

注入工法による傾斜被害建物の復旧とその実例

グラウト注入 薬液注入 戸建住宅
建物修復 不同沈下

正会員 ○ 平崎 毅*
同 岡野泰三**
同 若命善雄***
青島桃子****

1. はじめに

近年、良好な住宅地の不足により軟弱地盤への住宅建設が増えている。軟弱地盤では、地盤改良を行っているにもかかわらず、不同沈下（建物の傾斜）が生じる例も少なくない。もちろん、適切な地盤改良により不同沈下を防止する事が大切である事はいうまでもないが、現実問題として、傾斜した建物の修復が重要な課題となっている。

本報では、注入工法により建物の傾斜修復と地盤改良を同時に行った例を紹介する。注入工法は、主に土木工事で使用され、住宅への適用例は少ない工法である。建物の傾斜修復方法として一般的に用いられている鋼管杭による方法との比較を行い、両方法の課題について述べ、注入工法により建物の傾斜を修復した実例について報告する。

2. 鋼管杭による方法

鋼管杭を基礎下に設置し、鋼管杭の支持力を反力としてジャッキで高さを調節する方法である。建物の傾斜修復方法として一般的に用いられており、実績も多い。この方法で問題となる点を以下に述べる。

- ・作業坑の掘削、鋼管の圧入・溶接作業が大変である。
- ・基礎形式が直接基礎から杭基礎へ変更されるので、基礎補強が必要となる場合がある。
- ・建物荷重の小さいため、建物隅部等では鋼管を十分に圧入できないことがある。
- ・鋼管の支持力に設置位置によるバラツキがある。
- ・埋戻土の締固めが不十分な場合、地盤の支持力の低下を招く。
- ・作業坑掘削のため、建物外周部（玄関ポーチ・浄化槽等）の撤去や解体、作業後には修復が必要である。

3. 注入による方法

注入工法は、地盤中に薬液を注入し、地盤の強度を高める工法である。固結時間の短い注入材を用い、注入量・注入圧を意識的に増やすことにより、地盤を押し上げ建物の傾斜を修復することができる。建物の外周部分から2重管ストレーナをボーリング機械で建物下の地盤に差込み、2種類の注入材（主剤と硬化剤）を管先端で混合注入する。はじめに支持地盤周辺の地盤と基礎直下の地盤に注入を行い十分に強度を高めた後、中間地盤に注入を行い地盤強度の改善と同時に建物の傾斜修復をはかる。図-1に本工法の概要を示す。

注入工法は、土木工事で止水や地盤のゆるみ防止などに広く使用されている工法である。施工期間中、住民の生活環境に制限を与えずに施工できる事や、近隣対策上の騒音振動を最小限に抑え、且つ施工後の補修工種が少なく、施工日数が短い（一般住宅では一週間程度）事などが、住宅地における建物の傾斜修復方法に適した点としてあげられる。また、土質に制限がないことや、地下水の有無に係なく施工できることから、適用範囲も広い。

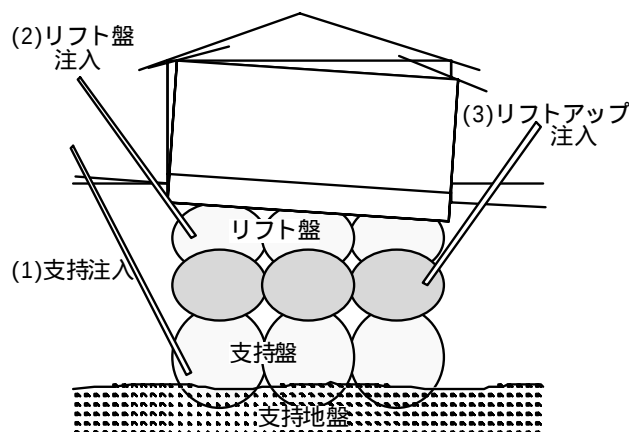
本工法の問題点として、次の点を考える必要がある。

- ・注入材の注入率の確認が難しい
- ・注入位置の設計が難しい
- ・隣地への影響が予想できない
- ・リフトアップ量のコントロールが難しい

4. 注入材の耐久性についての検討

注入工法では、特に注入材の劣化が問題となるため、これまで建物を支える地盤のような恒久的な目的には使用しにくい面があった。

本工法に使用する注入材については、長期的に十分な性能を保持する事を確認している。表-1に注入材の配合、表-2に一軸圧縮強度と体積の経時変化の試験結果を示す。一軸圧縮強度は、1日で50.2kgf/cm²に達している。体積変化は、3年経過後で3%程度の減少である。



- (1) 支持注入： 支持地盤の強度を高める
(2) リフト盤注入： 基礎直下の地盤の強度を高める
(3) リフトアップ注入： 中間地盤の改良と同時に、建物の傾斜修復をはかる

図-1 グラウト注入工法の概要

5. 施工実施例

注入工法により建物の傾斜を修復した3件の事例について、図-2および表-3に示す。

CASE A：地盤の支持力不足

CASE B：傾斜地

CASE C：造成地（擁壁）

表-1 薬液の配合

主剤液（200 ml）		硬化剤液（200 ml）	
3号珪酸ソーダ	100 ml	硬化剤	30 g
水	100 ml	ポルトランドセメント	80 g
		水	160 ml

6. まとめ

注入工法を住宅の沈下修復工法として用いるにあたって、以下の改良を加えた。

- ・注入位置を細かく調節することにより、地耐力を効果的に高めることが可能となった。
- ・瞬結させることにより、即強度が得られ、且つ注入範囲をコントロール可能にした。
- ・注入圧を最小限に抑え、修復高さの精度を高めた。
- ・材料強度を大きくして耐久性を持たせた。

今後更に工法の確立を進める為に、支持力のメカニズムの解析や影響範囲抑制の工法との併用、施工監理システムの確立など、研究を進めていく必要がある。

表-2 経時変化

(a)一軸圧縮強度

養生期間	一軸圧縮強度 kgf/cm ²
1日	50.2
3日	59.2
7日	60.3
28日	63.0
3ヶ月	64.7
6ヶ月	65.2
1年	65.5

(b)体積変化

経過日数	体積変化 %
1日	99.9
3日	99.8
7日	99.8
28日	99.7
3ヶ月	99.5
6ヶ月	98.4
1年	98.0
2年	97.7
3年	97.5

（水浸漬前 100.0 %）

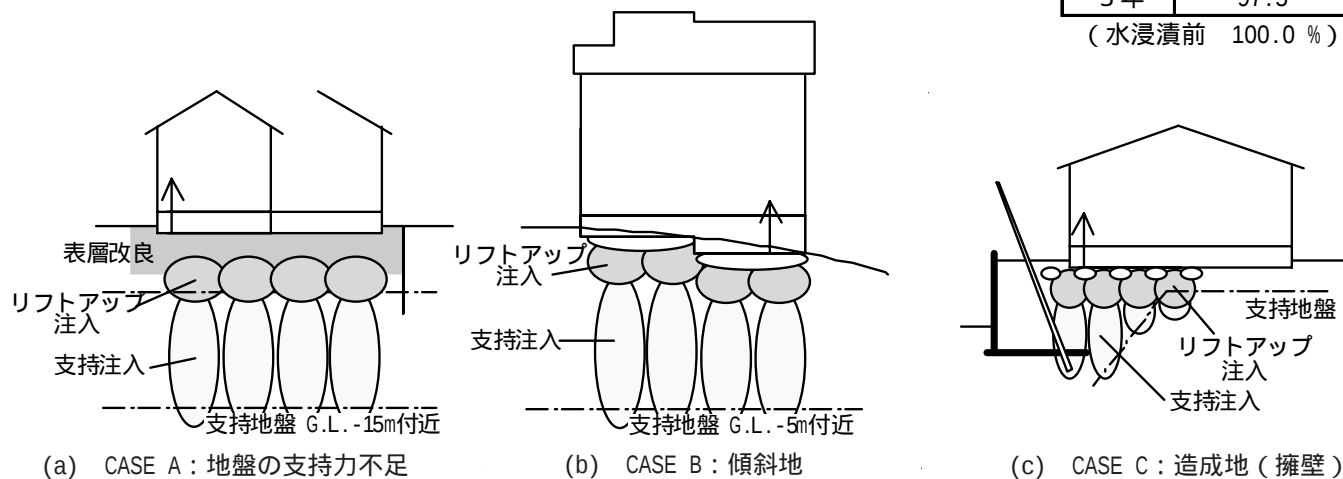


図-2 施工実施例

表-3 施工実施例の概要

	CASE A：支持力不足	CASE A：傾斜地	CASE C：造成地
地形	平坦地（水田跡地）	傾斜地（山林跡地）	造成地（山林跡地）
N値	表層部～15mまで 0	表層部～5mまで 0～3	表層部～6mまで 0～3
土質	シルト（腐葉土）	粘性土	礫まじり粘土
建築時の地盤改良	表層改良 改良厚さ2m	なし	なし
建築面積（m ² ）	52m ²	66m ²	47.9m ²
基礎形状	布基礎	布基礎（一部深基礎）	べた基礎
沈下量（mm）	最大80mm	最大70mm	最大50mm
注入量（L）	38,000	31,900	26,800
施工日数	8日	7日	6日

* 有限会社 富山建設

** 三井ホーム 株式会社

*** 株式会社 設計室ソイル 工博

**** 株式会社 設計室ソイル 工修

* Tomiyama Construction Ltd.

** Mitsui Home Co.,Ltd.

*** Soil Design Inc., Dr.Eng.

**** Soil Design Inc., M..Eng.