

瀬戸内海に面する海岸護岸の維持管理方法に関する一考察

西日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○北里 龍馬 正会員 西田 幹嗣 内田 祐太
 広成建設株式会社 藤村 義和

1. はじめに

近年、鉄道沿線の海岸護岸(以下、護岸という)の背面において、路盤陥没(以下、陥没という)が発生しており、列車の安定輸送に影響を及ぼすことがある^{1),2),3)}。これらの陥没事象を未然に防止するためには、陥没の発生しやすい箇所を抽出して、現地の状況に応じた対策を実施する必要がある。本論文では、山口県の瀬戸内海に面する護岸背面の陥没箇所を対象に、護岸の立地環境や変状等を分析して陥没の発生しやすい箇所を把握するとともに、護岸背面の水位観測によって陥没の発生メカニズムについて検討した。さらに、陥没が発生しやすいと推定される箇所に対して、短い間合いでも施工可能な簡易な強制振動機による対策を実施し、一定の効果が得られたので報告する。

2. 陥没箇所の分析と結果

山口県の瀬戸内海に面する護岸背面で陥没が発生しやすい箇所を把握するため、過去の陥没箇所を対象に調査を実施した。今回調査では、陥没箇所の前後 10m 範囲の護岸の立地環境および変状に着目した。なお、過去の陥没箇所には、薬液注入や埋め戻し、護岸の目地詰め等の対策を実施している。

(1) 護岸の立地環境に対する分析

陥没箇所が波浪の影響を受けているかを調査した結果、陥没箇所のうち 84%は護岸の前面に砂浜がなく、常時波浪の影響を受ける箇所であった。残りの 16%は、護岸の前面に砂浜があり通常時は波浪の影響を受けていなかったが、台風時に高潮の影響を受けていたかは不明である。また、陥没箇所と被災歴の関係を調査した結果、陥没箇所の 44%は波浪による護岸の被災歴があった。

(2) 護岸の変状に対する分析

護岸の変状について分析した結果を表-1 に示す。海岸保全施設維持管理マニュアル⁴⁾と同様に護岸や根固め工の変状周辺での陥没事象は多いものの、表-1 の「②護岸に伏びや橋りょう等の横断構造物が接続されている箇所」での陥没が 48%あった。これらの中には、管厚以下の目地ずれ等の軽微な変状のある伏び周辺で陥没が発生したものが半数近くあった。なお、その他の箇所は暗渠周辺と過去に管厚以上の目地ずれ等の変状歴がある伏び周辺であった。また、表-1 の「④上記に属さない箇所」には護岸に被災歴があった。以上のことから、陥没が発生しやすい箇所は常時波浪の影響を受ける箇所や護岸や根固め工の変状箇所の周辺や、軽微な変状を有する横断構造物が護岸に接続されている箇所、さらに護岸に被災歴がある箇所であることが分かった。

表-1 変状についての分析結果

①	護岸やバットレスに開口や破損等の変状がある箇所	32%	
②	護岸に伏びや橋りょう等の横断構造物が接続されている箇所	軽微な破損がある伏び	20%
		その他	28%
③	護岸に破損があり、護岸に横断構造物が接続されている箇所	12%	
④	上記に属さない箇所	8%	

3. 護岸背面の水位観測と陥没発生メカニズム

護岸の立地条件や変状から陥没が発生しやすい箇所を選定し、護岸背面の路盤内の水位変動を測定することによって陥没の発生メカニズムを検討した。

(1) 調査対象とした護岸の概要

調査対象の護岸は、高さ約 5m の石積み構造である。護岸前面にはコンクリートバットレスと石積みの根固め工が施工されており、護岸上部には波返し工がある。波返し工天端には沈下が認められ、根固め工には目地の隙やはらみが認められる。また、この箇所の 10m 終点方には直径 450mm の伏びが接続されている。水位変動を測定するにあたり、路盤の土層構造を簡易ボーリングと簡易貫入試験によって確認した(図-1)。護岸背面は施工基面から深さ 3.5m 程度は N_d 値 2~10 程度の緩い砂質土であり、3.5m 以深は N_d 値 20 程度の砂礫層であった。

キーワード 海岸護岸、路盤陥没、水位観測、強制振動締固め

連絡先 〒754-0002 山口県山口市小郡下郷 1357 西日本旅客鉄道株式会社広島支社 山口土木技術センター Tel 083-972-2864

(2) 水圧式水位計の設置

この護岸背面の路盤に対して、海側と山側の施工基面にそれぞれ1基ずつ、水圧式水位計を設置し、水位の変動を測定した(図-2)。

(3) 計測結果と陥没発生メカニズム

平成29年3月1日～7日までの測定結果を図-3に示す。護岸背面の路盤内部では水位が最大1.5m程度変動している。これは、図-2に示すように1日に2回ある潮の干満にあわせて路盤内部の水位が変動していると考えられる。以上のことから、護岸背面の陥没発生メカニズムは、瀬戸内海の特徴である大きな潮の干満差によって護岸や横断構造物の軽微なひび割れや目地の隙等から路盤内部へ海水が入り出す際に、海水と共に路盤材料が徐々に流出することが考えられる。

4. 簡易強制振動機を用いた対策とその結果

今回水位変動を測定した箇所に対して、これまで実施してきた根固め工の目地詰め等に加えて、簡易強制振動機を用いて対策を行った。従来の強制振動締固めは軌陸バックホウのアタッチメントを改良し、先端に取り付けたH鋼を振動させながら貫入させるものであった⁵⁾。本施工箇所は、夜間の間合いが短く、き電の停電を行うと従来の強制振動締固めでは作業に必要な間合いの確保が困難であった。そこで、軌陸バックホウの先端に、長さ1.2mのロッドを持つ油圧ブレイカーを取り付けた強制振動機を使用した。ロッドの長さ1.2mは、軌陸バックホウのトリ線等に対する離隔距離を確保する安全装置を作動させながら施工可能な長さとして決定した。これにより、停電を行うことなく強制振動締固めを効率的に施工することができた(図-4)。本施工では、作業時間20分(軌陸バックホウの載線、退線は含まない)で、約5mの延長を施工して土嚢袋25袋分のバラストを補充した。このことから、路盤内の空洞や緩みの除去に対して、一定の効果があったと考えられる。

5. まとめ

本論文では、瀬戸内海に面する護岸背面で陥没が発生しやすい箇所を把握するために過去の陥没箇所を分析するとともに、護岸背面の路盤内の水位観測結果から陥没発生メカニズムを検討した。また、軌陸バックホウの先端に油圧ブレイカーを取り付けた簡易な強制振動機による強制振動締固めを実施し、短い間合いでも施工可能な工法を確立した。今後は、護岸背面で陥没が発生しやすい箇所の抽出を行い、これまで実施してきた護岸や根固め工等の目地詰めに加えて、今回確立した簡易な強制振動締固めを実施することで陥没を未然に防止して、列車の安定輸送を確保していきたい。

参考文献

- 1)伊藤大輔, 金子建児: 信越線海岸護岸の背面陥没原因と対策, 日本鉄道施設協会誌, Vol52, No.8, pp604-606, 2014
- 2)前田耕輔: 海水面の水位変動の影響を受ける路盤陥没対策, 日本鉄道施設協会誌, Vol55, No.2, pp144-146, 2017
- 3)山田啓太: 海岸護岸の変状対策および維持管理について, 土木学会年次学術講演会講演要領, VI-099, 2016
- 4)農林水産省農村振興局防災課等: 海岸保全施設維持管理マニュアル～堤防・護岸・胸壁の点検・評価および長寿命化計画の立案～, 2014.03 (http://www.mlit.go.jp/kowan/kowan_fr7_000014.html)
- 5)小川孝二: 路盤陥没対策としての強制振動機械の開発・導入, 日本鉄道施設協会誌, Vol49, No.8, pp661-663, 2011

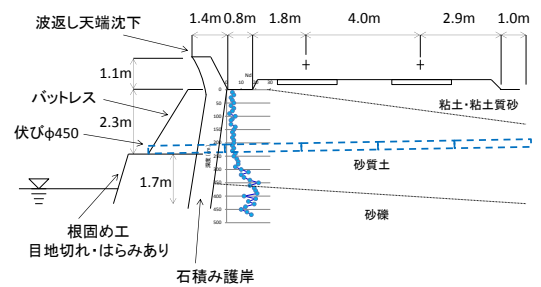


図-1 調査箇所の概要

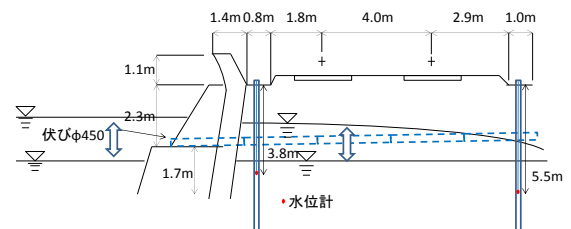


図-2 水位計設置

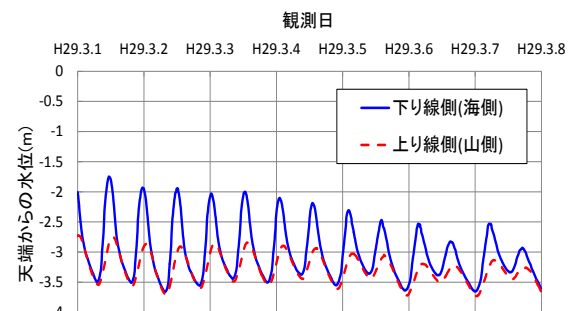


図-3 路盤内部の水位変動

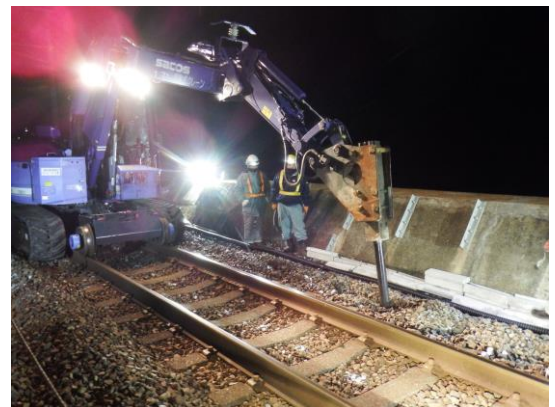


図-4 強制振動締固め施工状況