

# 知っておくべき地盤改良の基礎知識 (4)

## 最近増えている地盤改良工法

**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)。

第2回、第3回では、建物を支える軟らかい地盤をセメント等で固めるセメント系地盤改良工法や、杭などによる地盤改良工法について紹介させていただきました。今回は、それ以外の方法で建物を支える地盤改良工法を紹介します。

### 硬い地盤を必要としない工法の紹介

#### 従来工法では建物の重さを硬い地盤で支える

地盤改良の目的は、建物が傾かず支持できるように地盤を補強することです。これまで紹介した工法は、いずれも軟らかい地盤を固めるか、「杭」やセメントと土を混合した「柱状改良体」などを硬い地盤まで到達させて、建物を支える工法でした。このような地盤改良工法を採用する場合、建物の重さを支えることが

できる硬い地盤が非常に深い位置にあると、工事費用も高額になりがちです。

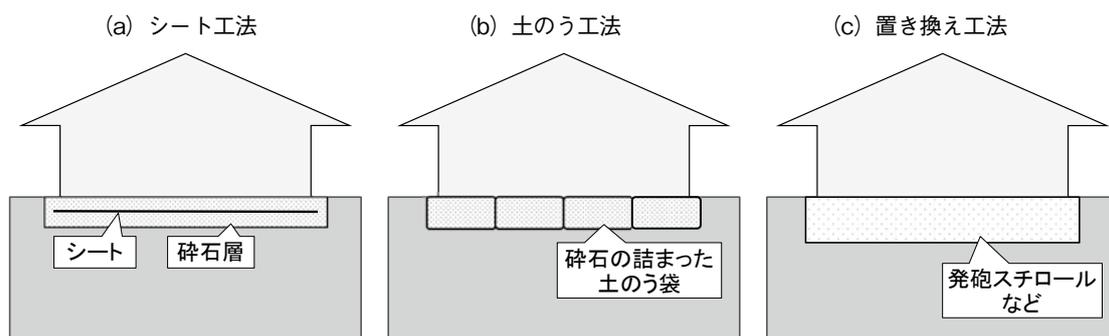
#### 杭の先端を硬い地盤まで届かせない地盤改良工法

そのため、表層部分のみに手を加えて建物を支える工法が開発されました。例えば、シート工法や土のう工法、置き換え工法がそれにあたります。

シート工法は、特殊なシートを基礎下の砕石層へ挟み込むように敷設します。また、土のう工法は、砕石を詰め込んだ土のう袋を基礎下に敷き詰めることで地盤を補強します。(図1 (a)、(b))。

置き換え工法では、建物の重さと同程度の重さの土を基礎下から取り除き、土よりも軽い材料である発砲スチロールやプラスチックに置き換えることで、建物

図1 各工法のイメージ図

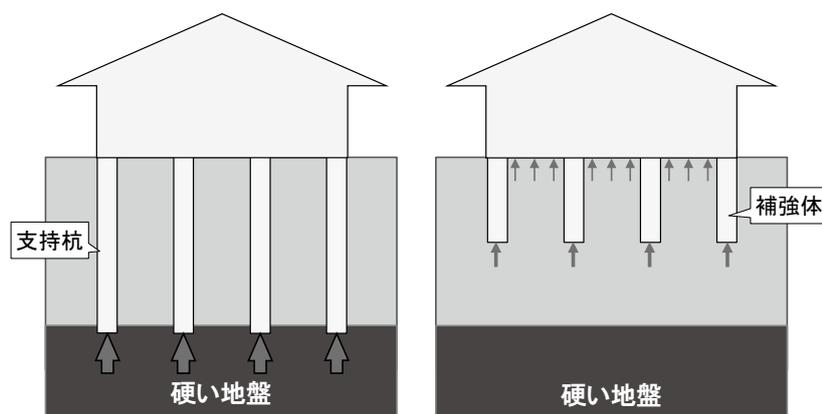


荷重と地盤支持力とのバランスをとります(図1(c))。

これらの工法は、施工の影響範囲が地盤の表層部分だけというメリットはありますが、地盤条件や基礎の形状などで制約を受けることがあります。

そこで、最近増えつつあるのが、「複合地盤改良工法」です。

図2 支持杭と複合地盤の考え方の比較図(左:支持杭、右:複合地盤)



### 従来工法と複合地盤改良工法の設計の考え方の違い

図2に、従来工法と複合地盤改良工法の建物の支え方の違いを示します。

従来工法の支持杭による地盤改良では、建物すべての重さを杭だけで支えるように設計します。そのため一本の杭が必要とする支持力が大きくなり、その大きな支持力を得るためには、杭の先端を硬い地盤(支持層)まで到達させる必要があります。

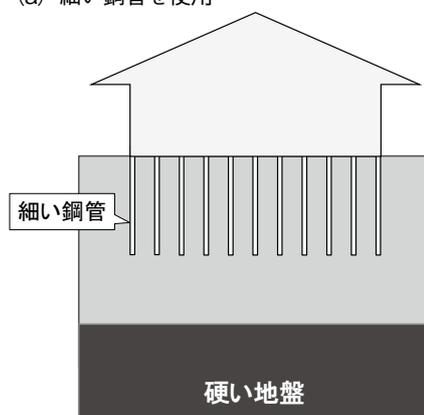
一方、複合地盤改良工法は、もともとの地盤と「補強体<sup>\*</sup>」の両方で建物を支えるという考え方です。地盤の支持力も利用するため、補強体に必要な支持力が軽減され、補強体の先端を硬い地盤まで到達させる必要がありません。

その結果、補強体の長さは、支持杭よりも短く設計することができます。

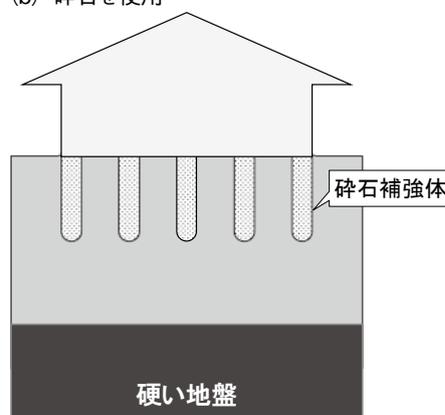
<sup>\*</sup>補強体…地盤を補強するために、地中へ埋め込まれた材料など。

図3 複合地盤改良工法のイメージ図

(a) 細い鋼管を使用



(b) 砕石を使用



強することも可能です。(図3(a)、(b))

以下では、著者らも開発しており、最近利用が増えつつある「砕石を用いる複合地盤改良工法」について、ご紹介します。

### 砕石を使う地盤改良工法

砕石は、線路の敷石に利用されているのは周知のことですが、歴史的建造物の基礎にも多く利用されていて、人類が古くから軟弱な地盤へ建物を建てる場合に利用されてきた伝統的な材料です(写真)。また、砕石を円柱状に詰め込み地盤を補強する方法は、海外では比較的規模の大きい建物や土木工事などで以前から使われていました。

砕石は、劣化が少なく強い材料ですが、セメント柱状改良体や鋼管などの「固形の杭」と違い、地面に掘った穴にバラバラの粒状の砕石を詰め込むことで「砕石補強体」を築造して地盤を強くします。そのため、現場での施工方法が品質・強度に大きく影響します。

### 複合地盤改良工法での使用材料

従来工法の杭は、直径約11~14cmの鋼管や直径50~60cmの柱状改良体等が主に使われていますが、複合地盤改良工法の場合、直径5cm程度の「細い鋼管」で大丈夫になる場合があります。また、杭の代わりに、地中に自然石を小さく砕いた「砕石」を柱状に詰め込んだ直径30~40cm程度の補強体を築造して地盤を補

### 施工中の穴の崩壊を防ぐことが重要

砕石を使って地盤改良を行う場合、最も注意すべきポイントは、「施工中の穴の崩壊を防ぐこと」です。砕石補強体の施工においては、設計通りの直径で、設計通りの深さまで砕石だけを確実に詰め込むことが重要です。地盤改良が必要な地盤は軟弱な地盤のため、穴を掘ると穴の壁が崩壊する可能性があります。穴の壁が崩壊した場合、詰め込んだ砕石に土が混じることになり、純粋な砕石のみの補強体よりも強度が大きく低下します。また、崩壊した補強体周囲の地盤も弱くなるため、崩壊を確実に防ぐことが重要です。

著者らが開発した砕石を用いる地盤改良工法「エコジオ工法」では、穴の壁の崩壊を確実に防ぐために、三重大学との共同研究により開発した「EGケーシング」という特殊な鉄の筒を使って施工します(図4)。

### 液状化対策としての利用

最近、液状化対策についても検討が必要なことがあるかと思えます。砕石を利用した地盤改良工法は、建物を支えるための地盤改良の他に、地震時の液状化対策としても利用できます。その場合は、砕石の透水性を確保することが必要なため、施工時に砕石に土が混じらないことが重要になります。旧建設省が作成した「液状化対策設計施工マニュアル(案)」では、施工時に「ケーシングを使用すること」が定められており、エコジオ工法はマニュアルに準拠した施工が可能です。

### 複合地盤改良工法を用いる場合のメリットと注意点

複合地盤改良工法では、補強体だけではなく地盤の支持力もあわせて建物を支えるので、杭や柱状改良体を硬い地盤まで施工する必要のある従来の地盤改良工

写真 石を用いた歴史建造物の地盤改良



写真提供：公益財団法人京都市埋蔵文化財研究所

図4 ケーシングで穴の壁の崩壊を防ぐ(エコジオ工法)

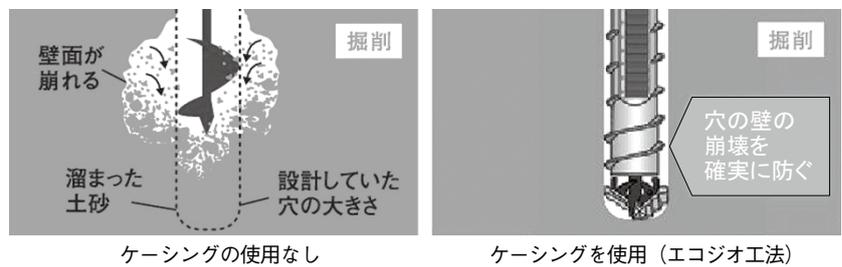
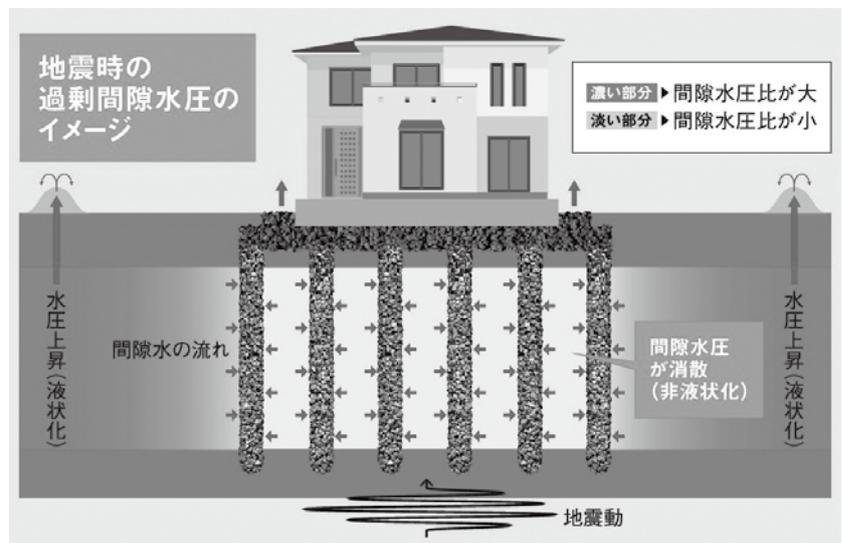


図5 砕石を使う液状化対策の概念図



法よりも「施工深さ」を浅く、「本数」を少なくできることが多いため、条件によっては施工日数やコストの低減も期待できます。

しかし、この工法は建物の重さを軟らかい地盤にも負担させるので、適用にあたっては、現場条件、土質条件などに注意することが必要です。

### 【参考文献】

建設省土木研究所共同研究報告書第186号：液状化対策工法設計・施工マニュアル(案),1999.