

コンクリートアーチ橋りょう内部からの吸出しによる路盤陥没対策

東日本旅客鉄道（株）盛岡支社 正会員○菅原 寛文、 非会員 山本 繁幸
構造技術センター 正会員 村岡 洋

1. はじめに

北東北の地方路線において、盛土区間を横断する準用河川に架けられたコンクリートアーチ橋りょうの上部の路盤が陥没した。橋りょう内部を調査したところ、目地部に施工されていた鋼板が腐食し、目地部から背面土砂の吸出しを確認した。路盤陥没は目地部からの土砂の吸出しにより橋りょう上部の盛土に空隙が生じ、路盤陥没に至ったと想定された。変状対策としては、橋りょう内部と盛土に対する対策が必要であった。

本稿では、盛土に対する対策であるセメントベントナイト（以下、CB）注入を行うにあたっての課題を抽出、課題解決のための調査、対策工について報告する。

2. 変状概要・原因

(1) 変状概要

2017年にコンクリートアーチ橋りょうの上部に位置する盛土の線路右側で路盤陥没が発生した（図-1, 2）。

(2) 調査

調査内容として現地において概略・詳細調査を行った。概略調査は発生直後に軌道面と橋りょう内部に対して実施した。陥没箇所の埋戻し時に軌道面から調査したところ、マクラギ直下に 30kg レールを連結した敷き込み式レール桁が確認された（図-1, 2）。橋りょう内部の調査は水位が高いためボートを用いて実施したところ、橋りょうの目地部に 2000 年に発生した路盤陥没事象を受けての対策として施工された鋼板の当て板を確認した。当て板は腐食が著しくコンクリート躯体と鋼板にすきまが生じていた（図-1, 3）。

詳細調査は水替工により橋りょう内の水位を低下させて近接目視により実施した。橋りょうには 4 箇所目地があり上流から 2 箇所の目地で最大 290mm の開口が生じていることを確認した（図-1, 3）。目地部からコンクリート背面の空洞を調査すると深さ 50cm 以上の空洞が生じているのを確認した。また、橋りょう背面の盛土はポールが容易に貫入できる程度の強度であった。

(3) 路盤陥没原因

路盤陥没は過去の陥没の際に講じられた対策工の鋼板が経年で腐食し、目地部から橋りょう背面の土砂の吸出しにより橋りょう上部の盛土に空隙が生じ、路盤陥没に至ったと想定された。

3. 対策工

(1) 目地部

目地部は鋼板による当て板に代わり、コンクリートにより断面修復を行うこととした。

キーワード アーチ橋りょう、吸出し、路盤陥没、セメントベントナイト

連絡先 〒020-0034 岩手県盛岡市盛岡駅前通 1-41 東日本旅客鉄道(株)盛岡支社工事課 019-625-4065

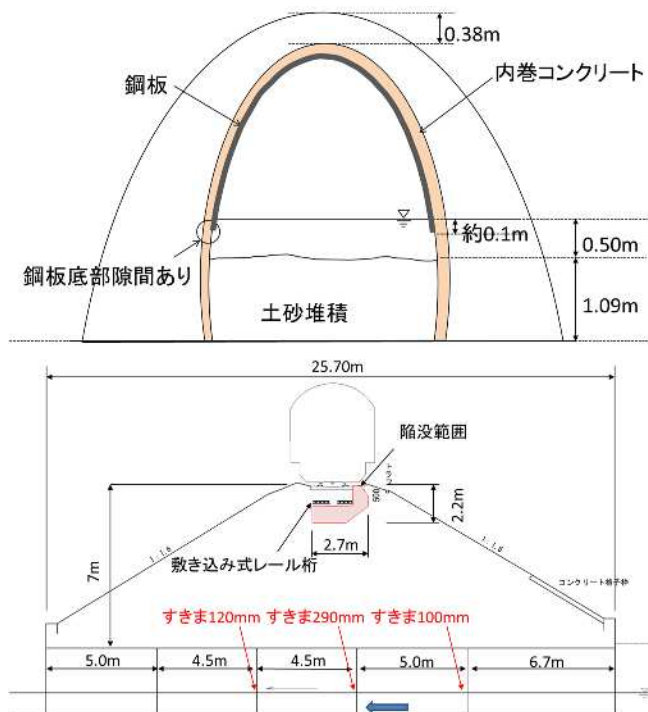


図-1 橋りょうの構造



図-2 陥没発生状況



図-3 目地

(2) 盛土部

盛土部は図-3 右のポール貫入の状況より、空隙が広がっていることが想定された。対策工は運休せず行う必要があった。本橋りょうは土被りが7.0mと大きく開削施工ができないため、空隙に対してCB注入を行うこととした。CB注入は列車が通行していない列車間合いに無加圧で施工することとした。

CB注入を行うにあたっては、「①注入範囲の設定」、「②CB注入による効果の確認方法」と2つの課題が考えられたため、以下のとおり対応した。

4.CB注入の課題解決方法

(1) 注入範囲の設定

注入範囲は陥没が発生した場合に運行に支障をきたす施工基面幅で敷き込み式レール桁の下面（幅4m×長さ10m×深さ5m）を対象とした。また、施工基面から離れていても空隙が大きい場合は、施工基面直下まで影響する可能性もあることから、盛土の空隙を確認することが必要と考えた。そのため、橋りょう周辺の盛土に対して簡易動的コーン貫入試験（JGS1433-2012）¹⁾を行うこととし、線路の建築限界外の盛土に2mピッチで35箇所実施した。その結果、図-5の平面図のとおり換算N=0の箇所が1箇所確認された。換算N=0の箇所は目地部付近であった。内部調査で隙間が生じていた目地周辺には空隙があると考え、目地部を狙って注入することとした。

(2) CB注入による効果の確認

CB注入は盛土上の単管足場から盛土の右側→左側→左側と3回にわたり実施した（図-6 左）。削孔間隔は1mピッチで行い、各回の削孔が重ならないように配慮した（図-5）。注入による効果の確認については、「①コア採取による充填確認」、「②複数回の注入と注入量」から検証した。

① コア採取による充填確認

CBが空隙に注入されるか不明確であったため、1回目の注入後にチェックボーリング（φ66）を7本実施した。コアにはフェノールフタレイン溶液を噴霧し、着色の状況から空隙にCBが充填されたことを確認することとした。コア観察の結果、CBは図-6 右上のように空隙に充填されたものと図-6 右下のように脈状に充填されたものが確認され、空隙に充填されている状況が確認できた。

② 複数回の注入と注入量

当該箇所は、陥没規模が大きかったことから1回の注入ですべての空隙が充填することができないことを懸念した。そのため、融雪による盛土の締固めを経て複数回注入し、1孔ごとの注入量を管理することで効果の確認を行った。注入は3年にわたり計3回実施した。CB注入量は表-1のとおりで、盛土部は2回目、目地部については3回目で空隙が充填されたと判断した。

5.おわりに

本工事は上記の2つの観点で対策工事の効果を検証し施工完了することができた。施工完了から約1年経過し、台風19号による大雨と融雪期を経験したが、路盤の窪みもなくCB注入の効果が発揮されている。

参考文献：1）（社）地盤工学会：地盤調査の方法と解説、2013

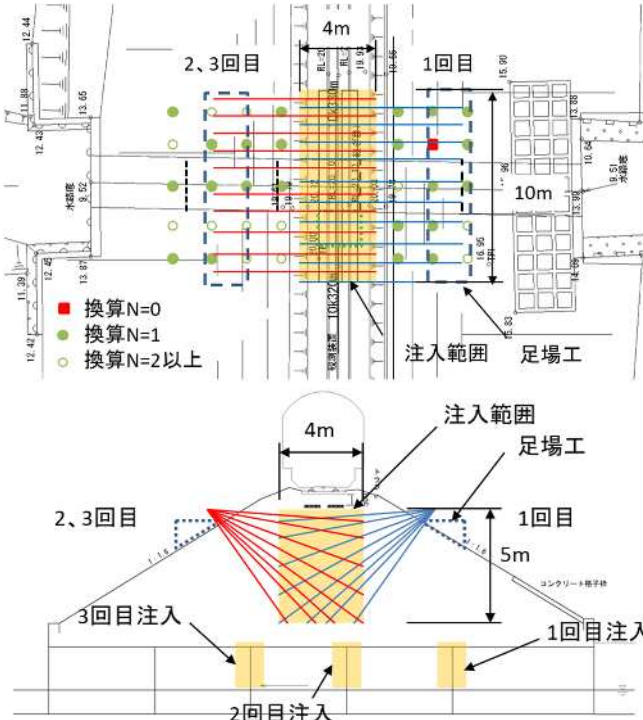


図-5 調査結果、注入範囲図



図-6 （左）施工状況写真・（右）コア観察

表-1 注入実績表

実施年月	注入箇所・注入量
第1回2017.11	盛土部41.7m ³
第2回2018.4	盛土部6m ³ 、目地部4.5m ³
第3回2019.4	盛土部入らない、目地部1.5m ³