

各論

沈下修正工事のトラブル要因と防止対策

高田 徹*

1 はじめに

沈下修正工事の目的は、不同沈下した基礎の水平化であり、実施すれば通常の生活に戻れる。しかし、施工条件や地盤条件に合わない工法で修正すると、施工時にトラブルが生じたり、また将来的に再沈下が起こることもある。

住宅の不同沈下は、当事者にとって予期せぬ事故であり、施主は多かれ少なかれ住宅ローンを抱え、限られた予算内で復旧したいと考える。また住宅供給者が保証する場合でも、会社として極力出費を抑えたいものである。このような切実な条件も重なって、安易に沈下修正工事

を行ってトラブルに見舞われた事例はそこそこある。

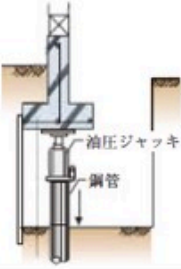
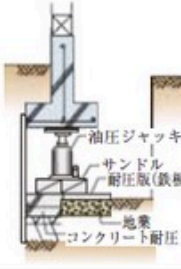
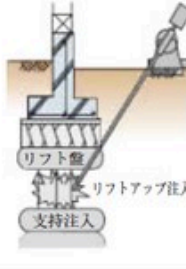
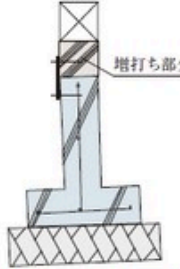
各種沈下修正工法には適用条件や留意事項があるが、トラブルが生じる事例は概ねその条件から外れた使用が多い。本稿は、各種沈下修正方法の概要を示すとともに、筆者が体験したトラブル事例を含め、トラブルの防止対策についてまとめたので参考にされたい。

2 各種沈下修正工法の概要

表-1に代表的な沈下修正工法の概要を、図-1に工法選定フローを示す。

耐圧版工法と鋼管圧入工法は、油圧ジャッキを用いて修復するためほぼ確実に修復できるが、基礎下を人力で

表-1 各種沈下修正工法の概要

区 分		沈 下 修 復			基礎躯体修復
工 法		鋼管圧入工法	耐圧版工法	注入工法	土台上げ工法
概 要		基礎下に油圧ジャッキを設置して鋼管を地盤に圧入し、鋼管の反力を利用して建物を修正する。	基礎下に鋼板を敷設してその間に油圧ジャッキを設置し、地盤の反力を利用して建物を修正する。	基礎下にグラウト材を注入し、注入圧を利用して建物を修正する。	基礎と建物を切り離し、油圧ジャッキを用いて建物だけを修正する。
施 工 図					
適用条件	基礎形式	特に規定なし	特に規定なし	ベタ基礎	基礎と土台が切離し可能な構造であること
	修正沈下量	特に規定なし	特に規定なし	20～30cmまで	15cm程度まで
	そ の 他	圧密など沈下の可能性が残っている場合に適している（ただし鋼管が抜け上がる可能性あり）。	支持層が浅い場合に適している。		
施 工 期 間*1		3～6週間	2～5週間	1～2週間	1～2週間
工 事 費*1		600～1,000万円	400～600万円	200～600万円	150～300万円
基礎下掘削		あり	あり	なし	なし
長 所		・確実に修正できる。 ・杭的な地盤補強効果あり。	・確実に修正できる。 ・地盤補強効果あり（浅層部のみ）	・地盤補強効果あり	・最も安価。 ・確実に修正できる。
短 所		・修正費用が最も高い。 ・地下水位が浅い場合に掘削時の注意が必要	・地下水位が浅い場合に掘削時の注意が必要	・周辺地盤への影響があるので、注意が必要。	・地盤補強効果なし。 ・基礎は傾いたまま修正する。 ・基礎、および基礎と建物の連結補強が必要。

備考 *1：建坪20坪の総2F建を対象とする。基礎の修正工事であり、設備配管や内装改修費などは含まず。

*TAKATA Tōru (株)設計室ソイル 技術部 部長、工博、技術士（建設部門）| 東京都中央区日本橋3-3-12 E-1ビル4F

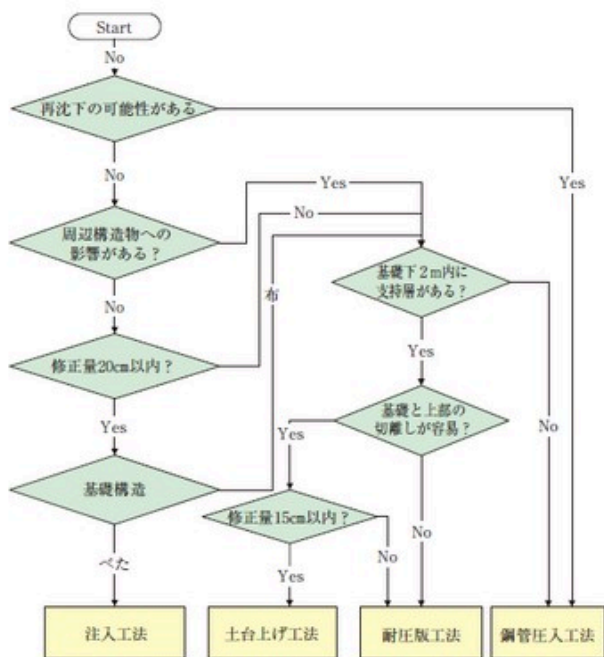


図-1 沈下修正工法の選定フロー

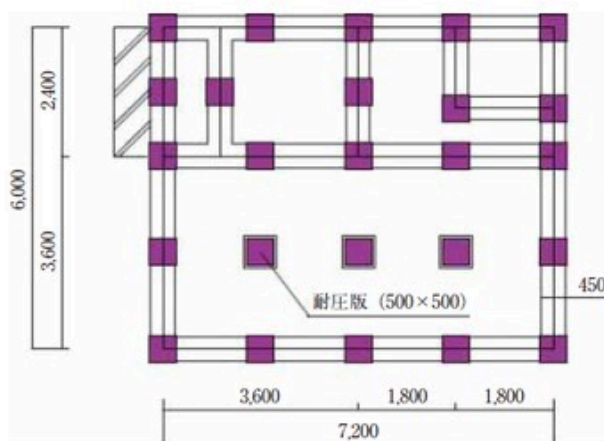


図-2 耐圧版工法の耐圧版配置例 (単位: mm)

掘削する工程があることから、他工法に比べて施工日数が嵩み、それが工事費の高騰へと繋がってしまう。

注入工法は、グラウト材を地盤に注入することで生じる地盤隆起を利用して建物を水平に修復する。基礎下掘削を伴わないので施工はスマートだが、注入コントロールがかなり難しい。

土台上げ工法は、基礎と土台を切り離し、基礎は傾斜したままで、土台から上部を水平に修復する。施工費は4工法の中で最も安価で修復も確実性に富むが、地盤への補強効果がないので、沈下が続いている場合には適さない。

図-1に示したフローは、4つの代表工法の特徴を踏まえた選定フローになっているが、施主の経済的理由から適切な工法が選択できないこともある。最近では、これら代表工法の短所軽減および経済性を加味して、各工法を併用した修正工法(例えば、注入工法+耐圧版工法¹⁾、注入工法+土台上げ工法²⁾)も開発されており、今後も

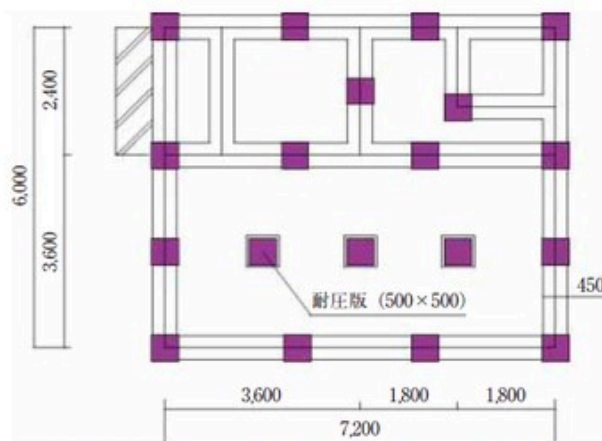


図-3 耐圧版工法の耐圧版配置例 (単位: mm, 最低本数)

工法開発が期待される分野でもある。

3 トラブル要因と防止対策

3.1 耐圧版工法

耐圧版工法は、比較的浅い地盤を反力として建物を持ち上げる。前章でも述べたが、本工法は基礎下の掘削手間が多かるので、単純に耐圧版の数を減らせば掘削手間が少なくなり、工事費も極端に安価にすることもできる。しかし、これが当工法の主たるトラブルの要因の1つとなっているので、以下に概説する。

図-2は、耐圧版の設置位置を住宅の基礎伏図に併記した例である。基本的に耐圧版の数は、耐圧版を設置する深度における地盤の(短期)許容支持力度から耐圧版1カ所当たりで負担できる反力を求め、別途、基礎の荷重を計算し、それを超えないよう配置間隔を決定するとよい。よって地盤の支持力が十分大きくとれる場合は、耐圧版の数は極端に少なくなるのだが、これだけで決定した最低本数配置が図-3である。問題は、住宅基礎が一般の建築物基礎に比べて剛性が低く、大半は厚さ150mm程度のシングル配筋スラブ、相当古い住宅であれば無筋スラブもあり、図-3で示した本数で持ち上げると、版と版の中央部が追従し難くなり、基礎にクラックが入ることがある。これを回避するには、基礎梁の検討から求まる配置間隔や本数があるので、それに準じた耐圧版の数で配置しなければならない。ところが、この検討が比較的難しく省略されることも多い。

耐圧版工法は、油圧ジャッキで建物を修正した後、掘削部分を良質土で埋め戻すが、この土を十分に転圧させながら埋め戻すことが結構難しい。これを踏まえると、耐圧版で杭的に保持されても建物が維持できる数を配置しておくことが重要だといえる。また、図-4に示したような建物の傾斜した部分にのみ耐圧版を配置させる図も時折見受けるが、沈下修正時、建物上部に歪みが生じやすく、また最終完成形が異種基礎にも見え、今ひとつ安定性に欠ける。

その他、耐圧版工法は耐圧版より下部に有害な沈下要因となる地層(圧密層や液状化層)がある場合は、その要因への対策にはなり難い。圧密沈下被害であれば、圧

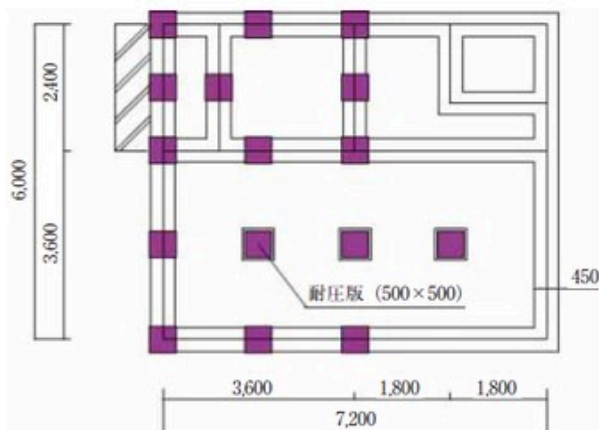


図-4 耐圧版工法の耐圧版配置例 (単位: mm, 沈下側のみ配置)

密終息を待ってから施工する、液状化被害であれば、十分な液状化対策にはなっていないことを事前に説明することが重要である。

3.2 鋼管圧入工法

鋼管圧入工法は、浅い地盤に反力が期待できない場合に、鋼管を圧入して深い堅固な地層へ荷重を伝達し、深い地層を反力として建物を持ち上げる。耐圧版工法の耐圧版が鋼管に置き換わっただけなので、施工法は類似している(写真-1、写真-2)。よってトラブル内容も3.1で述べた耐圧版工法と同じく、鋼管本数が少ないことで直接基礎に大きな負担を与えてしまうトラブルはある。特に鋼管長が長くなればなるほど、鋼管圧入の手間も増えるので、本数が少ないことでの工事費へのメリットは大きくなることから、本数が少なくなるよう努めなければならないが、注意すべき点であることに変わりはない。

鋼管圧入工法は他工法に比べて工事費は高いが、確実に鋼管が支持層に貫入できていれば、将来的な再沈下にはある程度耐えてくれる。よって圧密終息していなくても緊急を要する場合に適用されることが多いが、このような場合には、鋼管が抜け上がる(宅盤が下がる)ことを念頭に修正しなければならない(写真-3)。その際、地盤中に埋め込まれた排水管が宅盤とともに下がるため管が破断しやすいので、施工後は建物の水平だけでなく、そのような外構部分の補修にも注意する必要がある。

3.3 注入工法

注入工法は、他の3工法に比べても比較的トラブルの多い工法である。その理由は、他の3工法が油圧ジャッキを用いて基礎を直接持ち上げるのに対し、注入工法は地盤にグラウト材を注入して地盤を膨らませることで、基礎を間接的に持ち上げるからである。グラウト材を一定量投入すれば、確実に基礎が規定量持ち上がるならば簡単だが、実際には注入圧による地盤内の収縮があったり、対象土外へのグラウト材の流出が生じるので、持ち上がらない。注入量が増えれば、いずれは地盤が拘束されて持ち上がるのだが、その分、対象土外へのグラウト材の流出量も多くなるので、外構部分に悪影響を及ぼすこともある。また地盤状況が宅地内で極端に異なるときに多いが、対象家屋が持ち上がる前に隣地の家屋や擁壁などの構造物に変位をもたらすこともある(写真-4)。



写真-1 鋼管圧入セット状況

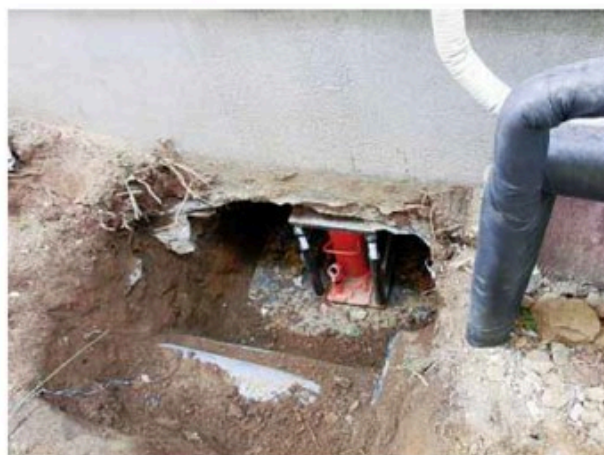


写真-2 耐圧版セット状況



写真-3 鋼管の抜け上がり被害

図-5は、注入による影響範囲を模式化したものであるが、深い位置を注入すると、影響範囲が必然的に大きくなるのが分かる。深い位置で注入すれば表層部への影響が少ないようにも見えるが、沈下修正で用いるような割裂注入形態のグラウト材の場合には、一概にはそういえない。



写真-4 注入により擁壁に亀裂が生じた事例（対象宅地は擁壁上部。写真は補修後）

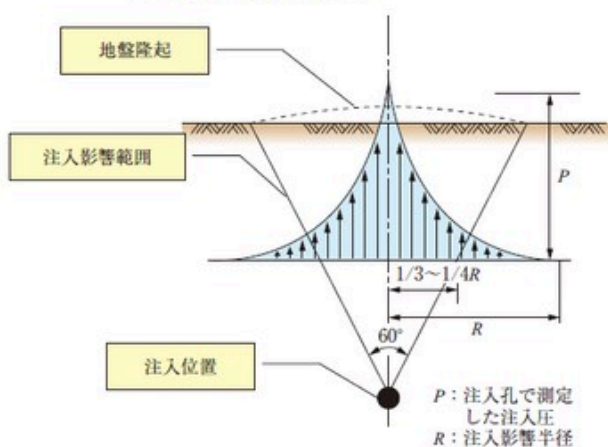


図-5 注入影響範囲③に加重

この対策としては、周辺環境を十分に監視しながら注入する、断続的に注入する、浅い深度で多く注入する、適用条件を遵守し他工法に変更するなどが上げられる。

3.4 土台上げ工法

土台上げ工法は、東日本大震災による液状化被災家屋に対して多くの施工実績を有しているが、筆者の知る限りにおいてはトラブル例をあまり耳にしない。だから本工法が最もよいとはならず、基礎地盤への補強効果がないので、沈下が継続している場合や再液状化への対応にはなっていないことだけは周知しておくことが重要である。

また、施工完了後においては、基礎の立上がり部分が修正前よりも高くなり（写真-5、表-1）、基礎ベースも斜めのまま修復される。したがって、修復量には構造上限度があり、基礎の立上がり幅（約15cm）が上限だと思われる。しかし、経済的理由から適用条件を超えて利用せざるを得ないこともあるだろうが、その場合には基礎



写真-5 土台上げ工法による施工状況（水平確認後、基礎立上がり上部に見られる隙間に基礎を嵩上げる）

補強の検討も含め、基礎構造計算が必須だといえる。

4 おわりに

本稿では、各種沈下修正工事によく見受けられるトラブル要因とその対策についてまとめた。住宅の沈下修正工事の多くは、土木や建築の知識のない一般の人が予算立てて行う工事であり、ここが公共事業とは大きく違う。知識のない施主に十分な説明もないまま、工事会社のいわれるがままに工事がなされることもある。施主の経済的理由を鑑みて、沈下修正工事を提案することはとても重要なことだが、現状はその予算ばかりに気がとられ安全性を切り売りしてトラブルに見舞われた部分も数多くある。

最後に、今後、我々技術者への課題を1つ上げておく。それは、沈下修正技術の共有とマニュアル化である。至極当然のことだが、沈下修正工事の特徴を正しく、そして短所とともに示して施主に十分な理解を与えて工事へ繋げることが重要である。十分な技術的裏付けもなく、液状化にも対応した沈下修正技術といったやや乱暴な広告宣伝もあったりする。各種沈下修正工事がどのような考え方で設計施工がなされているのか、施主でも理解できるような資料整備がトラブル回避の1つだと考えている。

参考文献

- 1) ウレテックジャパン(株)ホームページ: <http://chinka.jp/index.html>
- 2) 株式会社山建設ホームページ: <http://www.interq.or.jp/engineer/tomi/index.html>
- 3) H. カンプフォール: 地盤注入—基本理論と施工技術—, 鹿島出版会, 1973. 5.