

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（続報）

茨城大学 ICAS フェロー会員 安原一哉

1. はじめに

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。本文では、まず、それらを整理して克服する方法を概説した。このうち、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方について議論した。既報¹⁾では、なかでも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。本文はそれに引き続いて、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ものである。

2. 地震に伴う地盤と構造物の沈下

地震に伴う地盤の沈下は、表-1にまとめたように、結構複雑である²⁾。2011年3月11日に生じた東北太平洋沖地震時の大きくは、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）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、本文では混乱を避けるため、ここではこの議論はせず、稿を改める。

3. 地震に伴う地盤と構造物の沈下の算定

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 Δh_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

表-1 2011.3.11 東北地方太平洋沖地震時における地盤の沈下²⁾

地盤沈下の種類	原因	誘因	二次災害	復旧対策		復興対策
				<被災した地域>	<今後災害の危険性のある地域>	
沿岸域地盤沈下（地盤沈降）	地震に起因する大きな地殻変動	脆弱な地形・地質・地盤構成	①短期的：雨季の浸水や冠水 ②長期的：海面上昇による高潮時の浸水や冠水	①排水対策 ②浸水・冠水対策 ③家屋のかさ上げ		①ハザードマップ>リスクマップの作成、情報公開 ②地域計画や都市計画の中で復興計画を立てる ③住民の意思を反映する
構造物の即時沈下	盛土のせん断変形に伴う沈下	①排水への配慮不足 ②盛土の不十分な締固め ③大きな地震動	雨季の土砂災害 余震による土砂災害	①雨水対策（ブルーシート、土のうなど） ②カルテづくり ③個々の事情に適した対策の実践	①地歴調査などによる土構造物や地盤の健康診断 ②住民に対する情報公開 ③個人の財産・生命を優先するという思想の形成 ④個々の事情に適した対策の実践 ⑤新しい技術の積極的導入 ⑥第三者技術者集団/組織（学会、NPOなど）の積極的利活用	
地震後の地盤沈下	砂地盤の液状化後の過剰間隙水圧消散	①ゆるい砂地盤 ②高い地下水位 ③大きな地震動	余震による再液状化			
	粘土地盤の地震後の過剰間隙水圧消散	①軟弱な粘土地盤 ②大きな地震動	長期にわたる地盤沈下		①モニタリング ②浸水・冠水対策 ③家屋のかさ上げ	

キーワード 液状化，地下水位低下，住宅基礎，地盤沈下

連絡先

〒310-8512 茨城県水戸市文京 2-1-1 茨城大学地球変動適応科学研究機関 TEL 029-228-8824

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不可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ている．

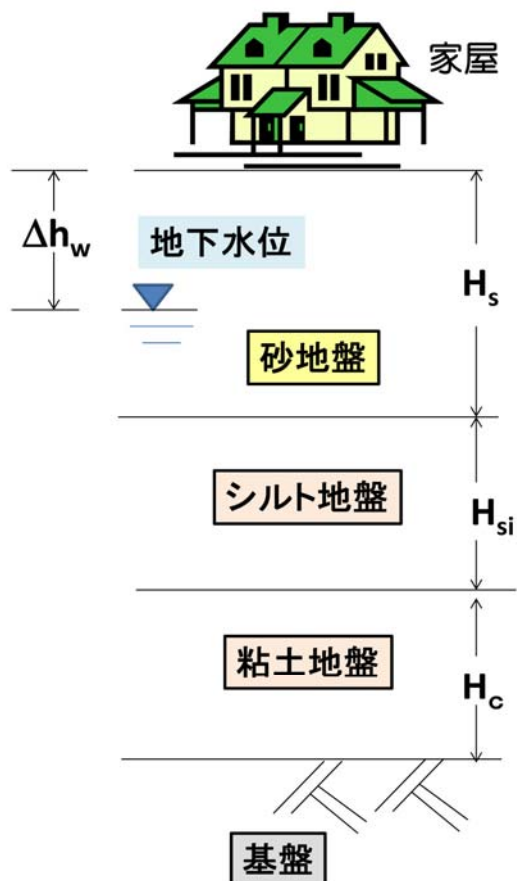


図-1 家屋とその基礎地盤の模式図

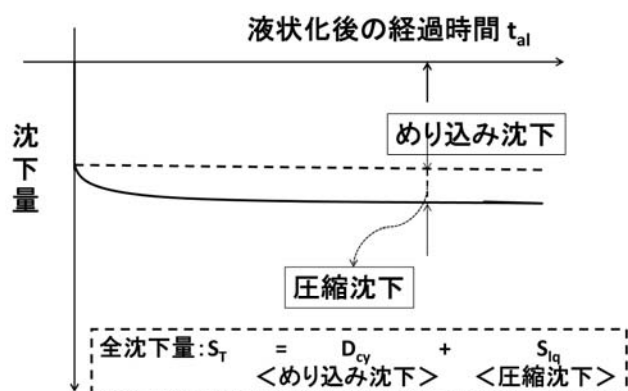


図-2 地震時の地盤の沈下・時間関係

すなわち，便宜的に次式を仮定する．

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

＜めり込み沈下量＞ ＜圧縮沈下量＞

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，石原・吉嶺³⁾による計算図表が用いられる．

4. 地下水位の低下を受けた多層地盤の沈下算定における問題点

地下水位の低下を受けた多層地盤の沈下算定における課題は，いくつかあるが，地下水位の低下における粘性土地盤の圧密沈下と地震後の砂地盤の沈下量を重ね合わせなければならない点である．特に，図-3に示したように，地下水位を下げるとめり込み沈

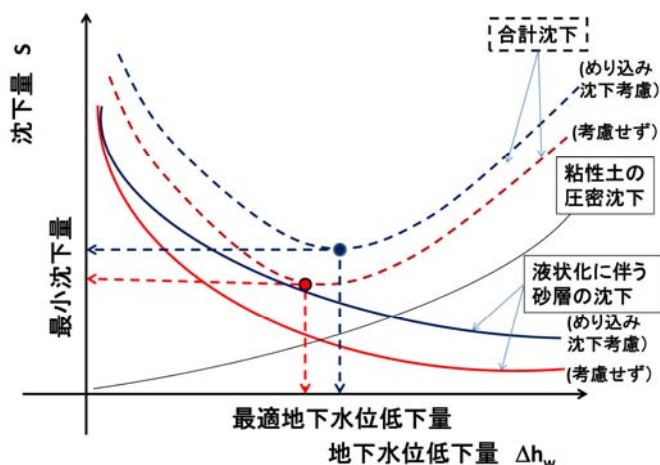


図-3 地震前と地震後の沈下の重ね合わせ

下量も小さくなるが，地下水位低下に伴う圧密沈下を考慮すると，いずれにしても沈下量を最小にする最適な地下水位低下量が存在することになるので，地下水位低下工法においてはこのことに最も注意を払う必要があるということになる．

謝辞：本文は，神栖市他茨城県内のいくつかの市町村における液状化対策検討委員会を通じて考察した結果をまとめたものです．関係各位に深甚の謝意を表します．

引用文献

- 1) 安原：第48回地盤工学研究発表会講演概要集，2013.
- 2) 安原・薄井：ジオシンセティックス論文集，第27巻，pp. 69-76，2012.
- 3) Ishihara, K. and Yoshimine, M. Soils and Foundations, Vol.32, No.1, pp.173-188, 1992.