

Abstract

As a temporary construction method that contributes to SDGs, it is a construction method that makes it possible to pull out steel earth retaining piles such as steel sheet piles while suppressing the subsidence of the surrounding ground. There are about 50 achievements in. It can be safely pulled out in close construction of railways, buildings in urban areas, etc., and it is possible to recycle steel materials, reduce costs, make effective use of underground space, and prevent the spread of soil contamination.

1. 土留部材引抜同時充填工法とは

本工法は、仮設の鋼矢板などの杭を引抜く際に、専用の充填材を引抜きと同時に杭先端から充填することで、引抜きによる周辺地盤の沈下を抑制し安心して撤去できる工法で、あらゆる地盤条件、引抜き方法への適用が可能である。

河川における仮設工事においても、堤体内に水みちを作らない唯一の工法であるため、近年の集中豪雨による大災害への対策として、注目されている。また、土壌汚染物質の移動を遮断する方法としても施工実績が増加している。

全国で約400件、JR等の鉄道や民家への近接工事(230)、一級河川堤防の水道対策(150)、汚染土壌対策(15)、既成杭の撤去(2)等において実績があります。

2. 鋼矢板引抜きの周辺地盤への影響

鋼矢板引抜き時の周辺地盤の沈下量を調査した報告によると、杭の横では、引抜き時の沈下量は、掘削・埋戻し時に比べて約2.5倍となっており、杭から距離20mでは、同様に約4倍の沈下が発生している。また、沈下の影響範囲も、掘削・埋め戻し時は杭から10mを超えるとほぼ終息しているが、引抜きによる沈下は、距離30mでも2cmの沈下が発生しており近接家屋等に与える影響の大きさを示している。また、沈下速度を調査した報告によると杭の横では、杭引抜き時の沈下速度は、掘削から引抜き時に比べて約1.3倍となっている。鋼矢板引抜きによる沈下が、その影響範囲、沈下速度ともに、掘削、埋戻しの数値を大きく上回っている。

3. 工法の原理と他工法との比較

本工法では、まず充填管を鋼矢板に沿わせて据付けておき、施工機械によって一定の長さ（50cm）ごとに引抜きを行い、空隙が生じる度に充填管から充填剤を充填し、鋼矢板が全て引抜かれるまで繰り返す。充填剤は約1分でゲル化して空隙を埋めるので、半永久的な地盤対策が可能となる。鋼矢板を引きあげると、鋼矢板が占めていたスペースは負圧状態となるが、周辺土粒子等が挙動するより早く引抜きと同時に充填剤を負圧レベルの圧力で注入することで負圧空間のみに充填剤がいち早く充填され、周辺土粒子の流入を阻止され、鋼矢板の形状をした空間が充填剤で満たされ、数分で固化し、充填剤の鋼矢板が発生することとなる。このことが、周辺地盤の沈下発生を生じさせる余地を無くす本工法の原理である。従来から、引抜き完了後に後を追う形でCB等の充填剤を注入する方法があるが、引抜き作業と近接しての施工はできないため、引抜き後、数時間以上経過してからの充填となり、そのロスタイム周辺土粒子等の空洞への側方流動が進み空洞が土壌で埋まり、その結果、徐々に孔壁周辺の地盤から緩みが始まり、地盤面の沈下が発生している状態からの充填となる。密度も高く負圧のない状態への充填となり加圧を必要とし充填時間も長くなり、充填範囲や効果発現時間の把握も困難となる。本工法は、引抜き直後の負圧発生と同時に流動性の高い充填剤を空洞に充填させることで、上記従来工法の課題解決が可能である。充填剤は、長期的に収縮しない材質を有しており、長期的な沈下抑制、また水みち発生の阻止も可能となる。従って、施工地に近接して家屋や鉄道などがある場合、事業損失へのリスク回避として、本工法による沈下抑制対策は非常に有効であるといえる。

4 公共事業実施による事業損失を未然に防ぐ

例えば、家屋に近接して河川改修工事を実施する場合、改修工事完了後、時間の経過とともに杭の引抜きによる地盤沈下が発生するリスクがある。2で示したとおり、引抜き箇所から最大30mの範囲まで沈下影響の可能性があるため、完成後、河川周辺の家屋から家屋の傾斜やひび割れ等の被害の報告があり、事業損失補償をめぐり、因果関係を立証する手段も見当たらず、訴訟となる可能性がある。また、道路下にボックスカルバートを敷設する工事の場合にも、敷設工事完了後、道路内に残存物件は認められないので引き抜くことになるが、沿道家屋、背後地の家屋にまで、時間の経過とともに地盤が沈下し、特に背後地の家屋への事前家屋調査をしていないケースでは因果関係を示せず訴訟となる可能性がある。さらに新設ボックスカルバートについても、カルバートより深く打ち込んでいた杭の引抜きにより、カルバート本体が沈下するケースがある。水路構造物の場合、逆勾配になるなど流水機能が満たされなくなり、再構築しなくてはならない可能性もある。このような沈下を恐れて、やむなく鋼矢板の上部1m程度の部分を切断し、それより深い部分は残す場合があるが、将来的な地下空間計画の支障物となるだけでなく、止水性の異なる土留材に沿って地下水の流路が生成されるケースもあり、夏季には、空洞化により供用中の道路面が陥没し、重大事故につながるリスクがある。このように様々な事業損失、もしくは社会的な損害の発生を未然に防ぐために、速やかに土と同等の材質で復し、沈下の余地を与えない本工法による事前対策は、長期的に見てもトータルコストを大きく軽減し、長期化する損害補償訴訟や道路管理瑕疵を防ぎ、安定した公共財の提供となる。過去に様々な要因で存置せざるを得なかった杭についても引抜きが可能であり、道路面下の空洞調査を実施しその進捗状況が激しいケースへの対応として、本工法による残存物の除去と同時充填は、道路管理瑕疵のリスク回避として有効な手段となる。

河川区域内で道路橋や鉄道橋、河川施設、公共下水道施設などの工事を実施する場合、河川提体内に新たに橋台や放流堰、そして仮栈橋などの仮設構造物を設置することとなる。土留杭を提体内に打設し、最終的に引き抜くこととなるが、杭引き抜き後の提体内の安定度を高め、提体崩壊を防ぐ手法として本工法が注目されている。杭引き抜きによる連続した空隙の空間に対して十分な充填や補強がなされていない場合、時間の経過とともに地下水の流路が形成され、最悪の場合、河川内の流水につながる流路となり、提体が崩壊するリスクがある。本工法では、土留材の引抜き時に瞬時に空洞を充填し、早期にその強度も周辺土壌と同程度になり、長期的にも収縮が発生しないので、流水経路が形成されるリスクを大きく軽減できる。昨今の集中した短時間での豪雨による災害では大規模河川の提体崩壊など、従来の基準を超えた崩壊モデルを目のあたりにしており、提体崩壊による被災影響は甚大なものとなるため、日常的な安定性の確保が重要で、河川区域内工事による崩壊モデルを事前にリスク回避できる本工法の有効性が評価され、施工事例も急増している。

5 土壌汚染土対策 SDGs への取り組み、今後の研究課題

地下汚染物質の周辺地盤への浸透影響を敷地内で防ぐ手段として、汚染源から浸透移動する汚染物質水に対し、本工法による充填剤で構築された止水壁で囲い込みにより周辺への浸透抑止が可能である。短期に充填剤で構築する矢板が形成され、コストも大きく削減される。不要な資材を残さない本工法の適用は、SDGs への取り組みとして環境対策上、有効である。また、本対策は、公共事業実施に伴う、農地の水枯れ、さらに井戸水の水枯れなどの補償工法としての利用にも活用の余地を残しており、いずれも自然環境の保全にもつながる SDGs な工法である。これまでの施工地で得られた地盤変形に関するデータの数値解析によるモデル化、統計的解析による評価や要因分析を進め、本工法の更なる機能向上を進めるとともに、周辺地下水の浸透性能の把握や透水機能の変化の分析にも着手し、止水性の向上に適した充填剤の開発にも着手していく。また、周辺土壌の特性や間隙率に応じた適正充填量の精度の向上の研究も進め、より適正なコストでの実施が可能となるよう進め、さらに合理的な施工パターンや他の用途への適用性についても研究を続ける予定である。

著者紹介



CPA 西技術士事務所 代表
西 靖彦 Yasuhiko Nishi
協同組合 Masters 環境事業部顧問
技術士（建設）
APEC Engineer