

本船バース増強工事概要とスラグ混入コンクリートへの取り組みについて

大成建設(株)	正会員	○江川省二
大成建設(株)	正会員	浦上 昇
大成建設(株)	正会員	金子英幸
三菱マテリアル(株)	非会員	阿部信二
三菱マテリアル(株)	非会員	水越悠文

1) はじめに

本工事は、三菱マテリアル(株)直島製錬所内の本船バースを58,679DWTの鉱石船に対応した設備にするために、現状の岸壁から15m沖出した位置に新設バースを拡張整備し、栈橋前面の水深を-13.5mまで浚渫する工事である。

2) 工事概要

表-1に新設栈橋および既設岸壁の対比を表-2に主要工事数量を記す。

表-1 新設栈橋及び既設岸壁の諸元

項目内容	新設岸壁	既設岸壁
延長	177m	160m
水深(バース側傍)	13.5m	10.0m
対象最大船型	58,679DWT	47,000DWT
全長	190.0m	185m
喫水	12.27m	9.7m

表-2 主要工事数量

工種	数量	称呼
浚渫工事	21,700	m3
鋼管杭工事	57	本
上部工(アンローダー桁)	12	基
上部工(PC床版)	12	枚
上部工現場打ち(延伸部)	1	式
海上ボラード新設工事	1	式
グラウンドラッドアンカー工事	63	本
地盤改良工事	10,100	m3

3) 主要工種の施工方法の概要

仮設工事として海底部分にテンプレートを設置する。テンプレートは鋼製(H型钢300)の枠組み内部を鉄筋コンクリートで充填したもので、鋼管杭位置を海底面で誘導できる構造とした。標準的テンプレートの重量は45tとし、設置基準高さは、CDL-13.5mとした。

起重機船によるテンプレートの設置完了後、ダウンザホールハンマー(φ1000mm)を用いて、鋼管杭(φ700~800mm)の根入れ部分の先行削孔を実施した。先行削孔はアンローダー桁部分48本、延伸部分9本の計57本である。施工期間は平成24年の6月



写真-1 本船バース完成 西側より撮影

～9月の本船バースの未使用時期に実施した。

(実施工日数は約30日間)

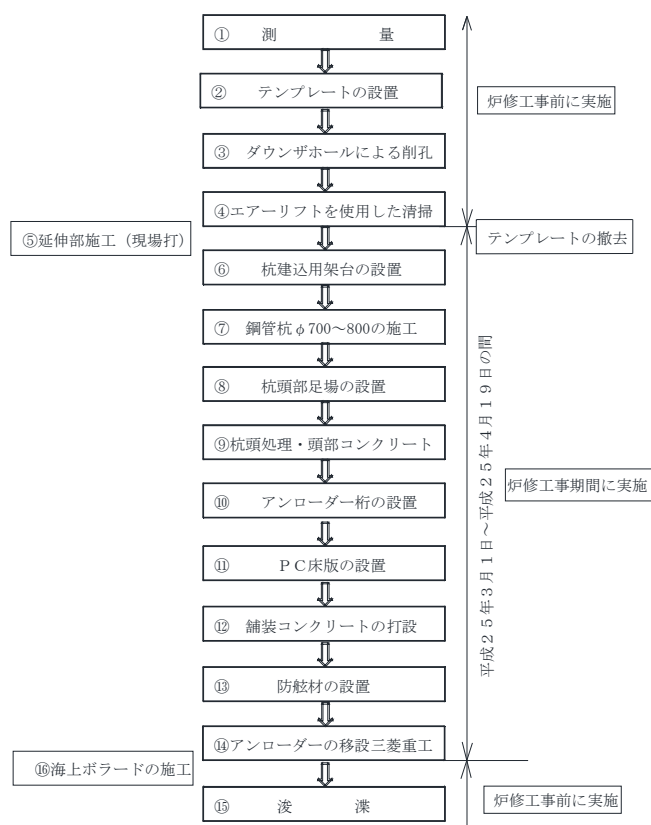
削孔完了後は、杭根入れ部分にφ1050mm L=5.6m(平均)の孔が削孔時のクリ粉および海底面の土砂などによりほぼ埋没した状態であった。このため、平成24年10月～平成25年の2月までの本船バースが空船になった期間にエアリフトにより孔の内部の清掃、排土を実施した。平成25年3月の炉修期間においては、高松市朝日町において制作した杭固定用架台を台船に積込、直島の工事区域に海上輸送し、既設岸壁にケミカルアンカーで固定した。固定用架台はH鋼300を主材料とし、両側にブラケットを取り付けたユニット式とした。鋼管杭の建込完了後、鋼管杭頭部に杭頭処理用足場を設置し、水中不分離材を混入した水中不分離性モルタルを、杭先端部に注入した。杭先端処理完了後、鋼管頭部の切断、頭部コンクリートの打設を行った。鋼管杭頭部の最終的な矯正は、ユニット式杭固定架台に鋼材を設置し鋼管頭部を固定用架台にブルマンにより固定した。所定の精度で鋼管杭が設置されたことを確認した後、高松市香西北町の公共岸壁で制作したアンローダー桁、PC床版を海上輸送し、起重機船を用いて鋼管杭上部に設置した。アンローダー桁の最大重量は328t、据付け個数は12個で据え付け所要日数は4日である。PC床版の最大重量は、196t、据え付け個数は、同じく12個で据付けに要した所要日数は3日である。本工事の延伸部における施工は、現場打ちコンクリート構造とし、発注者から支給される銅スラグを細骨材に置き換えた環境配慮型コンクリー

キーワード 環境配慮型コンクリート プレキャスト化 銅スラグ フライアッシュ

連絡先 〒760-0019 香川県高松市サンポート 2-1 大成建設(株)四国支店 TEL: 087-825-3400

トとした。P C床版上部に舗装コンクリートを打設しアンローダー桁上にレールを敷設した後、三菱重工殿施工によりアンローダーを15m沖出しした後（横方向移動）、バース前面の浚渫工事を実施した。

4) 実施した主要工種の施工フロー図



5) 延伸部における銅スラグ、フライアッシュのコンクリートの混合について

三菱マテリアル直島精練所では、銅製錬工程の副産物として発生する、銅スラグ（CUS0.3）をコンクリートの細骨材として使用する研究が長年なされてきた。

銅スラグの使用は、すでにコンクリート用細骨材としてのJISも制定されており、大型消波ブロック等海洋構造物の重量コンクリートなどでの実績が多く報告されている。また2000年には循環型社会形成推進法が制定され、循環型資源が発生した場合の再利用やリサイクルの方法も記載されている。天然資源の枯渇が叫ばれる中、銅スラグはコンクリートの細骨材にかわる材料としてなくてはならない資源として注目を浴びている。本工事においては従来まで小規模に実施されてきたスラグ（CUS0.3）混入コンクリートを大規模工事において施工可能な規模で実施し、その使用

に対する適正を現場において検証するとともに、今後の銅スラグ混入コンクリートの使用の可否と公共工事での利用促進に向けた現地での追跡調査を実施する。

追跡調査については、製錬所内において模擬壁体を制作し長期にわたる品質の変化を検証する。

本工事の施工においては、銅スラグ混入コンクリートで発生すると思われる多量のブリージング水の発生を抑える目的や、海洋構造物における強度、耐久性と化学抵抗性（特に耐塩害性）についての向上を目的として、火力発電所で発生するフライアッシュ（JISⅡ種）を細骨材への置換え材料として使用することを検討した。実施にあたっては施工箇所および製造プラントが離島であるという特性と近隣工事において大規模に、銅スラグ細骨材として使用した例が少ないことや使用する骨材・混和材等の相性を検証する等の目的で試験練により配合を決定した。ただしフライアッシュ（JISⅡ種）の使用はプラント設備の面から制限があり、細骨材とスラグの置換えコンクリートを延伸部において約270m³、スラグ置き換えコンクリートに加えフライアッシュ（JISⅡ種）を混合するコンクリートは延伸部車止め部において約3m³打設した。使用した配合は表—3のとおりである。

配合No.	配合記号 (CUS-FA-S-W/C)	単位量(kg/m ³)					
		セメント BB	水	細骨材			粗骨材 砕石2005 Pz№70
				CUS 5-0.3	FA	砕砂	
②	50-00-50-45	378	170	545	—	393	943
		124	170	151	—	151	360
④-1	30-10-60-45	382	172	325	68	465	938
		126	172	90	30	179	358

表—3 使用配合表

打設は、両配合とも通常コンクリートと同様に問題なく実施でき、材齢28日における圧縮強度も設計基準強度を上回っている。

6) まとめ

アンローダー桁およびPC桁等コンクリート部材をプレキャスト化したことや、水中部分の鋼管杭の打設精度を高めるために設置したテンプレートや鋼管杭の頭部矯正用架台のユニット化により上部工の実施工日数は30日という短期工程で完成できた。

また銅スラグを用いた環境配慮型コンクリートの施工など品質の確保と地球環境への配慮など短い工程の中で、社会貢献を含めた工事の完成を見ることができた。