

山岳路線の防災対策についての取り組み

○遠山 裕一 (西武鉄道)

Approach on Disaster along of Mountain railway

Yuichi TOYAMA

SEIBU Railway Co.,LTD. 1-11-1, Kusunokidai, Tokorozawa, Saitama, Japan

Slope failure occurred at the Seibu Ikebukuro Line Agano Station by Localized Torrential Downpour in August 14, 1999. In reaction to this disaster, Seibu railway investigated mortared slopes between Hanno Station and Seibu-Chichibu Station in detail, and improved some slopes considered to be at high risk in order to ensure the safe and secure operation of the railway. This report describes an outline of the disaster and introduces ledger management system and construction method of mortar slope.

キーワード：山岳路線，土砂崩壊，モルタル法面，台帳管理

Key Words : mountain railway, slope Failure, mortar slope, ledger management system

1. はじめに

西武鉄道 (以下当社) は池袋線 (池袋～吾野) 57.8km, 西武秩父線 (吾野～西武秩父) 19.0km, 新宿線 (西武新宿～本川越) 47.5km を主とする全 13 路線で合計営業キロ 179.8km (旅客営業キロ 176.6km) で構成されている。

集中豪雨の影響により 1999 年 8 月 14 日 19 時 28 分, 西武池袋線吾野駅付近に隣接している民有地の山の斜面が崩壊し, 線路内に土砂が流入する災害が発生した^{1),2)}。この災害を受けて自然災害から鉄道の安全・確実な運行を確保するために, 飯能駅～西武秩父駅間のモルタル法面の詳細調査を行い, 危険度をランク付けしてモルタル法面の改良工事を実施している。今回は, 災害事例を初めモルタル法面の台帳管理及び改良工法について紹介する。

2. 災害の概要

2.1 発生箇所と発生状況

当社の路線の地形は, 大半が平地となっているが飯能～西武秩父間は, 急曲線・急勾配区間で, 多数の法面が介在する山岳路線となっている。土砂崩壊に巻き込まれた吾野駅 (図 1) は, 奥武蔵山系の山間に位置し, 1929 年の営業運転開始から大きな災害の記録もなく運行していた。崩壊した山腹と線路は約 200m の距離があり, 緩やかな斜面が 100m 程続き, その後急勾配に変化する地形で, 当時危険箇所とは想定していなかった。土砂崩壊が発生した吾野駅付近では, 総降雨量が 30 時間で 525mm に達しており, 過去に経験のない記録的な豪雨となっていた。19 時 28 分に大規模な土砂崩壊が発生し, 流失土砂量約 35,000 m³, 線路方向に 100m, 線路直角方向に 70m, 最大堆積厚 4m の土砂が流出し, 駅構内が埋没する災害が発生した。



図 1 吾野駅付近平面図

2.2 被害状況

流出土砂約 35,000 m³のうち, 構内に約 20,000 m³の土砂が流入, 線路は本線 2 線・側線 3 線・ホームが埋没, 電力信号関係の主要な設備も合わせて被災していた。この土砂崩壊の影響で, 東吾野～西吾野間が不通となった。(図 2)



図 2 吾野駅被災状況

2.3 復旧

土砂の除去後, 線路を補修し信号機や電線の設置と急ピッチの作業が進められ, 発生から 2 週間後の 8 月 31 日に吾野駅構内の本線 2 線のうち 1 線を復旧。単線ではあったが列車の運転が再開された。当時復旧には約 2 ヶ月がかかる

と思われていたが、1ヶ月後の9月14日に完了し、翌日の初電車から正常運転となった。9月6日より埼玉県施工による復旧工事と治山工事が開始された。10月18日の土留壁着手を皮切りに、法面等の工事が進められていき、2002年3月末に全ての工事が完了となった。

3. 災害後の対策

この災害を教訓にして全線の自然斜面とモルタル法面の健全度調査を実施した。特に山岳路線の斜面及び法面は、健全度判定によるランク分けとマップを作り、優先順位を決定して対策を行っている。2011年10月現在、優先順位の高い自然斜面の対策は完了しているが、モルタル法面の対策は継続中である。

3.1 モルタル法面の対策

モルタル法面においては、モルタル吹付けと地山の間に空洞が形成されたり、密着不良が起こる可能性が懸念されている。そのため、モルタル法面全箇所を目視・打音点検を実施しており、危険箇所には併せてサウンディング調査、ボーリング調査、モルタル背面の地山状況を調査し、危険度を台帳管理して、危険度の高い順番から改良工事を実施している。調査と台帳の更新は4年毎に行っており、維持管理に使用している。

(1) 危険度の判定方法

実施した調査を基に、表1の危険度判定区分でモルタル法面の台帳管理を行っている。

表1 モルタル法面危険度判定区分

判定区分	法面の状態
AA	変状の進行が確認でき、重大な影響が生ずると判断できるもの。法面や構造物に新しいクラックが発生し、クラックの成長、表層クリープの発生など目視や簡易計測等で変状の進行が容易に確認できるもの。早い時期に対策する必要があると判断される法面。
A	累積的な変状の進行が確認でき、外因的な要素(地震、降雨、出水等)により影響が生ずると思われるもの。年レベルで変状の進行が確認でき、変状の規模、連続性などから外因的な影響で災害が想定できるような変状。あるいは不安定さが十分確認できるもの。AAランクにいたる可能性があり、対策する方向で健闘すべき法面。
B	変状は確認できるが、現時点で累積的進行等は確認できないもので、進行が確認できればAランクとなりうる。変位が想定できないクラック、連続性の乏しいクラックなど現時点では、発生原因、進行性が確認できない変状に適用。および、対策工がなされていて変状に起因する災害はおおむね回避できるものと考えられるもの。
C	軽微な変状が認められるが、その変状が将来的に影響を及ぼさないもの。確認された変状の形成要因が想定され、変状の進行が想定されない。あるいは既設対策によって十分、対処可能と判断されるもの。
S	概ね健全と判断できる。あるいは適切に補修がなされている。

モルタル法面危険度判定区分は鉄道総合技術研究所の文献³⁾を参考に作成している。2009年度の山岳路線のモルタル法面は58箇所あり、その点検結果の一覧を表2に示す。

表2 2009年度モルタル法面調査結果一覧

判定区分	法面数	比率	
緊急対策	AA	0	0%
要対策	A	18	31%
定期点検	B	18	31%
軽微	C	9	16%
健全	S	13	22%
合計		58	100%

点検の結果、緊急に対策を要するモルタル法面(AA)は無かったものの、今後対策していくべきモルタル法面(A)が18箇所存在した。さらに要対策Aと評価された法面の中で、優先的に対策を行う法面を決定するために、当時の文献等^{4),5)}を参考に独自に点数制で抽出した。1項目5点満点で、10項目の50点満点で実施している。抽出の項目は次の通りである。①法面の高さ、②地山のゆるみ、③クラック幅、④法面の変形、⑤変状の分布状況、⑥変状の進行性、⑦崩壊パターン、⑧災害履歴、⑨補修回数、⑩経過年数。

(2) 工法の選定

対策工法選定にあたっては、モルタル法面のライフサイクルコスト(以下LCC)収縮を念頭に置き、危険度の判定区分と、法面へ影響を与える背面自然斜面の対策も含めた事業計画を検討し決定している。例えば、芦ヶ久保～横瀬間13k570m付近の法面(図3)では、ボーリング調査や赤外線調査の詳細調査を行い、安価な地山補強土(ロックボルト)工法や吹付けコンクリート工でも対応可能かと思われたが、LCCを考え耐用年数の長い、ロックボルトとロックアンカーを併用した法枠工法を採用している。



改良前

改良後

図3 13k570m付近の法面改良工事写真

4. まとめ

当社では、吾野土砂崩壊の大災害を教訓にして、管理体制の見直し等のソフト対策、法面改良や土砂検地装置設置のハード対策等さまざまな改善が行われている。今後も安全性向上のための設備投資等が行われているが、過去の事例を参考に十分な調査とLCCを考えた計画を立てていきたい。

謝辞 吾野土砂災害の復興、及び報告をまとめるに当たり、当社社員、協力会社の方々の数多くの御協力を賜りました。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 村上温等：災害から守る・災害に学ぶ、榊原秀信：西武線吾野駅付近大規模のり面崩壊とその後、(社)日本鉄道施設協会、pp.121-125,2006.12.
- 2) 榊原秀信：西武線吾野駅付近法面崩壊と復旧、日本鉄道施設協会誌、pp.355-357,2000.06.
- 3) 鉄道構造物等維持管理標準・同解説(構造物編)土構造物(盛土・切土)、鉄道総合技術研究所、pp.66-67,2007.01
- 3) 鉄道土木構造物の維持管理、(社)日本鉄道施設協会、1999.6
- 4) 池田俊雄：降雨に対する地盤と土木構造物の防災診断、山海堂、1995.6