

Ⅱ－104

石巻港南防波堤におけるコスト縮減の取組み

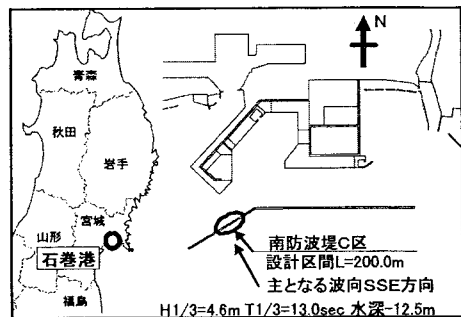
国土交通省東北地方整備局仙台港湾空港技術調査事務所 法人会員 小野田 慎
正 会 員 北出 徹也
法人会員 渡邊 孝

1. はじめに

秋の台風襲来時や年間を通じた異常低気圧時には、外洋にうねりを伴う高波浪が発生する。防波堤は、それらの厳しい波浪条件に対して港湾内を防護し、航路や泊地、係留施設等の利用に必要な静穏域を確保する働きをしている。その中でも大水深・高波浪海域に建設される第一線防波堤は、波力に対して自重で安定を保つ必要があるため、大断面になりやすく、その整備には多くの費用を要する。そのことから建設コストの縮減に対する要請が高まっており、様々な形式の防波堤が提案されている。

今回報告するコスト縮減の特徴は、防波堤の形状を従来のスクエアな形状から斜面を有する形状へ変えることにより、防波堤に作用する水平力を減少させ、かつ、鉛直下向きの力を発生させることで、外力であった波力を抵抗力として利用できることにある。これにより、防波堤の主部材となるケーソンだけでなく、防波堤断面全体の縮小を図ることができる。

報告箇所となる宮城県石巻港の南防波堤は、昭和59年より築造が開始され、計画延長4,300mの内、現在1,283mが完成している。今回の設計箇所（C区）については、延長200.0mである（図－1）。



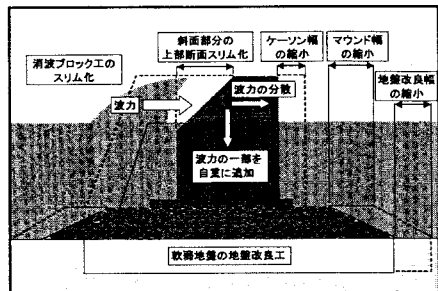
図－1 石巻港配置図

2. 半没水上部斜面ケーソン堤の特徴とその効果

防波堤の前面に斜面を有する堤体形状は、主部材となるケーソンを筆頭に、防波堤横断面規模の縮小を図ることができる。その効果について下記に示す。

- 1) 外力となる波力が斜面に作用する際に、水平方向と鉛直方向に分散すると仮定すると、相対的な水平波力の減少を考えることができ、滑動抵抗に対して有利となるため、ケーソンの幅の縮小が可能である。また、その減少分の波力は、鉛直方向下向きの力として堤体に作用することから、滑動抵抗力としてケーソン自重の一部に追加できるため、さらにケーソン幅の縮小ができる。
- 2) ケーソン幅の縮小により捨石マウンド幅を縮小できる。
- 3) 捨石マウンド幅の縮小から軟弱地盤に重量構造物を建設する場合の地盤改良工の規模を縮小できる。
- 4) 斜面を設けることにより上部断面のスリム化ができる。
- 5) 消波ブロック被覆構造を採用する場合、消波工天端高さを低減できる。

以上について従来型と比較した模式図を図－2に示す。



図－2 従来型との比較図

従来、上部工のみを斜面形状とした上部斜面堤は、各地で採用されているが、今回採用した半没水上部斜面ケーソン堤は、ケーソン前壁にも斜面部を設けることで、斜面下端を静水面以下とし、より大きな波力分散効果を期待した構造である。その波力分散の効果については、平成10年度に旧運輸省 第二港湾建設局 横浜調査設計

事務所で水理模型実験を行い、その力学的有効性の検証を行っている。実験では、半没水上部斜面ケーソン堤の模型の直立壁前面と斜面部に波圧計を設置し、実際の波浪条件をスケールダウンした波を模型に作用させて、波力分散の理論値と実測値との比較を行った。実験は、波高、水位、消波工の有無等を変化させ全44ケース行い、それぞれのケースで斜面による波力の分散効果を確認できた。図-3は、現地換算で波高 $H=13.9\text{m}$ 、水位 $+1.5\text{m}$ のケースである。

また水理模型実験では、波力実験のほか、港内への伝達波特性実験、港外への反射波特性実験、消波ブロックやマウンド被覆材および根固方塊の耐波安定性実験、ケーソンの滑動実験が行われている。

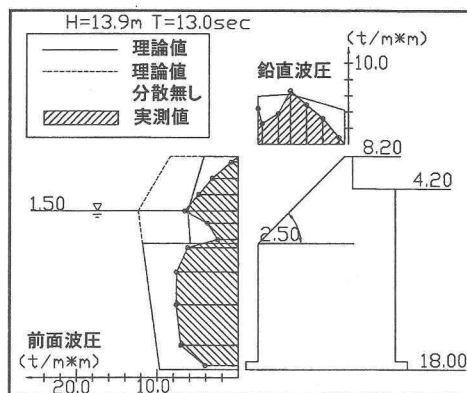


図-3 実験による波圧分布図

3. 石巻港南防波堤C区におけるコスト縮減効果

従来の矩形堤と半没水上部斜面ケーソン堤の断面について工事規模の変化とコスト縮減量を図-4に表す比較対象とした従来型については、地盤条件に若干違いはあるがほぼ同一施工条件である隣接のB区とした。

半没水上部斜面ケーソン堤は安定計算上のメリットを多く持つが、その反対にデメリットも存在する。従来の箱であったケーソンに斜面壁を持たせることにより、斜面壁部に関わる仮設費の増や製作方法の難易度による鉄筋コンクリート施工単価の増など工事費の増が存在する。また、斜面に衝突した波は、砕波し斜面を遡上する。その遡上波は上部コンクリートを越えて港内へ伝達し、港内静穏度を確保できないことが水理模型実験において確認されており、今回は、完成天端高を $+1.2\text{m}$ 高くして対応している。

しかしながら、それらのケーソン製作費や完成天端高さの変化による施工費の増があったにもかかわらず、防波堤延長 1m あたり300万円強(直接工事費ベース)のコスト縮減となり、縮減率は18%となった。

4. 結論

今回は、過去の水理模型実験を基に、本設計位置における適用性を加味した上での設計事例となった。その結果、設計段階において約18%のコスト縮減を達成できた。

今後の予定として、全体工事費において約40%を占める地盤改良工について沈下予測精度向上による構造への影響評価を高める解析法を調査し、更なるコスト縮減への検討を進める予定である。

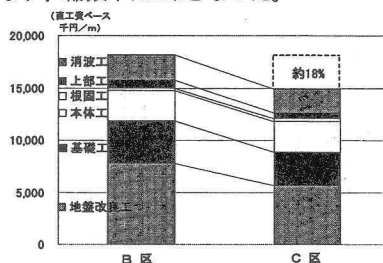


図-4 従来型と半没水斜面ケーソン堤の工費比較

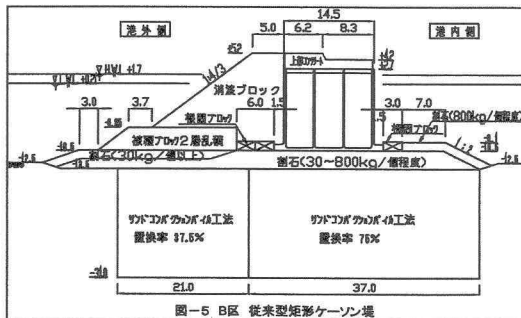


図-5 B区 従来型矩形ケーソン堤

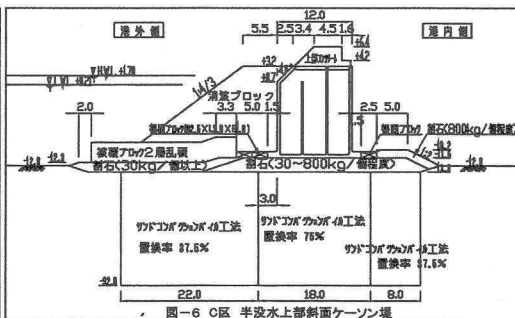


図-6 C区 半没水上部斜面ケーソン堤

参考文献：半没水型上部斜面ケーソン堤の設計・施工指針（案）国土交通省東北地方整備局仙台港湾空港技術調査事務所（2003, 2）

半没水上部斜面ケーソン堤に関する水理模型実験報告書 運輸省第二港湾建設局横浜調査設計事務所（1998, 3）