

八戸港の災害復興を支えた 厳冬期におけるケーソン製作

佐々木 武¹・清水 雄太²

¹東北地方整備局 八戸港湾・空港整備事務所 建設管理官室 (〒039-1162 青森県八戸市豊洲3-8) .

²東北地方整備局 八戸港湾・空港整備事務所 建設管理官室 (〒039-1162 青森県八戸市豊洲3-8)

東日本大震災に伴う大津波により、八太郎地区北防波堤は、全延長約3,500mのうち、約4割に相当する1,428m (102函) のケーソンが倒壊する甚大な被害を受けた。これに対し、1年半で被災区間の全延長に当たる74函のケーソン (八戸でFD製作した4函含む) を製作し、被災後約2年という驚異的な早さで防波堤を据え付け、2013年7月に災害復旧事業を完了させた。

本論文では、八戸港北防波堤の災害復旧を支えたケーソン製作に焦点を当て、ケーソンを短期間で量産するために実施した工夫や、想定を超える厳しい施工条件となったむつ小川原港ケーソンヤードにおける厳冬期のケーソン製作について報告する。

キーワード 災害復興, 防波堤復旧, ケーソン12函同時製作, 寒中コンクリート対策,

1. はじめに

東日本大震災に伴う大津波により、八戸港八太郎地区北防波堤は、全延長約3,500mのうち、約4割に相当する1,428m (102函) のケーソンが倒壊する甚大な被害を受けた。

北防波堤の背後には、八戸港の主要貨物となるコンテナ、フェリー、飼料等の取扱施設が集中しており、多くの関連企業から早期の復旧を切望された。

これを受け、我々は直ちに港内静穏度を確保するため、倒壊したケーソンに代え、新たなケーソンを短期間に量産し、据え付ける必要に迫られた。

幸い、東洋一の規模を誇るドライドックを擁するむつ小川原港は被災を免れており、大量のケーソンを同時製

作することが可能だった。このヤード条件と設計上の工夫により、延べ製作期間1年半で被災区間の全函数を製作することができた。

しかしながら、その製作の道りは決して平坦ではなく、近年は珍しくなった12函同時製作の安全確保、通常は行なわない厳冬期の施工における寒中コンクリートの品質管理、記録的な豪雪に対する工程管理が課題となった。

本論文では、北防波堤の早期復旧を支えたケーソン製作に焦点を当て、想定を超える厳しい施工条件の中で起きた様々な課題とその対策を報告する。

2. 北防波堤の災害復旧



図-1 被災前

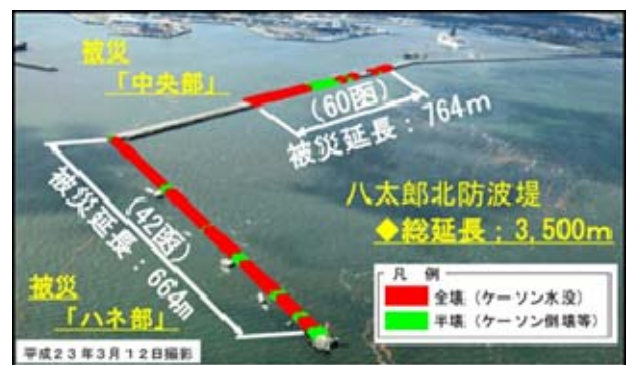


図-2 被災後

(1) 復旧工事の手順

復旧の第一段階として、地元からの早期復旧要望に対応できる施工方法と整備途中でも港内静穏度を確保させるため、港内側に転倒したケーソンをそのまま存置した状態で、港外側に消波堤を築造した。これにより地域産業への影響を最小限に食い止める事ができ、関連企業や自治体からも非常に歓迎された。

次に本格復旧として、倒壊したケーソンの破碎・撤去、基礎捨石の投入・均しを行った後に、ケーソン据付、上部コンクリート打設、最後に消波ブロックを移設して復旧工事は完了する。

(2) 復旧工事の工程とケーソン製作計画

先述した復旧工事は、災害査定を経て速やかに工事着手し、概ね2年以内に復旧を終える計画とし、港の利用者への配慮から防波堤機能の復旧すなわちケーソン据付は、平成24年度内に完了することを目標として定めた。工程表を見るとわかるように、各工程とも非常にタイトな工程になったが、如何にケーソンを短期間に量産する

かが早期復旧の鍵となった。

なお、本計画においては、以下3点により大幅な工程短縮を図っている。

- ① 設計上可能な限り1函あたりの延長を長くし、製作函数を減らす。(延長:約15m→約19m, 製作函数:102函→74函)
- ② 製作時のケーソン配置を工夫し、可能な限り同時製作函数を増やす。(同時製作函数:10函→12函)
- ③ 通常は施工を避ける厳冬期におけるケーソン製作の実施。(製作期間:2年→1年半)

その結果、製作函数については102函の被災函数に対し、74函(うち4函は八戸港で製作)で北防波堤の所要延長を確保できた。また製作期間についても、12函同時製作と厳冬期の施工により、1サイクル約3ヶ月の工程を6サイクル行うことで、1年半の短期間に72函(北防波堤外2函含む)のケーソンを量産することができた。

3. ケーソン製作工事における課題と対策

(1) 想定を超えた厳しい施工条件

施工場所の青森県上北郡六ヶ所村の気象条件は非常に

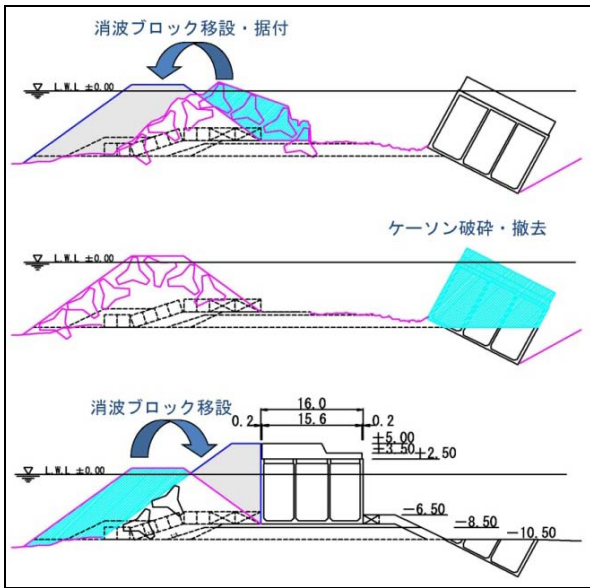


図-3 復旧工事順序



図-5 ドライドック内積雪状況

工事概要	H23d				H24d				H25d
	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春
消波堤築造	消波堤築造								
ケーソン撤去			ケーソン撤去						
ケーソン製作			1サイクル	2サイクル	3サイクル	4サイクル	5サイクル	6サイクル	
ケーソン据付				据付	据付	据付	据付	据付	据付
上部工、消波工						上部コンクリート打設、消波ブロック移設			

H24d内
据付完了

図-4 復旧工事実施工程

厳しく、厳冬期は日平均気温が0℃を下回り、沿岸域のため年間を通じて強風が吹いた。また、今回冬季施工を行った平成23・24年度は、共に例年にならぬ記録的な豪雪に見舞われた。これに加え、12函同時製作によりヤードが狭隘であるという条件も施工条件をより厳しくするものであった。

この想定を超えた厳しい条件により、寒中コンクリートの品質管理、豪雪対策による工程管理、クレーン作業や進水作業の安全確保が課題となった。

(2) 寒中コンクリート対策

先述したとおり非常に厳しい環境の中でのコンクリート打設となるため、下記3点のとおり打設時期に応じたコンクリート養生を実施し、コンクリートの温度低下を防ぎ、所定の品質を確保した。

- ① ケーソン外周のシート囲いと給熱養生の前倒し
- ② 断熱性型枠（発砲スチロールを外張した鋼製型枠）による初期養生
- ③ 脱型後、保温・保湿シートによる養生の継続

(3) 記録的豪雪への対策

記録的な豪雪により、毎日のように各種資材や足場、組立後の鉄筋が雪で覆われ、その除雪作業に時間を取られた。

そこで除雪方法の工夫により効率的な除雪を実施した。一例を下記に示す。

- ① 除雪シートによる養生と除雪
- ② ドック内の伏流水による融雪
- ③ エアコンプレッサーによる除雪

中でも、③のエアコンプレッサーによる除雪は、降り積もった雪が粉雪であり、風で飛ぶほど軽い事に着目した除雪方法であり、日平均気温が氷点下という厳しい条件を逆手にとった寒冷地ならではの手法である。

(4) 近距離で錯綜するクレーン作業の安全管理

ドライドックは高さが13.5mあり、ドック内への資材移動は全てクレーンにより行う。12函同時製作のためケーソン同士の距離が近く、クレーン同士も近距離作業が

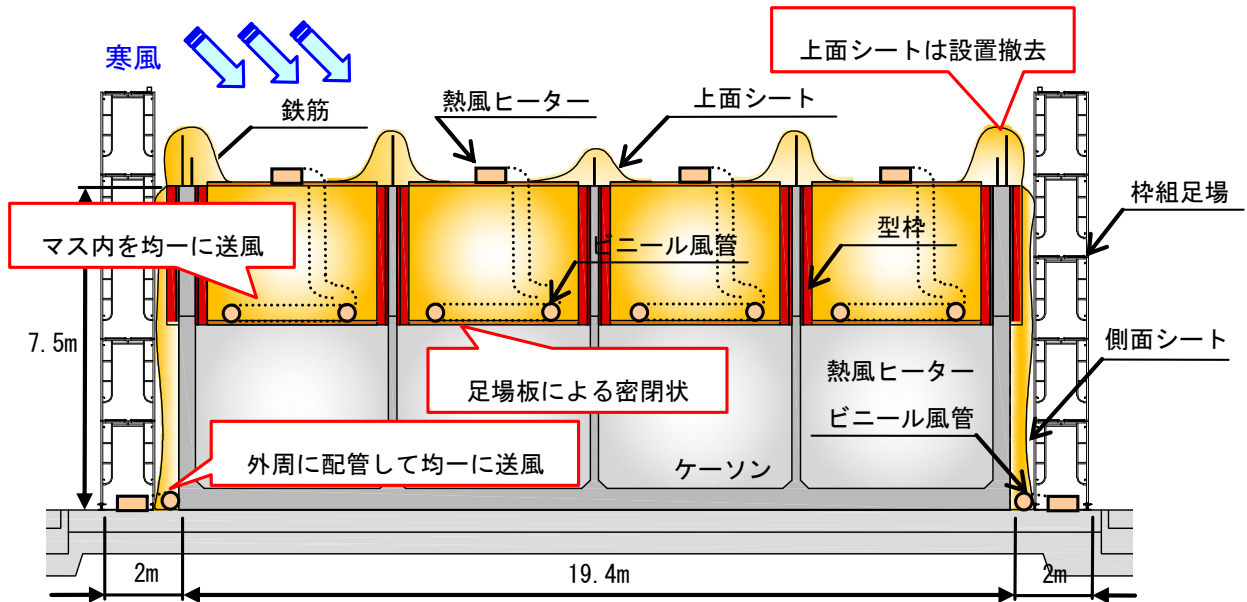


図-6 給熱養生概要図



図-7 給熱養生状況

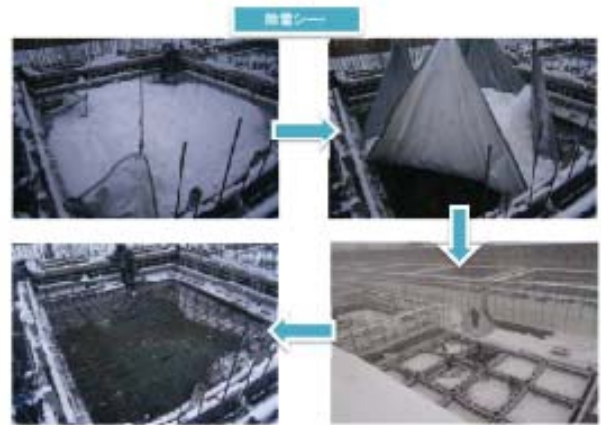


図-8 除雪シートによる除雪状況

多くなることが懸念された。そのため、クレーンのブームにレーザースキャナ式検知システムを設置し、クレーン同士が近づくと警報及び回転灯で知らせ、未然に接触事故を防いだ。

また、クレーンの先端に吊荷周辺を監視できるカメラを取付け、運転席に設置したモニターで吊荷を直接確認して作業できるようにした。

これらの工夫により、強風時でも安全にクレーン作業を行う事ができた。

(5) 進水仮置時の注水量管理（段階的な注水量の調整）

打設完了したケーソンは、ドック内に海水を注水し進水させる。12函同時製作の場合、注水孔に近い位置でもケーソンを製作するため、浮上後のケーソンが注水時の水流を直接受けるため、動揺が大きくなり、他のケーソンやドックの壁に接触する危険があった。

そのため、入念なワイヤリングに加え、ケーソンが水流の影響を受ける間は、綿密に注水量を管理する事で、ケ

ーソンの動揺を抑え、進水作業時の安全を確保した。

4. おわりに

八戸港北防波堤は2012年4月の第1号函据付から、わずか1年以内で74函（1,428m）のケーソンを据え付けし、驚異的速度で復旧した。

甚大な被害を受けた防波堤の急速施工にあたっては、防波堤の本体であるケーソンを如何に量産できるかが早期復旧のカギとなる。2度の厳冬期施工を様々な工夫で乗り越え、多くのケーソンを安定供給した本工事が、北防波堤の早期復旧を可能にし、ひいては八戸港の災害復興を支えたといっても過言ではない。今回の経験が、他の積雪寒冷地域における防波堤の急速施工に活かされることを期待する。



図-9 錯綜するクレーン作業



図-10 カメラ設置状況



図-11 モニター設置状況



図-12 ケーソン浮上状況