

II-415 消波ブロックの着氷等による越水軽減効果の低下について(その2)

北海道開発局開発土木研究所 正会員 菊地聡一, 笹島隆彦
(株) 西村組 桑原幸司

1. まえがき

冬期に流水におおわれる北海道のオホーツク海沿岸では、流水が波浪とともに防波堤を越えたり、防波堤天端上に堆積する現象(以降、越水という)がみられる。特に近年、越水現象が顕著で護岸や防波堤背後の施設に被害が生じている。また、オホーツク海沿岸の親水性防波堤は、冬期に流水野の展望場として利用されており、越水特性の把握や対策が重要となっている。

水野ら¹⁾によると越水と越波は相関があり、消波ブロック被覆堤と混成堤では前者の方が越水軽減効果を有することが明らかにされている。しかし、消波ブロック被覆堤の場合、条件によっては流水のブロック内への侵入による空隙の変化や着氷による消波ブロック表面のスロープ化が生じることがあり、この状態の方がかえって混成堤よりも越水を助長させる場合があるといわれている。

このため、前報²⁾において、海水により消波ブロックの空隙や粗度が減少したときの方が、越水量は増加することを模型実験で明らかにした。

本報告は、消波ブロックのモデル化を行い、空隙や粗度を変化させることにより、これらの因子が越水にどのように影響するかを検討したもので、あわせて対策工も提案した。

2. 実験概要

実験は長さ27.0m、幅0.6m、深さ1.2mの2次元断面水路で行った。海底地形は、1:50の勾配で堤体はこれに続く水平床上に設置した。堤体の消波工は680gf/個のテトラポットを用いたブロック模型と、空隙・粗度を変化できるように4cmの角材を4cm間隔に格子状に組み上げた角材消波模型(以降、基本形という)を使用した。図-1に堤体の断面を示す。模擬氷としてはポリプロピレン板を使用し、模擬氷の大きさは、5cm×5cm×2cm、2.5cm×2.5cm×1cm(縦横厚さ)の2種類とした。

実験波はブレードシュナイダー・光易型の不規則波で、周期 $T_{1/3}$ を1.30s、1.50s、1.94sの3種類とし、波高 $H_{1/3}$ を5cm~17cmの間で数種類作用させた。初期の模擬氷は、1波長幅にびっしり浮かべた状態とした。

越水量 Q_i は、起波1分後から約3分間(100~160波程度)の間に防波堤天端上および背後に残存した氷板の数量を調べ、単位幅・時間当たりに換算して用いた。

3. 実験結果

図-2に基本形とブロック模型の越水量と防波堤天端高との関係を示す。佐伯ら³⁾が示した指標と同じく、横軸に $(hc+t)/H_o$ (hc :天端高、 t :

氷の厚さ、 H_o :沖波波高)を、縦軸に無次元越水量 $Q_i/\sqrt{2gh^3}$ (h :堤脚水深;以降、越水量という)をとり、 $1/L_o$ (1 :氷の代表長、 L_o :沖波波长)をパラメータにして示した。同図より、 $1/L_o=0.013$ の条件で行った基本形(白丸)とブロック模型(黒丸)の越水量はともに近い値を示しており、基本形を消波ブロックのモデルとして利用できることがわかる。また、波浪条件を変化させた基本形の実験結果(白抜き記号)を

みてみると、 $(hc+t)/H_o$ が小さくなると越水量は全ての $1/L_o$ について大きくなっているのがわかる。その増加の度合いは、 $1/L_o$ が小さいとき、すなわち周期が長いときの方が大きくなっている。

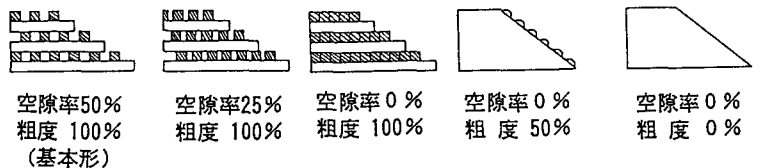


図-3 角材消波モデルの断面

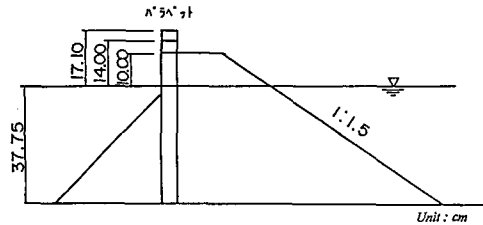


図-1 実験断面

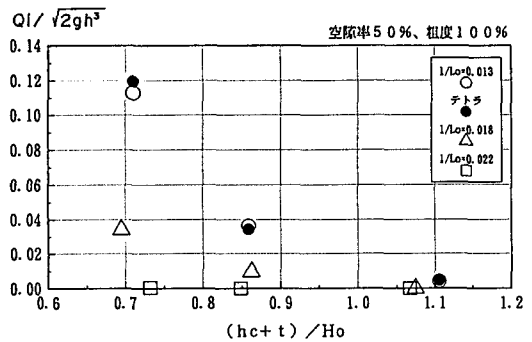


図-2 越水量と天端高の関係

次に、図-3に示すとおり、基本形の角材間隔などを調整して消波工の空隙と粗度を変化させた角材消波モデルを作成した。空隙率50%、25%、0%は、角材間隔をそれぞれ4cm、2cm、0cmにした状態で、消波ブロック内に海水が詰まっていく状態を表している。粗度は、空隙率0%のモデルについて、表面に出る角材の切り口の形状を変化させたもので、粗度100%、50%、0%は、それぞれ階段状、半分階段半分斜面状、斜面状で、ブロック表面が着氷により、斜面になっていく状態を表している。なお、水面下は基本形のままである。

図-4は、以上の角材消波モデルを用いて、消波工の空隙と粗度の変化 $\Delta \epsilon$ と越水量の関係を、パラメータ $1/L_0$ で整理したものである。同図から空隙率が低くなるにつれ、越水量は増加し、さらに加えて粗度が低下すると越水量はより一層増加するのがわかる。 $1/L_0 = 0.013$ 、 0.018 の条件では、粗度が50%くらいからほぼ一定値を示している。すなわち、周期が長い場合、空隙率の変化や粗度50%までの変化の影響は受けやすいが、粗度50%からの変化の影響は小さいことがわかる。また、基本形に比較して空隙・粗度0%になると越水量は3~6倍になっている。一方、周期が短くなると、空隙率50%から粗度0%までの変化の影響をもとに受けているのがわかる。また、空隙率0%で粗度が約80%以下になると、越水量は混成堤(図中粗度0%の黒印)よりも大きい値を示しているのがわかる。

図-5は、粗度低下による越水量の増加防止対策として、前出図-1に示したとおりパラペットの天端高だけを変化させたときの越水量との関係を示した。同図によると、パラペットの天端高を消波工の天端高よりも高くしたパラペット突出型消波ブロック被覆堤が、越水対策として有効であることがわかる。また、混成堤(図中黒丸)と同程度の越水量にするには、 $(hc+t)/H_0$ を0.8程度にすればよいことがわかる。

4. 結論

今回の実験で得られた結論は以下のとおりである。

- ①モデル化した模型(基本形)とブロック模型の越水量はほとんど同じで、消波ブロックのモデル化ができた。
- ② $(hc+t)/H_0$ が小さくなると越水量は大きくなり、 $1/L_0$ が小さいほどその割合は大きくなる。
- ③空隙率50%の基本形の堤体が、空隙率・粗度0%の斜面状に近い堤体状態になると越水量は3~6倍に増加する。
- ④空隙率0%・粗度80%以下の斜面状に近い堤体状態になると越水量は混成堤よりも大きくなる。
- ⑤越水対策も兼ねる防波堤構造として、パラペット突出型消波ブロック被覆堤が有効である。

参考文献

- 1) 水野雄三・笹島隆彦・神田尚樹・佐伯 浩・秋原真哉(1992): 波浪による防波堤の越水に関する基礎的研究, 海岸工学論文集, 第39巻, pp. 591-595
- 2) 笹島隆彦・水野雄三・菊地聡一・千葉昭宏(1993): 消波ブロックの着氷等による越水軽減効果の低下について, 土木学会第48回年次学術講演会概要集, pp. 868-869
- 3) 佐伯 浩・山下俊彦・秋原真哉(1993): 波浪による防波堤の越水に関する実験的研究, 海岸工学論文集, 第40巻, pp. 716-720

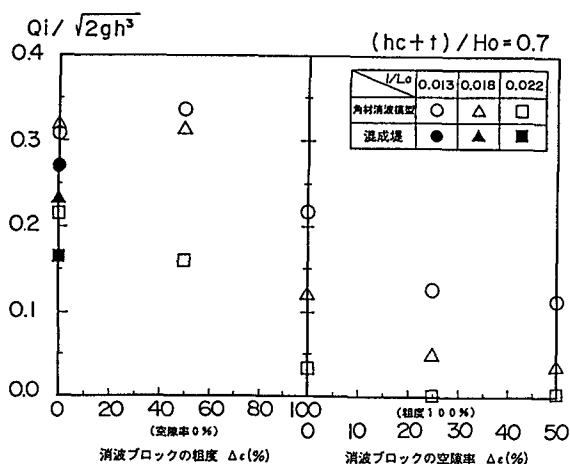


図-4 空隙・粗度の変化と越水量との関係

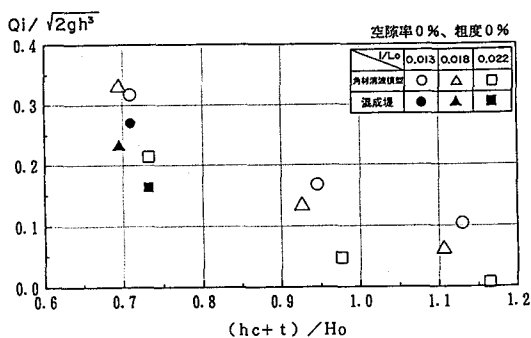


図-5 $(hc+t)/H_0$ と越水量との関係