

報文 注入による戸建て住宅の不同沈下修正工事例

高田 徹*／岡野 泰三**／平崎 毅***

1. はじめに

建物の沈下修正工事とは、地盤沈下や地盤不良、地震などの影響により不同沈下した建物を正常な状態に復元することを目的とした工事である。建物の不具合が大きすぎる場合は、取壊して建替えるという処置が施されるが、これは新築工事の取扱いであり、軽微な場合は沈下修正工事によって修復される。

戸建て住宅に用いられる沈下修正工法には、“鋼管圧入工法”、“嵩上げ工法+上屋修正工法”、“曳屋工法”、“耐圧版工法”などが一般的である¹⁾。近年では、これらに加えて“注入工法”が経済的で、かつ工期短縮に繋がるため採用ケースも増えている。沈下修正に用いる注入材は、流動性が低く耐久性に富む材質が要求され、例えばモルタル、発泡ウレタン、瞬結性薬液などが一般的である。

本稿では、不同沈下した住宅をセメント系瞬結タイプの薬液注入によって修正した工事例を紹介する。また、

本材料を用いた沈下修正の現状と課題や研究成果についても述べる。

2. 施工方法

図-1に沈下修正注入の施工システムを、図-2に設計・施工フローを示す。注入は、建物の内外部の主要箇所に取付けた変位計により建物変位を監視しながら注入する。ボーリングマシンは、建物周辺から斜め削孔にて注入するため、施工中、施主の生活にはほとんど影響しない。

注入による地盤隆起は、土被り圧が少ないほど生じやすいので、注入材がリークしない程度の浅層部(深度1.5～3m)で注入すれば容易に隆起する。ただし、その注入層下部に軟弱な粘性土層があると、沈下修正後、その注入材の荷重増加によって圧密沈下しかねないので、注入深度の見極めが重要である。また建物の基礎形状がベタ基礎であればさほど支障なく隆起するが、布基礎や束基礎などの場合は基礎よりも土間の部分へ注入材が逃げるため、リフトアップ効果は低くなる。よって、その前処理として表層部分に注入して擬似的な改良盤を形成し

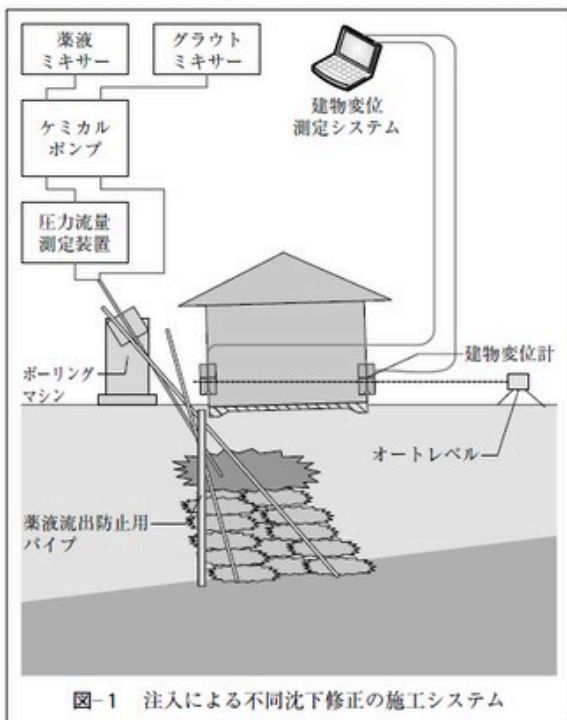


図-1 注入による不同沈下修正の施工システム

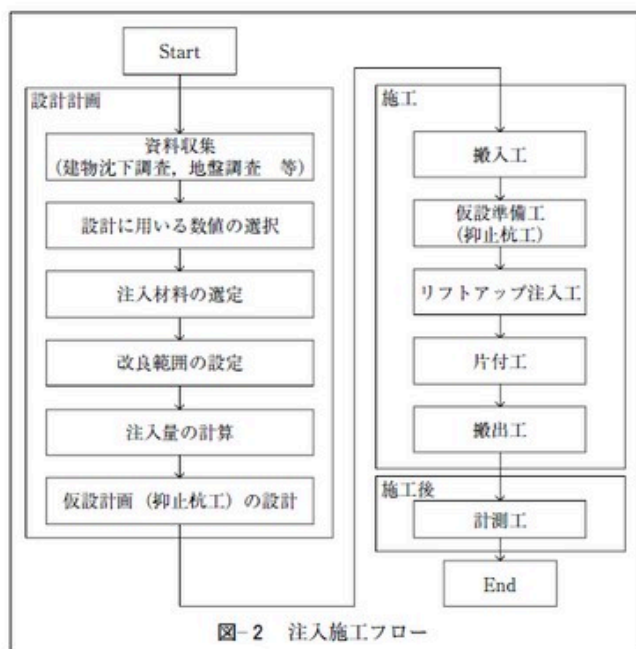


図-2 注入施工フロー

*TAKATA Toru 特設計室ソイル 技術部 部長
**OKANO Taizo 三井ホーム㈱ 技術統括本部 グループマネージャー
***HIRASAKI Tsuyoshi 有富山建設 代表取締役

東京都中央区日本橋3-9-12
東京都新宿区西新宿6-24-1
神奈川県三浦郡葉山町長柄866-10



写真-1 薬液流出防止用パイプの打設状況

表-1 修正工事と建物概要

場 所	兵庫県神戸市
建 物	木造2階
基礎構造	ベタ基礎
建築面積	47.8m ²
地盤条件	図-3 参照
地盤改良	表層改良工法（～GL-2mまで）
被害概要	最大不同沈下量：81mm
対策工法	注入工法（二重管ストレナ方式）
工 期	1週間（平成18年7月）

た後、その下部で注入してリフトアップさせるなどの工夫が必要である。

また、対象建物の極近傍に家屋・擁壁・浄化槽などが隣接し、その変状が懸念される場合や、沈下修正量が大きく（約100mm以上）注入量が嵩むと判断される場合、薬液流出防止用のパイプ（図-1、写真-1）を500～800mm間隔で建物周囲に打設してから注入することで、周囲への薬液流出を低減することができる²⁾。

3. 沈下修正工事例

建物はGL-2.0m以深が良質であったため、表層改良を施しベタ基礎によって建設されている（表-1、図-3）。しかし表層改良の一部が不均質であったこと、擁壁の水抜孔からの土砂流出や擁壁埋戻し土の緩みの影響により、不同沈下量：81mm、傾斜角：5.8/1,000の障害が生じた（図-4、写真-2）。

注入はGL-1.0m～-5.0m区間に、そして沈下の大きい側を重点的に行った（図-3）。注入時は、建物のレベル測定を慎重に行い、その挙動を見ながら注入位置や深度を適宜変更した（写真-3）。図-5に施工後の沈下修正結果を示すが、不同沈下量：12mm、傾斜角：0.9/1,000で工事を終了した。沈下修正工事は、工期1週間、総注入量は35m³であった。なおこの注入量には、建物のリフトアップに寄与しない擁壁部の埋戻し土の地盤改良を目的とした注入量も含まれている。建物

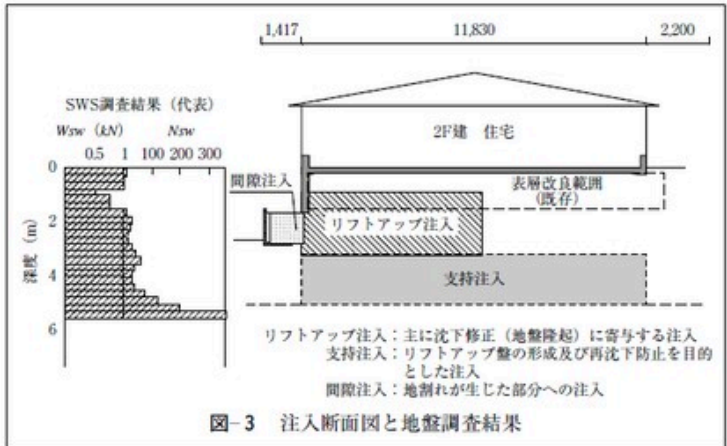


図-3 注入断面図と地盤調査結果

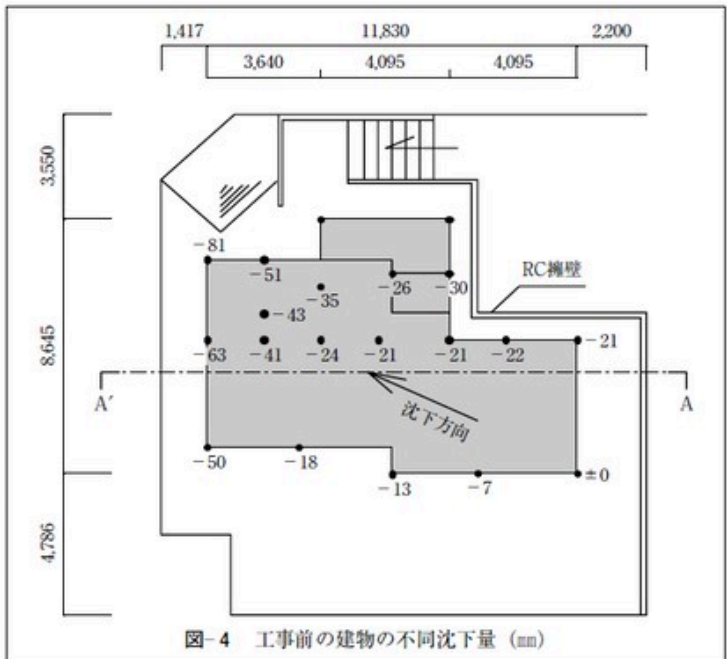


図-4 工事前の建物の不同沈下量 (mm)

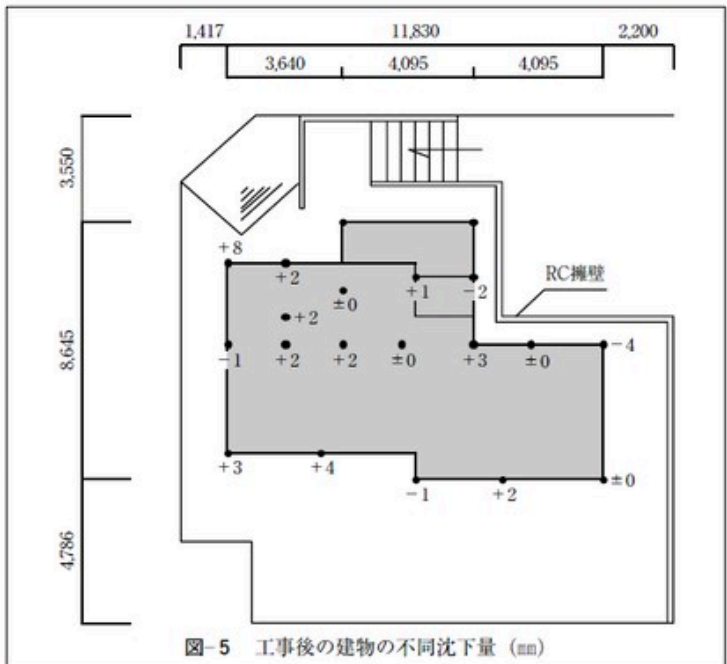


図-5 工事後の建物の不同沈下量 (mm)



写真-2 建物外観



写真-3 斜め削孔・注入状況

基礎レベルの追跡調査を工事完了1年経過後に行ったが、再沈下は見られなかった。

4. 材料の耐久性に関して

これまで筆者らが用いた注入材は、“瞬結型セメント系薬液”に分類され、水ガラス（3号珪酸ソーダ）、水セメント、硬化材（石膏と消石灰）の混合物である（表-2）。本材料は、水ガラスが混入されており、水溶性の水酸化ナトリウム、硫酸ナトリウム、水が生成され、セメントの水和反応に利用されない未反応の水を取囲む形でゲル化する（図-6）。よってアルカリ水の溶脱が少なからずあり、収縮変形が生じるとして仮設材料的な取扱いがなされる。しかし本材料は、長期的な強度耐久性に関する実験や沈下修正に用いるような非開削状態における強度実験報告は少なく、未解明な部分も多い。

今回、その基礎研究として参考文献3)に倣い、ホモゲル供試体の養生温度を高めることで長期強度を予測した。その結果を図-7に示すが、強度という観点においては、少なくとも10年は劣化が見られないといえる。

5. おわりに

本工事例は筆者らが行った年間約30件の沈下修正工事のうち、一般的な工事例の1つである。現在、当工法に関する統一された基準類は整備されておらず、地盤条件によっては再沈下や許容修正量に達しないといった事故も発生しかねない。この点については、表-3に示すような技術的課題があるので、今後のデータ整備が必要であり、さらなる技術開発が望まれる。

おわりに、本報告をまとめるに当たって、東洋大学工学部の加賀宗彦教授、薬液注入工法の支持力効果に関する研究委員会の皆様方に深く感謝致します。

参考文献

- 1) 財住宅リフォーム紛争処理支援センター：住宅紛争処理技術関連資料集，2006。
- 2) 高田，若命，田村：粘性土地盤を対象としたグラウチングの割裂現象に関する原位置試験，第40回地盤工学研究発表会講義集，2005，7。
- 3) 加賀：水ガラス系注入材の安定性と注入固結砂の長期強度の予測，土木学会論文集，No652，2000，6。

表-2 使用注入材（400l 当り）

*ゲルタイム：10～15秒

A液（200l）		B液（200l）	
3号珪酸ソーダ	100l	普通セメント	80kg
水	100l	硬化剤	30kg
		水残	（約160l）
計	200l	計	200l

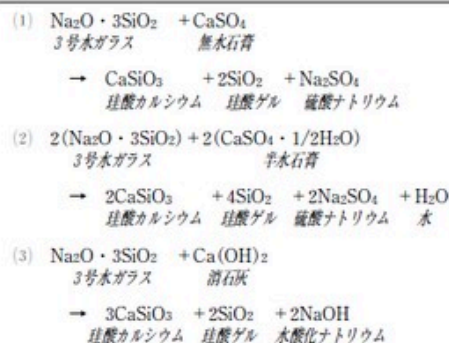


図-6 ゲル化時の化学反応式（表-2の材料による）

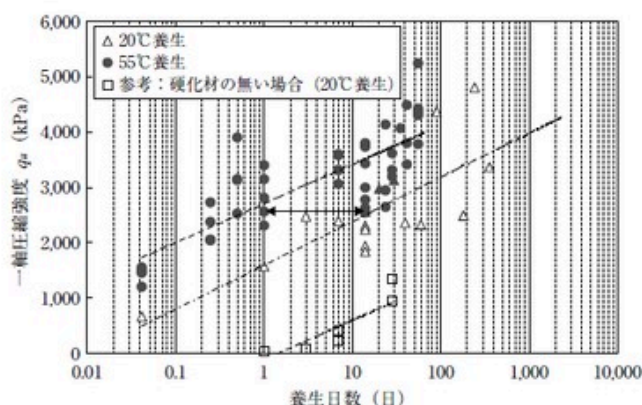


図-7 一軸圧縮強度試験結果

表-3 沈下修正注入の課題

No	技術的課題	内 容
1	沈下修正と注入パラメータの関係	地盤変位量と注入パラメータ（注入量，注入圧，注入位置など）の関係を明確にし，設計と実施注入量の差異を低減することが望まれる。
2	限定注入	周辺構造物への影響を低減するため，薬液をより限定領域に注入することが望まれる。
3	再沈下	注入で沈下修正された家屋はその注入層下部に軟弱な圧密層を有すると，再沈下を起こしやすいので注意を要する。工事前に地盤データを収集し，不同沈下の要因を十分検討しておくことが望まれる。
4	材料の耐久性	4章参照。
5	割裂注入地盤の特性	割裂注入による改良地盤の強度特性の評価手法が不明である。割裂注入地盤の地耐力をより明確に示すことが望まれる。