

(48) 外ケーブル工法による岸壁クレーン走行桁の補強工事

極東工業(株) 技術本部 正会員 川内 康雄
 同 上 ○鈴木 充寛
 川崎製鉄(株) 谷敷 多穂
 清水建設(株) 広島支店 田中 栄治

1. はじめに

本構造物は、延長97.6mの直杭栈橋式岸壁であり、荷揚げ用アンローダークレーンの走行を目的としたRC造の単純桁と固定桁が交互に配置された構造である。建造は、1966年～1970年にかけて行われたもので、劣化調査を行った結果ひびわれ等の劣化が発見された。また、新規に大型連続式アンローダークレーンを導入することになり、その荷重増に伴う補強の必要性も認められた。本文は、岸壁クレーン走行桁の補強について現場環境に適した工法の選択、施工方法、施工上の課題及び対策、補強効果の確認について報告するものである。

2. 現場環境

本構造物は、荷役作業中の岸壁であるため船の接岸、アンローダークレーンの稼働状況等により作業場が制限された。また、満潮時にはRC桁の大部分が海水中に没するため、干潮時のみの潮間作業となり、作業可能時間が制限された。

なお、干潮時のみ可能であるため昼夜を問わない作業となった。

3. 補強工法の選定

RC桁の補強工法として(1)断面増厚工法、(2)鋼板又は炭素繊維接着工法、(3)外ケーブルによるプレストレス導入工法等が考えられた。また、桁の架け替えも1つの方法として考えられた。しかし、今回与えられた施工条件から考慮すると、(1)、(2)及び桁の架け替え案は、施工上困難が予想される。

しかし、外ケーブル工法は操業の支障になることはなく、施工手順を考慮することにより潮間の作業が可能となるため本工法を補強工法として採用した。

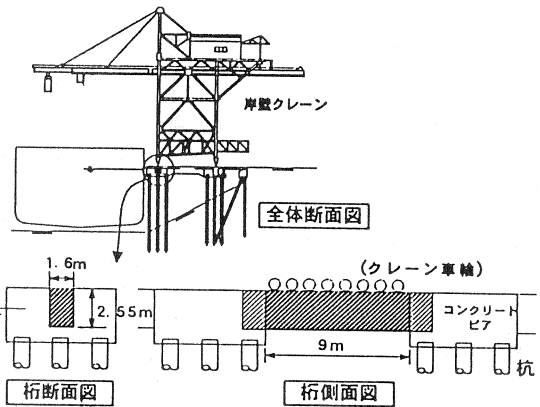


図-1 岸壁クレーン走行RC桁の概要

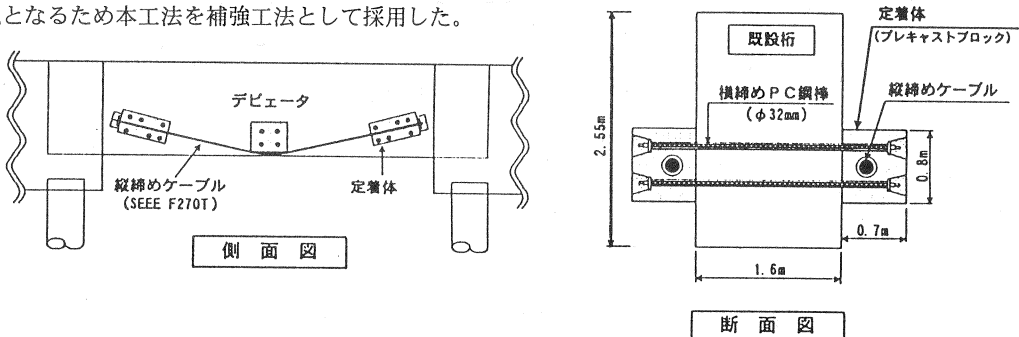


図-2 RC桁補強概要図

4. 施工概要

補強対象のRC桁は、図-1に示すようなスパン9mの単純支持構造である。本工事は、このRC桁に図-2のような外ケーブルの定着体及び偏向部であるプレキャストコンクリートブロックを取り付けた後、PCケーブルを配置しプレストレスを導入して補強を行うものである。以下に、施工手順を示す。

①外ケーブル定着体及び偏向部の製作

現地でのコンクリートの打設が困難なため、工場にてコンクリートブロックを製作した。

鉄筋は、エポキシ樹脂塗装品を使用し、コンクリートの配合は、35-8-20Hとした。

②コンクリートブロック運搬、取付け

コンクリートブロック取り付け位置にフローター(浮力6tタイプ)を設置し、その上にクレーン付トラック(10t積)にて吊り降ろした。コンクリートブロックは、チェンブロックにて吊り上げ所定の位置に取り付けた。

③接合面无収縮モルタル打設

コンクリートブロックを取り付けた後、桁とブロックの接合面の周囲を速硬化型エポキシ樹脂系接着・充填材にてシールし、無収縮モルタルを打設した。その際、横締め孔がモルタルで塞がらないようにゴムチューブ(モールドバック)を横締め孔にセットし空気を注入して養生を行った。モールドバックセット後、緊張切欠き部に海水が侵入しないようにFRP板を取り付け周囲をシリコン系シール材にてシールし養生を行った。

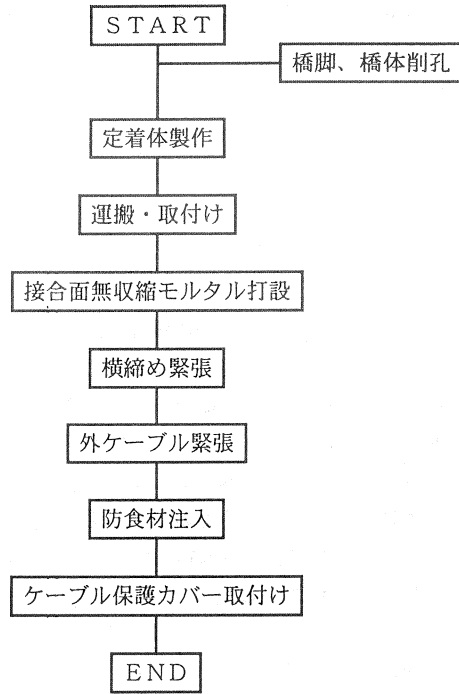


図-3 施工フローチャート

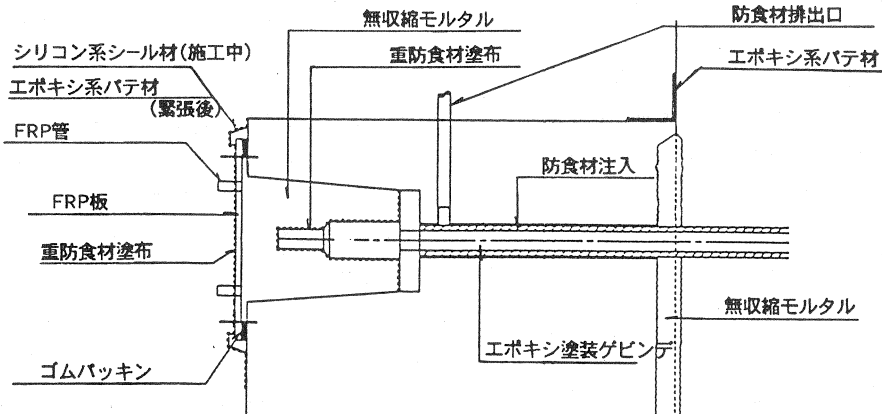


図-4 定着体詳細図

④横締め緊張

横締め緊張用PC鋼材は、防錆を考慮しエポキシ樹脂塗装ゲビンデスターブを使用した。緊張は、センターホールジャッキ(70t)にて対角位置で行った。緊張力は、53.4tfとした。緊張が終了すると、

定着ナット、アンカープレートに防食塗装を行い再度FRP板を取り付け、切欠き部に無収縮モルタルを注入した。

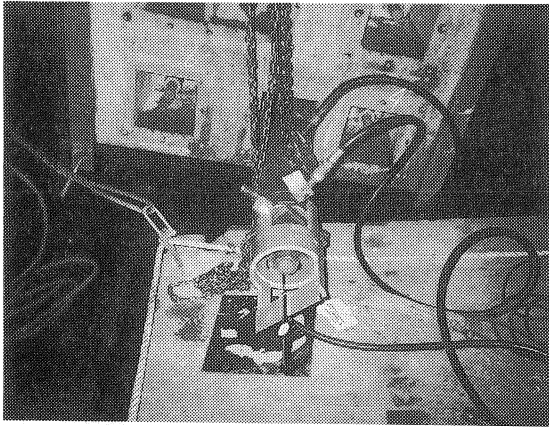


写真-1 横締め緊張状況

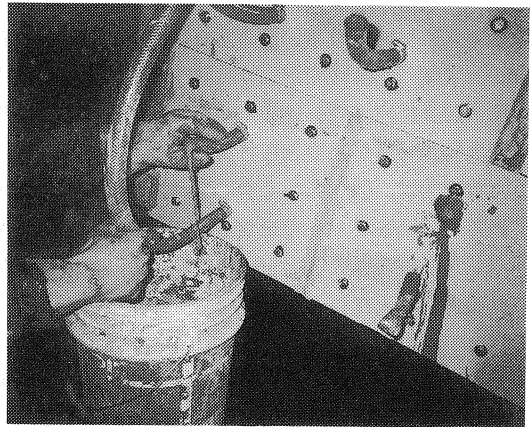


写真-2 無収縮モルタル注入状況

⑤外ケーブル緊張

図-4に示すように定着ブロックにPCケーブルをセットした後、仮ケーブルと本ケーブルをカプラーで接続しコンクリートピア上縁で緊張を行った。緊張力は、156tf/本とした。緊張は、2本のケーブルを2台のジャッキ(250t)で同時に行った。緊張終了後、横締めと同様に定着ナット、アンカープレートに防食塗装しFRPキャップを取り付け、その中に無収縮モルタルを注入した。

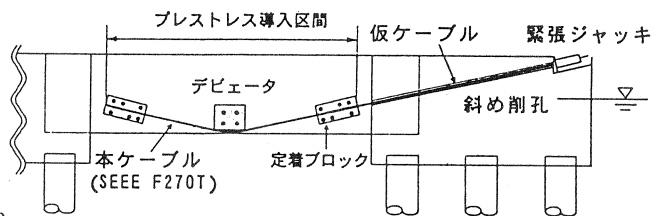


図-5 緊張要領図

⑥防食材注入

横締め孔、外ケーブル定着体内部のケーブル孔に防食材を注入した。防食材は、桁上で練り混ぜ足踏み式ポンプで注入した。

⑦ケーブル保護カバー取り付け

外ケーブルを浮遊物より保護するため、アクリル変性高衝撃塩化ビニル樹脂板を取り付けた。

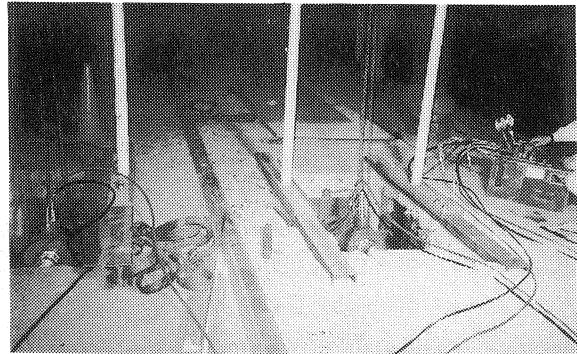


写真-3 本ケーブル緊張状況

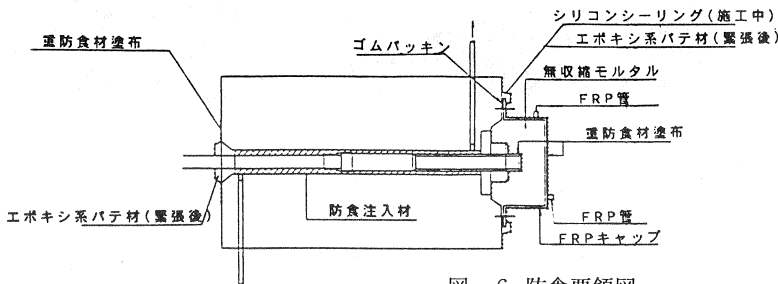
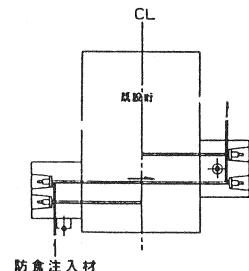


図-6 防食要領図



5. 施工上の問題点と対策

5. 1 問題点

- ①本構造物は、海水の干満帯に位置するため満潮時には桁の大部分が海水中に浸る。このため、緊張材の防食対策特に、定着ネジ部の防食は恒久的な処置が必要となる。
- ②1回の潮間作業時間が約4時間～6時間と短いため、定着ブロック取り付け→横締め緊張→外ケーブル緊張→防食材注入等一連の作業を1度に行うことは不可能である。そこで、1回の作業終了時における海水侵入防止対策が必要とされた。
- ③本構造物は、図-2のようにスパン9mの中に外ケーブル定着ブロック2個、ディビエータ1個が配置されており緊張ジャッキをセットするスペースが確保できない。
- ④プレストレス導入区間と桁高の比が、通常の橋桁などに比べて小さいため、はり理論による計算値通りの緊張力が導入されるか疑問であった。

5. 2 対策

- ①当工事において定着具、緊張鋼材が腐食しその効果を失うことは致命的な欠陥となる。緊張材の防食対策としては、横締め鋼材にエポキシ樹脂塗装ゲビデスタープを使用し、外ケーブル材として高密度ポリエチレン被覆を施したPC鋼より線を使用した。外ケーブル材および横締め材のナット部は、緊張終了後防食塗料を塗布しFRP板または、FRPキャップを取り付けた後無収縮モルタルを注入した。
- ②図-4、図-6に示すようにFRP板または、FRPキャップを1回の作業終了毎に取り付け、次の工程の開始時に取り外すことを繰り返した。
- ③図-5に示すようにコンクリートピアに斜めの削孔を行い、ピア上縁部にてジャッキをセットし緊張作業を行った。これにより、プレストレス導入区間を最長にすることができた。
- ④緊張時においてケーブルに加わるひずみを計測することで、所要の応力が導入されていることを確認した。また、外ケーブル緊張後 アンローダークレーンを補強桁に載荷しコンクリート応力等の計測を行った。

6. 補強効果の確認

計算値通りの緊張力が導入できたかについて実載荷を行い、コンクリートのひずみと桁のたわみ量を計測することで確認を行った。その結果、計算値通りの導入力が導入されたことが確認できた。

7. おわりに

本論文は、海洋構造物であるRC桁構造物の補強に同種構造物にほとんど適用例のない外ケーブル工法を採用し、施工方法、施工上の問題点と対策について述べた。今回行った各種対策により、潮間作業においても所要の品質を確保できました、所要の補強効果も得られることが確認できた。本工事が、今後類似補強工事における一助になれば幸いである。

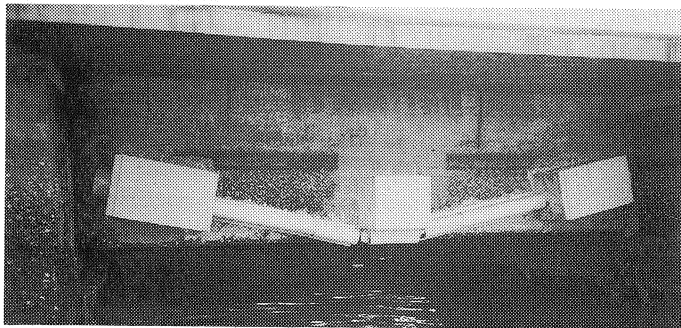


写真-4 完成

参考文献

- 1) (社)プレストレストコンクリート建設業協会；PC橋の新しい構造事例に関する研究報告書
- 2) 土木学会；コンクリート標準示方書（設計編）