

松山港外港地区における泊地の整備について

二宮 裕介

四国地方整備局 松山港湾・空港整備事務所 航路管理課（〒791-8058愛媛県松山市海岸通2426-1）

当事務所では、松山港における取扱貨物量の増加や船舶の大型化に対応するため、外港地区において水深13mの岸壁を備えた国際物流ターミナルの整備を行っており、その一環として、平成21年度より、水域施設である泊地(-13m)の整備を進めている。本稿では泊地の整備のため、水深13mまで海底地盤を掘り下げる浚渫工事の実施状況を報告する。

キーワード 松山港外港地区、泊地、夜間浚渫、砕岩浚渫

1. はじめに

松山港は、愛媛県中央部に位置し、四国最大の人口である松山市を背後圏とした、重要港湾である。松山港臨海部には、化学、繊維、電気機器、農業機械等の幅広い産業が集積しており、現在、供用中である外港地区岸壁(-10m)のコンテナターミナルを中心に、外貿及び内貿の物流において重要な役割を担っている。

しかしながら、外港地区のコンテナターミナルである岸壁(-10m)の処理能力は逼迫している状況であり、背後に立地している化学系企業で取り扱っている石炭においては、他港からの二次輸送を強いられている。そこで、石炭の二次輸送を解消し、輸送効率化を図る計画が考えられており、さらなる需要の増加が見込まれている。

このような需要増加に対し、これまで以上に物流の拠点としての能力が求められる中、輸送の効率化を行い、産業活動を支えるために、国際物流ターミナル整備事業が推進されている。

2. 国際物流ターミナル整備事業について

国際物流ターミナル整備事業とは、松山港の取扱貨物量の増加や船舶の大型化に対応するために外港地区において水深10m及び13mの岸壁を整備するものである。水深13mの岸壁を整備することによって、4万トン級の貨物船の接岸が可能となり輸送効果の向上や港湾機能の拡充が期待されるものである。

国際物流ターミナル整備事業では、図-2に示す岸壁(-10m)、岸壁(-13m)、泊地(-13m)、護岸(防波)、吉田浜防波堤、防波堤(南)の施設整備が平成6年度より開始され、現在では、岸壁(-13m)背後のエプロン舗装の一部、泊地(-13m)の一部及び防波堤(南)の一部の整備が残っている状況であり、平成27年度の整備完了に向け事業が進められている。

なお、岸壁(-10m)については、平成13年に供用が開始されており、コンテナターミナルとして利用されている。



図-1 松山港外港地区



図-2 松山港外港地区整備状況図

3. 泊地の整備概要

(1) 泊地の施工方法検討

泊地(-13m)の整備にあたり、供用中である岸壁(-10m)の前面を浚渫しなければならないという課題があった。そこで、この課題に対する泊地の整備方法の検討を行う上で、浚渫工事に影響条件として、以下の2つがあった。

まず、供用中岸壁を利用するコンテナ船の入出港実績の一例を表-1に示す。表-1より、施工を行う平日においては、月曜日以外は毎日コンテナ船の入出港があり、利用頻度が高く、入出港が昼間の時間帯に集中していることがわかる。また、図-3に泊地(-13m)内におけるコンテナ船の航跡図の一例を示しているが、図-3よりコンテナ船の入出港前後においては、作業を中断し退避を行う必要があったり、コンテナ船の停泊位置周辺での作業においては、荷役中でも浚渫作業を中断しなければならない可能性も考えられる。したがって、昼間での作業の場合、日々の施工時間が短くなり、工期が長くなってしまふことが考えられる。

次に、今回、浚渫を行う泊地(-13m)の範囲内における海底地盤の土質について、概ね砂質土であるが、部分的に軟岩や硬岩が存在している。泊地(-13m)内における土質の平面的な分布を図-4に示す。図-4に示すとおり供用中岸壁の前面に硬岩が存在する。硬岩浚渫の場合、浚渫前に砕岩を行い、砕いて細かくした岩を浚渫する。そのため、砂質土などの浚渫より工程が増え、より退避の影響による日々の作業効率が悪くなり、作業期間が延びることになる。また、硬岩の存在する位置がコンテナ船の停泊位置に近い場合、上述したとおり、荷役中も作業を中断しなければならない可能性もあり、コンテナ船の入出港状況によっては、昼間は全く施工ができない状況となる日も考えられる。

以上のことから、検討を行った結果、供用中である岸壁(-10m)の前面の泊地の整備においては、コンテナ船の入出港の頻度が高い昼間での浚渫工事は作業効率が良くないため、夜間に施工することになった。

表-1 コンテナ船入出港実績表

	6時	7時	8時	9時	10時	11時	12時	13時	14時	15時	16時	17時	18時	19時	20時
月曜日															
火曜日		●	●	●	●			●	●	●	●		●	●	●
水曜日		●	●	●	●			●	●	●	●		●	●	●
木曜日		●	●	●	●			●	●	●	●				
金曜日								●	●	●	●		●	●	●

※ 2011年(平成23年)6月時点のデータ(検討を行った時点)
 ※ 関係海運会社等にヒアリングした結果である。
 ※ 入出港の時間は前後する場合がある。
 ※ 表中の●が退避時間で、入出港前後の30分とする。
 ※ 実線が入出港及び荷役時間であり、破線は不定期船である。

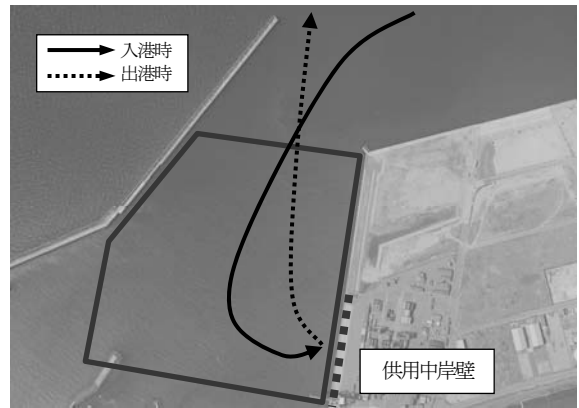


図-3 泊地(-13m)内のコンテナ船の航跡図(一例)

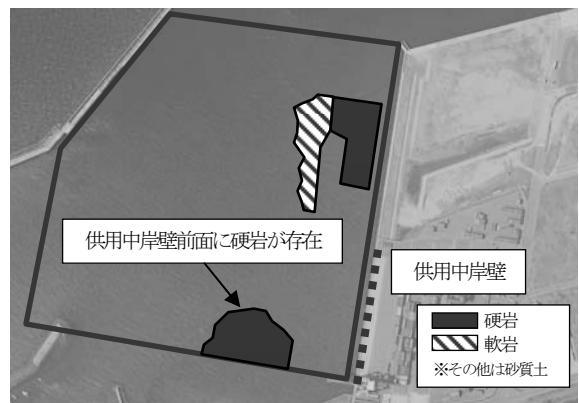


図-4 泊地(-13m)内における土質分布図

(2) 夜間施工における安全対策

供用中岸壁の前面における浚渫工事の施工においては、検討の結果、夜間施工を行うこととなった。それに伴って、夜間であるため視認性の低下に対する安全対策が重要となってくる。視認性の低下に対し、照明設備等の充実によって、ある程度までは対応可能であるが、その対策だけでは限界がある。そこで、夜間における浚渫作業の安全対策について検討した。

a) 安全管理体制の強化

浚渫工事では、浚渫船を含め施工に必要な作業船等が一定の水域を占有するため、コンテナ船以外の一般船舶に対しても航行を阻害するおそれがある。そのため、作業範囲周辺の航行船舶の動静把握を行うことは、安全対策における重要な事項の一つである。今回のような夜間施工時においては、昼間に比べ視認性が低下するため、作業範囲周辺の状況把握が困難となる。

そこで、作業範囲とその周辺の一般船舶やコンテナ船の動静把握を確実にを行うために、周辺海域を航行する一般船舶やコンテナ船に対し、当日のコンテナ船等の入出港予定の情報収集を日々行う。さらに、浚渫作業中、現場事務所においては、AISを用いて間接的に動静把握を行うこととした。

なお、AISとは、自動船舶識別装置であり、船舶に搭

載されている無線機より発信される電波を受信し、船舶位置、船舶名、目的地などの船舶に関する情報を確認できるシステムである。

b) 作業船へのVHF無線機及びAISの搭載

供用中岸壁前面の浚渫工事を夜間に施工することになったとはいえ、表-1のコンテナ船入出港予定を見てもわかるように、夕方に入港し20時くらいまで荷役をするコンテナ船の実績もあるため、夜間の退避が全くないわけではない。また、コンテナ船は定期便ではあるが、海象条件等により予定が大きく変わることもあるため、場合によっては、7時頃入港予定の船が早めに到着し7時より前に入港することもあれば、夕方16時頃の入港予定が遅れ、夜間に出港することも考えられる。このような状況で、一般船舶やコンテナ船の情報を海事関係者から入手して動静把握を行っているものの、急な予定の変更等、緊急時においては、ヒヤリハット、更には、事故を未然に防ぐため、迅速な対応が求められる場合がある。

そこで、作業船が直接コンテナ船等と連絡を取り合い、危険を回避するために、作業船にVHF無線機を搭載することとした。これによって、現場事務所に設置したAISに作業船の位置等の情報も表示されるため、作業範囲周辺の船舶等との位置関係を把握しやすくなる。さらに、作業船にもAISを搭載することで、作業船でも作業範囲周辺の船舶等の情報を入手できるようにした。

このように、現場事務所及び作業船の双方にて作業範囲周辺の状況把握を行う必要があると考え、作業船へのVHF無線機及びAISを搭載することとし、より一層の安全対策を行った。

4. 施工概要

泊地(-13m)の整備として、岸壁に接岸する船舶を安全に停泊させるために、平成21年より岸壁前面の水域施設を水深13mまで掘り下げる浚渫工事を実施している。本稿では、平成24年度に施工した供用中岸壁前面での砕岩を伴う夜間の浚渫工事（岩盤浚渫）について記述する。

(1) 浚渫

今回の浚渫工事においては、砕岩を伴うためスパッド式の砕岩兼用グラブ浚渫船を使用した。なお、グラブ浚渫船とは、グラブバケットで海底の土砂を掘り浚渫する船であり、スパッド式とは、船舶に搭載されたスパッドと呼ばれる柱状体を船舶から海底へ突き立て、船体の移動を止める方式である。一般的に船体の固定には、アンカーワイヤー式とスパッド式があり、前者は、アンカーを海底に沈め、その自重で船体の動きを止めるものである。今回、使用したスパッド式は、アンカーワイヤー式

に比べ、船舶の固定に必要な範囲が狭く、船体の固定に必要な時間も短いため、退避等を行う際も効率がよいためスパッド式を採用した。

浚渫の施工の流れとしては、グラブ浚渫船にて採取した土砂を、土砂等を運搬する土運船に積み込み所定の場所まで運搬し、クレーンの搭載された起重機船を用いて揚土するまでが一連の流れである。浚渫状況の写真を図-5に示す。なお、浚渫時の濁り拡散防止対策として、グラブ浚渫船の船首に汚濁防止枠及び汚濁防止膜を設置し、海底土砂の引き上げ時に発生する濁りが周辺に拡散しないための対策を行った。加えて、濁りが周辺に拡散していないか確認するため、浚渫期間中に週1回、水質調査を行った。調査の結果、浚渫範囲周辺の濁りは見られなかった。



図-5 夜間浚渫状況

(2) 砕岩及び砕岩後浚渫

硬岩の浚渫においては、通常のグラブバケットでの浚渫は不可能であるため、まず、硬岩を破碎する必要があります。今回の砕岩方法は、重錐式であり、砕岩棒を海底地盤に落下させ、このエネルギーで硬岩を破碎するものである。使用した砕岩棒は、質量約40tで、海中でも垂直に落下するように重心が下側にあり、先端部は平型で刃状に尖らせて地盤の破碎に有利な形状をしている。なお、使用した砕岩棒を図-6に示す。

砕岩及び砕岩後浚渫には、浚渫と同様に砕岩兼用グラブ浚渫船を使用し、砕岩時には、グラブ浚渫船のグラブバケットを取り外し砕岩棒に付け替えて砕岩を行い、その後、再度、グラブ浚渫船の砕岩棒を取り外しグラブバケットに付け替えて破碎した硬岩の浚渫を行う。なお、砕岩棒の落下による砕岩では、所定の地盤高まで一度で破碎できないため、上記の作業を数回繰り返して、硬岩の浚渫を行う。浚渫した硬岩も通常の土砂と同様に土運船に積み込み所定の場所まで運搬し、起重機船にて揚土した。砕岩状況の写真を図-7に示す。

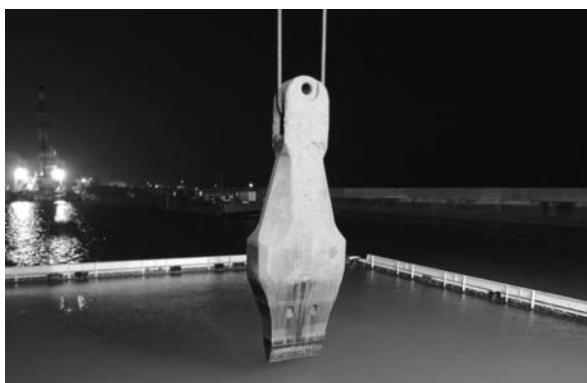


図-6 碎岩棒

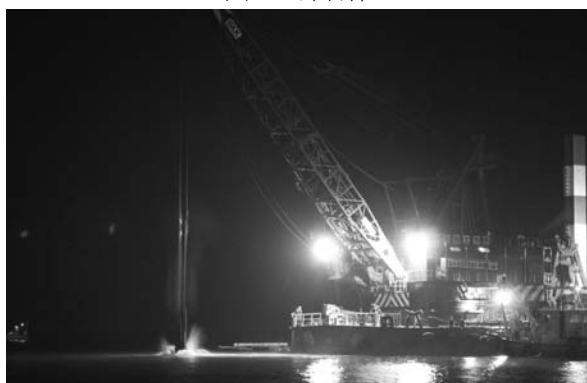


図-7 夜間碎岩状況

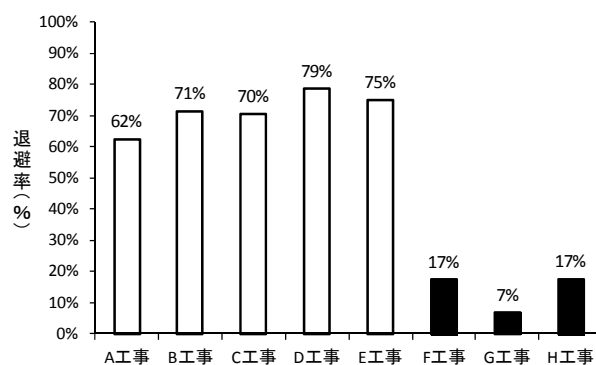


図-8 各工事の退避率

図-8より、昼間の退避率の平均が約70%、夜間の退避率の平均は約14%であり、昼間と夜間で退避率に大きく差があることがわかる。また、昼間の工事においては、作業日数の70%に退避が発生しており、作業効率が良くないと考えられる。

(2) 退避時間の比較

次に、退避した総時間を浚渫作業日数で除して、浚渫作業日数1日当たりの退避時間を算出した。算出した1日当たりの退避時間のグラフを図-9に示す。なお、グラフの横軸については、図-8と同様に整理している。

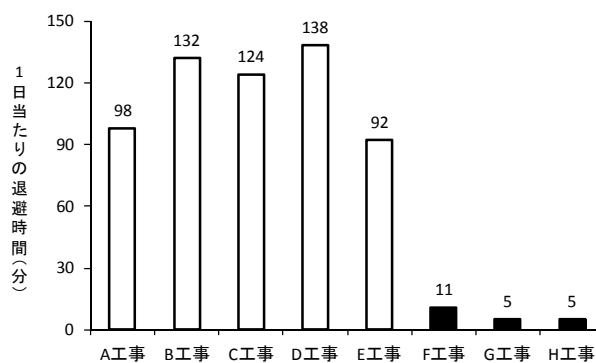


図-9 各工事の退避時間

図-9より、それぞれ1日あたりの退避時間を平均すると昼間は117分、夜間は7分となり、昼間と夜間で大きく差があることがわかる。また、退避時間からも退避率と同様に昼間の作業効率が良くないと考えられる。

5. 退避の実態

泊地(-13m)の整備にあたり、供用中岸壁の前面ではコンテナ船の入出港に伴う退避により、昼間での作業効率が良くないため、夜間工事を行った。そこで、泊地(-13m)の浚渫工事において、昼間と夜間の作業効率の違いを確認するため、供用中の岸壁前面ではない範囲でおこなわれた昼間の浚渫工事と、供用中の岸壁前面で行われた夜間工事の退避の実績を比較した。ただし、昼間の浚渫工事においては、コンテナ船の荷役中の浚渫作業は可能であるが、入出港時には退避が必要となる。なお、比較対象工事として、平成21年度から平成24年度に実施された、昼間工事の5件と平成24年度から平成25年度に実施された、夜間工事の3件の工事について比較する。

(1) 退避率の比較

対象である8件の工事それぞれの作業実績より、浚渫作業日数と浚渫作業日数のうち退避があった日数を計上し、退避があった日数を浚渫作業日数で除して、退避率を算出した。なお、浚渫作業日数とは、浚渫作業を行った日数であり、荒天等で作業が出来なかった日などを除く。各工事に対し、算出した退避率のグラフを図-8に示す。なお、グラフにおいて、白の棒グラフであるA工事からE工事が昼間の5件の工事であり、黒の棒グラフであるF工事からH工事が夜間の3件の工事である。

6. おわりに

供用中岸壁前面の浚渫工事において、作業効率を考慮し夜間を選択したが、安全性では昼間より低下するため、安全対策として、「安全管理体制の強化」、「VHF無線機及びAISの作業船の搭載」を行うことにより、夜間作業の有効性が確立された。