

老朽化したモルタル吹付工の崩壊メカニズムの検証

西日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○笠松 大輔 大谷 昌己  
正会員 高馬 太一 小寺 信行

1. はじめに

鉄道沿線には、斜面の表層風化・表面の小崩壊防止を目的としたモルタル吹付工が多くの箇所施工されている。モルタル吹付工は、経年とともに老朽化し、クラックや剥離、剥落といった変状が見られる場合があり、こうした変状による斜面崩壊やモルタル片滑落等の発生が懸念されている<sup>1)</sup>。

本稿では、台風12号の豪雨の影響で崩壊したモルタル吹付工を対象に、定期的実施してきた検査結果と災害後の調査結果に基づいて、変状および崩壊のメカニズムについて検証を行った。

2. 現地状況

図-1に対象箇所を示す。当該箇所は紀伊半島に位置する切土区間である。切土のり面は高さ約10m、約1割の勾配であり、のり面下部には張ブロック工、上部にはモルタル吹付工が施工されている。



図-1 のり面工全景

のり面上部は果樹園として利用されており、部分的に微小な沢地形を呈しているが、のり面全体に常時湧水等が見られるような状況ではない。また、地質は新生代第三紀の砂岩泥岩互層および泥岩で構成されており、スレーキングしやすいという特徴を有している。

3. 検査履歴

表-1に検査履歴を示す。通常全般検査は2年に一度の頻度で実施しているが当該箇所は2008年以前よりクラックや浮き等の発生を確認しており、継続監視を行ってきた。しかし、2010年11月の通常全般検査において、進行性や新たな変状箇所が認められたため、変状の状態や原因を詳細に把握するために個別検査を実施した。その結果、張ブロック工とモルタル吹付工の構造境界において縁切れが発生しており、張ブロック工の上部には約150mmのモルタルのせり出しが確認された(図-2)。また、モルタル吹付工には鉛直方向に比較的新しいクラックが発生していることがわかった(図-3)。さらに、打音検査により背面の状況を確認した結果、風化による空洞化が認められることや、のり面下部の線路側溝に10~60mm程度の変形が発生していることなどが確認された(図-4)。

表-1 検査履歴および変状内容

検査時期	検査種別	判定ランク	変状概要
2008年11月	通常全般	A2	クラック、浮き
2010年11月	通常全般	A(個別検査要)	クラック、浮き
2011年8月	個別	A1	クラック、浮き、側溝変形

が認められたため、変状の状態や原因を詳細に把握するために個別検査を実施した。その結果、張ブロック工とモルタル吹付工の構造境界において縁切れが発生しており、張ブロック工の上部には約150mmのモルタルのせり出しが確認された(図-2)。また、モルタル吹付工には鉛直方向に比較的新しいクラックが発生していることがわかった(図-3)。さらに、打音検査により背面の状況を確認した結果、風化による空洞化が認められることや、のり面下部の線路側溝に10~60mm程度の変形が発生していることなどが確認された(図-4)。



図-2 モルタル吹付工せり出し



図-3 鉛直方向クラック

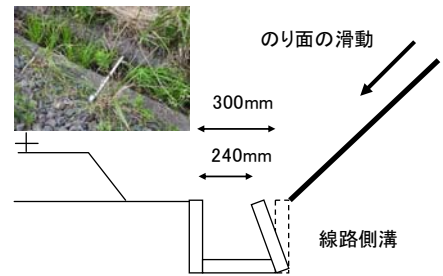


図-4 線路側溝変形

キーワード 切土, モルタル吹付工, 張ブロック工, 背面風化

連絡先 〒640-8331 和歌山県和歌山市美園町 5-22 JR 西日本和歌山土木技術センター TEL:073-425-6118

#### 4. 台風 12 号による被害

2011 年 9 月に紀伊半島に襲来した台風 12 号の豪雨により、当該箇所<sup>1</sup>ののり面工が崩壊した。図-5 および図-6 に崩壊状況を示す。災害後の調査の結果、モルタル吹付け工の下方への滑動によって下部の張ブロック工が押されて（せり出し）、地山との密着性が著しく低下したために崩壊したことがわかった。また、のり肩部の平坦地において、のり肩から 2.0m、6.0m の位置に線路に平行な亀裂が生じていることを確認した。なお、災害発生までに観測された降雨量（鉄道雨量計）は、最大時雨量 50mm/h、連続雨量 556mm であった。

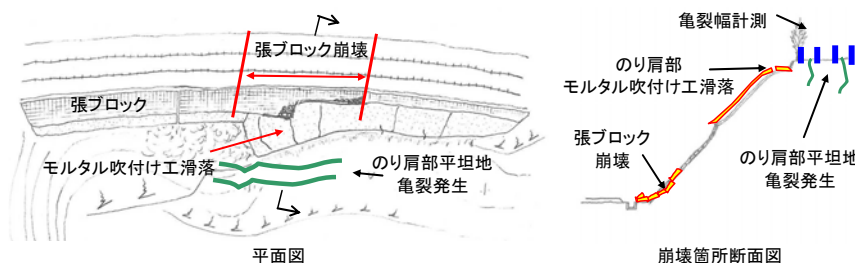


図-5 台風 12 号の豪雨による崩壊状況



図-6 崩壊状況写真

#### 5. 変状および崩壊発生メカニズム

上記を踏まえて、当該箇所における変状および崩壊発生メカニズムの推定を行った。図-7 にイメージを示す。

当該箇所では (1) 長い期間をかけて雨水や浸透水が切土に浸透・流下し、(2) モルタル吹付け工背面の風化が徐々に進行し、地山との密着性が低下した。(3) モルタル吹付け工は、自重によって徐々に下方へ移動し、鉛直方向のクラックが発生した。また、(4) 滑動によって下方へ荷重が作用したことにより、張ブロック工や線路側溝に変状が生じたものと推定される。その後の台風 12 号の豪雨により、(5) 急激に粘着力が低下したために、モルタル吹付け工がさらに下方へ滑動し、それに伴ってのり面上部の土砂層が引っ張られたことで崩壊したものと考えられる。

崩壊発生後は、ブルーシートによる養生によって、のり肩からの雨水の浸入を防ぐとともに、亀裂を挟んで杭を設置し亀裂幅の拡大等の進行を監視した。応急対策は、のり尻を大型土嚢で押さえるとともに仮設防護柵を設置し、順次崩壊箇所のモルタル吹付け工の撤去を実施した。モルタル吹付け工の撤去完了後、個別検査時に対策案として考えていた吹付け格子砕工による復旧対策を実施した (図-8)。

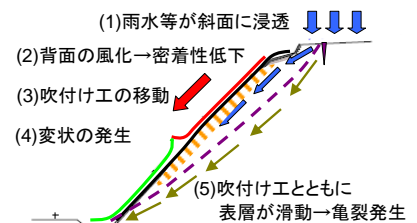


図-7 崩壊メカニズム



図-8 復旧対策状況

#### 6. まとめ

本稿では、モルタル吹付け工を対象に変状および崩壊メカニズムの検証を行った。得られた知見を以下に示す。

- 1) 新しいクラックの発生やその進行性を捉えることにより、のり面の劣化を把握することができる。
- 2) のり面工背面の空洞化により上部からの力が作用した場合、のり尻の線路側溝に変状として現れ、崩壊を惹き起こす可能性が高い。
- 3) 豪雨時には、空隙から吹付け工背面に水が回ることにより風化した地山の表層が急激に洗われ、その自重により吹付け工が滑動する恐れがあることから、のり肩部や亀裂部から背面に雨水浸入の恐れがないか、確認する必要がある。

今後も引き続き、上記を維持管理上の着眼点として、同種箇所の抽出、各種変状や崩壊に至る予兆の捕捉を行い、計画的な予防保全の措置につなげていきたい。

【参考文献】1) 周建敏：老朽化したモルタル吹付け法面の維持管理システムと修復工に関する研究，建設マネジメント研究論文集，Vol18，2000