

土留部材引抜同時充填注入工法 「あなたの理解をさらに深めるQ&A」

協同組合Masters地盤環境事業部会 同時充填工法研究会

180429●

No.	分類	質問	回答	備考
1		これまでも引抜き時注入は行われてきましたが、どこが違うのですか。	これまでの方法は鋼矢板を引抜き抜いた後の空隙を、引抜き施工の邪魔にならないように（上下作業にならないように）、後ろから追いかけて充填を行います。しかし、引き抜き直後に地盤の変位が生じるような条件下においては、それでは引き抜き直後の地盤変位を抑制できません。初期の変位を抑制することが引き抜き時の沈下抑制の大原則です。本工法は、引抜き時に発生する空隙を即座に充填することで、初期の地盤変位を抑え、早期に収束させることを大きな強みとしています。さらに、これまで色々な条件下で施工実績を積んできたことが、安心できる要素の一つと考えています。	
2		鋼矢板引き抜き時の同時充填ができない場合がありますか。それはどのような状況の時ですか。	鋼矢板が引抜けるという条件であれば、引抜き同時充填が可能と判断でき、それ以外の制約は特にはありません。	
3		充填管を鋼矢板の打ち込み時に予め取り付けする方法（YT-1工法）と鋼矢板引き抜きの前にボーリングマシンで削孔たてこみする方法（YT-3工法）はどう使い分けられますか。	クラッシュパーラーで鋼矢板を打ち込む場合など、地盤がたいへん固い場合など、ボーリングマシンでの削孔に手間と費用が掛かる場合はYT-1工法が有利です。また、道路使用規制などで作業時間が短い場合や夜間工事の場合などもYT-1工法が有利になる可能性が高くなります。逆に鋼矢板の供用期間が長い場合（概ね半年から1年以上）や鋼矢板が既に打ち込んである場合は、当然YT-3工法になります。	
4		薬液注入との違いは何ですか。	薬液注入は土粒子と土粒子の小さな隙間（間隙）に薬液を圧力をかけて注入します。一方、同時充填工法は、鋼矢板を抜いてできる空隙にこの工法専用の充填材を充填します。プラントから空隙まで充填材料を圧送しますが、土粒子間に圧力をかけることはしません。よって注入と充填は異なります。	「YT-1工法とYT-3工法の選定フロー図」参照
5		鋼矢板を引き抜いた場合の影響範囲はどうなりますか。	近接施工の指針などで影響範囲 $(L) = \text{鋼矢板長さ} (h) \times \tan(45^\circ + \phi/2)$ ϕ : 土の内部摩擦角 という式が用いられます。しかし、最近の研究事例（論文）などによると、粘性地盤や緩い砂質土層などの、所謂軟弱地盤においては、鋼矢板の2倍以上の範囲に引き抜きの影響が及ぶこともあることが判っています。地盤条件、施工条件ごとに慎重に影響範囲を判断する必要があります。	
6		鋼矢板の引き抜き以外に周辺地盤の沈下に影響を与える要素、施工工程は何かがありますか。	鋼矢板の打ち込み、掘削、躯体構築後の土留め支保工の撤去、埋め戻しの締固め不足、掘削などによる地下水の低下などが影響を及ぼします。	
7		充填長はどのようにして決めるのですか。	通常は地盤の中にある鋼矢板の長さが充填長になります。しかし、Box-Cの基礎部分の沈下抑制などの場合は、鋼矢板の先端から基礎の高さまでを充填長とすることもあります。	
8		狭い場所でクレーンが使えなくても施工できますか。	鋼矢板引抜き後、クレーンによる鋼矢板の吊り上げ倒し作業が必要であるため、クレーンが使えない場合は引き抜きができません。よって同時充填もできません。（特殊クレーンで引き抜きの場合は可能）	
9	計画時・設計時	設計時の充填長と実際の現場での充填長が異なる場合がありますか。	鋼矢板はそのサイズによってリース材として取引されている長さが決まっており、一般的には0.5m単位です。例えばⅢ型であれば7.0mが最少長さですので、もし6.0が地中長とすれば、油圧杭圧入引抜き機の掴みしろである0.5mを差し引いて、6.5mを地中に打ち込む場合もあります。また、リース材が所定の長さで揃わない場合もあり、この場合は鋼矢板の地中長を変更する必要も発生し、充填長も設計とは異なることになります。	
10		同時充填工法は、どのような場所、条件下でよく使われますか。	鋼矢板の引き抜き箇所付近に民家や埋設物が存在する場合の他、直接基礎のBox-Cや橋脚の沈下防止などにも使われます。また、最近では河川堤防における鋼矢板引き抜き箇所が将来の水ミチになることを防止するためにも使われてきました。	
11		玉石混じりの砂礫層などにおいて充填材の流出はありませんか。	これまでの実績100件以上の中で、1回だけ流出したと思われる事例がありました。その現場は海沿いの堤防のすぐ近くに鋼矢板が設置されており、同時充填したのですが、充填材が上方に上がってきませんでした。地中の空洞が海と繋がっていて、充填材が流出したと思われます。この事例以外にも玉石混じり礫層など、透水係数が極めて大きな地盤などにおいては地下水の流れが速い場合もあり事前検討が必要です。現時点でもボーリング孔を使つての流向流速の測定ができる計測機器もリースが可能で	
12		鋼矢板引き抜き後に充填材が連続的に充填されると、将来的に地下水を遮断することはありますか。	宮崎大学での室内実験結果や実際の現場で充填箇所を試掘した結果からすれば、連続した薄い壁が地中にできる可能性は高いです。しかし、強度も低く、壁厚も薄いことから、設計上有効な止水壁と呼べるものではありません。ただ、地下水の動きの障害になると予想される場合は、10～20mに1か所の割合で充填しない鋼矢板を設けて、スクリーン上に水みちを確保することは可能です。	
13		川の中（河床）や海底での同時充填は可能ですか。	これまでに実績もあり可能です。充填材が高アルカリですが、ゲル化するので流出はしません。また、アルカリ分の溶出はありますが、その量は水の量に比べてきわめて少なく、これまでの事例で河川水のPHが上昇するようなことはありませんでした。	
14		充填量をどのように現場毎に定めますか。充填量は一律約4倍ですか。	現時点では油圧式杭圧入引抜き機（パイラー）引抜きが約4倍、パイプ引き抜きは約3倍を標準充填量としています。これまでの実績からすれば、パイプによる引き抜きの場合は、パイラーに比べて土砂付着量が明らかに少なくなるからです。年度発注の継続工事の場合や施工数量が多い場合など、まずは標準充填量で実施してほとんど変状が起きないことが確認できたら、試験的に充填量を減らして試験施工を行って充填量を減らすことも可能です。また、逆に土砂付着量が非常に多い現場において、しかも沈下抑制効果をハイレベルで求める場合は、約30%充填量を増やすこともありました。いずれにしても、付着土砂量の把握と計測による沈下抑制効果の評価分析が重要です。	
15		充填注入管の頻度はどのようにして決めるのですか。	鋼矢板3枚に対して1本の割合で充填管を設置して充填注入を行うところから出発し、鋼矢板4枚に1本、さらに5枚に1本、7枚に1本というように現場条件、地盤条件に応じて充填管の割合を減らしてきました。個別案件によって様々ですが、当初心配された充填管が付いた鋼矢板に隣接した鋼矢板以外には充填材がうまく回らないのではないかと、宮崎大学との共同実験などで心配ないことが実証されています。宮崎大学との共同実験では鋼矢板16枚に1本でも充填はうまくいきました。結果的にはこれまでの実績の範囲では問題は生じていません。	

16	施工時	施工は全国どこでも可能ですか。	協同組合Masters（国土交通省認可の団体）の組合員が全国に存在します。よって、全国で施工可能です。ただし、特許権の使用の問題がありますので、協同組合Masters（研究会）の事務局まで、予めご相談下さい。	
17		充填圧力をどのように現場毎に定め、どう管理するのですか。	空隙充填なので材料をホースで送れる圧力（充填開始時の初期圧）を基準とし、その変化を監視します。大きな変化が生じた場合は、その変化が何故起こったか確認して対処します。	
18		充填材が所定の位置に充填されていることをどう確認するのですか。	掘削して地中の充填材の出来形を確認することはできない訳ではありません。初期において地表面から0.5m位を掘削して確認した事例はあります。しかしながら、最も重要なことは周辺地盤の変状を防止することなので、鋼矢板引き抜き前と引き抜き直後の地表面の沈下量のレベル計測や観察を注意深く行うことを優先しています。	
19		同時充填したら沈下は無いのか。これまでの実績データはありますか。	これまで170件以上の実績があり、その中で計測結果が我々の研究会の手元にある案件もあります。（公表の承諾を得ている範囲で提供可能です。）海岸堤防の近傍において、充填剤が流出して中断した1件以外においては、充填注入効果が確認できています。しかし、地盤条件や打ち込み、引き抜き機械、掘削方法などで沈下に影響を与える要素は様々です。沈下抑制の対象物を特定して、供用範囲を事前に議論して決めておく必要があります。	
20		同時充填したら沈下はすぐに収まりますか。後々沈下しませんか。	全く充填をせずに鋼矢板を引き抜いた場合、3ヶ月間以上沈下が収束しなかった事例もあります。これまでのところ、同時充填注入を行った場合、多少の沈下は鋼矢板の引き抜き箇所のすぐ際では起きましたが、1～2週間程度で沈下が収束しています。	
21		充填材の地表面へのリーク確認の方法をどのように現場に於いて定めていますか。	充填材のリーク確認は、現場の職長が引抜充填中は常時監視を行います。鋼矢板の引き抜きに抛る空隙が今起きている個所以外においてリークの確認がされた場合は、充填材の圧送を中断しゲル化するのを待つこともあります。逆に、最後までリークが確認できない場合においては、地表面のレベル計測結果や周辺地盤の目視観察を行い、地盤中に空洞の存在が無いのか、充填材の流出が無いかを確認します。	
22		充填管が突起となり、その部分の付着土砂が増えて問題はないですか。	通常は鋼矢板断面積の約4倍を標準的な計画充填量としています。シルト質の地盤などにおいて、杭圧入引抜機で引き抜いた場合は、鋼矢板の凹部に満杯の付着土砂が付いてきた場合もありました。こうした場合は充填量を増やして対応します。	
23		周辺地盤の変状観測は現場毎に定めるのですか。	砂質土と粘性土とで鋼矢板引き抜き後の影響は大きな違いがあります。施工方法を含めた個別の現場条件、地質条件に応じて発注者、設計者等との事前協議が特に軟弱地盤などでは必要です。許容沈下量も周辺環境により異なりますので、現場毎に管理基準値や計測計画を決めておく必要があります。	
24		沈下計測は常に必要ですか。またどのような方法でやればいいのですか。	最低限、レベル測量を鋼矢板の周辺（5m位まで）は鋼矢板の打ち込み前、打ち込み直後、掘削時、土留め支保工撤去時、埋め戻し前、鋼矢板引き抜き直前、直後に行ってください。一日に引き抜く範囲の中央部分が最も変位は出やすいので、その付近において鋼矢板の法線の直角方向に測線を設けて測定するのが望ましいです。施工数量が多い場合で、軟弱な地盤においては、地中変位を挿入式孔内傾斜計などで計測することによって、充填量の適量を把握することにより、結果的にはコストダウンになることも考えられます。	
25		引抜充填について「十分に空隙が充填されているかを確認しながら充填を施す」としていますが、具体的にどのように確認するのですか。	「電磁流量計」にて設計充填注入量の圧送を管理し充填確認を行います。また充填圧力と充填材の地表面へのリークの有無などで、地盤内部の状況を推定して対応します。	
26		「薬液注入工法による建設工事の施工に関する暫定指針」に基づいてphなどの水質監視は必要ですか。	同時充填工法は薬液注入とは異なります。よって地下水観測の義務はありません。しかし、周辺環境（水中や近くに使用している井戸がある場合など）に応じて発注者、設計者と協議し、必要に応じて観測井戸を設置し、水質監視を行うことはあります。	
27		「薬液注入工法の設計・施工指針」で紹介されている一般的な薬液注入材であれば長期耐久性に問題はないと考えられますが、この工法で使用する充填材は該当しますか。	同時充填工法に使う充填材は非水ガラス系セメントミルクグラウト材に分類され、恒久的強度が期待できます。さらに、従来的高级グラウト材に比べて、収縮率を低くしていますので、空隙が将来的に発生しにくい性状としています。	別紙材料メーカー試験報告書参照
28		20年～30年での耐久性はどうなのですか。	恒久グラウト材として、20年の耐久性を確認できています。	別紙材料メーカー試験報告書参照
29		長期間地中に滞在する薬剤の毒性はありませんか。	溶出試験検査報告書より有害物質は検出されていません。	別紙材料メーカー試験報告書参照
30		充填材にリサイクル材などは使えますか。	リサイクル材の品質は一般的にはばらつきが多いため、現時点に於いては本工法には使用していません。しかし将来は再資源の有効活用とコスト削減が当然必要であり、開発課題と考えています。	
31		水中施工の場合、充填材は水中に拡散しませんか。	充填材がゲル化(50-90秒)した後は、ゼリー状なので、水の流れがあっても、空洞が続いてない限りは流出しません。	別紙充填材資料参照
32		充填材はリークした場合、産業廃棄物になりませんか。	厳密に言えば、材料はすべてアルカリ性であるため、産業廃棄物として分類されると考えています。しかし、現場の運用においては、建設汚泥の所轄である各都道府県等の判断になりますので、個別案件ごとに対応しています。	別紙材料メーカー試験報告書参照
33		六価クロム溶出試験は必要ですか。	当研究会としては、平成15年6月30日に報告された「セメント系固化処理土に関する検討最終報告書(案)セメント系固化処理土検討委員会」を根拠として「必要なし」と判断しています。	別紙セメント系固化処理土に関する検討最終報告書(案)参照
34		充填材の最終強度はどのくらいですか。	N値換算で15～30の硬さになります。充填材の厚みも鋼矢板の厚さの2～3倍程度です。強度も硬い土程度ですので、地中障害物にはなりません。	別紙充填材資料参照
35		通常の鋼矢板の引抜きに比べて、施工歩掛はどう変わりますか。	鋼矢板の引き抜き歩掛は、鋼矢板のサイズや付着土砂量（充填量）によって異なりますが、IV型やV型の鋼矢板の場合は10～30%引き抜き枚数は減ります。	
36		積算歩掛り、基準はどのようにして決めてありますか。	汎用工法である薬液注入工法の標準歩掛りを参考に、これまでの170件以上の実績歩掛り、作業編成を考慮して作成しています。	

37		埋め殺し矢板との比較で、どのような状況でも同時引抜充填注入工法が安価になりますか。	現時点においては、充填管の取り付け頻度が鋼矢板6枚に対して1本が標準です。この場合では軽量鋼矢板の場合など、1枚当たりの回収トン数が少ないため、安くならない場合もあります。しかし通常のⅡ型～ⅤL型ではほとんどの場合は安くなります。BOX-Cの工事などで鋼矢板を転用する場合は、残置に比べてコスト削減効果は特に大きくなります。鋼矢板の種類、1本当たりの長さ、引き抜き枚数、土質条件等、鋼矢板の設置期間などに拠ります。	
38	その他	この工法の問題点、課題は何ですか。	<p>①同時充填工法の効果の検証を学実的に実証すること。これに対しては宮崎大学と共同研究などで実証中です。</p> <p>②しかし地盤条件によって鋼矢板引き抜き時の沈下挙動は現場毎に大きく異なります。これを標準化することは、これまでの研究報告からしても容易なことではありません。確実に沈下を抑制できる仕様を確立する研究を考えています。</p> <p>③現場の周辺環境、地盤条件などにより個別案件ごとに重要構造物、重要施設などに対する影響予測、許容沈下量、変位計測等、所謂『簡易的な情報化施工体系』を設計段階で実施できるようにすることも課題です。</p> <p>④充填管の頻度をさらに減らしてコスト削減することを目指しています。</p> <p>⑤専用ポンプを制作中です。これが完成すれば、通常の鋼矢板引き抜き速度に合わせた充填が実現します。</p> <p>⑥全国での施工体制の確保を確実にするように、組合として対応しています。（現時点では10班程度、H30年度中には15～20班の施工班の同時稼働体制を目指しています。）</p> <p>⑦積算基準を公開して、発注者、設計者がより計画しやすいように現在作業を進めています。</p>	
39		これまでの現場において、どんなトラブルがありましたか。	<p>①充填材が鋼矢板打ち込み時に設置した充填管に入り込み詰まっていた。（逆止弁を取付け対応した）</p> <p>②サイレントパイラーの重量+反力により設置してある充填管が詰まっていた。（高圧ポンプで水を圧送し詰まりを解消した）</p> <p>③土圧+サイレントパイラーの引抜きの力で充填管が矢板から外れた。取付け金具を強化して改善した。（現在は溶接の必要がありません。）</p> <p>④充填の速度に合わせずに、鋼矢板を早く引き抜いた。遠隔操作式のビデオカメラを購入して、充填引き抜き状況をリアルタイムで観察できるようにした。（専用ポンプの開発で、この問題も解決します。）</p>	