

降雨時運転規制における規制値設定方法の検討

西日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○高馬 太一 泉並 良二 深田 隆弘
(公財)鉄道総合技術研究所 フェロー 杉山 友康

1. はじめに

鉄道では、豪雨時の斜面崩壊から列車の安全を確保するために、のり面防護工などのハード対策を実施するとともに、降雨量がある値を超えたときに列車の運行を規制するソフト対策を行っている。運転規制は1972年に制定された「降雨に対する運転規制基準作成要領(国鉄)」を継承して実施しているが、その後のハード対策による防災強度の向上や短時間局所的豪雨に代表される近年の降雨形態の変化もあり、今後これらに対応していくためには規制方法や規制値の見直しが必要であると考えている。そこで本稿では、西日本旅客鉄道株式会社管内(以下、JR 西日本という)で発生した過去の災害雨量の分析を行い、再現期間に基づく規制値の設定方法を検討するとともに、新たに設定した規制値と近年の実降雨を用いて運転規制シミュレーションを実施した。

2. 現行の運転規制方法の概要と課題

JR 西日本では、時雨量、連続雨量、累積雨量、5日間積算雨量¹⁾を指標として運転規制を実施している(表1)。その中で、(1)現行規制値は過去の災害歴から統計的に設定されているが、近年の災害歴や降雨傾向が十分には反映されていない、(2)新幹線と在来線で連続雨量の指標や解除基準²⁾があるのに対し、在来線ではその基準が曖昧である、などの課題がある。

そこで、(1)については、路線ごとの防災強度や降雨の地域特性を考慮するために災害雨量をもとに再現期間から規制値を設定する、(2)については、新幹線において既に導入しており、降雨が小康状態になった場合を適切に捉えることが可能な連続雨量(24時間)を用いることとして、以下の検討を進めた。

3. 新規の運転規制方法の設定と検証

3.1 災害発生時の雨量分析

路線Aを対象に、過去の災害雨量の分析を行った。図1～図3に災害形態種別、連続雨量と連続雨量(24時間)の相関、災害雨量データを各々示す。

これらより、(1)切土崩壊と土砂流入が約8割を占める、(2)災害は様々な降雨状況で発生している、(3)連続雨量と連続雨量(24時間)の相関係数は0.76であることがわかる。次にこれらのデータを基に災害雨量の平均値を求めた結果、時雨量については29mm/hであることがわかった(図4)。また、連続雨量と連続雨量(24時間)についても同様の検討を行った結果、それぞれ136mm、108mmであった。

キーワード 鉄道、降雨、運転規制

連絡先 〒532-0011 大阪市淀川区西中島 5-4-20 西日本旅客鉄道株式会社 構造技術室 TEL.06-6305-6958

表1 運転規制に用いる雨量指標の概要

雨量指標	概要	適用
時雨量	任意の時間に対して 1時間前からその時刻までの降雨量の合計	在来線 新幹線
連続雨量	任意の時間に対して、降雨が12時間以上の 中断を伴わず、その時刻まで継続した降雨量の合計	在来線
連続雨量 (24時間)	任意の時間に対して 24時間前からその時刻までの降雨量の合計	新幹線
累積雨量	任意の時間に対して、降雨が48時間以上の 中断を伴わず、その時刻まで継続した降雨量の合計	在来線
5日間 積算雨量	雨の降り始めから 5日間(120時間)の総雨量	在来線

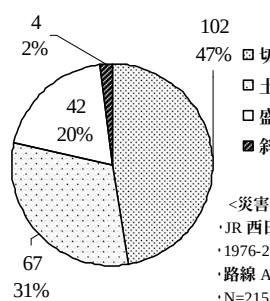


図1 災害形態種別

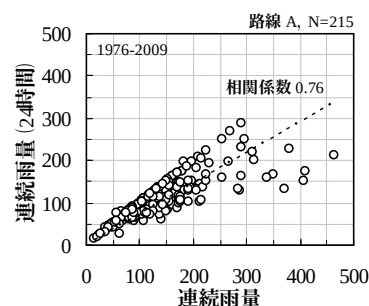
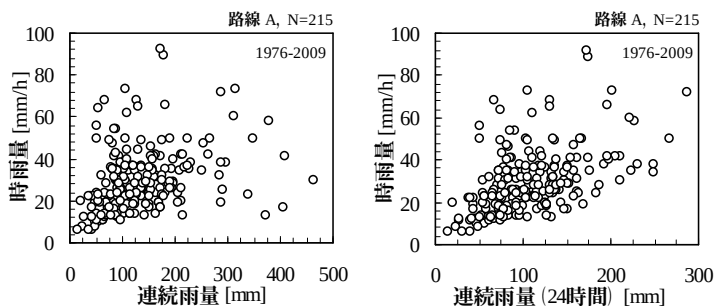


図2 連続雨量の相関関係



(a) 連続雨量

(b) 連続雨量(24時間)

図3 災害発生時の雨量データ(路線A)

3.2 災害雨量の再現期間

図5に路線Aにおける災害時の時雨量と再現期間との関係を示す。なお、再現期間は、災害発生箇所にもっとも近いアメダスデータを利用してグンベル分布により算出した。この図より、時雨量と再現期間との関係は、区間(地域)ごとに異なるが、災害時の時雨量の平均値は、概ね2年～5年程度であることがわかる。また、連続雨量と連続雨量(24時間)についても同様の検討を行った結果、上記と同じ傾向が得られた。

3.3 再現期間に基づく規制値の設定

図6に再現期間を用いた規制値の設定例として、ひとつの鉄道雨量計受け持ち区間aの一例を示す。

ここで、運転規制には速度規制(徐行)と運転中止(停止)があるが、本稿では先の検討結果を踏まえて、徐行規制値を平均値、停止規制値を平均値+ σ と仮定し、切り欠き部については現行規制値による災害雨量の捕捉率42%を上回るように設定した。また、解除基準は「時雨量2mm/h以下、3時間以上継続」として仮定した。設定の手順としては、(1)再現期間2年で徐行基準線を設定する、(2)区間aにおける過去の災害雨量をプロットし、(3)災害雨量の捕捉率を考慮して切り欠き部を移動する、(4)調整後の値を徐行規制値として設定した。また、停止規制値は再現期間3年で設定した。なお、この例では新規規制値による災害雨量の捕捉率は75%となった。

3.4 運転規制シミュレーション

区間aにおける2011年4月から11月までの鉄道雨量計データを用いて、上記で設定した新規規制値の検証を行った。図6および図7に結果を示す。

まず、図6に示した期間中の降雨履歴、災害雨量、規制状況との関係を見ると、現行規制値では徐行規制中に災害が発生しているが、新規規制値では災害発生前に確実に停止規制が実施されていることがわかる。次に、輸送への影響では、図7に示すように期間中に規制値を超える降雨が4回観測されており、新規規制値ではこの内の3回が停止規制値を超えている。しかし、規制の総時分を見ると、現行規制値よりも短くなっており、また、解除基準を設定することによって更に減少する傾向があるなど、連続雨量(24時間)の特徴が表れる結果となった。

4. おわりに

本稿では一例を示したが、新しい規制方法を導入することで、現行の規制方法よりも一層の安全性の確保が可能になると同時に、規制時分も短縮される可能性があることがわかった。今後は多くの路線で同様の検証を進め、防災強度や降雨状況の変化に対応できる規制値設定方法を構築し、更なる安全・安定輸送の提供に努めていきたい。

参考文献

- 1) 垣尾 徹, 神野嘉希, 香川清治, 吉村隆一: 降雨に対する運転規制の見直しについて, 第49回年次学術講演会, 1994
- 2) 近藤拓也, 今井卓也, 杉山友康, 太田直之: 連続雨量による運転規制の解除指標の検討, JREA, Vol.46, No.6, 2003

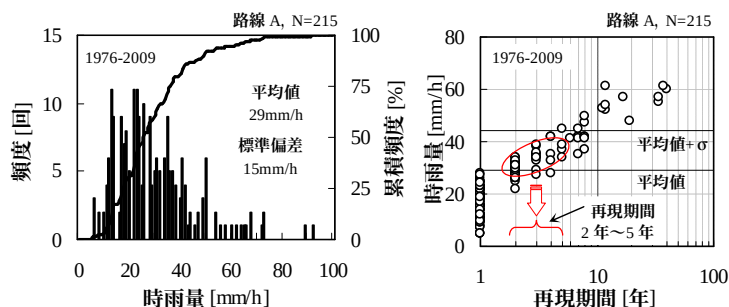
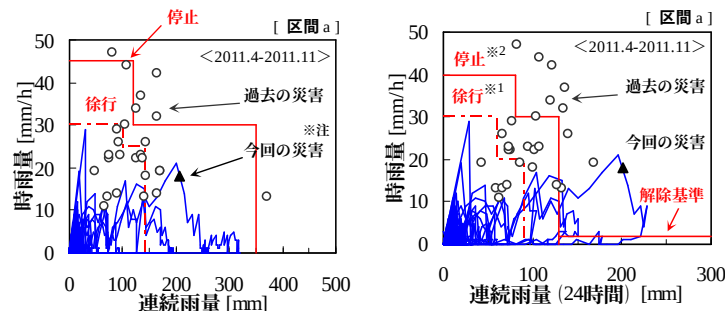


図4 災害雨量の頻度分布

図5 災害雨量と再現期間の関係



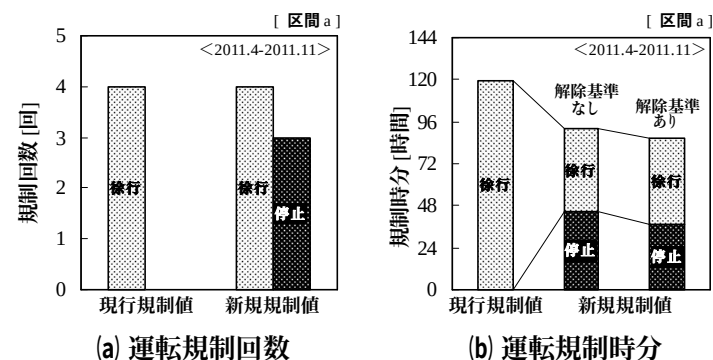
※注: 現地では、台風の接近に備えて事前に運転中止がとられている

※1: 再現期間2年で徐行規制値を設定、過去の災害雨量の捕捉率75%
※2: 再現期間3年で停止規制値を設定

(a) 現行規制値

(b) 新規規制値

図6 区間aにおける再現期間を用いた規制値の設定例および検証期間中の降雨履歴と災害雨量の関係



(a) 運転規制回数

(b) 運転規制時分

図7 運転規制シミュレーション結果の一例(区間a)