

知っておくべき地盤改良の基礎知識 (2)

セメント系地盤改良

尾鍋 哲也

株式会社尾鍋組 代表取締役

神村 真

株式会社尾鍋組 技術顧問
(合同会社for／工学博士)

【おなべ・てつや】 三重大学卒業。三重県内の建設会社で土木工事の現場監督を経て、尾鍋組に入社。三重大学との共同研究により砕石だけを用いる地盤改良技術を開発。2005年同社代表取締役就任、現在に至る。

【かみむら・まこと】 山口大学大学院工学研究科修了。地盤改良会社等を経て2017年合同会社forを設立。地盤改良業者などの技術顧問として、各社の技術指導や技術開発支援に携わる。工学博士、技術士(建設部門／土質及び基礎)。

今回は、住宅など比較的小規模な建築物を対象とした地盤改良工事のなかでも、現在、最も多く用いられているセメントやセメント系固化材を用いる方法について解説します。

主なセメント系地盤改良の種類

ここで、セメント系地盤改良とは、セメントやセメント系固化材等（以下、固化材と記します）と土をよく混ぜて地盤を固める地盤改良方法の一つです。現在、主に使われている工法は、以下の二種類に分類されます。

【表層改良工法】

建物を支えることができる「かたい地盤」が、地表面から下方に2m程度までの比較的浅い深さに存在する場合に用いる地盤改良工法です。建物のある軟弱な地盤を、固化材によって固めることで建物を支え、沈下や傾きを防ぐことができます。

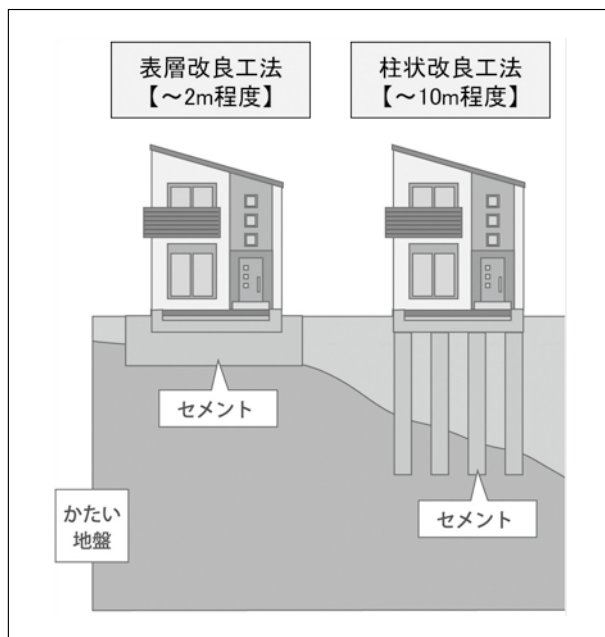
【柱状改良工法】

建物を支えることができる「かたい地盤」が、地表面から下方の2m以内に存在しない場合に用いる地盤改良工法で、住宅分野で利用する施工機械の場合、最大10m程度の深さまで施工できます。専用の施工機械を使って地中にセメントと土を混合した「柱状改良体」を作り、建物の重さを柱状改良体で地中深くのかたい地盤まで伝達させることで、建物を支え沈下や傾きを防ぐことができます。

これらの地盤改良工法で使用する固化材の主成分はセメントです。セメントは市場での流通状況が非常に良く、比較的廉価で、どこでも入手できるというメリットがあります。また、地盤改良する範囲を現場状況に応じて比較的自由に変更できるので、汎用性の高い点も大きなメリットです。

一方、所定の品質の改良体を得るためには、丁寧な施工管理が必要であることや、土の種類によっては、固化材との相性が悪く、固化させることが難しい場合があるなど、工事にあたって注意すべき点が多い工法です。

図1 表層改良工法と柱状改良工法の概要（第1回の図1の抜粋）



施工方法と注意点

セメント系地盤改良では、必要な量の固化材と土を均質になるまでよく混ぜ合わせて、これをしっかり締め固めなければなりません。表層改良工法と柱状改良工法では、この「よくかき混ぜて」「しっかり締め固める」方法が異なります。以下では、両工法の施工上の注意点や経済性について説明します。

【表層改良工法】

(1) 施工方法

写真1に、表層改良工法の施工状況を示します。まず、バックホーで施工範囲を掘削し、改良する土を掘り出します。そして掘り出した土に所定量の固化材を投入し(写真1(i))、重機でよく混ぜ合わせます(写真1(ii))。固化材と土を混ぜ合わせたもの(「改良土」と呼びます)を、掘削範囲に所定の厚さに広げ、これを、小型のローラーや重機等により転圧します(写真1(iii))。このように、この工法は、どこでもレンタル可能なバックホーと入手が容易な固化材のみで行うことができます。

ただし、住宅などを対象とする場合の改良対象深度は1.5~2mで、これを超えると、施工効率が低下し、工事費用が柱状改良工法よりも割高になる傾向にあります。

(2) 施工上の注意点

通常、この工法では水を添加しません。しかし、固化材は固まり初めに水分が不足すると、固まりにくい場合があります。このため、水分量が少ない土の場合は、締め固め時や締め固め完了時に散水を行う必要があります。

また、この工法での土と固化材の混ぜ合わせの程度は、施工者の経験によるところが大きく、出来上がった改良土の強さは、後述する柱状改良工法よりも強度がばらつく傾向にあります。このため、適用可能な建物は、住宅のような小規模建築物や工場・倉庫等の土

写真1 表層改良工事の様子



(i) 固化剤投入



(ii) 固化材と土の混合



(iii) 小型ローラーによる転圧

間下であり、施工深度は2m程度の深さまでに限られると考えておくことが妥当でしょう。

写真2 地盤改良機と掘削攪拌装置



(i) 固化材・水を混合するプラントと地盤改良機



(ii) 掘削攪拌装置

【柱状改良工法】

(1) 施工方法

柱状改良では、水とセメントを混ぜ合わせた「固化材スラリー」と現地の土を混合し地中に柱状の改良体を作ります。

施工には、水とセメントを混ぜ合わせる専用のプラント（写真2 (i)）と、プラントで作られた固化材スラリーを地中まで送る圧送ポンプ、送り込まれた固化材スラリーを土と攪拌する掘削攪拌装置（写真2 (ii)）を備えた地盤改良機（写真2 (i)）を使用します。

地盤改良機の掘削攪拌装置は、先端部から固化材スラリーを噴き出しながら回転し、固化材スラリーと土を地中で混合します。土の種類により、固化材スラリーの量や攪拌装置の回転数などが決められているため、所定の強度を確保するためには、これらの基準通りに施工することが求められます。

(2) 施工上の注意点

この工法では、求められる強度を確保するために、深度1m区間毎に、使用した固化材スラリーの量、掘削攪拌装置の回転数を確認する必要があります。このため、地盤改良機には、固化材スラリーの流量、施工深度、回転数などが表示される施工管理装置（写真3）が装備されており、オペレーターは施工管理装置のモニターを確認しながら施工し、施工状況を記録します。

写真3 施工管理装置（地盤改良機の運転席）



施工記録は、重要な情報ですので工事終了後も大切に保管することをお勧めします。

施工時の残土処分や、土地の再利用について

セメントを使う地盤改良工事では、施工において残土が発生する場合があります。最近では、残土処分について規制が強化されつつあり、国やその地域の法規制等を順守することが求められます。

また、最近、建物の建替えや土地の売買において、杭やセメント改良土の撤去工事が増えています。長い目で見た場合は、将来の撤去の事も考えておくことが必要です。