位低下に伴う沈下と地下水位の低下を受けた地盤の地震時に生じる沈下の重ねあわせにおいて生じる課題について論じた。本文はこれに引き継いで、地下水位の低下を受けた多層地盤における地震時地盤沈下に及ぼす粘性土（シルトや粘土など）の役割について考察した。

2. 地下水位低下履歴を受けた層状地盤の沈下の考え方

地震に伴う地盤の沈下は、既報でまとめたように、結構複雑である<sup>2)</sup>。2011年3月11日に生じた東北太平洋沖地震時の大きさは、地震直後の即時沈下（せん断による沈下で、“めり込み沈下”とも称される）<sup>3)</sup>と地震後の圧縮沈下（液状化後の体積変化による沈下）に分けられる。沈下・時間曲線で示すと図-2のようになる。このうち、シルト地盤を含む粘性土地盤の場合は、剛性の劣化によるせん断沈下も地震時に生じた過剰間隙水圧の消散に伴う長期にわたって地震後沈下が継続することがあるが、本文では、特にこのことについて議論したい。

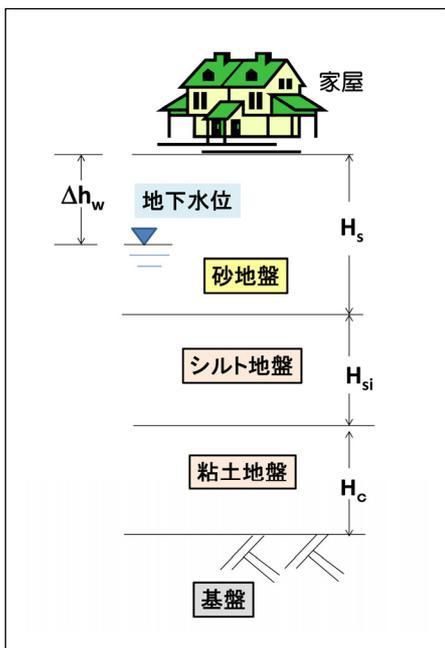


図-1 計算の対象とするモデル地盤

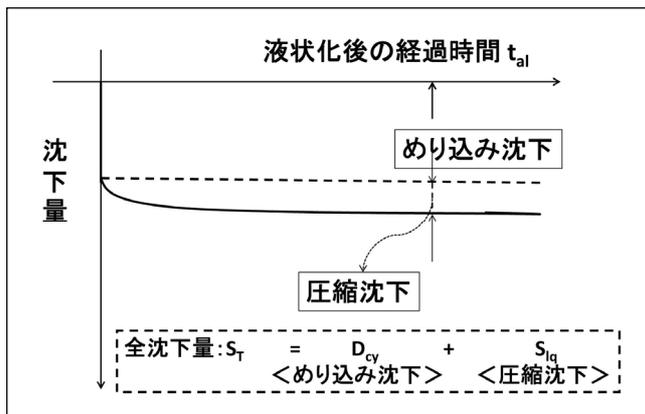


図-2 液状化に伴う基礎地盤の沈下

- ◆沈下の計算方法(国交省指針：2013)
- ・めり込み沈下：
  - ・圧縮沈下：

3. 地震に伴う地盤と構造物の沈下の算定に及ぼす粘性土の影響

Overcoming the issues included in groundwater lowering techniques for liquefaction mitigation (5<sup>th</sup> report)

<sup>1</sup> Kazuya Yasuhara, Institute for Global Change Adaptation Science, Ibaraki University

図-1 は、多層地盤の上に建てられた住宅（家屋）を模式的に示したものである。地下水位は地表面に存在していたが、液状化対策のために、地表面から $\Delta h_w$ だけ下げた状況を示している。こうすると、地震時の液状化対象層は、 $H_s$  から  $H_s - \Delta h_w$  に減少する。従って、液状化に伴う砂質土の沈下量は減少することになる。一方、砂地盤の剛性低下によるめり込み沈下は対象とする砂層の厚さが小さくなるため、沈下量も小さくなると考えられる。図-2 はこのことを模式的に表示したものである。これによれば、地震時の地盤の沈下は、地震による繰返し荷重の負荷に伴う剛性の劣化によって生じると考えられるめり込み沈下  $D_{cy}$  と液状化後の過剰間隙水圧消散による沈下の重ね合わせによって成り立つと考えられる。すなわち、便宜的に次式を仮定する。

$$S_T = D_{cy} + S_{1q} \quad (1)$$

$D_{cy}$  は、多層地盤を仮定した弾性沈下量を求める Steinbrener の理論式を援用する。一方、圧縮沈下量の算定には、砂地盤については、石原・吉嶺による計算図表が用いられるが、粘土地盤を含めた多層地盤の計算方法は今のところないと言える。ここでは、粘性土地盤の剛性劣化による沈下予測は安原による方法を用いる。

4. 地下水位の低下を受けた多層地盤の沈下算定

ここでは、図-3 のようなモデル地盤を想定して、地下水位を低下させたる前に地震に襲われ、砂層、シルト層、粘土層において、0.99, 0.50, 0.25 の過剰間隙水圧比に相当する過剰間隙水圧が生じたと仮定する。一方、地下水位を下げた地盤は、その後、同じ大きさの地震動を受けたとしても、過剰水圧の分布

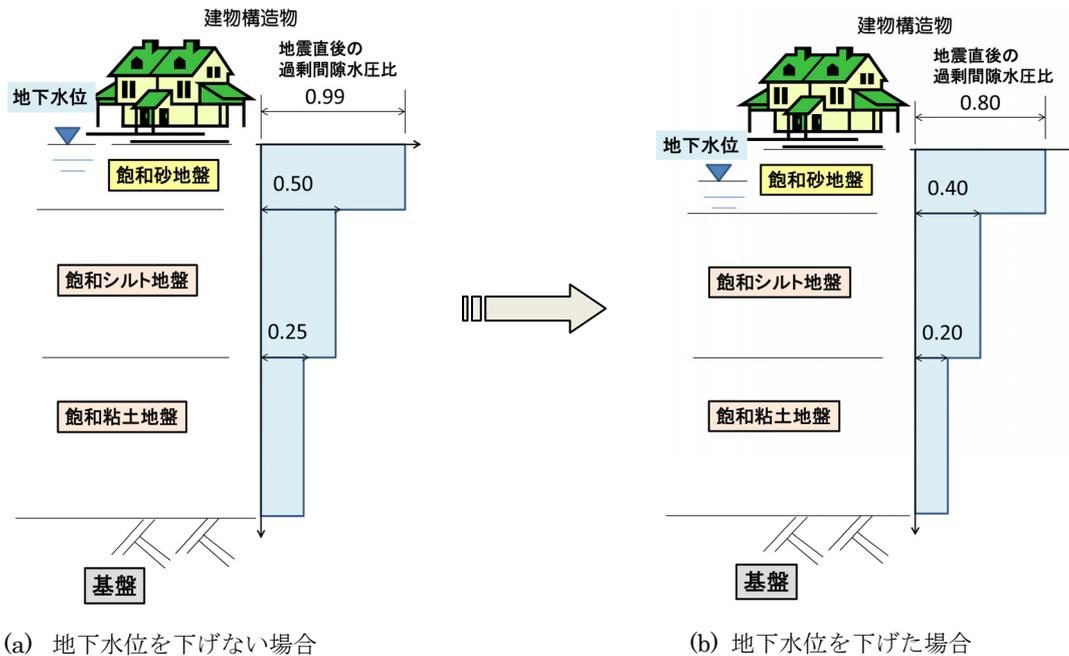


図-3 地震直後の過剰間隙水圧分布に及ぼす地下水位低下の影響

は、たとえば、図-3(b)のようになると考えられるので、地下水位を下げる前(図-3(a))に比べると砂質土のめり込み沈下量と多層地盤の圧縮沈下量とも小さくなるであろうから、総じて安定な方向になると考えられる。具体的な計算例は発表当日に示すことにしたい。

5. まとめ

液状化対象層を含む多層地盤において地下水位低下工法を採用する際に、液状化層の下部に厚い粘土層がある場合の地震時沈下の基本的な考え方を論じた。いずれにせよ、地震時および地震後沈下の抑制という立場からは地下水位低下工法は有利であることに変わりはない、