

五能線海岸波止護岸の健全度調査—その 1 : 波浪災害対策と波止護岸の調査概要—

JR 東日本 秋田支社 正会員 ○宮腰 寛之
 JR 東日本 秋田土木技術センター 正会員 村田 祐亨
 ジェイアール東日本コンサルタンツ 正会員 岩村 里美
 ジェイアール東日本コンサルタンツ 正会員 小林 敬一

1. はじめに

五能線は、車窓から海岸線を一望できる風光明媚な線区であり、着地営業の目玉としてリゾート列車(「くまげら」、「樺」、「青池」)を運行している。なかでも広戸～麴木間は海岸線に近接して列車が走行するため、景勝地として旅客からの人気が高い区間である。一方、当該区間は海岸からの高波(越波)の影響を受けやすい地形であり(写真-1)、過去には列車脱線による死亡事故が発生している。この事故に鑑み、国鉄時代から、波止護岸の改良や消波ブロックの設置等を実施し、越波による運転規制を実施して安全の確保を行っている。なお、消波ブロックは据付下部の砂が潮の干満により吸出しを受け、沈下や流出が生じることから、継続的に補充設置をして対処している。

本稿では、五能線における越波対策の概要と、広戸～追良瀬間 71km500m 付近(図-1)にある波止護岸の調査概要について述べ、調査結果については引き続き(その2)、(その3)で述べる。



写真-1 越波状況



図-1 調査位置図

2. これまで実施してきた越波対策の概要

昭和 47 年 12 月、五能線広戸・追良瀬間 71km900m 付近において、強風波浪に伴う高波によって護岸が倒壊し、路盤と道床が流出した。そこへ列車が進出したため、蒸気機関車と客車 2 両が海に転落、機関士 1 名が死亡、乗客 3 名が負傷するという痛ましい事故が発生した。この事故に鑑み、当該区間および線路が海岸線に近接する類似区間について、波止護岸の改良および消波ブロックの設置を実施している。しかし、前述のとおり消波ブロックは沈下してしまうため、警備区間 71km500m～72km000m については昭和 54 年から断続的に消波ブロックの設置を実施しており、これまでに約 7 億円を投じている(表-1)。

年月	実績(個)
昭和54年～平成3年	750
平成14年12月	140
平成15年6月	210
平成17年6月	163
平成18年11月	385
平成19年9月	460
平成20年9月	900
平成21年9月	390
合計	3,398

表-1 消波ブロック設置実績

また、消波ブロックの設置に併せ、越波計を設置して「越波による運転規制」を実施している。越波計は波止護岸沿いに設置した「波用柵」、越波の影響を受けない斜面中腹に設置した「雨用柵」および演算装置で構成されており、両柵で検知した水量差を越波量として算出し、その量が規制値(5 分間累積値 10mm)を超過すると運転規制(運転中止)が発令され、特殊信号発光機が発報する仕組みとなっている。

さらに、越波による運転規制時において、施設指令等から越波警備用カメラを遠隔操作して、道床流出等の変状の確認や、越波による運転規制を解除ができる「越波遠隔監視システム」を平成 15 年度に導入した。

71km700m 付近における消波ブロックの天端高と、越波による運転規制回数を図-2 に示す。消波ブロック

キーワード：消波ブロック、波止護岸、起振機振動試験、衝撃振動試験、安定計算、安定性評価
 連絡先〒010-0001 秋田県秋田市中通 7-1-1 JR 東日本 秋田支社 土木計画 TEL.018-825-5282

は継続的に設置しているものの、沈下も継続していることがわかる。また、沈下量が大きくなるに伴い越波による運転規制回数も増加している。なお、平成20年度の越波による運転規制回数が多いのは、平均風速及び最大風速平均が他の年と比べ大きな値であったからである。

3. 消波ブロック沈下メカニズム

当該地点の周辺環境、測量結果および消波ブロックに影響を与えると考えられる要素などから、消波ブロック沈下の主原因は、潮の干満の影響により消波ブロック据付下部の砂の吸出しである(図-3の①→②→③の順番で発生)と考えられた。さらに、既往の測量成果より海底の傾斜は約1/10と急勾配であり、その勾配も消波ブロックの沈下を助長していると考えられる。

こうした状況にある波止護岸の現状を把握するため、振動試験および試験結果に基づく詳細解析等を実施し、その安定性を確認した。

4. 調査対象の選択

調査ブロック選定にあたって、消波ブロックの流失状況、目地ずれの状況を入念に調査した結果、調査の対象は、71km500m付近にある1ブロック長(目地-目地間)約20mの波止護岸とした。これは唯一目地ずれ(上下、前後各々に10mm程度)が確認された箇所、消波ブロックの高さが相対的に低く、波浪の影響を受けやすい状態にあったと考えられるものである。

この目地の左右2ブロックを、不安定性が疑われる「不健全ブロック No.1, No.2」とした。また、現状で消波ブロックが十分な高さで残っており、かつ目地ズレ等変状の兆しがない2ブロックを選択し、「良好と想定されるブロック No.3, No.4」とした。

5. 調査項目とその流れ

調査の流れを図-4に示す。まず、波止護岸の現状を把握するために、起振機を用いた振動試験と衝撃振動試験および護岸背面盛土と支持地盤の地盤調査を実施した。なお、衝撃振動試験は鉄道の橋脚や高架橋の健全度診断法として広く活用されている手法である。起振機試験および衝撃振動試験で得られたデータからは、各々のブロックの固有振動数を特定し、振動モードを把握した。

次に、振動試験結果および地盤調査結果に基づいて、固有値解析による振動試験結果の同定および解析を実施し、安定計算に用いる支持力性状などの定数を設定した。

これらの設定した定数を用いて、鉄道構造物等設計標準¹⁾に準じた安定計算を実施し、この結果をもとに護岸の安全性に関して総合的な評価を行った。振動試験および地盤調査の結果については、引き続き(その2)で述べ、安全性評価の結果については(その3)で述べる。

参考文献

- 1) 鉄道総研：鉄道構造物等設計標準・同解説（基礎構造物・抗土圧構造物編），平成9年3月

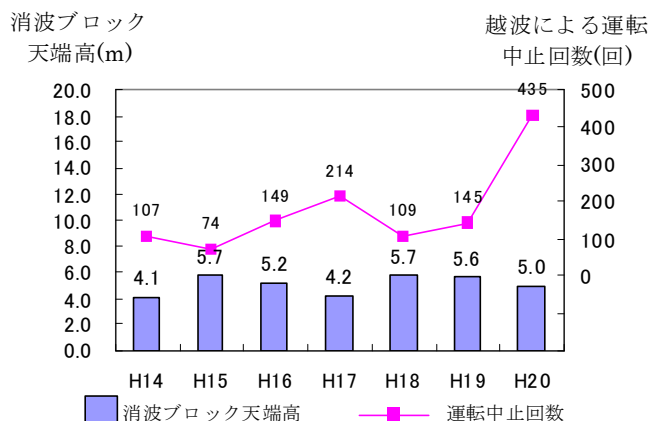


図-2 消波ブロック天端高と越波による運転中止回数の関係

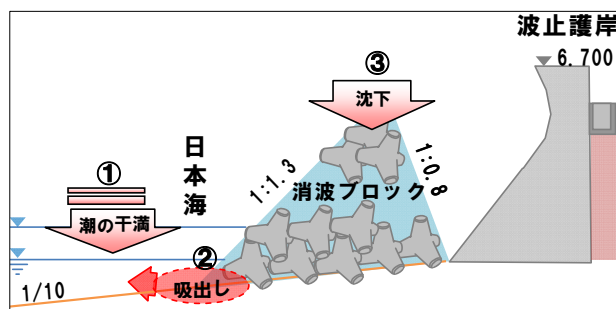


図-3 消波ブロックの断面形状

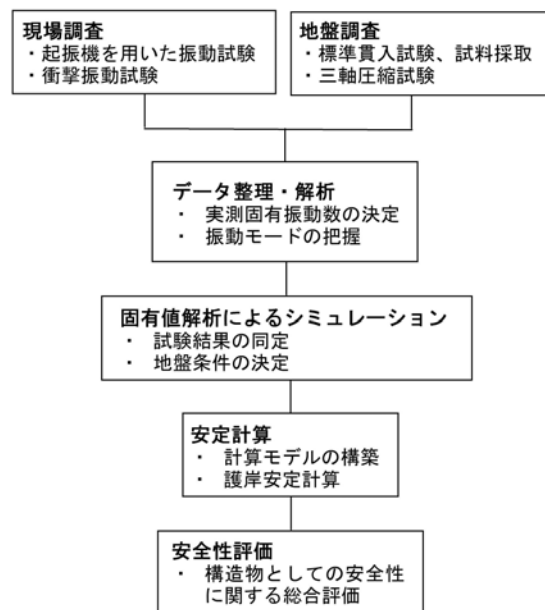


図-4 波止護岸調査の流れ