

日の出岸壁における係船柱の大型化について

鈴与建設株式会社 高瀬 晃久
技術者番号 00189353

1. はじめに

国際拠点港として指定されている清水港は、貿易港の役割に加え観光港としても一役を担う特定港である。平成25年6月に富士山が世界文化遺産に登録されて以降、海外からの観光需要に拍車がかかり、大型クルーズ船等の寄港が年々増加傾向にあった。

本工事は、清水港にある日の出埠頭において、約22万t級(世界最大級)の大型クルーズ船に対応できる岸壁整備及び寄港時における岸壁機能の改良を目的に35t・70t型係船柱を撤去し、200t型係船柱を2バースに渡って6箇所設置する工事である。

本報告書は、当該施工に当たり施工上の課題と現場で行った対策等について報告する。

2. 工事概要

工事名：平成28年度 清水港日の出岸壁(-12m)改良工事

工事箇所：静岡市清水区日の出岸壁(-12m)4号・5号岸壁

工期：平成28年05月19日～平成29年03月15日

第一期：平成28年07月19日～平成28年11月15日

第二期：平成28年11月16日～平成29年03月15日

発注者：国土交通省 中部地方整備局 清水港湾事務所

工事概要：仮設工	(立入禁止防止柵設置・撤去)	1式
構造物撤去工	(上部コンクリート取壊し)	69 m ³
上部工	(上部コンクリート築造)	138 m ³
付属工	(200t型係船曲柱取付け)	6基
舗装工	(石張り舗装、半たわみ性舗装)	1式
電気防食工	(流電陽極方式)	226 m ²
表面塗装工	(防食塗装)	38 m ²
雑工	(電源接続端子盤移設・復旧)	1式

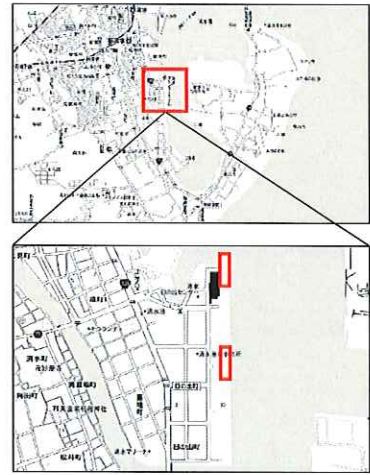


図 1-1. 位置図



図 1-2. 施工箇所図

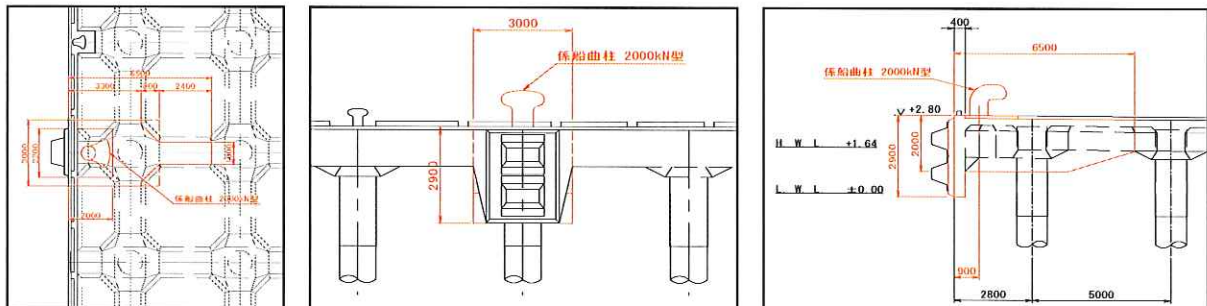


図 2. 左：平面図、中：正面図、右：側面図



写真 1. 完成写真(左：正面、右：岸壁下面(側面))

3. 工事の目的

先述のように大型クルーズ船等の寄港が年々増加する反面(図 3-1 参照)、大型船が寄港できる岸壁は限られており、高まる観光需要を満たす環境が整っていない背景があった。また平成 28 年度は、国土交通省によって「生産性革命元年」として位置づけられており、生産性向上の取組みとして「生産性革命プロジェクト 20」が選定されている。このプロジェクトの 1 つに「クルーズ新時代の実現」があり、これは既存のストックを活用してクルーズ船の受入れ環境整備を図ろうとしていくものである。今回、清水港で施工した係船柱の大型化は、当プロジェクトを先駆けて行われた事例の工事である。



図 3. 清水港の客船等入港状況

4. 施工上の課題と対策

(1) 課題の抽出

当初設計で具体的な工法明示がされていない中、施工を行う上で解決しなければならない主要な課題は以下の通りであった。

1) 工程管理について

クルーズ船寄港スケジュールや竣工後の記念式典日まで決定している状況、かつ施工対象岸壁が供用中のため、施工可能期間が指定されていた。

2) 係船柱の設置方法について

1基あたり約 5t (アンカーボルト重量含む)ある係船柱の設置について、架台の組立てや構造を慎重に検討しなければならなかった。構造図を以下に示す(図 4-1 参照)。

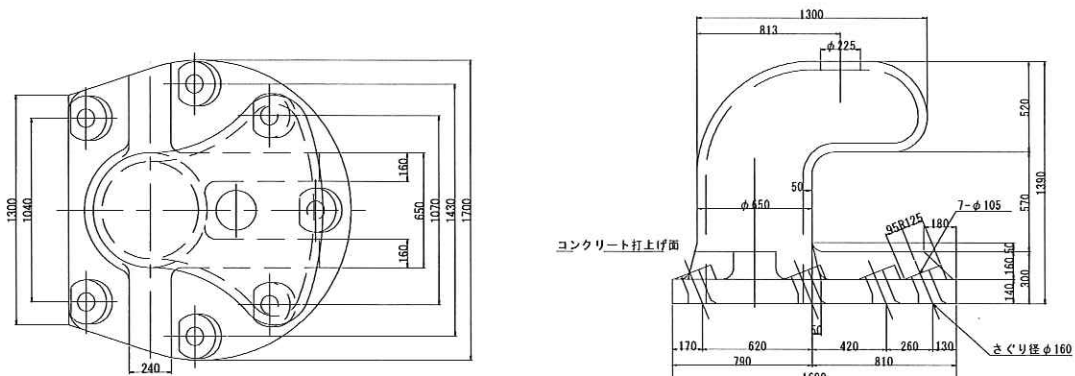


図 4-1. 係船柱構造図(左：平面図、右：断面図)



写真 2. 係船柱写真(左：入荷前、右：設置完了後)

3) 躯体築造工法の選定について

躯体築造について、工期内で迅速かつ安全に納めるための工法を検討するに当たり、上部コンクリート撤去後の存置された両側の梁は片持ち梁状態(自重+周辺の床版重量も受け持つ状態)となるため、コンクリート圧縮応力や鉄筋引張応力の安定計算を踏まえた工法を選定する必要があった。

安定計算の結果、コンクリート自重以外の荷重は構造上險であることが分かり、図 4-2 に示した範囲において立入制限区域を設けざるを得なかった。

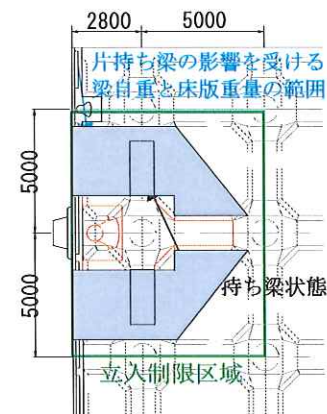


図 4-2. 施工区域設置範囲

(2) 対応策

1) 工程管理について

当現場では、工程の制約が非常に厳しく、全体日数 120 日で 3 基の係船柱製作を第 1 期と第 2 期の 2 回に渡り施工しなければならなかった。全体の稼働日数から最終の仕上げである電気防食や吊足場撤去の工程を加味すると、上部コンクリート撤去から躯体築造までを約 75 日間で施工する必要があった。また、現場特性として、干潮帯に施工(以下、潮待ち作業)をすることが求められ、1 日の施工サイクルも日々変化(作業開始、終了時刻が日々異なる)するような状況であった。(図 4-3. 参照)

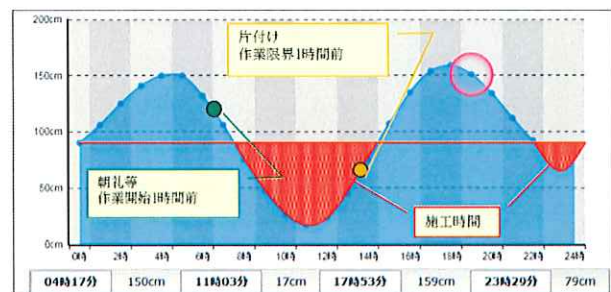


図 4-3. 潮待ち作業における作業可能時間例



写真 3. 干潮帯における施工状況写真

次に、第 1 期と第 2 期の比較を示す。

表 1. 第 1 期と第 2 期の比較表

	第 1 期	第 2 期
施工時期	7月19日～11月15日	11月16日～3月15日
作業状態	通常作業、昼間の潮待ち作業、夜間潮待ち作業の3部構成	通常作業、夜間潮待ち作業の2部構成
潮待ち作業時の作業時間	3～4時間	4～6時間
工程短縮日数	0日	15日
要因	<ul style="list-style-type: none"> ・施工実績の積上げがない ・潮位が下がらない ・足場の作業床を高く設置→作業スペースが狭い 	<ul style="list-style-type: none"> ・第1期の施工実績により施工方法が確立 ・潮位が下がる ・足場の作業床を低く設置→作業スペースが確保
要因のビジュアル	<p>足場が高いため、作業スペースが狭い</p> 	<p>足場が低いため、作業スペースが広い</p> 

第 1 期について、当初は通常作業(8時～17時)+どちらか一方の潮待ち作業を併用して工程を組立てていたが、試行錯誤しながらの施工に加え、躯体築造工程の 9 月、10 月は 1 年の中でも潮の満ち引きの差が少ない(潮位が下がらない)時期であり、台風や波浪の影響により思うように工程が進捗しなかった。工程を回復させるため、通常作業、昼間の潮待ち作業、夜間潮待ち作業の 3 部構成で工程表を作成し、潮位に見合った作業を工程表に反映させた。結果、引渡し最終日の夜間まで現場が稼働したが、工期は厳守した。

第 2 期は、第 1 期で施工方法が確立できたこと、冬期のため潮の満ち引きの差が大きくなった(潮位が下がる時間が増加)ことで吊足場の作業床の高さを低く設置でき、作業スペースの改善が図れたことで約 15 日間の工期短縮を実現できた。

2) 係船柱の設置方法について

係船柱設置を行うにあたり、係船柱架台(以下、架台)の組立てを行うが、組立に際し、底版型枠に配置するスペーサーに地先境界ブロック(150*150*600)を発注者の承諾を得て使用した。これは、底版型枠に作用する係船柱(約 5 t/基)の荷重を面的に受け持たせることで集中荷重を分散させるためである。また、架台には、溝型鋼(150*75)を使用し、外部の応力に耐えられる構造とした。



写真 3. 係船柱設置完了

表 2. 係船柱架台受けスペーサー配置に伴うメリット、デメリット

No.	メリット	デメリット	備考
1	架台の設置に伴う破損・われがない	□150の材質を使用するため、配筋(下かぶり)が乱れる	スペーサー配置に伴う
2	係船柱の重量について、架台脚部を面で受けられるため型枠への負担が少ない	長さ600mmであるため、配筋ピッチが乱れる	同上

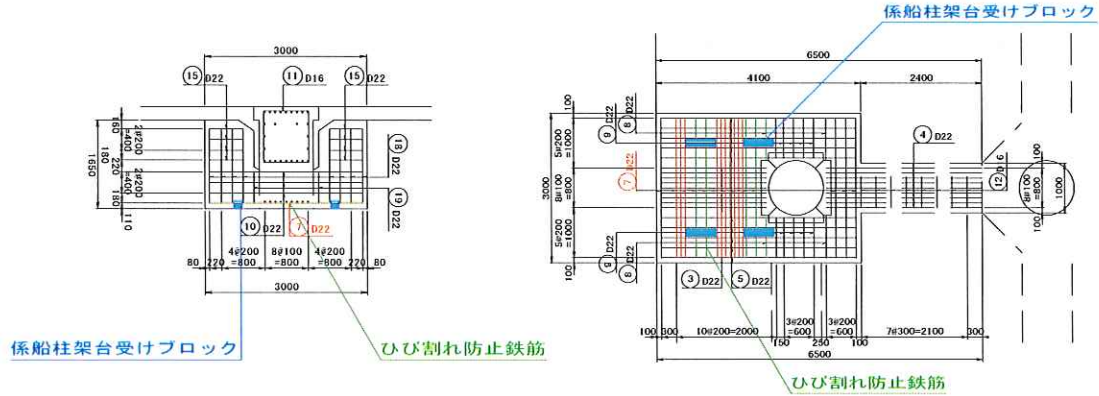


図 4-4. 係船柱架台受けスペーサー配置図(左：正面図、右：平面図)

表 2 に示したデメリットに対する対策は、①かぶり厚さを乱さず配筋(水平方向にずらす)、②配筋ピッチが乱れた部分は、ひび割れ防止目的にひび割れ防止鉄筋を配置、の以上 2 点より対応した。

3) 躯体築造工法の選定について

安定計算の結果を下に、立入制限区域内に上載荷重を与えない工法の選定をするため 2 つの工法を比較検討した。1 つ目は「ブラケット足場及び支保」である。この工法は、既設鋼管の水中部にブラケットを溶接し、その上に H300 の H 鋼や鋼管等を設置して足場や支保とするものである。2 つ目は「吊足場及び吊支保」の併用である。吊足場は上部コンクリート撤去や型枠組立等の作業足場。吊支保は地上に H300×L6.0m×2 本(受台の H 鋼)、H900×11.0m×4 本の H 鋼を設置し、ワイドパネルビームを組立て、5/8 のセパレータで、型枠を吊るものである。

この 2 つの工法を施工、工程、安全、コストの面で比較したものを以下に示す。

表 3. 工法比較検討表

項目	案1 ブラケット足場及び支保	案2 吊り足場及び吊り支保	評価
施工	地上および潮待ちでの作業で、メンテナンス等も比較的容易	地上および潮待ちでの作業で、メンテナンス等も容易	案1：○ 案2：○
工程	足場と支保一体構造となるため、全体的に堅固な構造となる。しかし、悪天候時の波浪等や潮位等の影響に対策を講じ難く、工程が不安定	悪天候時の波浪等や潮位が及ぼす影響に対策を講じ易く、工程が安定	案1：△ 案2：◎
安全	適用基準があるが、既設鋼管の肉厚に左右され、腐食等により肉厚が薄いと構造上不安全	適用基準があり、構造上の安全も確保できる	案1：△ 案2：◎
コスト (概算単価)	H鋼等の仮設材が買取となるため高価 (足場: 10,000円/m ²) (支保: 100,000円/m ²)	岸壁下面および地上から吊る構造となるため高価 (足場: 16,000円/m ²) (支保: 123,000円/m ²)	案1：△ 案2：×
総合評価	△	○	

上記検討により「ブラケット足場及び支保」は、ブラケット溶接をする既設鋼管の肉厚が新設時同じ厚さと想定して構造計算を行うが、肉厚確認を行うには、上部コンクリートを撤去するかモルタルライニング工法で施工された防食被覆を撤去する他無い。そのため、経年劣化等による肉厚不足や上部コンクリートあるいは被覆防食撤去後からの支保工計画の立案では、工程リスクが大きい。

一方で「吊足場及び吊支保」は、適用できる構造計算上の基準が立案時から想定できるため、安全性の確保が可能なことや悪天候時の波浪等や潮位が及ぼす影響に対策を講じ易いため工程が安定する等、安全面と工程面を特に重視した結果、「吊足場及び吊支保」を選定した。なお、吊支保の構造図は以下の通りである。

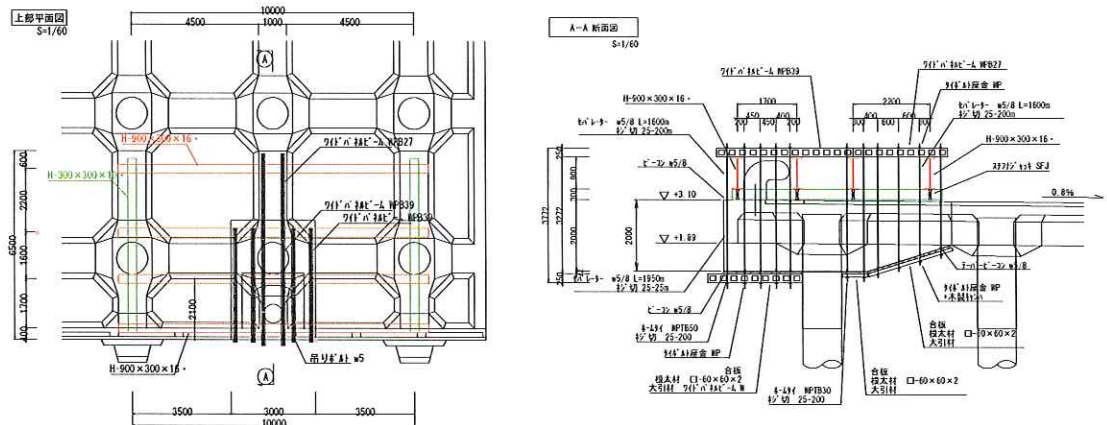


図 4-5. 吊支保の構造図(左：平面図、右：側面図)



写真-3 吊支保工法施工状況写真

5. おわりに

今回の工事は、工法選定から工程管理に至るまで自然環境に合わせた様々な視点から施工計画の立案が求められた工事であった。一番勉強になったことは、当初計画したことを第1期で施工し、そこで見つかった新たな課題を第2期で改善できたことだ。工事の基本である「計画(P)→実行(D)→評価(C)→改善(A)」を繰り返し実践したことで、無事に竣工できたと考える。現場条件が厳しい時こそ基本動作を大切に、今後の現場管理に努めていきたい。

