

老朽化した張コンクリートの調査・対策工に関する一考察

西日本旅客鉄道 正会員 ○上野 知也 正会員 西田 幹嗣 榎 健
 日特建設 正会員 窪塚 大輔
 広成建設 水田 将司

1. はじめに

近年、老朽化した吹付のり面をはつり取らずに補修・補強する工法が開発されている¹⁾²⁾。本工法を適用するためには切土のり面工の背面地山の風化の程度や厚さ（以下、背面地山の風化状況という）を十分把握する必要がある。これまで筆者らは、経年約 80 年の張コンクリートを対象として、背面地山の風化状況を簡易に把握するため、鉄筋貫入試験と簡易ボーリング調査を実施して背面地山の風化状況に応じた対策工について検討した³⁾。

本稿では、これまでの調査・設計に関する検討内容について述べるとともに、鉄道沿線でほとんど施工実績のない切土のり面工をはつり取らない対策工の施工状況の概要と地山補強材の引抜き試験による調査・対策工の妥当性について検証したので報告する。

2. 調査・設計の概要³⁾

(1) 調査箇所の概要

調査箇所は、延長約 90m、高さ約 5m、のり面勾配 1:0.6 の切土のり面で、その上部には山陽新幹線が並走している（図 1）。調査箇所の切土のり面は、開放のり面（エリア A）、上部に露岩があり下部に張コンクリートが施工されている箇所（エリア B）、全面に張コンクリートが施工されている箇所（エリア C）である。なお、エリア A では表層土がクリープした形跡があり、エリア B、C では張コンクリートに表面剥離やき裂等の変状が発生している（図 2）。

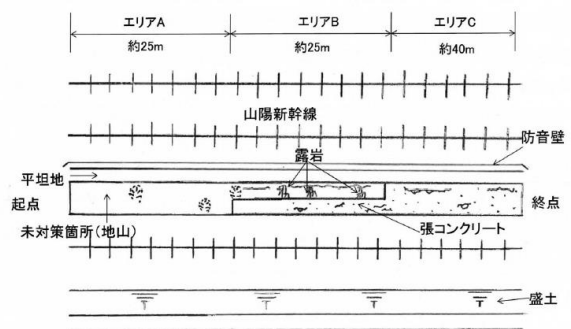


図 1 調査箇所周辺のスケッチ

(2) 背面地山の調査とその結果

鉄筋貫入試験は、背面地山の風化の程度を相対的に評価するために実施した。試験方法はφ13mm、長さ 80cm の鉄筋を約 2kg のハンマーで打込み、その打込み程度に応じて地山の状況を N 値と相対密度の関係⁴⁾を参考にして評価した。

簡易ボーリングは、鉄筋貫入試験の結果から背面地山が著しく風化している箇所を 1 箇所選定して、背面地山の風化の厚さを確認するために実施した。これらの調査結果から、起点方から 60m までは鉄筋の打込みが容易な箇所が多く背面地山の風化が認められ、その風化の厚さは 75cm 程度であった。一方、起点方 60m から終点方までは鉄筋の打込みがほとんどできなかったことから風化の程度は小さいと判断した。

図 2 張コンクリートの表面剥離
(高圧洗浄後)

(3) 設計概要

当該箇所の立地条件や背面地山の調査結果等から、張コンクリートをはつり取る対策工とはつり取らない対策工の安全性、施工性、経済性を比較した結果、張コンクリートをはつり取らない対策工の優位性が高かった。そこで、背面地山の風化が認められる箇所（起点方から 65m まで）には張コンクリートをはつり取らずに自穿孔ロックボルトによる地山補強土工と吹付受圧板を組み合わせた工法¹⁾（以下、吹付受圧板工法という）を選定した。自穿孔ロックボルトの長さや配置間隔は、解析モデルを用いて無補強時に計画安全率 $F_s=0.99$ となるように強度定数をフェレニウス法

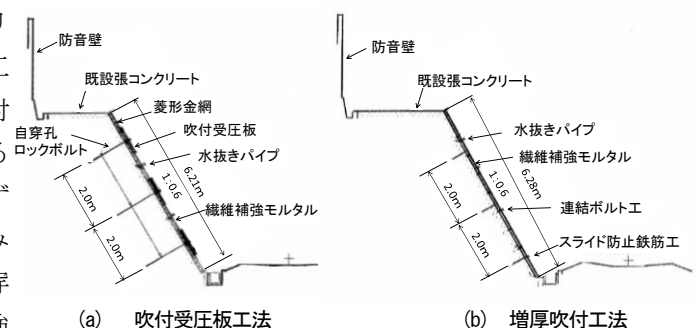


図 3 設計断面図

で逆算して、その後、必要安全率 $F_s=1.2$ となるように設定した。その結果、φ=28.5mm、全長 1.75m の自穿孔ロックボルト（削孔径 50mm）を 2.0m 間隔で 3 段設置する施工仕様とした（図 3(a)）。なお、自穿孔ロックボルトは施工時に建築限界を支

キーワード 張コンクリート、風化、地山補強土、繊維補強モルタル、リニューアル
 連絡先 〒754-0002 山口市小郡下郷 1367 西日本旅客鉄道(株) 広島支社 山口土木技術センター TEL083-972-2864

障しないことや列車接近時に作業員がすみやかに待避できることから採用した。次に、背面地山の風化の程度が小さいと考えられる箇所(起点方 65m から終点方まで)については張コンクリートに表面剥離やひび割れ等が認められる。そこから雨水が浸透すると地山の風化が進行するため、張コンクリートの機能回復を目的に張コンクリートをはつり取らずに繊維補強モルタルを増厚して吹付ける工法²⁾(以下、増厚吹付工法という)を計画した(図3(b))。

3. 吹付受圧板工法と増厚吹付工法の施工概要

吹付受圧板工法¹⁾の施工手順を図4に示す。まず第1ステップとして切土のり面工に生育した雑木の伐採と表土を撤去し、のり面整形後に菱形金網およびせん断ボルト、水抜きパイプを設置した。第2ステップとして自穿孔ロックボルトを打設、第3ステップとして補強部材(1m×1m)の取り付け、最後に第4ステップとして繊維補強モルタルを吹付けるという手順で施工した。なお、吹付受圧板工法の標準的な施工仕様では菱形金網は必要ないが、今回は切土のり面に地山が認められたため菱形金網を設置している。

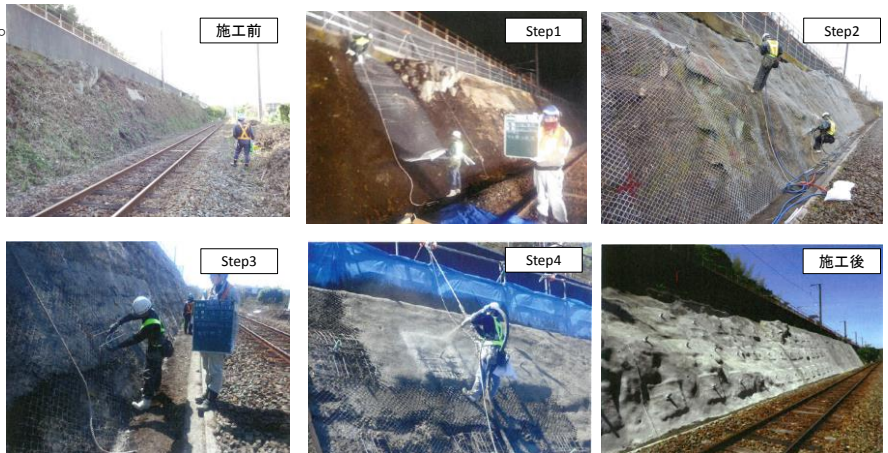


図4 吹付受圧板工法の施工手順

次に、増厚吹付工法²⁾の施工手順を図5に示す。まず第1ステップとして切土のり面工に生育した雑木の伐採と表土を撤去し、高圧洗浄を行なった。第2ステップとしてせん断ボルトの設置、第3ステップとしてスライド防止鉄筋工(D19×600-100 メッキ)を打設し、最後に第4ステップとして繊維補強モルタルを吹付けるという手順で施工した。



図5 増厚吹付工法の施工手順

4. 引抜き試験による対策効果の確認

吹付受圧板工法に用いた自穿孔ロックボルトが設計引抜き力 T_d を満足している

かを確認するため、図4のステップ3が完了した時点で各段1箇所ずつ合計3本の引抜き試験を実施した。引抜き試験にはセンターホール型油圧ジャッキを用いて設計引張り力 T_d を最大荷重とし、単サイクルで実施した。本試験で得られた最大荷重と引抜き変位の関係を図6に示す。同図から最大荷重時の変位量は 0.74mm~1.19mm とほとんど変位していないことから、当該箇所に施工した自穿孔ロックボルトは設計引抜き力 T_d を満足しており、所定の安全率を確保できていることを確認した。さらに、施工後1年が経過した吹付受圧板や吹付面には著しい変状が認められないことから、当該箇所で行った調査・対策工は妥当であったと考えられる。

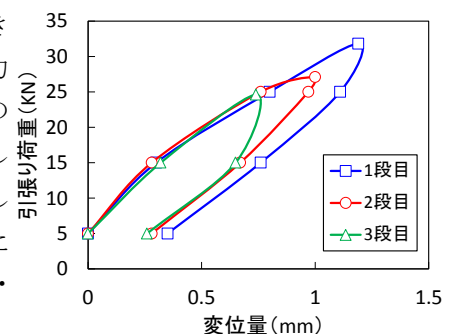


図6 引抜き試験の結果

5. まとめ

本稿では、経年約 80 年の張コンクリートを対象として、背面地山の風化状況を鉄筋貫入試験と簡易ボーリングによって確認する調査方法の妥当性について検証した。また、鉄道沿線ではほとんど施工実績のない老朽化した切土のり面工をはつり取らずに補修・補強する吹付受圧板工法と増厚吹付工法について報告した。今後は、老朽化した張コンクリートに対する効果的かつ経済的な調査・対策工の選定フローを確立することを目的に取り組む予定である。

【参考文献】1)高柳剛,窪塚大輔:老朽化した吹付工の補修・補強工法の開発,地盤工学会誌,Vol.65, No.2, pp24~25, 2017.2, 2)窪塚大輔:老朽化吹付法面の再生技術ニューレスプ工法の特徴とその適用性について,平成 25 年度近畿地方整備局研究発表会論文集,新技術・新工法部門:No.22, 3)上野知也,西田幹嗣他:張コンクリートの背面地山とその変状に関する一考察,第72回年次学術講演会概要集,VI-604, pp1207~1208, 2017.9, 4)地盤工学会:地盤調査の方法と解説, pp305, 2013.3