

津山線落石災害の原因と対策工

西日本旅客鉄道(株) 正会員 ○ 長谷川 智
 正会員 細 岡 生 也
 二 宮 正 樹
 正会員 小 林 徹

1. はじめに

わが国の国土は急峻な山地や断層が多く降雨、地震などに対して国際的に見ても極めて脆弱な国土条件を有している。このような地形および地質の条件の中、鉄道は山間部に多く敷設されている。JR 西日本においてもこの傾向が強く、地震、降雨等の自然外力の影響を受けやすい土構造物に対して計画的に防災対策を実施している。

今回、津山線玉柏・牧山間 10K700m 付近で発生した落石災害の概要、緊急点検、対策工について報告する。

2. 災害概要

津山線は、岡山駅を起点に津山駅までの延長約 59 km の山間線区である。今回災害が発生した斜面が位置する地域は、岡山平野北端の平野部と山地部との境界付近にあたる(図 1)。

(1) 地形・地質

当該斜面は標高 337m の辻ノ山東側に位置し、山頂から南東方向に伸びた尾根の先端付近の北東側斜面である。当該斜面の崩壊部およびその周辺には火成岩の一種である花崗閃緑岩が分布している。この岩種は、深部で徐々に冷却され形成されたため、摂理の発達した部分では風化が進んでいる場合がある。

(2) 災害の状況

平成 18 年 11 月 19 日 5:31 頃、線路から約 200m 離れた発生源から線路際に落下した岩塊の一部がレールに衝突し、軌道狂いが発生したことにより、列車が脱線した。脱線箇所から終点方 30m 右側に岩塊(大きさ約 5.0m×4.8m×1.8m, 重量約 110t)が確認された(図 2)。また、線路と並行する道路横の空地にも岩塊(大きさ約 5.0m×4.9m×0.5m, 重量約 50t)が確認された。当時の降雨の状況は、前日(18 日)15:00 頃の降り出しから災害発生時まで約 9 mm であった。

(3) 落石原因

落石の発生源は、線路から約 200m 離れた位置(線路から約 120m 間は勾配が約 20°、その上部の発生源まで約 70m 間は勾配が 34°)である(図 3)。落石発生源に残る岩盤には鉛直方向で最小約 70 cm、最大 3~4m 程度、水平方向で最小約 50 cm、最大 2~3m 程度の間隔で節理が確認できることから、崩落した岩塊もこの節理間隔程度の大きさに分離して落下したものと推定できる。

岩塊の落下時期については、一度に全ての岩塊が落下せずに部分的な落下による応力開放が岩盤内に生じ、

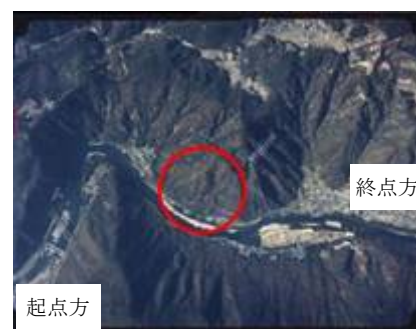


図 1 災害発生現場付近の空中写真



図 2 線路際に落下した巨岩

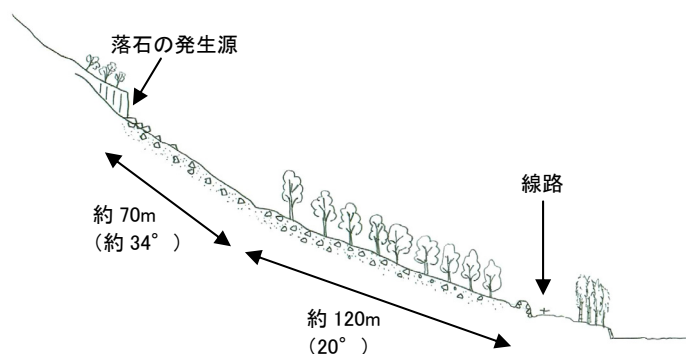


図 3 崩壊箇所の断面略図

key words : 落石／脱線事故／落石対策

〒700-0024 岡山県岡山市駅元町 1-3 西日本旅客鉄道(株) 岡山支社 岡山土木技術センター TEL.086-225-7012

段階的に崩落が発生して岩塊が落下した可能性が考えられる。崩壊面と考えられる茶褐色の細粒土が付着した部分は、表面水の浸透によって節理沿いに風化が進行し、開口した亀裂に上方から土砂が進入した跡と推定される。また、崩壊面下部に著しく風化を受けたことにより粘土化および空洞化した節理が存在している。

今回の崩壊の直接的な誘因を特定することは難しいが、物理的な風化作用に加えて長年にわたり雨水等の浸透が繰り返されたために節理沿いの岩盤が脆弱化していたことで、①節理の付着強度が経年的に低下したこと、②著しく風化を受けた節理部分の強度がその上に載る岩塊の重量をささえきれなくなったこと、が崩壊の原因と考えられる。

3. 対策工

対策工事は、落石監視員の配置、発生源に落石センサーの設置、簡易柵(H=2m, L=60m)の設置などを行い、安全を確保し、以下の対策工を施工した(図 4)。

(発生源対策(図 5))

- ・ 鋼製ワイヤロープのネットで露頭を覆うことにより露頭からの岩塊の崩落防止、潜在する節理沿いの岩盤に存在する風化しているブロック化した岩塊を抑えることおよび露岩の安定化を図ることを目的としたワイヤネット工の施工。
- ・ 崩壊部の下部に存在する低角度の傾斜の節理に対して強度の低下防止(風化防止)を目的としたコンクリート根固め工の施工。
- ・ 上部斜面に点在する露岩に対してワイヤネット工の施工。

(斜面途中対策)

- ・ 斜面中の 5 個の転石に対して、4 個を小割、1 個を土中に埋め安定化。
- ・ 点在する転石、浮石に対してワイヤネット工の施工。

(線路際対策(図 6))

- ・ 線路際で落石を捕捉するために線路平行方向に延長 125m, 高さ約 3m のコンクリート造の落石止擁壁とその上に高さ 2m の落石止柵を設置。
- ・ 落石検知装置(落石止柵の上端部)の設置。

4. おわりに

落石に対しては絶対的な対策工を限定することが困難であるが、今回は考える対策工を施工した。落石に対しては、防護設備等のハード対策に限界があること、斜面中にある転石等を迅速かつ的確に把握することが困難であること、落石の発生原因や時期等を見極めることが困難であることを痛感した。

また、日常の検査では現状をよく把握した上で、その変化を的確に見つけ出すことが肝心であると考ええる。そのツールとしてJR西日本では「斜面防災カルテ」を作成し、通常全般検査で活用しているところである。

最後に今回の災害の原因推定、対策工選定等において、(財)鉄道総合技術研究所地盤防災研究室をはじめ多くの関係箇所の協力を得た。ここに謝意を表す次第である。

[参考文献]

- 1) 鉄道事故調査報告書「西日本旅客鉄道株式会社 津山線牧山駅～玉柏駅間列車脱線事故」, 航空・鉄道事故調査委員会, 2007.10

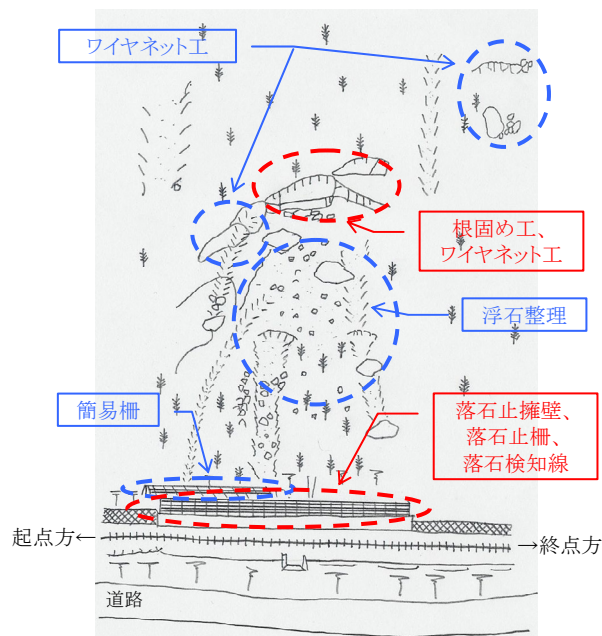


図 4 対策工略図



図 5 発生源対策



図 6 線路際対策