

東日本大震災の津波で被災した工場護岸の被害と復旧

太平洋セメント(株) 宮崎 武史
 太平洋セメント(株) 永嶋 基治
 清水建設(株) 正会員 千馬 卓也
 清水建設(株) 正会員 ○波多野正邦
 東亜建設工業(株) 正会員 十文字利道

1. はじめに

太平洋セメント大船渡工場は大船渡湾の奥に位置し(図-1)東北地方の生産拠点となっている。東日本大震災に伴い発生した津波で大船渡湾の湾口防波堤が破壊されるとともに、本工場護岸に津波が押し寄せ甚大な被害が発生した。本文は主に津波による工場護岸の被災状況とその復旧工事について報告するものである。

2. 護岸の被害

平成23年3月11日14時46分頃に発生した東日本大震災の本震は、三陸沖を震源とし震源の深さ24km、マグニチュード9.0、大船渡市は震度6弱であった。また、15時18分頃に最大高さ8.0m以上の津波が押しよせたことが記録されている。

図-2に主な被害状況を示す。工場内の護岸は石積式護岸であり、昭和10年代に造られた。延長約750mの石積式護岸のうち、約158mで護岸と基礎捨石マウンドの両方が流出した(写真-1)。また、延長約65mで、石積擁壁部分は残ったが石積擁壁直下の基礎捨石マウンドが流出する崩壊が発生し、石積直下の水深5.0mの位置に空洞が発生した(図-5)。さらに、護岸崩壊に伴い、背面にある機器の基礎直下が洗掘され、機器が基礎を含めて宙づり状態になるものが発生した(写真-2)。

護岸ができてから70年以上経過しており、この間に多くの地震が発生しても石積式護岸はほぼ健全な状態を保持していたことから、これらの崩壊は全て津波によるものと考えられる。これらの護岸崩壊により工場の稼働が不能となったことはもとより、工場内の通路が分断され車両の通行などに支障が出た。

3. 護岸背面と設備機器の被害

震災では広域的に地盤沈下が発生した。潮位の変動計測から設定した工事基準面(DL)に基き水準測量を実施した結果、工場内の地盤沈下量を約1.2mと推定した。これにより、延長約155mの護岸背面が通常の満潮位^{注1)}で浸水する状況となり、さらに護岸背面に設置されている設備機器の架台下部が満潮時に没水し、機器の稼働に支障が出るものとなった(写真-3)。



図-1 大船渡工場の位置

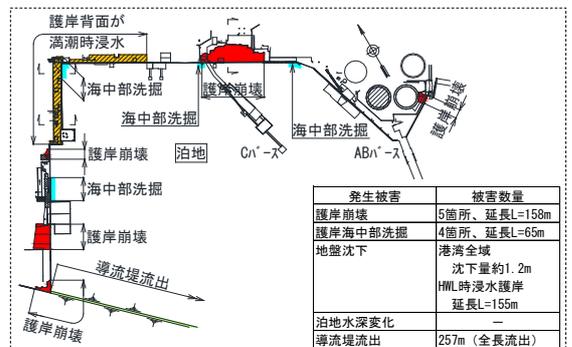


図-2 工場内平面図と主な被害状況



写真-1 石積式護岸の崩壊状況



写真-2 護岸の崩壊と機器基礎直下の洗掘



写真-3 護岸背後の浸水状況

キーワード 東日本大震災、津波、護岸崩壊、地盤沈下、護岸復旧

連絡先 〒980-0801 宮城県仙台市青葉区木町通1-4-7 清水建設(株)東北支店土木技術部 TEL 022-267-9177

4. その他の被害

図-3 に深浅測量結果を示す。震災前には海面から突出していた延長 257m の捨石式導流堤は全て流出した。図-3 の導流堤があった場所付近は水深が-2m~-6m となっているので、津波により捨石が全て流出し、周辺の海面下に広く散乱したものである。また泊地内の海底面上には、津波で漂着したと考えられる 5m 以上のコンテナらしき物体や 1.5m~2m 程度の盛り上がりが多く見られた。

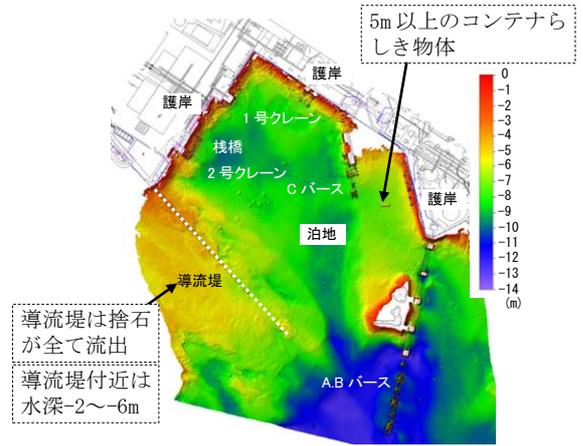


図-3 深浅測量結果図(震災後の水深)

5. 崩壊した護岸の復旧

石積と捨石マウンドの両方が流出した護岸は、重力式の護岸として復旧した(図-4)。上部コンクリート打設時の潮位による施工の支障を最小限に抑えるため、上部基礎捨石マウンドをDL+1.0mの高さまで造成し、その上に上部コンクリートを構築した。護岸崩壊部では、地盤沈下した状態でも崩壊部護岸背面の地盤高さが通常の満潮位より高いため、上部コンクリートの天端高さは既存の護岸背面地盤高さに合わせた。

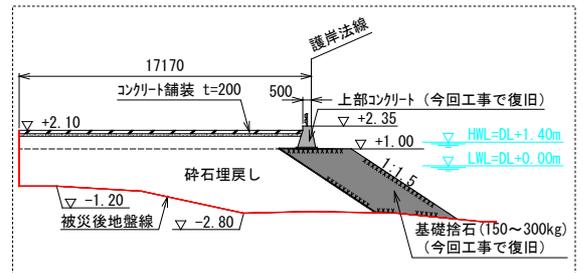


図-4 護岸崩壊部の復旧(図-2のA-A断面)

施工手順としては、最初に護岸近傍で損傷した設備機器を撤去し、陸側から碎石を巻きだして埋戻しを行うことにより、応急処置として復旧工事車両等の通路を確保した。その後、海側から 150~300kg の捨石を投入して護岸基礎を造成し、その上に現場打設で上部コンクリートを打設した(図-4)。

6. 基礎が洗掘された護岸と地盤沈下に対する復旧

海中部の基礎が洗掘された護岸における、石積直下の水深約 5.0m の位置の空洞には、水中から袋詰めコンクリートを充填し、既存の捨石マウンドにさらに捨石を追加補充して護岸の安定を確保した(図-5)。

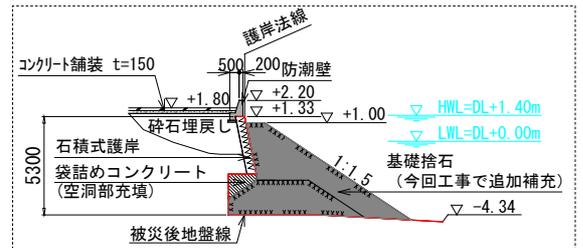


図-5 護岸海中洗掘部の復旧(図-2のB-B断面)

また、護岸崩壊により宙づりになった機器基礎下部は、流動性の高いエアモルタルを使用して充填した。

地盤沈下して通常の満潮位(DL+1.40m)で浸水する状況となった護岸背面は、地盤の嵩上げを行った。嵩上げ高さは周囲への摺付と設備機器架台下部への支障に配慮してDL+1.80mとした。また、護岸背面にある設備機器への越波の影響を抑制するため、護岸背面を嵩上げた範囲の既設石積み護岸上に防潮壁を設置した。防潮壁の天端高は設計波高(H_{1/3}=0.8m)に基き、許容越波量を満足する高さとして設定した。(図-6)。

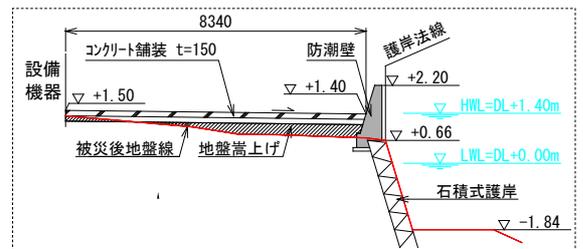


図-6 護岸背後地盤の嵩上げ(図-2のC-C断面)

7. まとめ

地震と津波により甚大な被害を受けた護岸構造物の復旧工事であったが、関係各者の多大なご努力により短い時間で復旧することができた(写真-3)。また、これらの港湾施設の復旧と並行して、工場建屋等の建築復旧工事、機械や電気設備等の復旧工事が行われ、平成23年11月には、2系統ある生産ラインの内、1系統が復旧し、同年12月からセメントの出荷を再開している。また、残る1系統についても平成24年6月中を目途に復旧すべく取り組んでおり、今後とも、セメントという建設資材の供給を通じて被災地復興に貢献していく所存である。



写真-3 復旧後の護岸