

## 張コンクリートの背面地山の風化とその変状対策に関する一考察

西日本旅客鉄道 正会員 ○上野 知也 正会員 西田幹嗣  
 日特建設 正会員 窪塚 大輔  
 広成建設 藤村 義和

## 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<sup>1)</sup>。本工法の適用を判断するためには吹付のり面の背面地山(以下、背面地山という)の風化の程度や厚さ(以下、風化状況という)を把握することが重要である。背面地山の調査にはボーリングや物理探査等を適用することが多いが、切土のり面が小規模な場合は簡易な調査により背面地山の風化状況を把握できると考えられる。そこで、本稿では経年約 80 年の張コンクリートの背面地山に対して鉄筋貫入試験と簡易ボーリングを実施して、その適用性を検証するとともに、背面地山の風化状況に適した対策工について検討したので報告する。

## 2. 調査箇所と切土のり面の劣化状況

## (1) 調査箇所の概要

調査箇所は、山口県内にある標高 166m の花崗岩で形成された山地の末端にある延長約 90m、高さ約 5m、のり面勾配 1:0.6 の切土のり面である(図 1~2)。切土のり面の上方は山陽新幹線が並走しており、その上には路盤コンクリートが施工されている。切土のり面は起点方から 25m 付近までは開放のり面(以下、エリア A という)で、起点方から 25m 付近から終点方まではしゅん功から約 80 年が経過した張コンクリートがある。張コンクリート部は、起点方から 25m から 50m までは切土のり面の上部に岩盤が一部露出して下部に張コンクリートが施工されており(以下、エリア B という)、起点方から 50m から終点方までは全面に張コンクリートが施工されている(以下、エリア C という)。また、切土のり面には全体にわたって植生が繁茂しており、張コンクリート表面や開放のり面には苔が見られることから、調査箇所は湿潤な環境にあると推定される。

## (2) 切土のり面の劣化状況

調査箇所の切土のり面に対して全般検査を実施した結果、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 とエリア C では張コンクリートにき裂や陥没等の変状が発生していた(図 3)。張コンクリートの変状原因を把握するために陥没箇所を調査した結果、背面地山が風化して張コンクリートと背面地山の密着性が低下したことが主たる原因と考えた。また、張コンクリートの厚さに着目すると、変状が著しいエリア B の張コンクリートの厚さは 5cm 程度と薄いのにに対して、比較的健全なエリア C の張コンクリートの厚さは 20cm 程度あった。同じ時期に施工された張コンクリートの厚さが異なっている経緯は不明であるが、エリア B は張コンクリートの厚みが薄くかつ上部からの雨水浸透も可能であるため背面地山の風化を助長させたと考えられる。

## 3. 背面地山の調査と結果

## (1) 鉄筋貫入試験

鉄筋貫入試験はエリア A の開放のり面とエリア B、C の背面地山を対象に、その風化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 800mm 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表 1 に示す

キーワード 張コンクリート、風化、鉄筋貫入試験、地山補強土

連絡先 〒754-0002 山口県小郡下郷 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

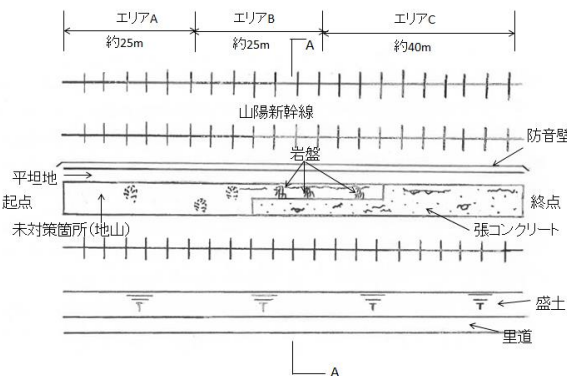


図1 調査箇所周辺のスケッチ

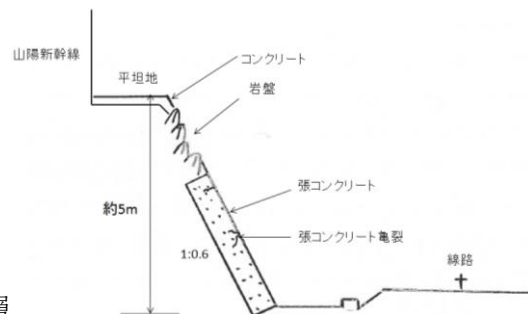


図2 調査箇所の断面図 (A-A)



図3 張コンクリートの変状箇所の一例

す5段階で評価した。試験位置はのり尻から高さ1m程度とし、線路方向に5m間隔で実施した。鉄筋貫入試験の結果を図4に示す。エリアA、B、Cともに地山が風化していると想定できる評価点3があり、エリアB、Cではいずれも張コンクリートに変状が認められる箇所であった。エリアBで評価点5となった箇所は開放のり面が岩盤である箇所、エリアCで評価点5となった箇所は張コンクリートに変状が認められない箇所であった。

(2) 簡易ボーリング

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。今回の調査では、鉄筋貫入試験で評価点3の箇所から張コンクリートの変状が最も著しい箇所を選定した。簡易ボーリングの削孔位置はのり尻から75cm、削孔はのり面に対して直角に実施した。ボーリングコアを図5に示す。深度75cmまではマサ状の粗砂が主体の風化したD級岩盤であった。深度75cmから深度140cmまではC<sub>L</sub>級岩盤、深度140cmから220cmはC<sub>M</sub>級岩盤、深度220cm以深はC<sub>H</sub>級岩盤であった。これらの調査結果から図4の延長60mまでは背面地山の風化が進行していると考えられ、その風化の厚さは75cm程度と推定される。一方、延長60mから終点方までは風化の程度は小さいと推定される。なお、今回の調査箇所において鉄筋貫入試験と簡易ボーリングによる背面地山の調査は2日間(夜間)で完遂できた。

以上のことから、小規模な背面地山の風化状況の確認には鉄筋貫入試験と簡易ボーリングを組み合わせることは効率的かつ有効であると考えられる。

4. 背面地山の風化状況に適した対策工の検討

背面地山の調査結果から、調査箇所の風化の厚さが2m未満であることから、起点方から65mまでは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<sup>1)</sup>を選定した。自穿孔ロックボルトの配置は、図6に示す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で逆算して、その後、必要安全率 $F_s=1.2$ となるように検討した。その結果、 $\phi=28.5\text{mm}$ 、全長1.75mの自穿孔ロックボルトを2.0m間隔で3段設置することで必要安全率 $F_s=1.2$ を満足するため図7(a)に示す設計断面とした。一方、起点方から65mから終点方までの張コンクリートには、大きなひび割れ等が発生しており、そこから雨水が張コンクリートの背後に侵入して地山の風化が懸念されるため、張コンクリートの機能回復を目的とし、張コンクリートをはつり取らずに繊維補強モルタルを吹付ける工法<sup>3)</sup>を計画した(図7(b))。

5. まとめ

本稿では経年約80年の張コンクリートの背面地山の風化状況を確認するために鉄筋貫入試験と簡易ボーリングを実施して、その有効性を確認した。今後は、調査箇所の対策工を実施するとともに、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)地盤工学会:地盤調査の方法と解説, pp305, 2013.3, 3)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

表1 背面地山の風化状況の評価<sup>2)</sup>

| 評価点 | N値    | 相対密度  | 現場判定法                      |
|-----|-------|-------|----------------------------|
| 1   | 0~4   | 非常に緩い | 鉄筋が容易に手で貫入                 |
| 2   | 4~10  | 緩い    | ショベルで掘削可能                  |
| 3   | 10~30 | 中位の   | 鉄筋を5ポンドハンマで打込み容易           |
| 4   | 30~50 | 密な    | 同上、30cm程度貫入                |
| 5   | >50   | 非常に密な | 同上、5~6cm貫入、掘削に少し必要、打込み時金属音 |

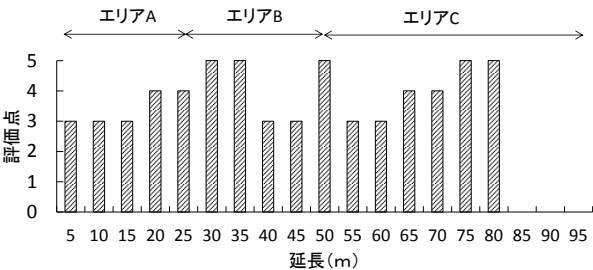


図4 鉄筋貫入試験の結果



図5 ボーリングコア

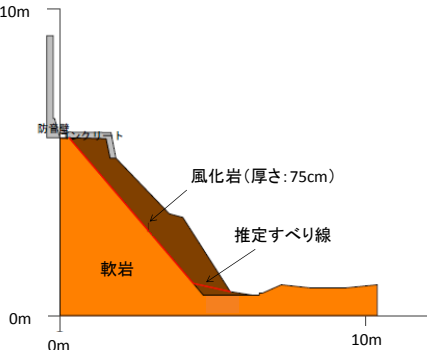


図6 解析モデル

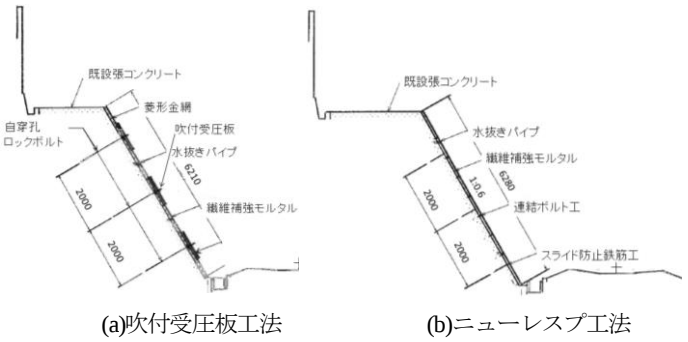


図7 設計断面図