

離岸堤の上部工形状による港内側被覆ブロックの安定性について

下関港湾空港技術調査事務所 設計室 ◎南 正治
○平山 雅宏
●星倉 淳一

1. はじめに

指宿港海岸（湯の浜地区）の離岸堤については、地元の要望により景観に配慮して、上部工の港内側に傾斜を設ける形状を基本に検討を進めることになった。しかし、これについては、解析手法が確立していないため、水理模型実験（断面水槽）により構造形式の検討を行った。本報告では、上部工港内側に傾斜を設けることによる被覆ブロックの所用重量、マウンド勾配の関係について報告する。

2. 指宿港海岸

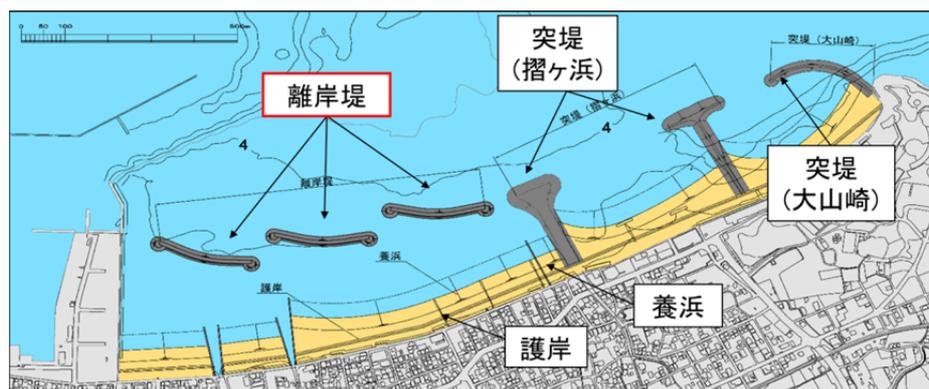
指宿港海岸は、薩摩半島南東部に位置し、延長約 1.8 km の砂浜海岸である（写真－1 参照）。指宿市は年間約 380 万人の観光客数を有する日本有数の観光都市であり、背後は数多くの旅館・ホテルが立地し、砂浜を活用した砂むし温泉が著名な観光資源となっている。

一方で、同海岸は高波・高潮による砂浜の侵食が激しく、昭和 26 年鹿児島県下に大きな被害をもたらしたルース台風により砂浜が大量に流出。以後、河川等からの砂の供給がないことや高波により、海浜侵食が進行している。このような海浜の侵食によって、砂浜の持つ消波機能が失われ、平成 24 年 16 号台風に伴う高波では甚大な浸水被害が発生した。さらに、護岸は築年数が 50 年以上経過しており、老朽化や海浜侵食による護岸基礎の洗掘により倒壊の恐れが生じている。

このため、指宿港海岸では、侵食された砂浜の再生、侵食対策を行うことにより高波に対する防護機能の改善を図る目的で、当該地区の防護について図－1 のとおり施設平面配置案がまとまったところである。



写真－1 指宿港海岸



図－1 整備施設配置案

3. 離岸堤の構造条件

今回報告する離岸堤の構造は、景観を重視した低天端と海水交換を可能にする高マウンドの透過構造を基本としている。さらに、港内側から見た上部工の形状については、コンクリートの壁ではなく、できるだけ自然の岩に見えるようにとの要望があった。

そこで、ワークショップにおいて地元の方と意見交換を重ね、上部工の側壁（港内側）の直立壁を 1:0.5 の傾斜を設けた断面について検討することとなった。

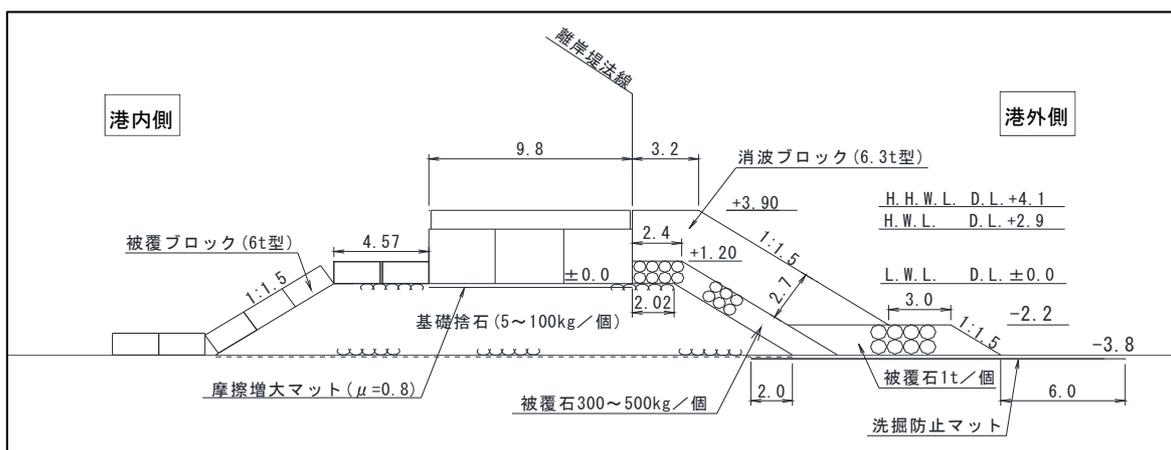


図-2 当初の基本断面（港内側直立壁）

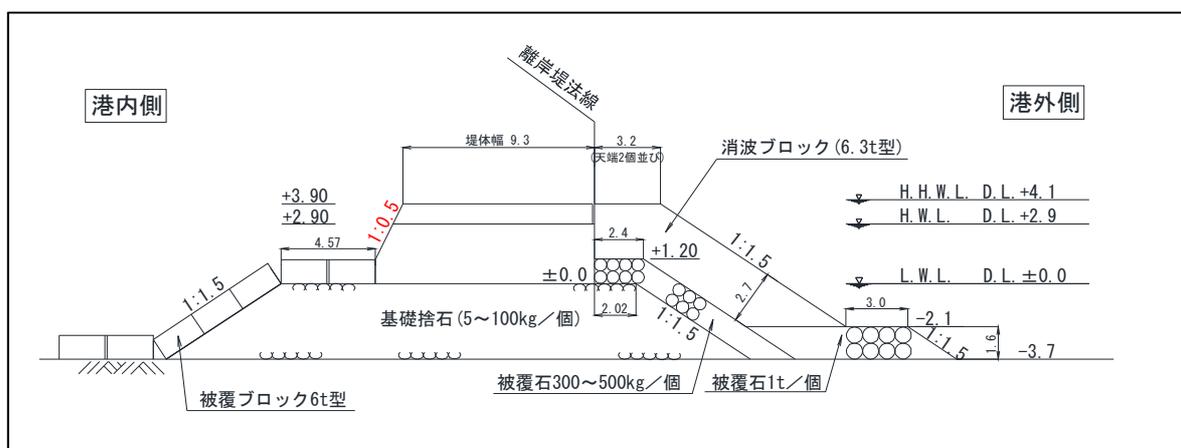


図-3 ワークショップで提案された基本断面（港内側傾斜壁）

4. 水理模型実験

4.1 実験概要および実験条件

水理模型実験は、下関港湾空港技術調査事務所の断面水路（長さ 50.0m×幅 1.0m×高さ 1.5m）を用いて、1/25 の縮尺で実施した。実験波は表-1 に示す。被覆ブロックの種類については、水理模型実験の基準となるビーハイブの 6t 型、8t 型を使用する。許容被害率は 1.0% とした。

$$\text{被害率 } D(\%) = (\text{被害ブロック個数 } n_{ds} / \text{対象ブロック個数 } N_s) \times 100$$

（ただし、被害ブロック、対象ブロックともに 3 波群の合計個数）

表-1 実験波

潮位 (m)	周期 T1/3 (s)	波高 H1/3 (m)	波数	波群数
H. W. L.	13.7	4.1	1000 波以上	3

潮位については、H. H. W. L (既往最高潮位 D. L. +4. 1)、H. W. L (朔望平均満潮位 D. L. +2. 90m)、M. S. L (平均潮位 D. L. +1. 5)、M. S. L+0. 6m (越波が生じる潮位) の4種類で離岸堤を越える波が被覆ブロックに与える影響を確認し、最も厳しい結果となった H. W. L で設定した。

4. 2 水理模型実験の結果

港内側直立壁については、マウンド勾配 1:1.5、被覆ブロック 6t・8t で被害が生じたので、マウンド勾配 1:2 に緩和したところ、被覆ブロック 6t 型において安定が確認された。

港内側傾斜壁については、港内側直立壁で安定したマウンド勾配 1:2、被覆ブロック 6t で被害が生じており、被覆ブロックを 8t 型にしても被害が生じた。さらに、被覆ブロック 6t 型でマウンド勾配を 1:3 にしても被害が生じる結果となった。

表-2 実験結果

Case	港内側堤体形状	マウンド勾配	被覆ブロック	被害率 D (%)	実験結果	状況写真
①	直立壁	1:1.5	6ト	3.6	×	写真-2
②		1:1.5	8ト	10.2	×	
③		1:2	6ト	0.0	○	
④	傾斜壁	1:2	6ト	17.2	×	写真-3
⑤		1:2	8ト	14.3	×	
⑥		1:3	6ト	9.0	×	

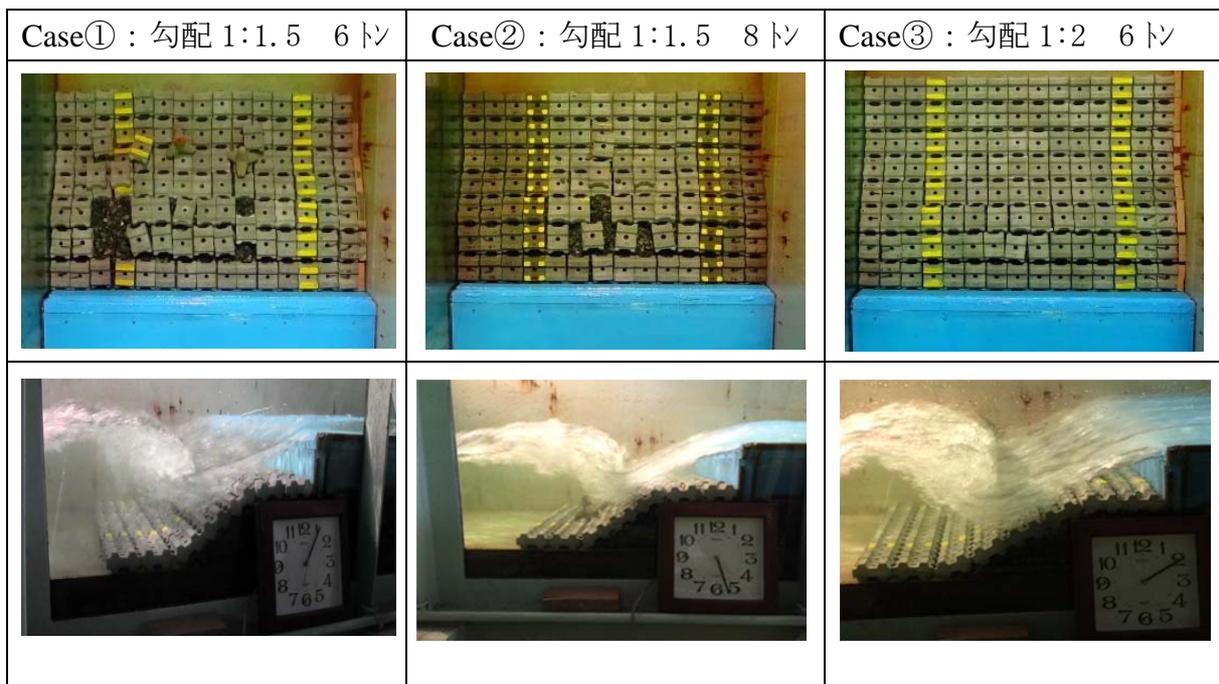


写真-2 港内側堤体形状【直立壁】

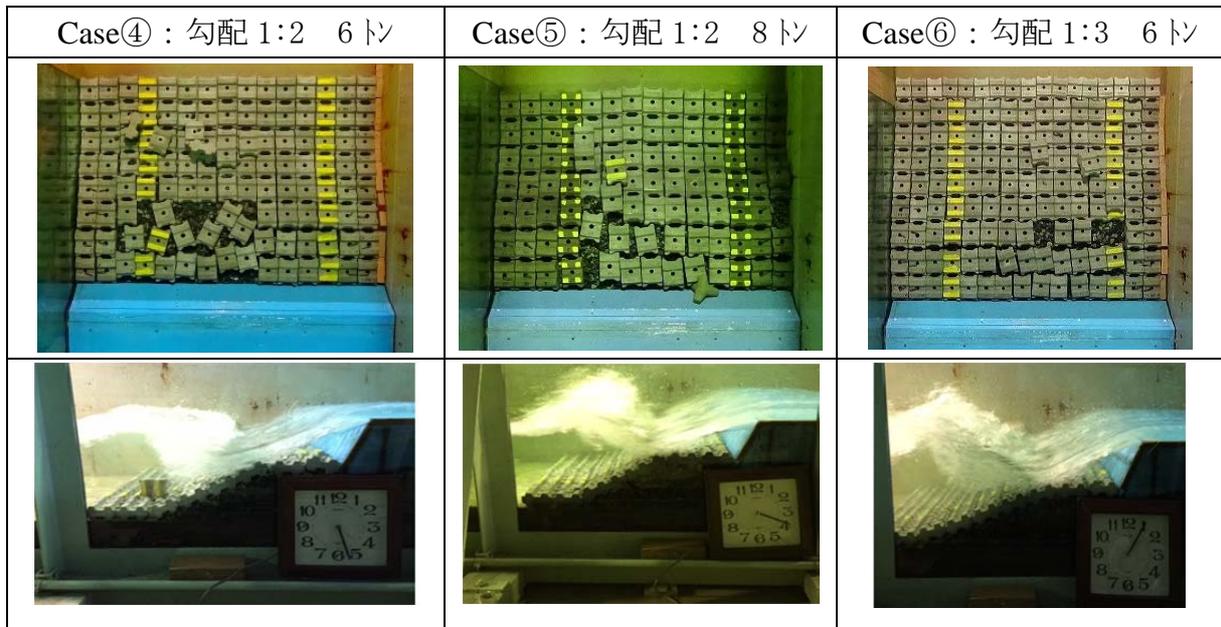


写真-3 港内堤体形状【傾斜壁】

4. 3 考察

今回の実験により得られた結果についての考察を以下に示す。

(1) 堤体形状と波の打ち込み位置について

港内側が傾斜壁の場合は、直立壁よりも堤体下端の幅が 1.4m 長い。このため、捨石のマウンドが港内側へ 1.4m 伸びることになり、この時の波の打ち込み位置が、ブロック法肩と一致する形となった。

(2) 被害の発生状況について

被覆ブロックの被害は、ブロックの法肩に波が打ち込むことにより生じた。傾斜最上段のブロックが港内側へ滑動したのち、被害が生じたブロックの隙間へ天端のブロックが少しずつ移動していくものであった。

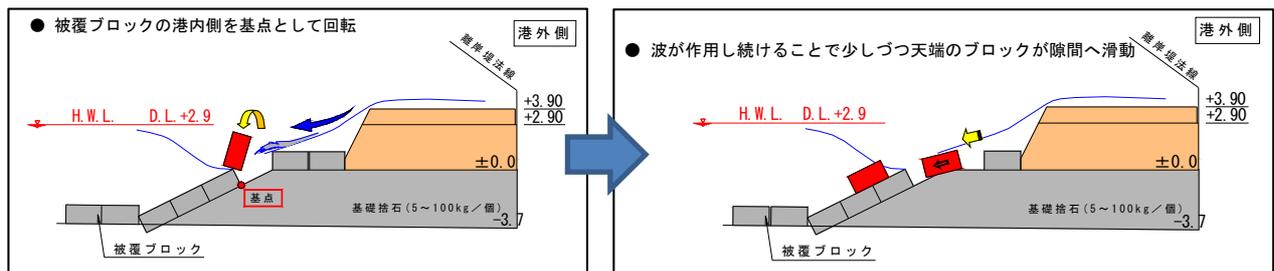


図-4 被害の発生状況について

5. まとめ

堤体に傾斜を設けることにより、被覆ブロックの法肩に波が落ち込み、設計基準による被覆ブロックの所用重量では耐えられないことが分かった。本実験の結果を受けて、防災の観点から安全面を第一に考え、当初予定していた直立壁とすることで地元の方々の理解を得た。