

建設産業の 「大きな穴」

杭抜き工事の適正化に取り組む日本杭抜き協会

建築物の解体や建て替え, 土木構造物の撤去などに伴って実施されるのが既存杭の引き抜き工事だが, 実は, 杭抜き工事に関連するトラブルが頻発していることは不思議なほど知られていない。

その要因の一つは, 「杭を引き抜くと, 関係者が直視したくない過去も一緒に出てくるからだ」と語るのは, 日本杭抜き協会の代表理事を務める稲積真哉芝浦工業大学教授。同協会は2019年, これまで放置されてきた杭抜き工事をめぐる諸課題を正面から取り上げ, 技術面や規準・制度面などさまざまな角度から解決に向けた方策を探る目的で結成された。

同協会の桑原秀一専務理事は, 「不適切な杭抜き工事やこれに起因するとみられる地盤のトラブルに関する問い合わせが, 毎日のように当協会に寄せられている。わが国ではここ30年ほど既存杭引抜き工事が行われており, 近年では新設杭工事並みの件数の杭抜き工事が行われている状況だが, いまだに杭抜きや埋め戻しに関して明確な基準や指針等が定められておらず, その結果, 主要な杭抜きや埋め戻し工法はこの30年でほとんど変化がない。このような状況は, 建設業界では杭抜き工事だけではないか」と語る。



稲積 真哉代表理事



桑原 秀一専務理事

課題が山積

杭抜き工事が直面している課題の多さには, 驚くばかりだ。まず, 工事自体の課題に目を向けると, 大きく分けて引き抜き工事と埋め戻し工事の2工種がある。

もっとも一般的に用いられている杭抜き工法は「縁切り引抜き工法」, 通称「輪投げ工法」。同工法ではまず, 既存杭にケーシングをかぶせて削孔することで, 地盤と既存杭の「縁を切る」。その後, 杭にワイヤーを掛け, クレーンなどで引き上げる。

しかし, 実際の工事がそれほどスムーズに進むとは限らない。

そもそも, 杭抜き工事は「すべての杭が図面通りの位置で正常に施工され, 現在も健全な状態を保っている」ことを前提に開始されるが, 実際には杭の位置が明確でなく, 「宝探し」のように場所を特定することから始めなければならない現場もある。また, 杭の状態も同様ではなく, とくに新設時の施工に起因する問題を抱えた杭も非常に多いという。

「実際に引き抜いてみると, 正常に施工されていなかった杭も出現する。既存杭では曲がっていたり傾斜していたり, 溶接が不十分だったり, 図面通りの深さまで達していない杭など。現場打ち杭では鉄筋の周りにコンクリートが形成されておらず鉄筋が剥き出し

だったり, 明らかに主筋の数が少なかったり, 拡底杭なのに拡底されていなかった杭などもある。不健全な杭の場合, 輪投げ工法だと, 既存杭の一部しか引き抜けなかったりする」(桑原専務理事)

「不健全な杭が意外と多いことは, 基礎杭が問題となったいくつかの事例からも容易に予想される事態だった。実際, 杭抜き業者の間ではほとんど常識だったと言っていい。しかしながら, 関係者の間でこうしたことを口にしない風潮が強かった。このような, 問題を直視しない態度が, 杭抜き工事に関わる問題を現在まで放置する結果につながったといえるだろう」(稲積代表理事)

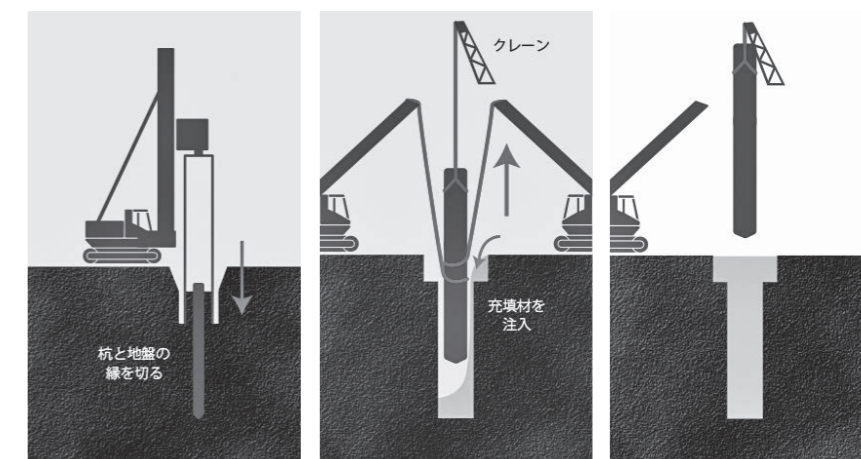
問題が広まらなかったことで, 杭抜き工事の品質やあるべき施工管理の方法なども議論されにくい状況が続いた。この結果, 撤去が難しい杭の一部を残置するような工事が行われたり, 必要な技術革新が遅れるたりする事態にもつながったと考えられる。

埋め戻しの課題

同様の課題が, 埋め戻し工事にもあった。杭抜き後には適切な埋め戻しが必要だが, 実は杭を撤去した孔の埋め戻しは意外と難しい。「杭を撤去した孔の径は0.5~2.5mほどだが, これが鉛直方向に数十m, ときには60m以上も続く。こ



輪投げ工法による杭抜き



①ケーシング削孔で地盤との縁切りをする ②杭にワイヤーを掛けて引き抜く ③引抜きと埋め戻し完了

輪投げ工法の概要

のような孔を埋め戻すような工事は他にはないのだが、こうした特殊性が十分に認識されてこなかった。セメント系材料では、材料分離を起こさずにこうした孔を充填することは極めて困難だ。本来ならもっと早くに、専門的な技術開発が行われるべきだった」（稲積代表理事）

困難はこれだけではない。杭を抜いた孔は、「ぼっかり」と開いているわけではない。ケーシングの掘削にはほとんど必ず水を使うので、孔は通常、泥土で満たされている。また、孔の側面の地盤が崩壊して、ところどころで孔がふさがりも珍しくない。一般に輪投げ工法で杭を引き抜いたあとは、上から流動化処理土やセメントミルク等を注入するが、一定の強度を有する埋め戻し材料を均一に充填することが極めて困難なのは、容易に想像できる。

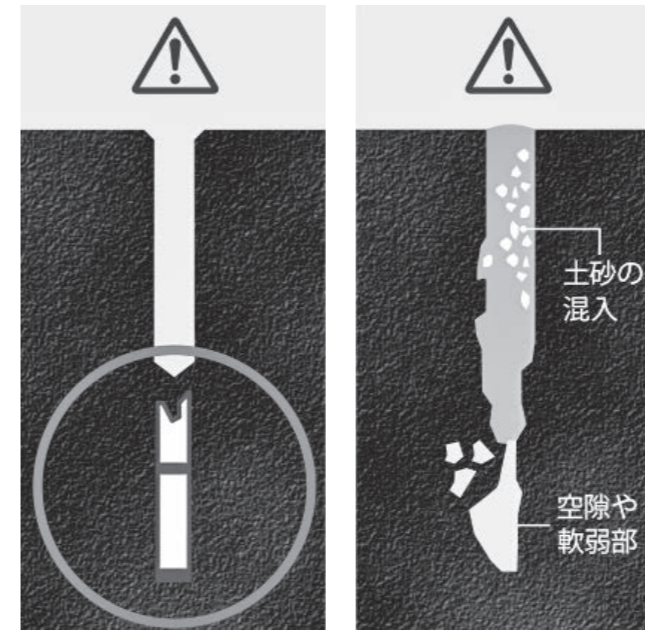
埋め戻し不良の地盤を放置すると、地盤が沈下したり、近隣の地盤やその上の構造物へも影響したりする可能性がある。実際、杭抜き工事後の不十分な埋め戻しに起因するとみられるこのようなトラブルが多発している。また、埋め戻し不良となってしまった地盤に



既製コンクリート杭

新たに杭を施工しようとする時、既成杭であれば杭芯がずれる、真っ直ぐ掘れないなど施工精度に問題が出るし、現場打ち杭ではコンクリートの一部が流出したり、軟弱過ぎて掘削できない、真っ直ぐ掘れないなどの問題を引き起こすことになる。

しかしここでも、実際の施工とその後地盤トラブルの発生との間にタイムラグがあることなどから、問題の共有が進まず、適切な埋め戻し材の検討や埋め



杭抜き工事の問題点

戻し工法の開発などが進んでこなかった。埋め戻し材の選定基準、施工管理方法などが規定されておらず、掘削した孔の体積と充填した埋め戻し材料の量の比較なども行う必要がないことから、埋め戻した孔の硬軟や、埋め戻し材料の強度や注入量に過不足があったりしても、確認のしようもないのが実情だ。

負の遺産

加えて、より根本的な課題もある。そもそも、既存杭を抜くべきか否かという判断だ。

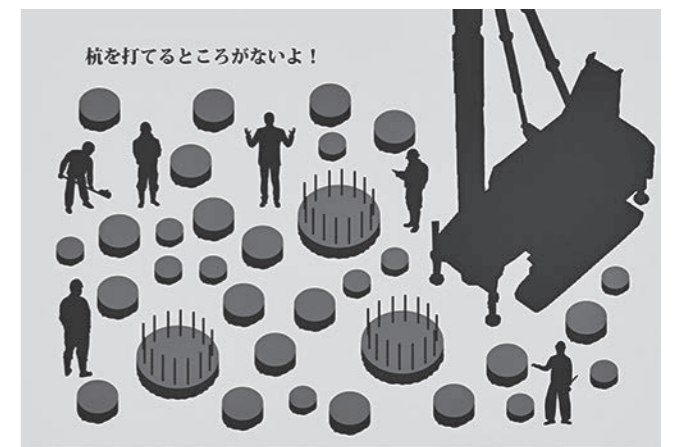
単純に考えれば、建物や構造物の解体等にあって、杭を撤去する必要はもちろんある。建て替えであれば、新たに建設する建物の施工の邪魔になるし、そうでなくても、解体後の既存杭は明らかに「廃棄物」である。存置することは法律違反だ。

しかしながら、現在も解体にあたって、杭が残されるケースが少なくない。杭を残す正当な理由があり、自治体にこれを説明できれば、杭の存置が認められることがあるからだ。

存置する理由として多いのが、「杭抜きを行ったら周辺地盤に影響が出る恐れがある」というものだ。



柱状地盤改良杭



先送りにされる既存杭の問題

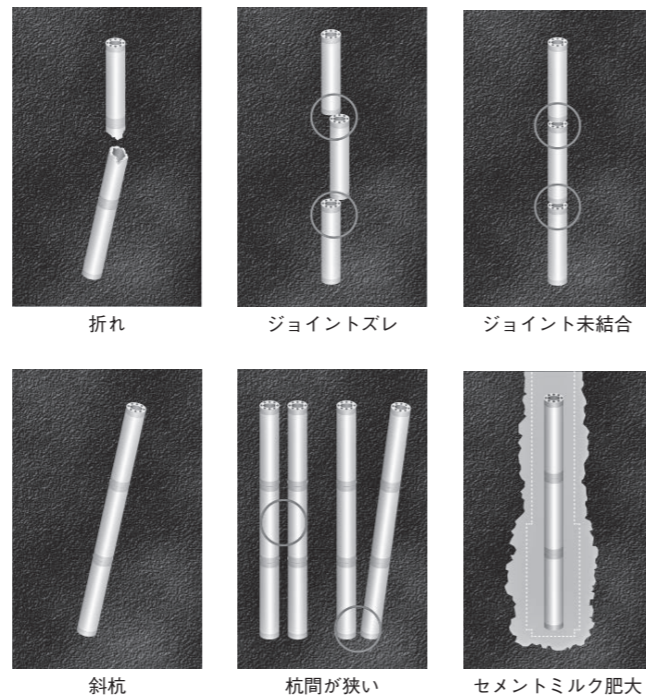
適切に杭抜きと埋め戻しが行われれば、こういった心配はほぼ不要なのだが、確かに現状では、埋め戻し不良により近隣地盤へ悪影響を与えるリスクがある杭抜きよりも、存置の方がリスクが小さいと言えるかもしれない。

ただし、稲積代表理事は「それは問題の先送りではない」という。

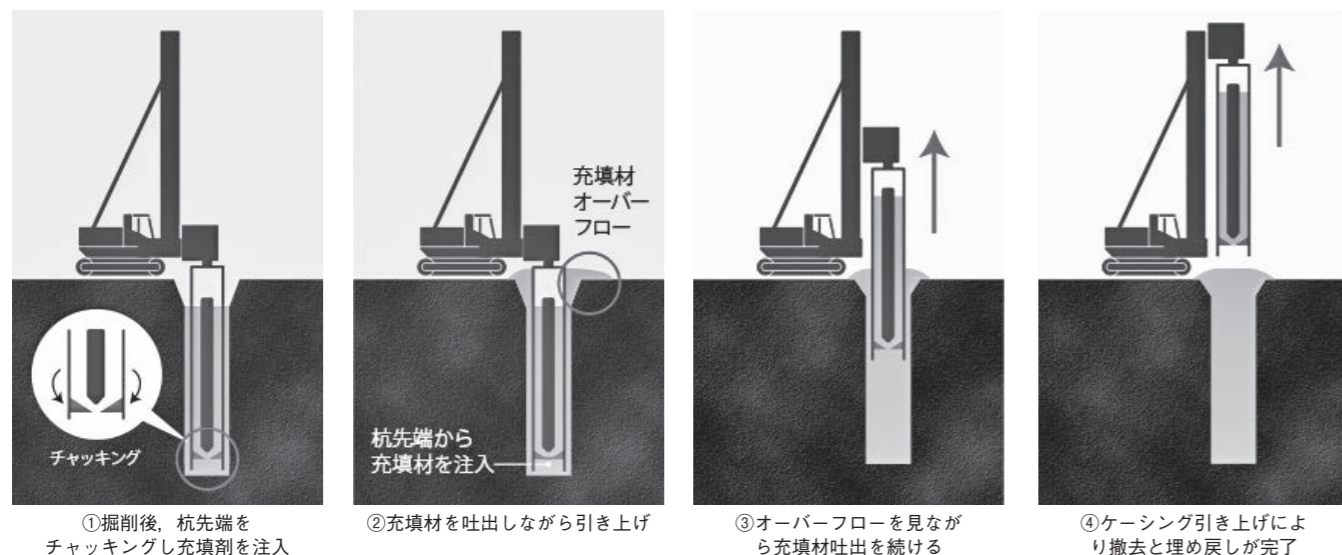
「残置された杭は、いずれは土地利用の妨げになる。最近では建築物の解体後、次の利用計画がない場合は杭を残置することが主流となっているようにも見えるし、次の建物の建設が決まっている場合でも、新たに施工する杭に干渉しないのであれば既存杭を残す（残置する）ケースが多い。この結果、以前からの杭が『負の遺産』となって数多く残っている土地がどんどん増えている。こんな使いにくい土地を残していくのはいいことなのか。後で困るのは



先端が潰れて変形、大きく湾曲した杭



既存杭の埋設状況



チャッキング工法のプロセスの例



チャッキング工法による杭抜き工事の様子



流動化処理土による埋め戻し

次の世代の人たちだ」

「潮目」の変化

これまでみてきたように、杭抜きと埋め戻しを巡る課題は非常に多い。

しかしながら、杭の施工業者だけでなく、杭工事を業者任せにしてきた大手ゼネコンにとっても、引き抜かれる杭は直視したくない過去を物語ってしまう。関係者が多くを語らないため、問題の認識が広がらず、発注者や設計者でもこうした問題を認識している人は極めて少ないのが現状という。地盤関係の学識者でも、もともと基礎杭の専門家は少なく、学会等でもこうした問題が取り上げられることはほとんどない。

こうしたなかで、必要な基準や指針等の整備、技術開発などが行われずに来たのが杭抜き工事だ。桑原専務理事は「一度、ある学会の会合でこうした問題を話す機会があったのだが、居合わせた先生方が『その話は本当か』と大いに驚いていた」と振り返る。

しかし、「日本杭抜き協会を設立し、機会をとらえて問題の周知に努めてきた甲斐もあって、最近になって潮目に変化してきたかなとも思っている。ゼネコンでも、たびたび問題が発生したこともあって、一部の大手では杭抜きの施工に大きな関心を向けるようにな

ってきた。この流れをとらえていく必要がある」(同)

日本杭抜き協会の活動

日本杭抜き協会は社会に向けた問題の周知と、現状を改善すべきと考える杭抜き業者の力を結集することを使命としており、主な事業としては①杭抜き技術の開発・改良、②埋め戻し技術の開発・改良、③既存杭の残置可否の判断基準の整理などに注力している。まずは会員社が共有できる技術や方向性をまとめ、その運動を大きくしていきたい考えだ。

また、「正式な事業というわけではないが、杭抜きを行った地盤を巡って発生したトラブルの相談対応、訴訟案件等への助言も、当協会の活動の重要な一部となっている。トラブルは毎日のように発生しており、訴訟にもなる事例も少なくないのだが、おそらく、こうした問題に対応できる機関や専門家がほかにいないのだろう。相談料等はいただかずに、公平な視点から、相談に対応している」(桑原専務理事)

PG工法の展開

稲積代表理事は、「協会の事業のなかで最重要なのは、やはり技術面の開発・改良だ」と語るが、この点に関しては、同協会はすでに大きな成果を出してい

る。協会推奨杭抜き工法「杭先端パワーチャッキング(PG)工法」の開発と普及促進だ。

同工法は、協会の前身である「既存杭引抜き工法協会」の会員社らが開発したもので、技術開発に携わった技術者らが2017年に地盤工学会関西支部から地盤技術賞を受けている。

ケーシングの内部に突き出す爪により、既存杭全体を抱え込んで引き上げることができるのが最大の特徴。既存杭が破損していたり、溶接が不十分だった場合などでも、杭全体を確実に引き抜くことができる。また、輪投げ工法では引き抜いた直後に上部から充填材を注入していたが、PG工法は杭の引抜きと同時にケーシング下部から充填材を注入するので、注入前に孔が閉塞するおそれもなく、引抜き孔の深度全体にわたって均質な埋め戻しが可能となる。従来工法による杭抜き工事と埋め戻し工事の最大の課題を、一度に解決する工法だ。

すでに全国170以上の現場で適用実績がある。「施工にあたっては、杭抜き工事で初となる管理装置を導入し施工の「見える化」を実現、杭抜き工事の工程を全て一元管理している。埋め戻しでは充填不良だけでなく、埋め戻し材の強度や注入量の過不足も、新たに施工する新設杭の施工を妨げる要因となりうるが、

PG工法で杭抜き・埋め戻しを行った現場では、新設杭に悪影響が出た事例は開発当初の数件のみで、その後一件もない」と胸を張る。

今後の展望

とはいえ、杭抜き工事が過去30年にわたってほとんど進展してこなかった分野であることを考えると、同協会が今後に対応すべき課題は数多い。

「例えば、現状では杭抜き工事に資格等がなく、昨日まで素人だった人が今日施工することも可能だ。いきなり資格制度の立ち上げは難しいが、初心者向けの研修制度を設けることなどは重要だろう。また埋め戻し材についてはほとんど規定がないのが現状だが、われわれは300kPaほどの強度を有する材料が、周辺地盤への影響という点でも、新設する杭への影響という点でも、望ましいのではないかと考えている。どのような材料をどのような方法で施行すれば300kPaとなるかなど知見をまとめるとともに、対外的にも提案していく準備もしていきたい。さらに、将来的には杭抜きや埋め戻し工事でも、ICTやAI等を活用した施工の高度化、生産性向上に取り組んでいく必要がある。」(稲積代表理事)

同協会の挑戦は今後も続きそうだ。