福岡都市圏の運転規制値見直しに向けての限界雨量に基づく斜面の危険度評価

九州旅客鉄道株式会社 正会員 大橋 正臣
九州旅客鉄道株式会社 遠山 聖之

1. はじめに

近年、突発的で局地的な豪雨であるゲリラ豪雨が増加しており、鹿児島本線の福岡都市圏の区間においてもゲリラ豪雨によって列車の運行が遅延･中止になるなど､お客さまに多大な影響を及ぼしている。降雨時の運転規制を抜本的に解消するためには、斜面防災強化工事による対策および対策後の防災強度に見合った運転規制値設定の検討が必要となる。

本稿では、福岡都市圏の運転規制見直しに向けた防災強化工事の概要、改良された斜面評価手法を用いた対策後の耐雨強度評価の概要について述べる。

2. 現行の降雨による運転規制の考え方

現行の降雨に対する運転規制については、①災害発生時の時雨量と連続雨量、②過去の降雨実績等により指標を定めている。②については、現行の運転規制を導入する以前に、対象区間で過去に経験した最大降雨の超過を運転中止の判断に用いていたが、①の規制導入時に各区間で異なっていた規制の形式を分類し、同様な降雨形態で被災している場合など各々統一した取扱いにした方が好都合なこと等を考慮して、過去の最大降雨実績の包絡線から概ね 10mm 程度下回る位置に設定された。また､最大時雨量の上限値を 60mm としたが､これは規制の導入当時、時雨量 60mm 以上の既往の降雨記録が稀少であったことから、安全側で運転規制するよう設定したものである。

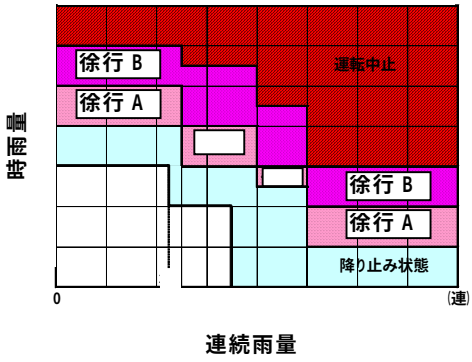

図-1 雨量計鳴動基準（例）

このように現行の運転規制値の考え方は経験的な判断による部分が大きく、規制導入当時の技術的、経験的な制約から多分に安全側に設定されており、斜面の現有耐雨性を定量的に反映できているとは言い難いものとなっている。

3. 運転規制見直しの概要

現行の福岡都市圏における雨量規制は、地形や過去の被災歴から基準上最も上位の規制値を使用している。のり面工などの防災強化工事を行い、耐雨性を現行基準以上に向上させ、相応の運転規制値に見直すには新たな規制値を定める必要がある。

鉄道総研で開発した限界雨量に基づく斜面の危険度評価手法[1]は、降雨時運転規制の雨量指標である連続雨量と時間雨量を軸とした平面上に斜面崩壊の危険性が高まる雨量（限界雨量）を曲線（限界雨量曲線）で表すものであり、危険度が高いと判定された盛土や切土を相対的に比較する場合や、斜面の耐雨性を評価する際に利用されている。この限界雨量は、連続雨量と時雨量のべき乗で求められるため、運転規制に使用している連続雨量と時雨量のグラフ上では、曲線で示されこの曲線を限界雨量曲線と呼んでいる。この限界雨量曲線は、斜面の各種条件から算出される崩壊発生確率 50%雨量であり、グラフ上の曲線を上回る降雨が観測された場合に崩壊の可能性があると判断できるものである。従って、評価した斜面の耐雨強度を定量的に評価できると同時に、運転規制に使用している雨量指標と関連づけられる評価手法である。

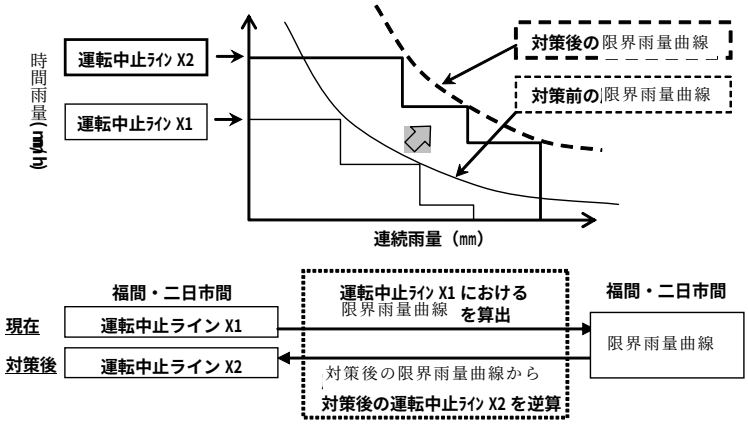

図-2 運転規制値見直しイメージ図

だが、この評価手法における連続雨量は「12 時間以内の降雨中断は一連の降雨とみなした積算雨量」としており、JR 九州における連続雨量の定義：「24 時間以内の降雨中断は一連の降雨とみなした積算雨量」（以下「24 時間連続雨量」とする）と整合しないため、同手法が活用できなかった。

そこで、同手法の作成時に使用したデータを 24 時間連続雨量に拡大し再評価することにより、同手法を 24 時間連続雨量に対応させた。本手法では各運転規制区間における代表的な斜面の抽出・調査を行い、24 時間中断の指標に適応した斜面評価手法を用いて、対象斜面の崩壊確率毎の限界雨量曲線を算出する。斜面対策前後で崩壊発生確率を合わせることで、現行の安全性を損なうことなく運転規制値を向上することが期待される。（**図-2** 参照）

4. 防災強化工事計画の概要

将来的な運転規制見直しのため、のり面対策箇所を選定し工事を行うにあたり、次のように対策を計画した。

のり面対策工事を計画する以前に、盛土の崩壊に最も影響を及ぼす雨水の集中を、排水こうや線路側溝など排水設備を整備し回避させる。対象となる区間にて整備済みの排水設備で、土砂等の堆積により機能していないものについてはしゅん渫等により機能を回復させる。

また、排水設備による対策のみでは不十分な場合は、耐雨性を向上させるためののり面防護工が有効であるため、以下のような考えで対策箇所の選定を行った。

○排水設備の整備、盛土及び切取を対象としてのり面工（簡易フレーム、張コン等）の新設

○排水設備の整備および盛土のり面の整備を先行して行い、完了後切土のり面対策を実施する。

5. 防災強化後の斜面危険度評価

1) 評価箇所の抽出および斜面調査

盛土対策工前後の斜面の斜面危険度評価を行うために、福間・二日市間の斜面調査を行った。評価箇所の抽出については、切取の危険度評価基準（深層崩壊）を準用し GIS の地形図より地形を判読し周辺環境と立地条件より弱点箇所と思われる箇所を抽出した。

斜面の危険度を評価するための調査項目は以下の通りとなっている。

ⅰ）斜面の構造条件（盛土全体の土質・貫入強度・高さ）

ⅱ）斜面を支持する基盤条件（表層地盤の地質・盛土を支持する地盤の傾斜角）

ⅲ）透水と集水に関する条件（斜面全体の土の透水係数・集水係数・縦断形態・横断形態）

ⅳ）経験雨量※条件（斜面の経験雨量）

ⅴ）防護工（施工もしくは施工計画）

※経験雨量とは、建設後、その斜面が受けた雨の総量をいい、以下によって求める。

（経験雨量）＝（建設から現在までの経過年数）×（その地域の年平均雨量）

2) 限界雨量曲線

上記 1）で得られたデータから、各のり面の耐降雨量である限界雨量を得ることができる。例として、対象区間内にある盛土について危険度評価を、現状と対策工実施後で各々行い、それを元に**図-3** のような限界雨量曲線を得た。張りブロックを施工したことにより対雨強度が改善されたことが示されている。

運転規制の見直しにあたっては、福間・二日市間の盛土・切取の評価箇所毎の限界雨量曲線を全て重ね合わせることにより、対象区間としての耐雨強度を求める。

その結果と現況の運転中止ラインとの比較により、安全性を損なうことがないように運転規制の見直し方法について検討を行っていく。

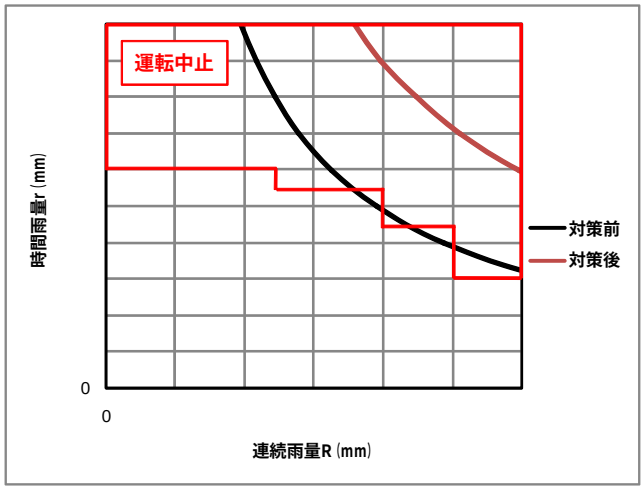

図-3 限界雨量曲線と運転中止ライン（例）

6．参考文献

1)「鉄道構造物・維持管理標準・同解説（構造物編）土構造物（盛土・切土）、平成 19 年 1 月」付属資料