

沈下修正注入における注入量と修正量の関係

注入 沈下修正 液状化

(株) グラウト工業 正会員 ○今井敬介
(株) 設計室ソイル 正会員 高田 徹

1. はじめに

数ある住宅の沈下修正工法の中でも、注入工法は他の工法に比べて迅速かつ安価でまた地盤改良効果も兼ね備えることから、東北地方太平洋沖地震以後、適用実績が伸びている。これは今回の被災家屋の大半が施主の負担で工事するといった特殊性が影響している。具体的には、本来であれば鋼管圧入工法のような確実な工法を選定したくても支持層が十分に深くなると高額な工事費になってしまい、適用し難くなるからだと考える。

筆者らはこれまで注入工法を用いて住宅の沈下修正を実施してきた¹⁾。しかし沈下修正注入には公的な設計指針や基準類はなく、また当分野の研究成果や研究者も少ないのが実際である。よって不十分な設計検討のまま注入で沈下修正して施工事故が生じるといった事例も少なくない。また沈下修正注入の最終目的は建物の水平化にあるが、注入量が計画量と実施量で大きな差異が出るようでは、適切な工事費を見積ることすらできなくなる。

これらの背景に対し、本稿は、沈下修正注入の設計検討資料の一つになることを目的として、これまでに実施した施工データから、主に注入量と沈下修正量の関係について統計的に分析した結果を報告するものである。

2. 施工数量と概要

分析に用いたデータは、過去5年間に薬液注入で修正した計88件の施工データを用いた。図1に基礎面積、図2に基礎仕様、図3に不同沈下量別のデータ傾向を示す。対象建物は、建築面積40-80 m²の木造3階建以下、ベタ基礎の戸建住宅が多かった。また不同沈下量 L_f は150 mm未満の建物が全体中の84%を占めている。建物の被災要因は、49件(55%)が液状化による不同沈下で、残り39件(45%)は建物荷重や盛土荷重などによる圧密沈下、擁壁部の埋戻し土の転圧不足、隣地の地盤変状(掘削、造成盛土)などに伴う不同沈下であった。なお建設時に地盤補強がなされた物件数は13件(14%)で、それ以外(86%)は直接基礎にて建設されていた。

用いた注入材は、全て瞬結タイプのセメント系薬液(ホモゲルの一軸圧縮強さ $q_u \approx 5000 \text{ kN/m}^2$, ゲルタイム10 sec)で、二重管ストレーナ(单相)方式、吐出速度18 L/minにて注入した。

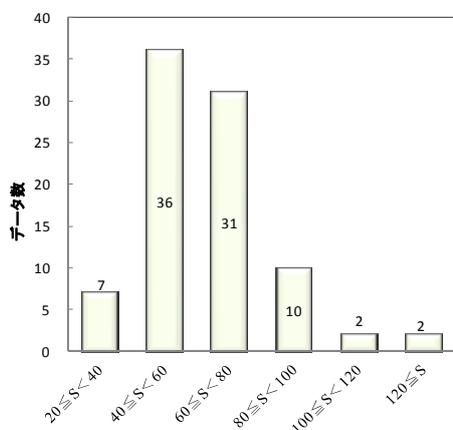
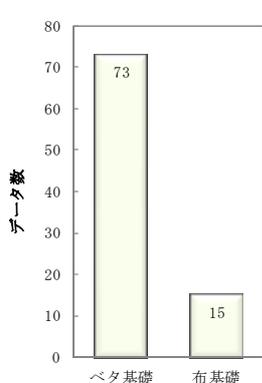
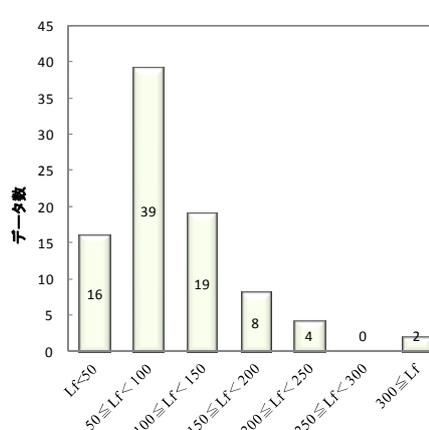
図1 建築面積 S (unit : m²)

図2 基礎仕様

図3 不同沈下量 L_f (unit : mm)

3. 計画注入量算出の考え方

地盤改良の計画注入量は、対象土質の間げき率、充填率、重要度率などを加味して算出した注入率を対象土量に乗じて求めるのが一般的である。これに対して沈下修正注入における注入率は、建物の水平化が主目的であり、建物の被害程度(不同沈下量)も加味する必要がある。被害程度が大きくなればその分注入量も増加する。また、浅い深度で注入するほど地表面の変位は大きくなるが、基礎に与える影響が大きくなったり、深い深度に軟弱層があると持ち上げにくくまた修正後の地盤の安定が図られないこともある。ここでは地盤に応じて、図4に示すように、主に地盤変位に寄与する注入量 Q_1 と主に地盤の強度増加に寄与する注入量 Q_2 の和を計画注入量 Q として算出した。なお図中に示す各注入係数 a, b の値は、過去の実験結果および工事実績に基づいて決定し、積算に反映した。

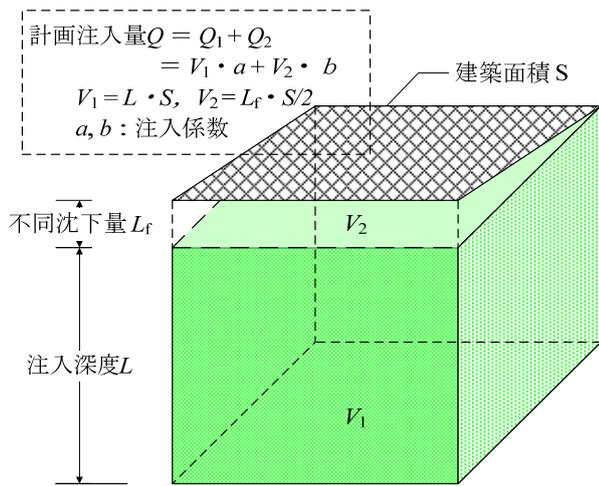


図4 計画注入量の考え方

4. 分析結果と考察

表1に被害要因別の注入量と対象土量の比較を示す。表より、液状化被害の平均不同沈下量(129 mm)は、圧密沈下・支持力不足による数値(61 mm)に比べて、約2倍大きかった。しかし実施注入量は、それぞれ23.1 m³、17.6 m³と1.3倍程度の差しか見られない。これは液状化被害が主に砂質土、圧密沈下・支持力不足による被害が主に粘性土を対象とした地盤であったことから、粘性土地盤の方が砂質地盤に比べて圧縮性が高いせいかな注入量が多く必要となったと思われる。

図5に全体対象土量 $V (= V_1 + V_2)$ と実施注入量の比較を、図6に全体対象土量と実施注入率の比較を示す。図5より全体対象土量と注入量には正の相関、図6より全体対象土量と注入率には負の相関が見られるが、いずれもばらつきは大きくなっている。このばらつきが大きくなる要因には、先述した土質の違いのほか、基礎形状、および削孔角度や削孔本数が制約されるなどの現場的な条件が考えられる。

図7に計画注入量と実施注入量の比較結果を示す。統計的には、実施注入量は計画注入量に比べて8割分の注入量で修正できている。ただし、計画注入量に対して実施注入量が半分以下で修正できている案件も見られている。これは住宅の沈下修正の場合、地盤調査が不十分なまま設計することも比較的多く、対象土量を安全側に見込んだことも一要因として上げられる。

5. おわりに

本稿では、全施工データを基に総合的に評価してみた。今後は、施工データを蓄積しながら、注入量に起因する要因を精査したいと考えている。

【参考文献】

- 高田, 岡野, 平崎: 注入による戸建住宅の不同沈下修正工事例, 基礎工, Vol.36, No. 5, pp. 82-84, 2008.

【謝辞】

本稿をまとめるに当たり、データ提供にご協力いただいた、アイリフト工法技術委員会の関係者の皆様方に深く敬意を表します。

表1 被害要因別の注入量と対象土量の比較

被害要因	液状化	圧密沈下・支持力不足など
データ件数	49	39
不同沈下量 (平均)	129 mm	61 mm
注入深度 (平均)	3.1 m	3.8 m
V_1 (平均)	224.1 m ³	202.8 m ³
V_2 (平均)	4.9 m ³	1.6 m ³
V (平均)	229.0 m ³	204.4 m ³
実施注入量 (平均)	23.1 m ³	17.6 m ³
実施注入率 (平均)	10.0 %	8.6 %

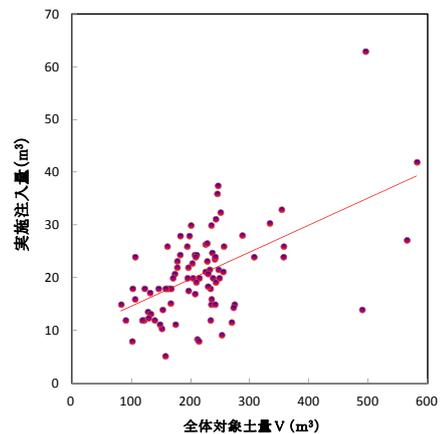


図5 全体対象土量と実施注入量の比較

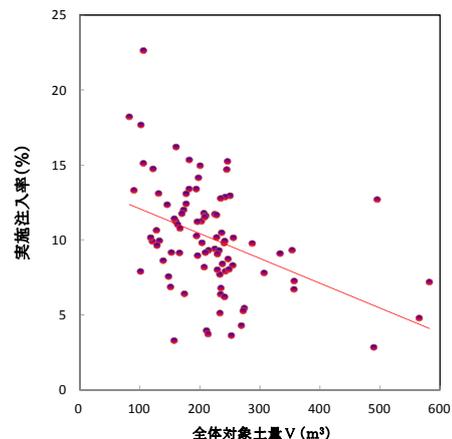


図6 全体対象土量と実施注入率の比較

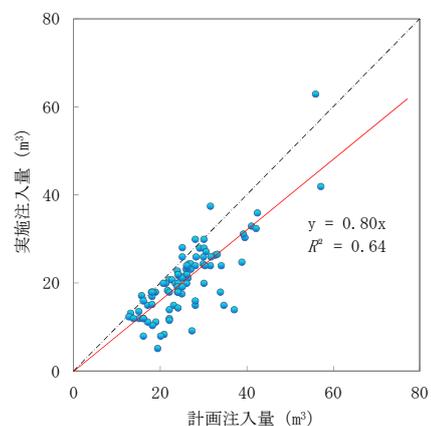


図7 計画注入量と実施注入量の比較