

白老港における 港内消波工による静穏度対策について

室蘭開発建設部 苫小牧港湾事務所 計画課 ○今 卓也
城 敏也
田川 人士

白老港では、平成21年度に第1商港区等における港内静穏度の向上を目的とし、船舶航行などの現場条件を踏まえ、港内消波工の検討を行い、東防波堤港内側背後への消波ブロックの設置を行っている。

本報告では、これまで実施してきた現地波浪観測結果から、港内消波工が第1商港区等の静穏度に与える効果を定量的に整理し報告を行うものである。

キーワード：港内消波、港内静穏度、波浪

1. はじめに

白老港は、北海道南西部の太平洋岸に面し、日高・胆振沿岸の西側に位置する港湾であり、昭和57年に指定された北海道で最も新しい地方港湾である。背後圏企業の原材料及び製品等の流通に貢献する内貿拠点、さらには沿岸で展開される水産活動の基地として、地域の産業・経済に密着した重要な役割を果たしている。また、平成21年取扱貨物量が3年連続して100万トンを超え、道内地方港湾中の第1位（フェリー除く）となった。現在は、背後圏企業の非効率な物流形態の解消と増大する貨物に対応するため、第3商港区の整備を行っている一方、荒天時には第1商港区の静穏度が低下し、係留船舶は避難を余儀なくされている状況にあった。

このため、平成21年度より荒天時の港内静穏度対策としての港内消波工の計画を行い、平成22年度に白老港の東防波堤港内側背後へ消波工を設置した。

本報告では、現地波浪観測結果をもとに、この港内消波工が港内の静穏度に与える効果を明らかにすることを目的とする。

2. 港内消波工の概要

(1) 整備目的

白老港は、平成2年の漁港区供用に始まり、平成4年には第1商港区、平成13年には第2商港区と港奥から順に整備を行ってきた。現在は第3商港区の整備を進めているところであるが、依然として外郭施設の施設延長が



図-1 白老港の位置

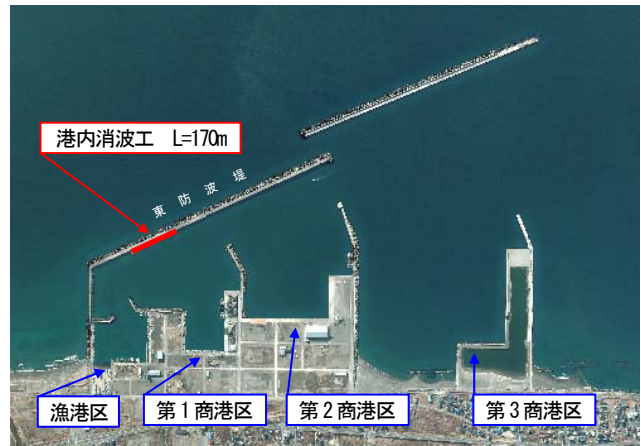


図-2 白老港各施設位置

不足している状況にある。近年、荒天時には、特に第1商港区の静穏度の低下が顕著となっていた。写真-1は、白老港の第1商港区における荒天時の小型船係留状況を撮影したものである。

この静穏度低下の要因としては、荒天時に生じる東防波堤の沿波および港内での多重反射が想定される。最も有効な対策は、整備途上である外郭施設の延伸により港内への波浪の進入を抑制することであるが、沖合の防波堤整備には多大な施工費と期間が必要となる。

このような背景のもと、経済性、施工環境、航行船舶への影響等について総合的な検討を行い、東防波堤背後の第1商港区対岸の図-2に示す位置に港内消波工の検討を進めた。

(2) 港内消波工の構造

港内消波工の形状は、図-3に示すとおりである。

東防波堤の沿波対策としては突堤構造を想定した。ただし、施設の幅・延長については、利用者との協議をも



写真-1 荒天時における小型船係留状況

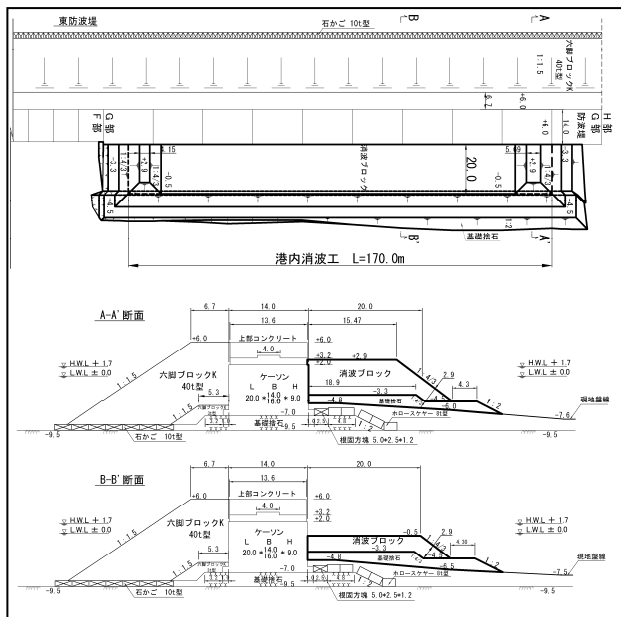


図-3 港内消波工の平面配置と断面形状

とに漁港区および第1商港区を利用する船舶の航行に支障を与えないよう東防波堤G部断面内かつ堤体から30mの範囲に収めることとした。施設の天端高については、突堤部は沿波対策と視認性確保のため天端高+2.9mとし、またその背後には港内多重反射対策と環境調和機能の効果を併せて期待し、天端高-0.5mの平場を設けることとした。

(3) 港内消波工の反射率

白老港に設置する港内消波工の反射率は、数値波動水路 (CADMAS-SURF) による算定を行った。

図-4には、数値波動水路によって港内消波工の反射率を推定するための計算断面を示した。白老港に設置した港内消波工は、低天端型の小段部両端を消波ブロック傾斜堤で挟む構造となっており、波の入射方向によって反射率が異なることが想定されたため、3断面を想定した。

表-1には計算諸元を示した。反射率の算定は、計算結果の水位の時系列データを用いて、合田ら (1976) の入・反射波分離推定法に基づいて行った。この結果、A-A及B-B断面の反射率は0.42、C-C断面の反射率は0.64と推定された。

(4) 港内消波工の港内静穏度改善効果の予測

港内消波工を現地に設置するにあたり、港内消波工に

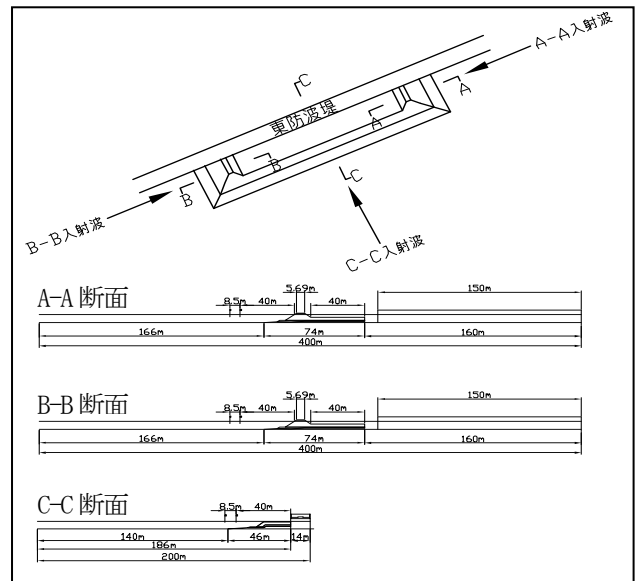


図-4 計算断面設定図

表-1 計算諸元 (数値波動水路)

項目	設定値	備考
周期	8.0s	常時・異常時波浪の平均周期
波高	0.5m	越波を生じない波高
潮位	+1.7m	H. W. L
メッシュ長	X=0.5m Z=0.15m	

よる白老港の第1商港区等の静穏度改善効果について、数値計算手法を用いて事前評価を行った。

本検討では、構造物による回折・反射を精度良く算定するための波の多方向不規則性、港内消波工を含めた水深変化による屈折・浅水変形・砕波、波の非線形性、港奥部での水位上昇、等を考慮する必要がある。このため、これらの現象を精度良く計算可能なブシネスクモデル(NOWT-PARI)を採用した。

表-2は、対象とした異常時波浪(50年確率波)の沖波諸元である。対象波浪は50年確率波のうち白老港の港内静穏度に与える影響が大きいと考えられた3波向(SSE, S, SSW)とした。図-5に計算結果のうち波向SSEの結果を示した。

「港内消波工なし」の場合、港口からの進入波が東防波堤の沿波となって港奥部まで進入している状況が確認でき、この進入波による港内多重反射が生じ、港奥部、特に第1商港区において限界波高を越える水域がみられる結果となったと推察された。

これに対して「港内消波工あり」の場合、沿波の港奥部への進入が抑制されていることが確認でき、また港内多重反射も抑えられたことによって、港奥全域で限界波高を下回る結果となった。

表-2 検討対象とした沖波諸元

波向	波高 H_0	周期 T_0
SSE	7.6m	10.0s
S	3.8m	8.0s
SSW	2.7m	7.0s

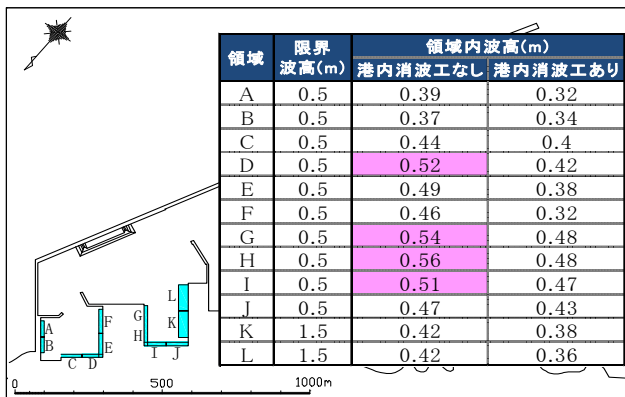
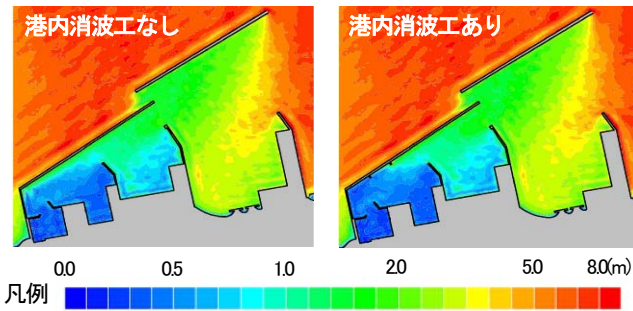


図-5 港内消波工の効果検証結果(波向SSE)

以上の結果から、白老港の東防波堤港内側に港内消波工を設置することによって、港奥部の第1商港区等の静穏度の改善が期待できると判断した。

この判断をもとに、平成22年12月に港内消波工の現地施工に着手し、翌年2月に完成した。

3. 現地観測による効果検証

(1) 観測目的

港内静穏度対策など、施設整備を行うにあたって、整備前の事前評価はもちろんのこと、施設整備後には現地観測データ等を用いて効果を検証することが重要である。白老港では、港内消波工設置前および設置後に波浪観測を実施している。ここでは観測結果から、港内消波工設置前後の港内波高の比較を行い、港内消波工設置による波高低減効果について評価を行った。

(2) 観測時期および観測位置

表-3に現地波浪観測の実施時期を示した。観測は、平成22年度から本年度まで5回実施している。平成22年10月~11月の1回は港内消波工設置前、他の4回は港内消波工設置後の観測である。

図-6に波浪観測位置を示した。観測位置は、港口から港内への進入波を把握するためのSt. 0、港内消波工前後の波高を把握するためのSt. 1およびSt. 2、港内消波工設置による波高低減効果が期待される漁港区のSt. 3、第1商港区のSt. 4およびSt. 5の合計6地点とした。

表-3 現地観測の実施時期

観測年度	期間	備考
平成22年度	H22. 10. 12 ~ H22. 11. 17	港内消波工設置前
	H23. 2. 10 ~ H23. 3. 15	
平成23年度	H23. 8. 29 ~ H23. 10. 1	港内消波工設置後
	H23. 12. 19 ~ H24. 1. 26	
平成24年度	H24. 9. 27 ~ H24. 10. 13	

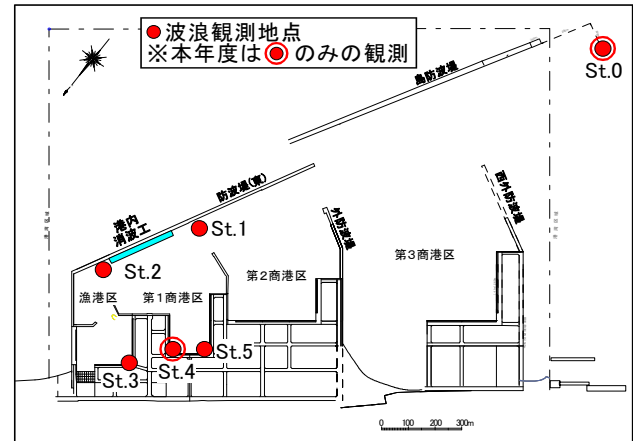


図-6 現地波浪観測位置

ただし本年度観測では過年度の観測結果から判断して、特に港内波高が高くなる傾向のみられたSt. 4および港口のSt. 0の2地点に絞った観測を行った。

観測は0.5s毎の連続観測により、平成22年度及び平成23年度には各年60昼夜、本年度は現時点において15昼夜の観測を実施している。

(3) 港内消波工設置前後の観測結果

図-7は、全5回実施した波浪観測結果を港内消波工設置前と設置後の2つの期間に分類し、それぞれの期間においてSt. 0を基準とした各Stの波高比を整理したものである。

St. 2は港内消波工背後に位置していることから、港内消波工設置後には、東防波堤からの沿波が低減されるため、大きく波高比が低下したと推察された。

St. 3は、港内消波工設置前を含め、全ての観測波高が0.3m未満と静穏であったことから、静穏度が良い地点と考えられた。このため、港内消波工設置前後で波高比の変化はほとんどみられなかった。

St. 4およびSt. 5では、港内消波工設置前と比較して設置後の波高比が低減する結果となった。これは、東防波堤からの沿波が低減されたことに加え、港内での多重反射が低減されたことによるものと推察された。

以上の結果から、港内消波工設置による沿波の抑制、港内多重反射の低減効果によって、港奥部、特に第1商港区の静穏度が向上したことが確認された。

4. 数値計算による効果検証

(1) 港内消波工設置前後の港内波高の推定

ここでは、港内消波工設置後の現地観測結果を用いて、港内消波工設置前の港内波高を数値計算手法により推定することによって、港内消波工設置による港内静穏度への影響について検証した。

計算手法は、港内消波工の港内静穏度改善効果の予測で用いたモデルと同様にブシネスクモデル (NOWT-

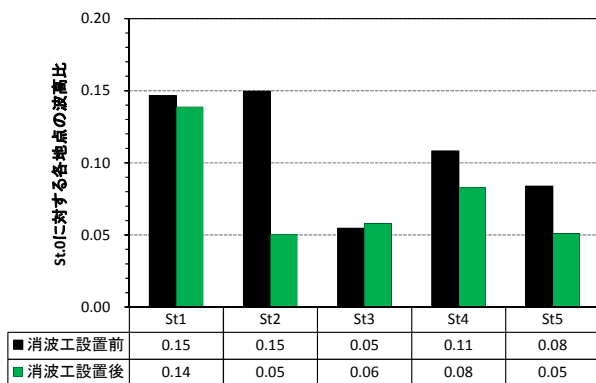


図-7 St. 0を基準とした各Stの波高比

PARI) を採用した。

表-4は、現地観測結果の中から港内波高が比較的高くなったときの代表的な波浪を抽出したものである。この波浪諸元を入力条件として、港内消波工のあり・なし、それぞれの条件において平面波浪場の計算を行い、港内波高の変化について検討を行った。図-8は、計算結果から波浪観測地点における波高を抽出して整理したものである。これによると港内消波工を設置することによって、港内消波工前面 (St. 1) では波高が増大する傾向が示された。これは、沿波が港内消波工によって反射されるための現象と推察された。

これに対して、港内消波工背後 (St. 2)、漁港区 (St. 3) および第1商港区 (St. 4, St. 5) では、港内消波工設置により波高が低減する結果となった。これは現地波浪観測において確認された傾向と概ね一致しており、港内消波工が東防波堤に沿って進行する沿波の抑制、および港内多重反射の低減に寄与し、その結果、港奥部の波高が低減したものと推察された。

表-4 入射波諸元(平面波浪場計算)

ケース名	有義波 (St. 0)			観測潮位
	波高	周期	波向	
Case1	3.68m	12.5s	147°	123cm
Case2	2.71m	7.9s	152°	82cm
Case3	2.18m	8.8s	143°	99cm
Case4	3.24m	7.0s	186°	40cm

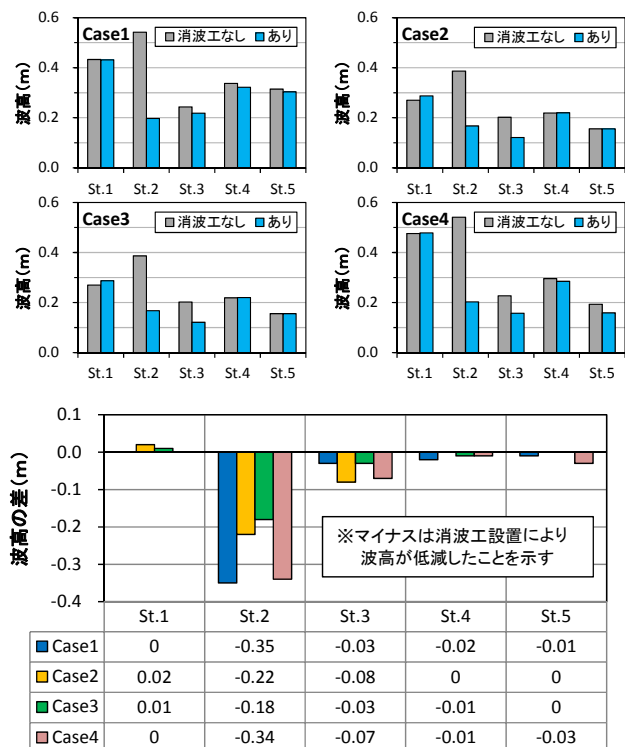


図-8 港内消波工有無による港内波高比較

5. 利用者ヒアリングによる効果検証

港内消波工設置後、白老港の漁港区および第1商港区の静穏度に関して、港湾管理者および地元利用者へのヒアリングを行った。その結果、港内消波工設置前には、第1商港区の静穏度が悪く、時化時には係留船舶が静穏度の良い漁港区に避難する状況にあったが、港内消波工設置後には漁港区および第1商港区の静穏度が向上したとの回答を得た。

6. おわりに

白老港において、港奥部への沿波の進入の抑制および港内多重反射の低減によって、港奥部の第1商港区等の静穏度を向上させることを目的とした港内消波工を計画、設計、施工を行った。当該施設を対象とした現地観測および数値計算等により得られた成果は以下の通りである。

- ・現地観測結果により、港内消波工設置前と比較して施設設置後の港内波高が低減していたことが確認された。
- ・この傾向は、数値計算の結果とほぼ一致しており、港内消波工が沿波の抑制および港内多重反射の低減に効果があり、港内静穏度向上に有効な構造であったものと推察された。

- ・現地ヒアリングにより、港内消波工設置前と比較して、設置後には漁港区および第1商港区の静穏度が向上したことが実感されていることを確認した。

本報告の成果から、白老港に設置した港内消波工は、当初の目的通り、東防波堤からの沿波の抑制と港内多重反射の低減効果に有効であり、港内静穏度向上に寄与していることが明らかとなった。

しかしながら、これはあくまで外郭施設完成までの間の暫定的な港内静穏度対策として、限られた予算において早期かつ一定程度の効果発現を期待したものであり、恒久的な対策は外郭施設の延伸であることにほかならないと考える。

参考文献

- 1) 合田良実、鈴木康正、岸良安治、菊地治：不規則波実験における入・反射波の分離推定法、港湾技研資料、No.248、1976.12