

羽越線護岸擁壁倒壊災害復旧工事の設計・施工

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○渡邊 康夫 加藤 堅作
田本 義美 小山 幸寛

1. はじめに

2000年12月19日、朝から日本海に発達した低気圧による高波により、羽越線村上・間島間の護岸壁が延長22mに亘って倒壊し（図-1）その前後60m間も沈下、倒壊し路盤が流失するという災害が発生した。当該箇所は海岸線と線路が並行する区間で、鉄道盛土の海側は高さ約7mのもたれ式護岸に保護される構造であった。応急復旧工事¹⁾は翌日から着手し、鋼矢板護岸工及び消波ブロック工の施工により、49日間で列車運転を再開している。本復旧については2001年4月より設計調査を開始し、2002年4月より本格的に護岸擁壁の復旧工事を行ってきた。ここでは、本復旧で検討した擁壁の設計・施工法について報告する。

2. 護岸擁壁の設計

村上・間島間の海岸は、山裾が海岸にまで迫り、岩石海岸の間に砂浜が不連続に形成されているが、災害があった箇所は砂の侵食が進み、護岸の根固め部の洗掘が進んでいたことが災害の原因のひとつと考えられる。そのため、新設する護岸の形式の検討にあたっては、フーチングを花崗岩の地盤に根入れすることを基本とした。擁壁の形式の選定にあたっては、自立式擁壁、扶壁式擁壁、ブロック式直立消波護岸の3タイプで検討を行ったが、安定性・施工性に優れる図-2の自立式擁壁を採用することとした。なお、基盤となる花崗岩は風化が進んで亀裂が発達しており、岩盤の物性は既往の文献等を参考に、表-1に示す内部摩擦角 30° 、粘着力 150kN/m^2 として設計を行っている。また、岩盤面は地質調査と施工記録から推定し、岩盤への根入れを1.5mとしている。

自立式擁壁の設計にあたっては、列車荷重を支える構造物として鉄道構造物設計標準に基づく検討と、波を受ける海岸護岸として海岸の施設の技術上の基準の基準に基づく検討を行っている。ここで、鉄道構造物設計標準にもとづく検討における耐震性能は、当該箇所が上下線を別ルートで運行していること、新設区間だけ耐震性能が高くて前後の擁壁区間が倒壊すれば意味がないこと等を考慮し、耐震性能で照査を行っている。

3. 護岸擁壁の施工

応急復旧は900cmピッチでダウンザホールハンマーを用いて岩盤を削孔した後、H400のH型鋼を親杭として岩盤に根入れし、鋼矢板（SP_W）をH型鋼の間に挿入して土留め

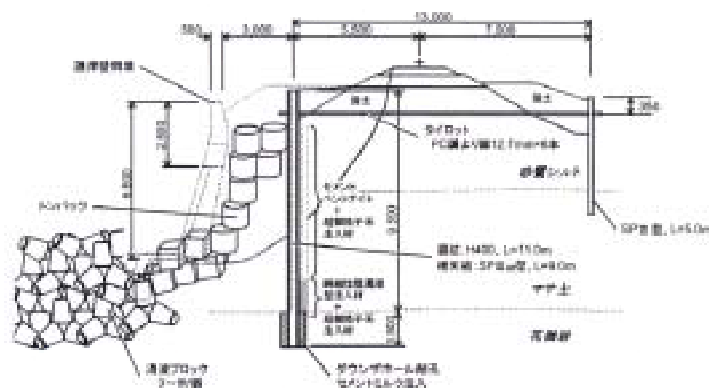


図-1 災害状況と仮復旧工の概要図

表-1 岩盤の物性

岩の種類	内部摩擦角	粘着力
風化花崗岩	30°	150kN/m^2

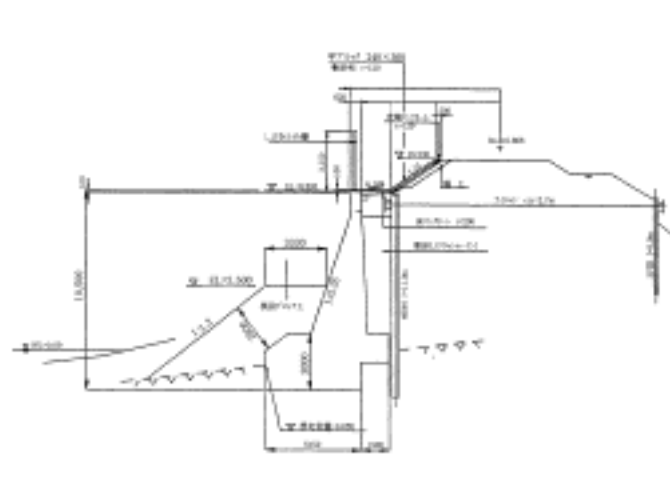


図-2 新設護岸概要図

キーワード：護岸擁壁、災害復旧、鉄道盛土

連絡先：〒370-8543 群馬県高崎市栄町6番26号 Tel：027-324-9361 Fax：027-324-9368

としている。新設する擁壁の施工は、まず応急復旧で施工した土留めの前面において、災害箇所護岸前面に補強用に配置してあった応急復旧時の根固めブロックや大型土嚢の撤去と、既設護岸の取壊し・撤去および護岸背面土の掘削から行った。既設護岸背面の土質は施工基面から深さ4.5mまでは砂質シルト、そこから9.5m程度まではマサ土となっており、それ以深は花崗岩となっている。掘削は応急復旧土留の前面を応急復旧で施工したタイロッド施工位置まで掘削する1次掘削、アースアンカー施工位置までの2次掘削、基礎構築のための岩盤掘削の3段階でおこなった。ここで、2次および3次掘削を進めていく中で、応急復旧時に施工した土留に隙間があり、そこから土砂の吸出しが確認されたため、写真-1のようにH鋼と鋼矢板の隙間を鋼板溶接によって補強し、吸出しに対する対策を行った。

復旧する護岸擁壁は延長87.6m、高さ10.5m（基礎3.0m、躯体7.5m）で、10m毎の9ブロックに分けて施工した。海岸での施工となったため、鉄筋は防錆を考慮してすべてエポキシ樹脂被膜鉄筋を使用している。また、岩盤掘削後、大型土嚢及び鋼製枠で閉め切りを行った際、周辺からの海水流入が止まらず、ポンプ排水も追いつかなかったため、海水に浸かる地盤高-0.5m以下の基礎の下部（図-4）を水中不分離コンクリートで施工した。また実際の岩盤線が図-5に示すように当初の想定地盤線より低い箇所があり、岩盤に1mの根入れが確保できなかった3つのブロックでは、図-4に示す補強コンクリートを施工している。また、躯体部の型枠として大型鋼製型枠を使用し、打設に合わせてクレーンを用いて転用することにより、護岸の施工期間を短縮した。

復旧護岸構築後、護岸背面の埋め戻しを行った。埋め戻し土は、資源の有効利用化、環境への配慮のため、撤去した既設護岸を現場作業ヤード内でガラパゴスを用いて破砕し、再生砕石を製作・利用した。

今回新設した護岸に隣接した区間も、基礎が岩着していないために同様な被害が起こることが想定されたため、既設護岸部も基礎補強のために根固めコンクリートによる補強を行った。さらに、今回の新設と既設護岸で対策を施した延長約420mにわたっては、施工基面の法面補強のために張ブロックを設置するとともに、護岸上部を護岸背面の越波した海水を速やかに排水するための水抜き孔を設置することとしている。

4. まとめ

新設する護岸の施工はH14年度にほぼ終わっており、今年度は一部残った張ブロック工と根固めブロック、復旧護岸上部のしびき止め柵の設置、応急復旧時のタイロッド等の撤去を実施している。今回の災害は海岸の防波堤上に鉄道が走行するといった特殊な環境条件下で起こったものであるが、当社の管内でも同様な災害が発生する可能性のある区間はいくつも存在しており、今回の応急復旧および本復旧が今後の同様な被害を防ぐ対策工事の参考となれば幸いである。

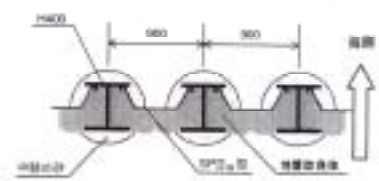


図-3 応急復旧土留壁



写真-1 吸出し防止対策

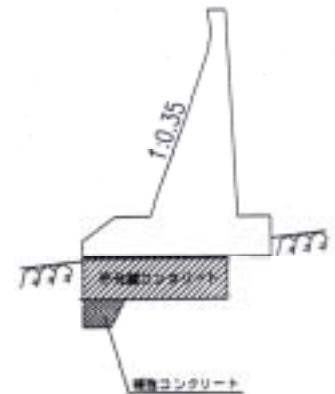


図-4 新設護岸擁壁詳細図

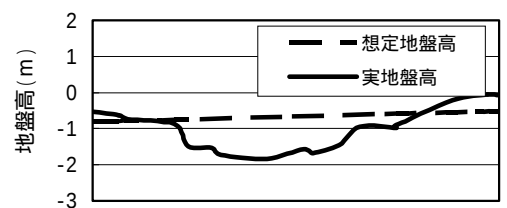


図-5 擁壁基礎岩盤面