

衣浦港中央航路拡幅に伴う 既設防波堤の撤去について

平野 智也¹

¹中部地方整備局 三河港湾事務所 工務課(〒441-8075 愛知県豊橋市神野ふ頭1-1)

衣浦港では、取扱貨物量の増加や船舶の大型化に対応するため、中央航路の拡幅を行っている。航行の制約を解消するため、水深12mの航路において令和3年度より航路幅の拡幅に伴う既設防波堤の撤去を実施している。本論文では、全国的にも例の少ない既設防波堤の撤去工事について報告する。

キーワード: 衣浦港, 防波堤撤去, ワイヤースーミング, 航路拡幅, ケーソン

1. はじめに

衣浦港は、愛知県沿岸のほぼ中央部、知多半島と西三河地域に挟まれた知多湾湾奥に位置し、南北約20キロメートルにわたる細長い水域をもつ港である。

西側には半田地区、武豊地区が連なり、火力発電所、バイオマス発電、自動車部品メーカー、鉄鋼メーカーなどの企業が立地している。東側には高浜地区、碧南地区が連なり、愛知県内で消費される電力量の約半分を担う石炭火力発電などが立地するなど、衣浦港臨港地区には600を超える企業が立地している。

衣浦港は、これら企業が石炭、木材チップ、とうもろこしなどのバルク貨物を主に取り扱っており、同時に臨海部や背後地域から出荷される工業製品の積出しを行う等、知多・西三河地域における物流・生産活動を支える工業港として、重要な役割を果たしている。

本工事は、港湾計画に位置付けられている中央航路の拡幅に伴う、中央防波堤150mの撤去である。世界的にバルク船の大型化が進む中、衣浦港においても、バルク船を中心に船舶の大型化が進んでおり、現状は船長200m級のバルク船が入港している。直近では、本港臨港地区に立地する企業において、船舶の大型化が計画されており、今後は船長250m級の大型船の入港が想定されている。

中央航路の航路幅は現状300mであるが、航路幅は船長に対して1.5Lを確保する必要があり、対象船舶の大型化に伴い、航路幅を400mに拡幅する必要がある。また、港内には、衣浦港の最大水深である-12mの岸壁を有する武豊地区、中央ふ頭地区、港湾計画に位置付けられている外港地区があり、船舶の大型化に対応すべく、中央航路の拡幅が急務となっている。

そのため、航路内での安全な行き交いを可能とする等、課題を解消すべく、平成26年度より航路幅員を400mへ拡幅する事業に着手している。本報告では、そのなかでも令和3年度より着手した航路拡幅に伴い干渉となる既設防波堤撤去を行った際に直面した課題とその解決方法について報告する。



写真-1 衣浦港航空写真

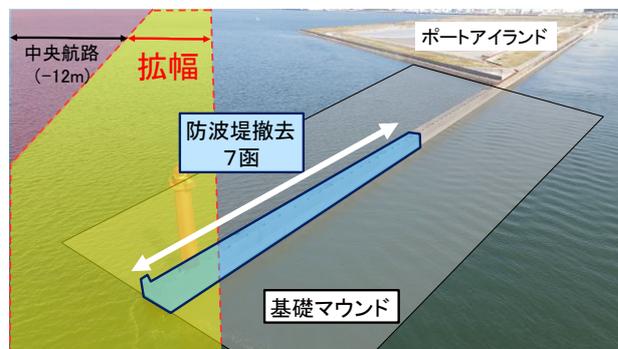


写真-2 施工箇所

2. 準備工

(1) 灯台の移設

防波堤を撤去するにあたって、防波堤先端部に設置してある既設灯台が障壁となるため移設が必要となる。



写真-3 灯台移設

灯台は老朽化が進んでおり、そのまま吊り上げると崩壊してしまう恐れがあった。そこで、吊り上げ時に補強材を取り付けることで崩壊を防ぎつつ、起重機船によって安全に移設を行った。



写真-4 補強材取付後の吊り上げ

(2) 石材撤去

防波堤の下端部には、被覆石が設置されている。被覆石は防波堤の土台となる基礎マウンドが、波浪によって流出するのを防ぐため設置されているものであるが、防波堤撤去の際に支障となるため、あらかじめ、起重機船にて被覆石の撤去を行った。

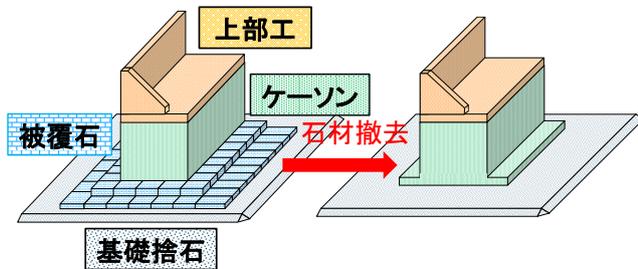


図-1 石材撤去イメージ図



写真-5 石材撤去時の様子

3. ケーソン撤去方法の選定

本工事における防波堤のケーソン撤去方法として、「1. ケーソン1函ごと撤去」、「2. ケーソンを切断し撤去」の2つの方法が挙げられた。

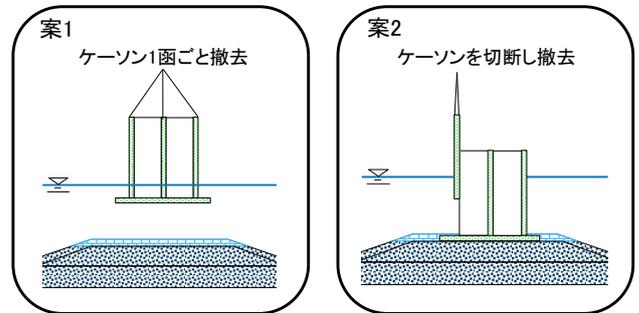


図-2 撤去方法の比較図

それぞれの方法について環境面、施工費、工期、施工性の面で比較を行うと、以下の表ようになる。

表-1 各方法の比較

	ケーソン1函ごと撤去	ケーソンを切断し撤去
環境面	コンクリート塊の取り残し等は無し ○	コンクリート塊の取り残し等は無し ○
施工費	切断に比べて安い ○	一括吊り上げに比べて高い △
工期	切断に比べて早い ○	1函吊り上げに比べて時間がかかる △
施工性	ケーソンの老朽化により、1函で吊り上げると崩壊する危険性がある ⊗	小さくして切断できるため、崩壊しない大きさに切断、撤去が可能 ◎
総合評価	ケーソンの強度上1函で吊り上げることができないため不採用 ⊗	ケーソンの強度を考慮した分割数で撤去できるため採用 ◎

「ケーソン1函ごと撤去」する方法では、環境面や施工費、工期の面で「ケーソンを切断し撤去」する方法より優れていたが、ケーソンの老朽化が進んでいたため、ケーソン1函ごとで吊り上げてしまうと、崩壊してしまう危険性があった。よって、施工費は高く、施工期間が長くなってしまいが、ケーソンを安全に撤去することができる「切断し、小さくして撤去」する方法を採用した。

4. ワイヤソーイング切断工法について

「切断し、小さくして撤去」する方法として「ワイヤソーイング切断工法」を採用した。ワイヤソーイング切断工法とは、構造物をワイヤで切断する工法である。使用するワイヤには、ダイヤモンド性のビーズが数珠つなぎに通されており、このワイヤをコンクリート等に巻き付け、さらにそのワイヤを機械につないで張力をかけながら回転させ切断する。滑車の設置方法やワイヤの長さを変えることで、多様な切断方法を生み出せるため、様々な形や大きさのコンクリートを切断することができる。

ワイヤソー機械は小型の固定式と大型の移動式の2種類あり、今回は切断物が大型であるため大断面を切断するのに適した移動式を採用している。切断する構造物付近の床面にレールを設置し、そのレール上に機械を据え付けることで移動が可能となり、切断が進むにつれてワイヤが緩むため、レール上の機械本体を後退させることで張力を維持しながら切断を行う。¹⁾

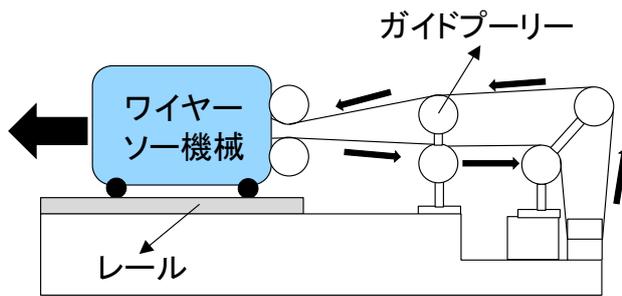


図-3 ワイヤソーによる切断イメージ



写真-6 ワイヤソー機械とガイドプーリー



写真-7 ワイヤソー本体

「ワイヤソーイング切断工法」により構造物を切断するには、ワイヤを通すためのコア抜きを構造物に行う必要がある。そのため、「コアドリリング工法」を採用して、写真-5のようなコアドリルを使用し、コア削孔を行った。



写真-8 コアドリル

コアドリリング工法とは、刃先にダイヤモンド砥粒が埋め込まれたコアドリルを高速回転させ、コンクリート構造物等に穴を空けるものである。²⁾

5. 上部工撤去について

(1) 撤去方法

上部工撤去では、重量が50t程度になるようケーソン1函分に対して6分割に切断することを想定していたため、図-4のように5つのコア削孔を行った。

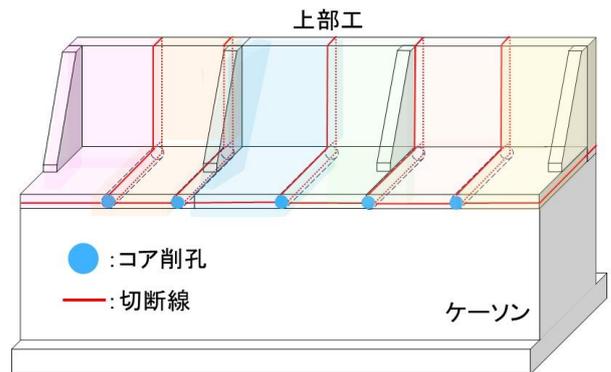


図-4 コア削孔箇所(上部工)

はじめに削孔穴から垂直方向に切断を行い、5つの切れ込みを入れた。次に、水平方向に切断することで図-4のように上部工を独立したブロックに6分割した。

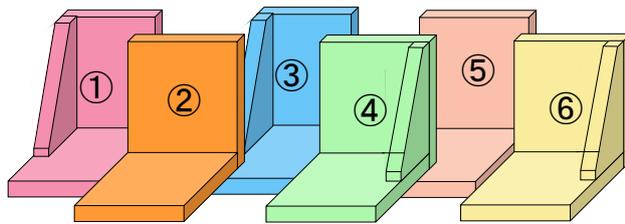


図-5 上部工切断イメージ図

(2) 吊り上げ時の課題と対応

上部工はL型構造になっており、壁側の重量が重くなっているため、吊り上げる際に壁側にモーメントがかかることで、底版部が割れて崩壊する危険性があった。

L型構造の壁部と底版部を切り離し、壁側のモーメントがかからないようにすることも検討をおこなったが、切断数が増えるほどより長い施工期間を要するため、分割数を変えないまま吊り上げるために写真-10のような補強材を切断した上部工に取り付け、吊り上げ時の崩壊を防ぎ、安全に撤去を行った。



写真-9 補強材取付の様子

6. ケーソン撤去について

(1) コア削孔箇所

ケーソン撤去においても同様にワイヤーソーによる切断を行うため、コア削孔を行った。ケーソン切断位置が水中であることから、コア削孔の技術を持った潜水士を配置しなければならず、ダイブスーツを着た状態でかつ水中で機械を操作できる限られた人材で施工を行わなければならない点が上部工に比べて困難となる部分である。

ケーソンは1函につき6つのマスを有しており、当初は図-5のように18ヶ所のコア削孔を行う予定であった。特に赤丸については、底版部の厚さが壁部（側壁、隔壁）に比べて厚く重量も大きいため、底版をなるべく軽い状態で吊り上げるには壁部を極力大きな断面になるよう切断する必要がある。よって、コア削孔の位置は、底版に近い位置で行った。

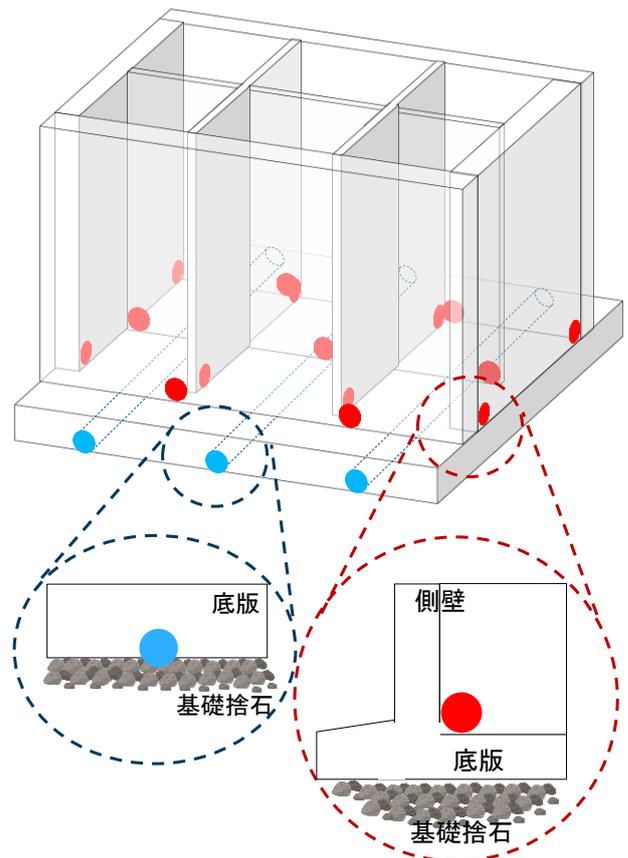


図-6 コア削孔箇所(ケーソン)

(2) ワイヤーソー切断における課題と対応

ワイヤーソーイングは、底版と壁を切り離すため水平方向切断をはじめに行った。次に垂直方向に切断していくが、ケーソンから切り離された壁は自立することができないため、水平切断後、起重機船によって倒れないように支えながら垂直に切断を行った。切断した壁はそのまま吊り上げ、起重機船へ積込みを行った。ここで、上部工撤去ではすべての上部工を切断した後、まとめて撤去を行っていたが、ケーソン撤去では水平切断と垂直切断を交互に行い吊り上げていく作業を1分割ごとに行っていく必要があるため、上部工に比べて手間と時間が大きくかかる工程である。

ケーソンは、図-7のように14分割に切断する予定であった。

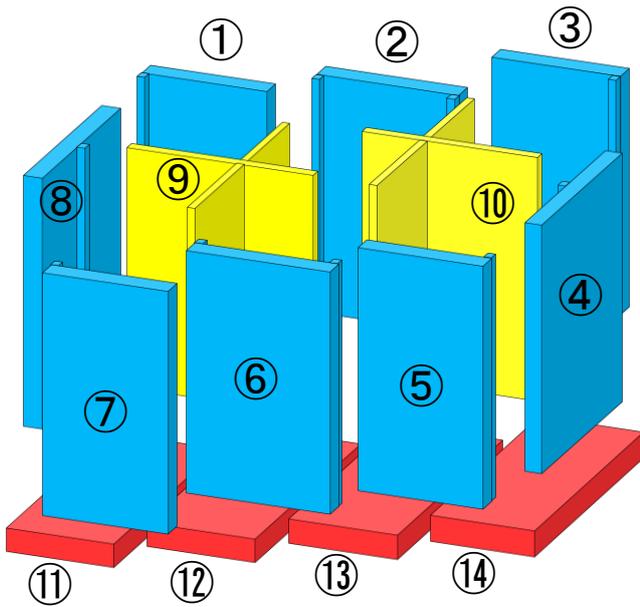


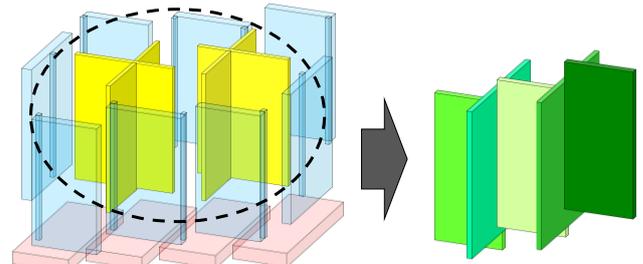
図-7 ケーソン切断想定

しかし、ケーソンの中詰材を撤去した際にケーソン全体の確認をしたところ、打ち継ぎと思われる箇所に強度低下の懸念があることが判明した。ケーソンの隔壁は20 cmと薄く、当初計画していた図-6の⑨と⑩のような切断方法では重量も大きいので、吊上げた際に打ち継ぎ部から落下する危険性があった。



写真-11 打ち継ぎ部の様子

そこで、隔壁は図-7のように切断することで重量を小さくし、打ち継ぎ部の負担を軽減した。また、水面からの水切りの際に最も大きな負荷がかかるため、吊り上げる際は急激な負荷がかからないようゆっくりと吊り上げることで、吊り上げ中の崩落を防いだ。



2分割から5分割へ

図-8 隔壁切断数変更後

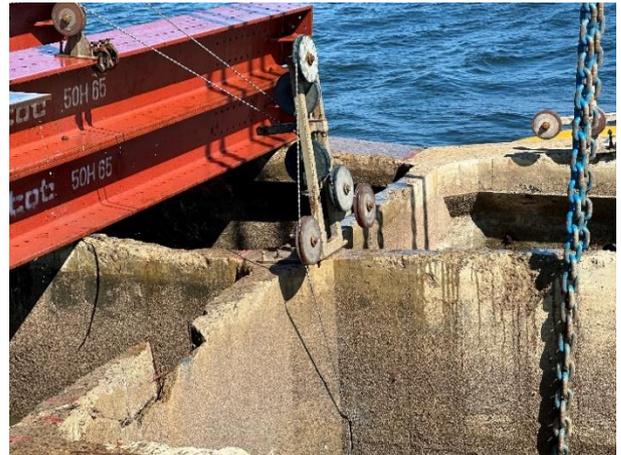


写真-12 ケーソン切断時の様子

7. まとめ

本論文では、既設防波堤の撤去という、全国的に例の少ない工事について報告を行った。建設後50年以上経過したケーソンは老朽化がみられるため、施工費は高く、施工期間が長くなってしまいがケーソンを切断し撤去する方法で撤去を行った。また、施工段階において様々な課題が発生したが、その都度安全な施工方法を検討し、限られた施工期間内に工事を完了することができた。

今後は、本事業が完了することで航路幅が拡幅され、大型船舶の行き交いが可能となる。これにより、貨物の運搬能力が向上するため、企業の生産活動の向上及びカーボンニュートラルへの寄与が期待できる。今回の事例が今後の他事業の参考になれば幸いである。

<参考文献>

- 1) 一般社団法人 日本コンクリート切断穿孔業協会：施工計画の手引き ワイヤソーイング工法
- 2) 一般社団法人 日本コンクリート切断穿孔業協会：施工計画の手引き コアドリリング工法