

巻頭言

粘り強い防波堤への改良

一般財団法人沿岸技術研究センター

平石 哲也

1. 防波堤の“粘り強さ”とは

2011年3月11日に生じた東日本大震災での津波災害で釜石市をはじめとして北関東～東北の沿岸は甚大な被害を受けた。釜石湾では湾口の津波防波堤が被災し、ケーソンの半分が滑動でマウンドから落下している。ただし、マウンド上から大きくずれることはなく、マウンド端部でとどまっていたため、津波の抑止効果がある程度発揮され、釜石港での津波高の低減に寄与したと言われている。港湾空港技術研究所の試算（高橋ら，2011）では、津波防波堤がない場合に比べて港内の津波高は7割に、津波の到達時間は5分間遅延できたと考えられる。このように防波堤が津波の外力を受けて傾いてもマウンド上に留まれば港内津波高の軽減に有効である。

もちろん、新設の津波防波堤等は想定津波力に対して十分な強度を有する形状と重量を持つものにするには可能であるが、建設に要する時間は長く、莫大な費用が掛かる。そこで、既存の防波堤も含めて想定外の外力あるいはレベル2クラスの津波力に対して、滑動してもマウンド上に傾きながらも留まって、津波や偶発波浪に対してそれらの波高を7割程度以下に軽減する効果を有するように対処することを“粘り強さ”と呼ぶ。

2. カウンターウェイトマウンド

港湾を防護する沖合の防波堤を“粘り強くする”一つの方法は、背後に高いマウンド材を積むことで、滑動抵抗を向上させるものである。図1に高知県須崎港津波防波堤の改良断面を示す。この防波堤は、もともと1946年昭和南海地震津波を設計対象として計画され、建設された。その後、設計津波が1854年安政南海地震津波に変更され、ケーソンの重量化と高さの改良がなされた。ただし現在想定されているM9.0以上の南海地震津波には対応していない。そこで、追加で高マウンドを背後に設置し、粘り強い構造としている（図の港内側着色部分）。このとき設計上考慮すべき点は防波堤天端を越えてくる波（越波）で、

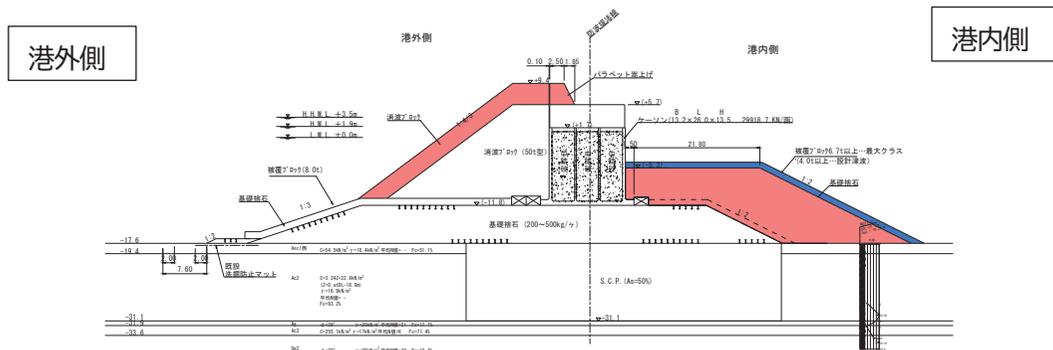


図1 須崎港津波防波堤の新設マウンド(粘り強い化)(国土交通省四国地方整備局高知港湾・空港整備事務所提供)



写真1 防波堤港内側の被覆ブロック層の様子

これに対しては、マウンドの表層を被覆ブロックで防護して飛散を防いでいる。写真1に干潮時に撮影した防波堤背後のマウンド被覆材の状況を示す。

3. カウンターウェイトブロック

もうひとつの粘り強い防波堤・波除堤を作る手法がカウンターウェイトブロックである。これは、中央に空間を有する矩形のブロックで、現地で空間に石材を充填する。石材と基礎マウンドとの摩擦によってカウンターウェイトブロックと基礎マウンドとの間に水平抵抗力が働き、防波堤の背後に設置することによって大きな滑動を抑止する。図2にカウンターブロックの実験用模型(1辺40cm)と設置状況のイメージ図を示す。ブロック中央の空隙には自然石が使われるので、港内で生物生息場を提供することになり、生物共生型構造物にもなり得る。滑動抵抗を増やすためには多段積みを採用できる。中詰め材として当初は自然石材を想定していたが、最近では自然石材の採掘場所が不足しており、代替材の活用が図られている。その一つが鉄鋼生産時に発生する鉄鋼スラグ材で製作した人工石材

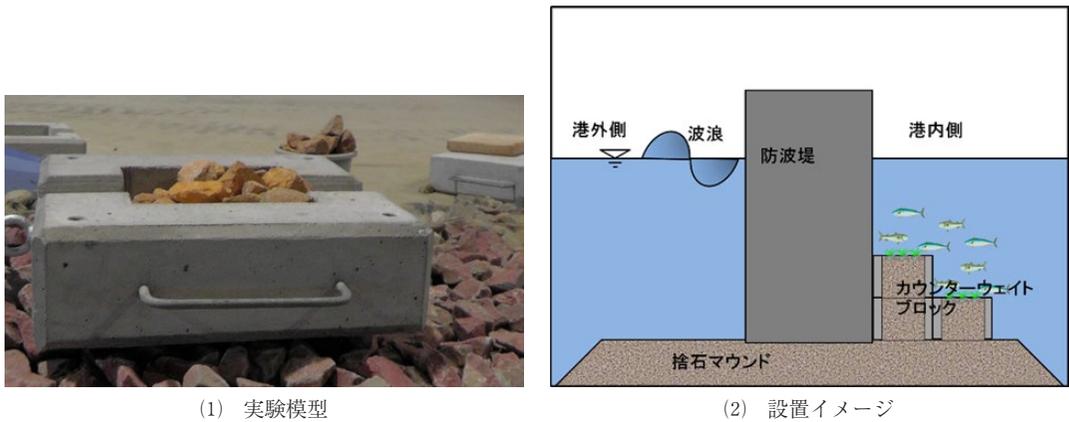


図2 カウンターウェイトブロックの模型と設置イメージ

で、自然石材と同程度の大きさに粉碎して中詰め材として用いる。模型実験（道野ら，2025）での結果では、人工石材は自然石材を用いたカウンターウェイトブロックと同等の摩擦係数を有することが確認されている。

我が国の沿岸・港湾域には多くの防波堤・波除堤が建設されており，日々の風波から港内の静穏を保つとともに異常時の風浪から港内の構造物を防護する役割を担っている。これらの多くは想定外の津波には対応できないが，比較的廉価で工事が容易な本節・前節で紹介した手法を用いることによって“粘り強さ”を有することができれば，津波被害を軽減し，到達時間を遅らせ，避難にかかる時間を少しでも長くすることができる。特にカウンターウェイトブロック工法は漁港の小型防波堤に有効で，各地で活用されている。

参考文献

- 高橋重雄ら28名：2011年東日本大震災による港湾・海岸・空港の地震・津波被害に関する調査速報，港湾空港技術研究所資料，No.1231，200p，2011.
- 道野正嗣・福田鐘行・河村裕之・平石哲也：中詰め石に人工石材を用いたカウンターウェイトブロックの滑動抵抗の評価，第50回海洋開発シンポジウム論文集，p.1-31，2025.