

液状化で被災した小規模建築物の沈下修正注入後のレベル経過測量結果

正 ○ 高田 徹^{1*} 正 岡野 泰三^{3*}
正 今井 敬介^{2*} 正 真島 正人^{1*}

小規模建築物 液状化 注入工法
不同沈下 沈下修正

1. はじめに

2011年の東日本大震災で生じた液状化現象により、約27,000件にもおよぶ住宅が不同沈下した¹⁾。この建物の修正技術の一つに“注入工法”があるが、簡便かつ安価という理由で、施工件数は一般の鋼管圧入工法や耐圧版工法と匹敵する数量で実施されている。

しかしながら注入工法は、薬液が間隙の大きな土層や土圧の少ない方向に逃げ易いので、ある限定された範囲だけの改良が比較的難しい工法である。それゆえ注入に適さない地盤で施工したり、少量の注入量で修正してしまうと、沈下修正後に再沈下を招くことが予想される。しかし沈下修正注入工法の再沈下事例や基礎レベルの経過測量に関する報告は少なく、実際のところよく分かっていない。

そこで筆者らは、震災後、沈下修正注入で修復された建物基礎レベルの追跡調査を試みたので、ここにその結果を報告する。

2. 沈下修正注入工法の概要

追跡調査を行った家屋の沈下修正注入工法の仕様と考え方を示す。

(注入仕様)

- (1) 注入方式：2重管ストレーナ単相方式
- (2) 注入材料：セメント系瞬結性薬液（表1）
- (3) 注入方法：基礎レベルを監視し、かつ深い深度から浅い方へと、地盤を下部から上部へと注入する。

表1 使用薬液の配合

A液 (200 L)		B液 (200 L)	
3号珪酸ソーダ	100 L	普通セメント	75 kg
水	100 L	硬化剤	30 kg
		水	約 162 L
計	200 L	計	200 L

ゲルタイム 10秒，ホモゲルの一軸圧縮強度：5000 kN/m²

(注入量設計の考え方)

地盤条件にもよるが、液状化で被災した家屋を考慮し、最低でも深度3mまでを注入深さとする。また建物が沈下した側を集中的に注入して基礎レベルを修正するが、

修正後の地盤強度の均一化を考え、建物下全域を注入対象土量とする（設計の考え方の詳細は文献2を参照されたい）。

3. 追跡調査を実施した建物の被害

表2に追跡調査を実施した沈下修正工事場所と件数を示す。表に示されるように、今回調査した工事は31件分で、その内26件(83%)が浦安市で行ったものである。なおこの工事は、2011年4月～2012年6月の間に実施したものである。

図1に修正工事前の建物不同沈下量の傾向を示す。ここでは1階床の主要な箇所レベル測量した最大値と最小値の差を不同沈下量として表している。図より、注入工事を実施した建物の不同沈下量は、概ね50～200mmの範囲で26件(83%)あった。

施工した建物は、全て3階建て以下の木造住宅、ベタ基礎で、建設会社も様々である。図2に工事完了直後の建物不同沈下量を示す。工事は不同沈下量や傾斜角に管理目標値を設定し、その数値内になるように全て修正した。図より、今回工事した建物31件の内28件(19件+9件：90%)が不同沈下量6mm未満で完了したこととなる。また不同沈下量9mmの物件が1件あるが、これは建物面積が他よりも十分大きいからで、傾斜角で表すと1/1000であった。

4. 追跡調査結果と考察

今回の追跡調査は、2013年1～2月に一斉に行なった。

表2 追跡調査を実施した件数と場所

工事場所		件数	
千葉県	浦安市	東野	11
		入船	8
		舞浜	5
		美浜	1
		弁天	1
	船橋市	日の出	1
茨城県	神栖市	知手中央	2
		大野原	1
	潮来市	日の出	1
合計		31	

Results of the housing foundation level measurement that made the adjustment injection after subsidence by liquefaction.

TAKATA Toru, OKANO Taizou
IMAI Keisuke, MAJIMA Masato

そのため各建物の経過日数が統一できておらず、今回の調査では、7ヶ月～1.8年（228日～671日）の経過日数で測定したこととなる。追跡調査は、工事完了時に測定した1階床の測量箇所と同位置で実施した。

図3に追跡調査時の建物の不同沈下量の傾向を示す。図より、今回調査した建物31件の内27件（15件+12件：87%）が不同沈下量6mm未満でおさまっているが、図2と見比べると不同沈下量がやや大きくなる傾向が見られる。この傾向をより詳細に示したものが図4で、各建物の工事完了後と経過日数後の不同沈下量の差を経時的に表したものである。その結果、建物の経過後の不同

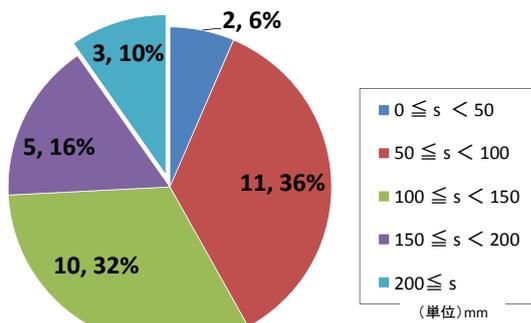


図1 震災による建物の不同沈下量

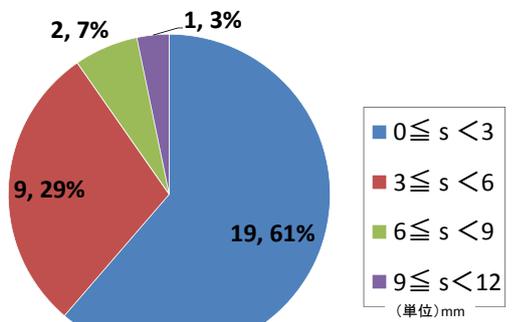


図2 沈下修正工事完了直後の不同沈下量

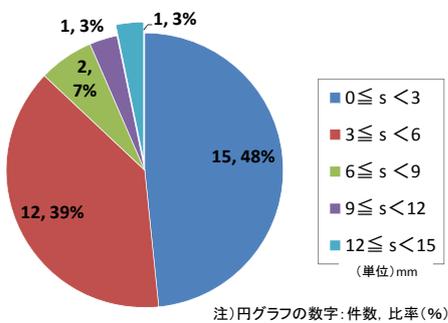


図3 経過日数後の不同沈下量

沈下量は、平均で1.5mm増加していた。一方、不同沈下量の差が負の値になっている建物が7件（22%）あった。これは時間経過と共に建物の不同沈下量が減少したことを意味するが、その数値からすれば、大半が測量誤差だと考えられる。この測量誤差が2mm程度あると仮定すると、2mm以下におさまっている物件は21件あり、約7割の物件は再沈下が見られなかったと考える。

図4では、3mm以上に不同沈下量が増えた物件が10件（68%）、4mm以上で5件（32%）あった。この5件については、地域性、不同沈下量や建築面積の大きさなどに特徴があると思われたが、際立った傾向は見られなかった。また経過日数が増えると共に沈下量が増え続けそうな傾向も見られなかった。よって工事後から経過して不同沈下量が増えた理由としては、その間に発生した地震（気象庁HPより、茨城県沖、千葉県沖を震源としたマグニチュード5以上の地震回数：8回）および施工直後に生じやすい即時沈下の影響だと推測する。

今回調査した建物31件の沈下修正工事は、震災後1～3ヶ月と比較的早い段階で修正している。当初、余震や液状化後に生じるであろう圧密沈下の影響を考慮し、養生期間を設けてから修正すべきと考えられた。また注入材料の耐久性の問題で地盤強度（N値）が低下した事例³⁾もあり、注意を要する。しかし今回実施した建物のみ不同沈下量の測定には、顕著な再沈下傾向は見られなかった。今後、追跡調査を重ね、より明確にしていきたいと考えている。

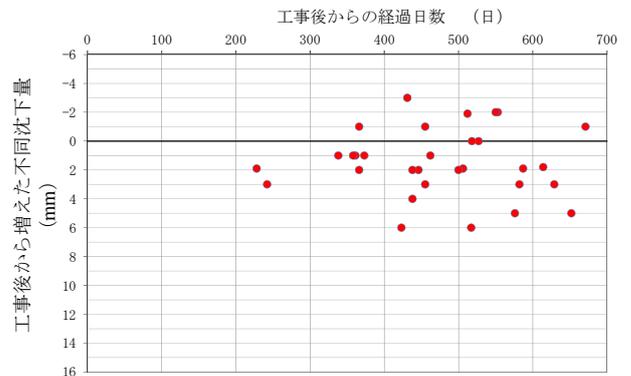


図4 工事後から増えた不同沈下量の経時的変化

参考文献

- 1) 国土交通省ホームページ
- 2) 例えば、今井・高田：沈下修正注入における注入量と修正量の関係、第47回地盤工学研究発表会、2012。
- 3) 檜垣貫司、所武彦：薬液注入剤の長期耐久性調査、第32回地盤工学研究発表会、pp. 2283-2284, 1997。

*1 設計室ソイル
*2 グラウト工業
*3 三井ホーム

*1 Soil Design
*2 Grout Kougyo
*3 Mitsui Home