

硬質岩盤層における長尺大口径鋼管矢板の海上施工について

戸田建設株式会社 正会員 ○大原 貴之
 戸田建設株式会社 正会員 佐佐木 秀行
 戸田建設株式会社 正会員 重松 映輝
 株式会社高知丸高 高野 一郎

東日本大震災で被災した岩手県大船渡漁港で津波、高潮対策工事の一環として、細浦湾の入口を塞ぐ形でフラップゲート式水門、海上防潮堤が設置される。防潮堤の基礎として、最長 45m 径φ1000 mmの長尺大口径鋼管矢板を打設するが、海上で長尺大口径鋼管矢板を、礫層が挟在した硬質岩盤に打設した事例は少なく、継手部の損傷により貫入不能となる可能性があった。この難しい施工で、工期、コスト、品質、安全を確保しながら確実に打設を行うために実施した方法、工夫について報告する。

1. 工事概要

工事名称：岩手県大船渡漁港海岸高潮対策（細浦地区防潮堤その1）工事
 工期：平成29年3月9日～令和4年3月15日
 工事内容：防潮堤 L=125m、水門基礎工1式、場所打ち擁壁工1式
 鋼管杭打設（φ1000 mm、L=30～49m）56本、
 鋼管矢板打設（φ1000 mm、L=9～45m）155本



図-1 細浦防潮堤水門 完成予想図

2. 施工上の課題

鋼管矢板打設にあたり以下の課題があった。

- ① 追加地質調査により中間層に礫層（φ300）が挟在することや、着底部の岩盤層の一軸圧縮強度が100MN/m²を超えることが明らかとなった。このため、標準工法（油圧ハンマによる打撃）では礫層の打抜き時の継手損傷や根入れ時の打撃による杭頭損傷、先端の潰れにより貫入不能、精度確保が困難となる恐れがあった。

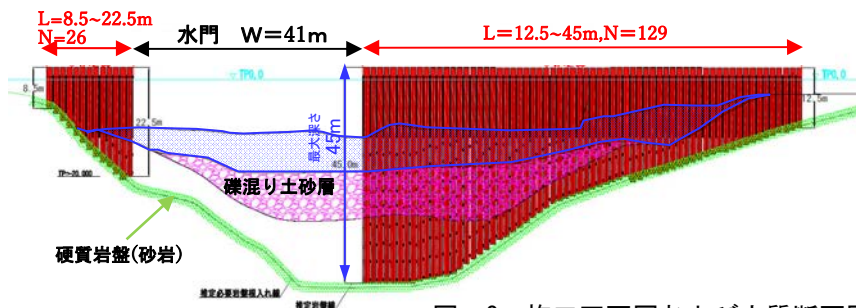


図-2 施工正面図および土質断面図

表-1 施工箇所の土質

地質区分	記号	土質・岩質	特徴
砕石盛土	B3	玉石、礫混り土砂	砕石を主体とする盛土。既設堤防基礎を含む。
沖積粘性土層	Ac	粘性土、礫混り土砂	粘土に礫や砂が混入し、不規則にφ200mm以上の礫がレンズ状に介在する層がある。
沖積礫質土層	Ag	礫混り土砂	φ100mm以下の礫と砂が卓越する砂礫層。玉石や細粒分が不規則に混在する。
大船渡層群	Of	中硬岩	砂岩を主体とする硬質な岩盤

- ② 鋼管矢板はスパイラル鋼管を使用するが、打設時にスパイラルに沿って回転する傾向があり、打設長が最大30m以上になるため、打設途中で継手の外れの発生や打設精度の低下が懸念された。
- ③ 海上からの施工方法として設計で考えられた在来工法の仮栈橋は、支持杭本数が多く打設に時間を要し、また、不可視な海中で潜水士とクレーンの相番作業が多くなるため安全面で課題があった。

3. 対策工

3-1 礫層が挟在した硬質岩盤層における最適な打設工法の選定

打設工法を検討した結果、継手部先行削孔+ダウンザホールハンマ工法を選定した（表-2 参照）。

表-2 打設工法比較表

工法	① 継手部先行削孔+ダウンザホールハンマ	② 拡張ダウンザホールハンマ	③ ケーシング削孔+油圧ハンマ打設
概要	継手部にφ630mm拡張ダウンザホールハンマ削孔を行い、砂置換え後、ケーシングを引抜く。その後、ダウンザホールハンマを使用して本管を打設する。スパット台船、または栈橋上加ラクリンを載せて施工する。	鋼管矢板の管内にφ1050mm拡張ダウンザホールハンマを中掘式にセットし継手部の拡張掘削と杭建込を同時進行させ、掘削完了後、縮径しピットを引き抜く。スパット台船、又は栈橋上加ラクリンを載せて施工する。	φ1300mmのケーシングを回転圧入、オーガーで所定の深度まで掘削する。ハンマーグラフで管内掘削、砂置換え後、ケーシングを引抜く。その後、油圧ハンマーで本管を打設する。杭打船を使用して施工する
施工の確実性	他現場でφ1000mm鋼管矢板の実績あり。先行削孔で継手部の貫入抵抗を軽減し打設可能 ○	φ1000mm鋼管矢板の実績が少なく。継手部の貫入抵抗を完全に軽減できず損傷する恐れがある △	打設箇所の砂置換えを行うので貫入抵抗を軽減し打設可能 ○
工期	継手部先行掘削の工程が多くなり、硬い岩盤の掘削となるため、工期遅延の可能性あり △	1工程なので他工法より工期は短い、硬い岩盤の掘削となるため工期遅延の可能性あり △	大口径ケーシング削孔のため施工日数がかかり、置換え、打設が別工程のため、工期は長くなる。 ×
コスト	先行削孔費用、工期増分の機械損料の増により施工費は増える。 △	吊荷重が大きくなりクレーン規格が超大型になると、その損料に加え、損料の高価な特殊機械を使用するため、施工費は大きく増える。 ×	高価な大口径ケーシング機の使用、杭打船の使用のため、施工費は大きく増える。 ×
総合評価	○	△	×

キーワード：鋼管矢板打設、継手部先行削孔、岩盤施工、海上防潮堤、仮栈橋、東日本大震災
 連絡先：〒980-0811 仙台市青葉区一番町2-3-22 戸田建設(株)東北支店

3-1-1 継手部先行削孔

継手の貫入抵抗を低減し損傷を防ぐため、継手部の先行削孔、砂置換えを行った。φ630mmの拡張ダウンザホールハンマでφ600mm鋼管を同時に打ち沈め、ハンマを引抜き、鋼管内に砂を投入した後、鋼管引拔を行った。以上の作業を鋼管矢板の打設前に行った。

3-1-2 鋼管矢板打設方法

鋼管矢板打設は、200t クローラクレーンを使用し、φ1000mmの杭頭設置型のダウンザホールハンマとパイプロフォンサ（最大起振力255tで国内最大級）を併用して行った。杭頭設置型にすることで杭材料と相吊りすることなくクレーン作業半径を小さくすることができ足場面積の縮小に繋がった。パイプロフォンサの使用で中間の砂礫層を確実に打抜き、施工時間の短縮を図った。



写真-1 鋼管矢板打設状況

3-2 鋼管矢板回転防止対策

鋼管矢板に回転防止治具を取付け、回転を抑制する構造とした。本来、継手は外れないように上から下端まで取付けられているが、回転防止対策を行うことで地中部分は3mピッチのガイド爪(50cm)のみとする構造として継手を減らし、鋼材コストの低減にも繋がった。

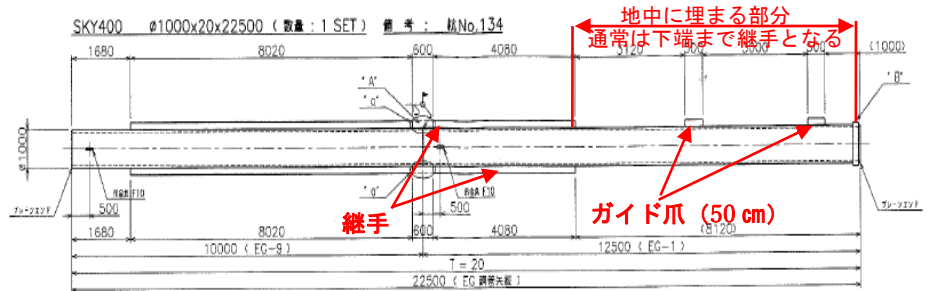


写真-2 仮棧橋 (Sqc ピア工法)

3-3 仮棧橋 (Sqc ピア工法) の設置

海上からの鋼管矢板打設足場の検討の結果、支持杭と桁材の大型化により杭本数を減らすことで工期を短縮でき、事前に陸上で地組したユニット部材を用いることで潜水作業を省力化し、安全性を高めた、Sqc ピア工法を用いた仮棧橋に変更した (表-3 参照)。

表-3 打設足場比較表

工 法	① 仮棧橋 (Sqcピア工法)	② 仮棧橋 (H鋼による在来工法)	③ 作業船による施工
概 要	橋脚としてφ600mm鋼管杭を打設し、杭頭キャップを取付ける。その上に桁受材、主桁を載せ、覆工板を設置する。橋脚のプレス補強時はゴンドラを使用する。	橋脚としてH鋼を打設する。下から足場を設置し、桁受材、主桁を橋脚に取付け、プレスで補強し、上部に覆工板を設置する。	200t吊起重機船を使用し、ハンマ、杭材料を吊上げ、海上から打設を行う。杭台船、揚錨船、曳船が必要となる。
施工性	突出長12mまで可能で橋脚のスパンを飛ばせるので材料が少ない。足場を設置しないので施工性がよい。事前に工場加工した材料を使用し現場作業を減らせる。	橋脚のスパンが5、6mと短く材料が多く手間がかかる。足場設置が必要だが、水中作業も多く難しい危険な作業となる。汎用性のある材料を使用するが現場での加工が多い。	準備作業が不要ですぐに施工にかかることができる。
当現場での適用性	特殊工法で施工費が高い。杭打設箇所の捨石撤去が必要である。	橋脚のH鋼打設の数量が多く、材料組立も多いので工期が長期化する。足場が必要で当現場の海上作業では設置が難しい。	係船ロープ、アンカーを広範囲に設置する必要があるため、当現場では漁船航路が確保できなくなる。
施工の確実性	NETIS登録による信頼性あり。他現場でも実績あり。	実績が多く、信頼性あり。	船の動揺があるので足場が不安定で、打設精度の確保が難しい。
総合評価	○	△	△

4. 対策工の実施結果、今後の課題について

以上の対策工を行った結果、打設不可といったトラブルも無く、打設精度を確保し (法線の出入り規格値 100 mm、実施最大値 50 mm)、安全を確保しながら目標期限内に打設を完了することができた。

今後の課題として、現状では大口径鋼管矢板の施工事例は少なく様々なリスク低減対策は施工開始後の協議事項であり、結果としてトータルコストは高くなってしまっているので、今後、こうした施工事例を水平展開し、施工技術、ノウハウを広めるとともに、経済性にも考慮した技術の更なる開発に繋げることが必要であると思われる。



写真-3 海上防潮堤全景