

開発土木研究所港湾研究室 正会員 笹島隆彦, 水野雄三, 菊地聡一
 (株) 西村組 千葉昭宏

1. はじめに

近年、網走港や紋別港のような流水の来襲する北海道のオホーツク海沿岸に位置する港湾等において、冬期に来襲する流水が波浪とともに防波堤を越える現象（以降、越氷という）によって、背後の施設に被害が生じている。現在、計画が進められているオホーツク海沿岸の親水性防波堤等の設計においては、通路等施設の安全性確保という観点から、越氷防止に対して配慮する必要がある。波浪条件・構造形式と越氷の関係については水野ら¹⁾による実験的研究により、越氷と越氷には非常に強い相関があること、また、消波ブロックの設置が越氷の低減効果を有することが報告されている。しかし、現地のヒヤリングによれば越氷時には、消波ブロックが着氷あるいは空隙に流水が混入して全体がスロープ状になり、殆ど消波効果が発揮されておらずかえって助長している様子が目撃されている。高田²⁾によると、透過斜面の空隙の減少や法面の粗度の低下は越氷を増加させることが実験的に報告されており、越氷に関してもこうした現象が予測される。

このため、本報告では、オホーツク沿岸域に位置する港湾・漁港等において防波堤等の消波ブロックの着氷状況について調査するとともに、低温実験室において着氷現象の特性及び着氷の有無による越氷特性について考察した。

2. 現地調査結果

現地調査は1993年3月にオホーツク沿岸（図-1）に位置する港湾・漁港35港において実施した。調査の方法は、陸上よりアプローチできる施設について、目視観測を中心に、消波ブロックの法面等の粗度と空隙の減少の程度、越氷状況を調査した。その結果、稚内周辺は着氷が少なく、網走側（南東）にいくほど着氷量が多いことがわかった。これは、稚内周辺が宗谷暖流の影響を受けるなどして海水温や気温が比較的高いことなどが影響しているものと考えられる。着氷は、ブロック表面に均等に着氷する傾向があり、粗度の低下は若干確認できたが、着氷のみでスロープ状になるような状況は観測されなかった。空隙についても同様であるが、空隙の小さい部分では局所的に空隙が全くなっている状況が観測された。一方、南東方向に行くほど消波ブロックの空隙に流水が詰まっており、その結果空隙や粗度が殆どなくなりスロープ状と化している状況（写真-1）が観測された。また、このように流水が混入し着氷した場所あるいは施工途中の暫定断面で天端の低い施設においては越氷が確認された。この年の流水の来襲は2月1日からで、流水接岸時期と前後する2月24日～25日にかけて最も大きな波浪（ $H_{max}=6.0m$ 、能取沖）が確認され、越氷の発生ししやすい海象条件であったと推測することができる。



図-1 現地調査範囲

港名	粗度 低下	空隙 低下	流水 混入	越氷 有無
稚内港	I	I	×	×
声岡漁港	I	I	×	×
富磯漁港	0	0	×	×
宗谷漁港	0	0	×	×
宗谷(清浜)	0	0	×	×
宗谷(册内)	0	0	×	×
宗谷港	I	I	×	×
東浦漁港	I	I	×	×
知来別漁港	I	0	×	×
浜鬼志別漁港	0	0	×	×
浜猿弘漁港	I	II	○	○
頓別漁港	I	II	○	○
斜内漁港	0	0	×	×
目梨泊漁港	III	III	○	×
間牧漁港	0	I	○	×
枝幸港	II	III	×	×
岡島漁港	I	I	×	×
山白漁港	I	I	×	×
乙忠部漁港	I	I	×	×
音標漁港	I	II	×	×
幌内漁港	I	I	×	×
元福府漁港	I	I	○	×
雄武漁港	I	I	×	×
沢木漁港	III	III	○	×
興部漁港	III	III	○	○
沙留漁港	III	III	○	×
紋別港	I	I	×	×
湧別漁港	II	III	○	○
サロマ湖漁港	I	I	×	×
常呂河口漁港	II	II	○	×
常呂漁港	II	III	○	○
網走港	III	III	○	○
斜里漁港	I	II	○	○
知布泊漁港	III	III	○	×
宇登呂漁港	I	I	○	×

凡例
 ※印は暫定断面での越氷
 0：ほとんど着氷していない
 I：着氷が少しく粗度・空隙が若干低下する
 II：着氷が多く粗度・空隙が大きく低下する
 III：着氷が著しく粗度・空隙がほとんどない

3. 消波ブロックの着氷が越氷に及ぼす影響に関する実験

表-1 現地調査結果

消波ブロックの着氷が越氷に及ぼす影響があるかを低温実験室における実験により確認した。低温実験室の大きさから、実験に使用できる水槽の大きさが限定されたため（図-2）定性的な実験に留まった。

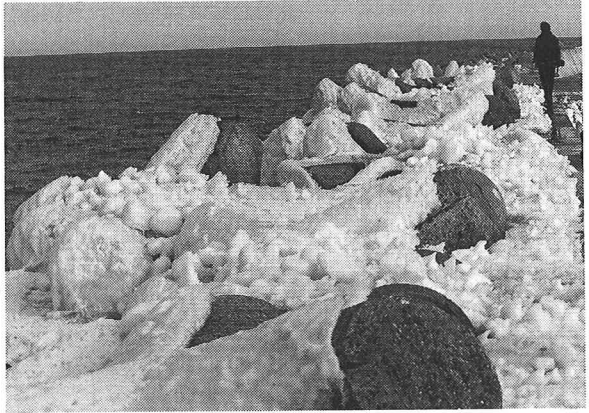


写真-1 着氷状況（興部漁港）

(1) 着氷特性 大きなブロックは着氷のみでは、法面の粗度や空隙はさほど減少しなかった。これは現地調査結果とほぼ同様の傾向である。しかし、一つ一つの空隙の大きさが小さいブロックは空隙及び粗度が減少し、ほとんどスロープ状となることがわかった。着氷範囲は常に波のかかる部分より上の部分であった。

(2) 着氷前後の越氷特性 着氷した消波ブロックを作成するため、波高をおおきなものから順に小さくしていき、消波ブロックの全面を着氷させ、その後模擬氷を入れて1分間造波させ消波ブロック上に残存している氷盤と、乗り越えた氷盤の数を調べた。周期は0.9~2.3 secまで4種類で、波高を5.1~14.7cmまで変化させた。なお、波の条件を同じにして、着氷がない場合も実験し、着氷前後の越氷量の変化を観測した。着氷前は、消波ブロックの空隙の大きさに比べて模擬氷が相対的に小さいほど模擬氷は消波ブロックの空隙に入り込み、外に出ない。着氷後の越氷量は、図-3のように着氷前に比べて著しく増加しており、消波ブロックの着氷によって越氷防止効果が低下していることが確認できた。

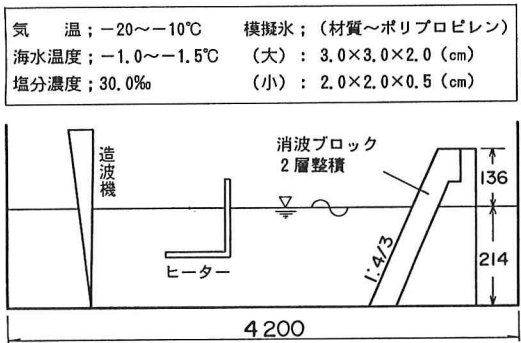


図-2 模型実験施設等

3. まとめ

現地調査及び模型実験により以下の点がわかった。

- (1) 現地調査より、オホーツク沿岸域では、消波ブロックへの着氷が確認でき、その程度は南東に行くほど顕著であった。
- (2) 現地調査及び模型実験より、着氷のみでは空隙や粗度が著しく低下することは少なく、流氷の空隙への混入の方が大きな影響を及ぼす。
- (3) 模型実験より、着氷前に比べて、着氷後の消波ブロックの法面の粗度や空隙が減少した方が越氷量が増加する。現地調査からも、こうした場所での越氷が認められた。

参考文献

- 1) 水野雄三・笹島隆彦・神田尚樹・佐伯浩・秋原信哉(1992)：波浪による防波堤の越氷に関する基礎的研究，海岸工学論文集，第39巻，pp591-595
- 2) 高田彰(1967)：不透過壁面の線形および透過斜面の空隙が越波量に及ぼす影響について，第14回海岸工学講演会講演集，pp129-138

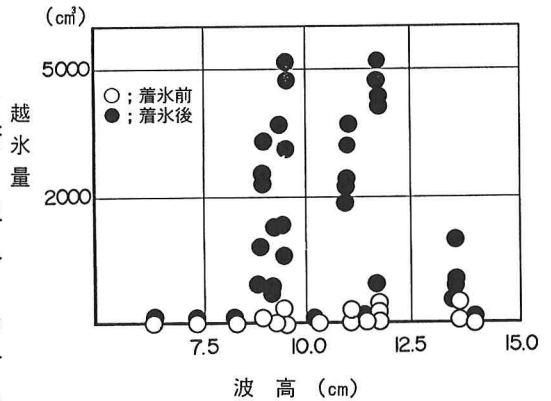


図-3 着氷前後の越氷量