

在来線における降雨時運転規制の深度化

JR 東海 正会員 ○浅野 嘉文 正会員 石川 智史
正会員 湯浅 友輝 正会員 舟橋 秀磨
京都大学 フェロー会員 杉山 友康

1. はじめに

当社における降雨時運転規制は、鉄道沿線に設置された鉄道雨量計の観測値に基づき行う運転規制の他に台風時等の事前規制や社外雨量計により実施している。近年、局地的短時間豪雨や大雨などの極端な気象が増加している。これらへの対策として、のり面防護工等のハード対策に加えて、レーダ雨量を活用した規制を一部線区で導入し、降雨災害に対して一定の成果をあげている。本報告では、さらなる鉄道の安全を確保するために、鉄道雨量計による在来線の降雨時運転規制の深度化として、長期雨量指標の変更と規制値の再設定を実施したので、その概要を報告する。

2. 現在の鉄道雨量計による降雨時運転規制の現状と課題

2. 1 規制発令・解除時の課題

当社では、鉄道雨量計を鉄道沿線に平均約 9km の間隔で設置している。当社の鉄道雨量計による降雨時運転規制の発令は、時雨量 (mm/h)、連続雨量 (mm)、時雨量と連続雨量の組合せの 3 種類により行っており、各指標が規制値を上回ると、その雨量計が受け持つ区間に対して運転規制を発令する。

連続雨量は、降り始めから降り止みまでの降雨量を累積していく指標であり、降雨の中断が 12 時間以上あると降り止みと判断して値を 0mm にリセットする。このため、リセット前後の降雨イベントはそれぞれ別の降雨イベントとして扱われる (図 1 中、降雨①、②)。すなわち、12 時間以上の降雨中断があると値の連続性が無くなり、土中に浸透した水分量を十分に評価できない可能性がある。また、規制後に最低 12 時間は値が下がることがないため、規制解除のタイミングが難しいといった課題がある。

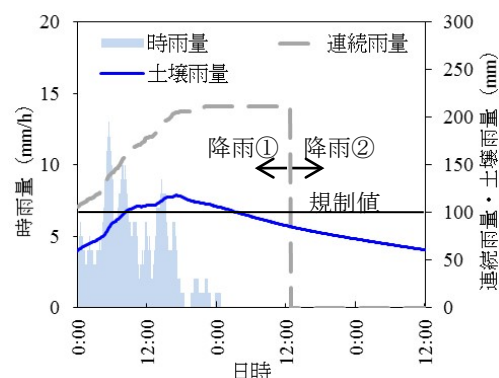


図 1 雨量指標の比較

2. 2 規制値設定における課題

現行規制値は、雨量計毎に受持ち区間内で発生した過去の災害等を踏まえて国鉄時代に設定されたが、すべての雨量計で規制値設定の参考となる十分な災害事例数がある訳ではない。また、隣接する雨量計で規制値が大きく異なると、隣接区間で規制発令・解除を行うタイミングに大きなばらつきが生じ、点検を行う保守係員の手配に労力を要する可能性がある。したがって、規制値は過去の災害等を踏まえ、安全を確保できるように設定することを前提に、なるべく隣接する運転規制区間で時雨量・連続雨量ともに大きな差異がないように工夫されている。

一方、同じ線区の雨量計であっても、雨の降り方が異なることがある。この場合、線区で規制値を画一的に設定すると、規制値を超える回数に雨量計毎にバラつきが発生する。また、当社全線区を対象に算出した規制値の再現期間の平均値は、時雨量よりも連続雨量の方が長く、実際の災害の発生頻度を考えると時雨量 (短期雨量指標) は災害発生可能性を過大に評価している可能性があるといった課題がある。

3. 新たな雨量指標の導入

3. 1 新たな長期雨量指標の導入

上述した課題に対して、既に提案されている各種長期雨量指標 (連続雨量・土壌雨量等) について、災害発生時の指標の挙動や災害捕捉率等を比較・検討した。ここで土壌雨量とは、土中の水分量の増減を表現できる指標で、入力値を鉄道雨量計とし、気象庁の土壌雨量指数のタンクモデルパラメータ¹⁾で算出されるものである。また災害

キーワード 鉄道、運転規制、降雨、雨量指標

連絡先 〒453-8520 名古屋市中村区名駅一丁目 3 番 4 号 東海鉄道事業本部 施設部 土木課

捕捉率とは、過去に発生した災害事例の内、発災時の雨量が規制値を上回った事例の割合である。

図2に、ある災害発生時の各雨量指標の経時変化例を示す。連続雨量は一度12時間降り止みによるリセットがある。このため、発災時にはリセット前よりも小さい値となっている。これに対して、土壌雨量は過去に降った雨量を考慮できるため、発災時にはピーク付近を示している。調査の結果、過去に管内で発生した降雨起因の災害事例は、地域・災害種別によらず、図2のように土壌雨量のピーク付近で発生していることがわかった。また、土壌雨量による災害捕捉率は連続雨量よりも向上することがわかった。以上より長期雨量指標を土壌雨量とすることの妥当性が確認できたため、在来線の降雨時運転規制に新たに用いる長期雨量指標は土壌雨量に決定した。

3. 2 新指標における規制値の設定

新指標における規制値の基本方針は、①災害捕捉率は現行指標と比較して同程度以上、②運転規制回数は現行指標と比較して同程度以下を目指す、とした。会社発足以降に当社管内で降雨起因により発生した、601 災害を踏まえて個々の雨量計で時雨量と土壌雨量を設定した。

ここで、上述の通りすべての雨量計で災害事例を踏まえて規制値を設定できる十分な災害事例数がないため、災害事例を線区・地形条件で集約し、6つのグループに分類して規制値の設定を行った。

規制値には、再現期間（確率年）の考えを取り入れた。雨の降り方は線区・地形条件で異なるため、地域ごとの異なる雨の降り方を「雨量値」から「再現期間（確率年）」に変換することで雨の降り方を統一的に評価²⁾した。

図3に、規制値に用いる再現期間設定のイメージを示す。はじめに、グループ毎に災害発生時の時雨量と土壌雨量の再現期間をプロットする。次に、規制値に用いる再現期間を変化させた場合の災害捕捉率と規制回数を算出し、基本方針を満足する時雨量と土壌雨量の再現期間を求めた。個々の雨量計で設定する規制値は、グループ毎に算出した時雨量と土壌雨量の再現期間から値を設定した。なお、ここで求めた再現期間から算出される値を規制値に設定すると、過去災害を捕捉できない、あるいは、現行設定している規制値より著しく値が大きくなる雨量計があった。過去災害が捕捉できなかった雨量計では、個別に規制値を小さくし、規制値が著しく大きくなる雨量計では、規制値に一定の上限を設け、これを規制値とした。

4 まとめ

新たに設定した時雨量と土壌雨量による規制値で、災害捕捉率は現行指標以上、運転規制回数は現行指標以下となり、3. 2節で上述した基本方針を満足することが出来た。本稿で示した時雨量と土壌雨量を用いた在来線の新たな降雨時運転規制は、今後、当社管内の全線で導入予定である。また、一部線区で試行していたレーダ解析雨量を用いた降雨時運転規制も当社管内全線区へ導入を予定しており、導入後も、適時適切な対応を確実に実施し、降雨災害に対する安全性を更に高めていく所存である。

参考文献

- 1) 岡田憲治, 牧原康隆, 新保明彦, 永田和彦, 国次雅司, 斎藤清: 土壌雨量指数, 天気, 48.5, 2001.5
- 2) 加藤俊二, 小橋秀俊, 古谷充史: 通行止め時間を考慮した事前通行規制基準雨量の設定に関する検討, 土木学会第63回年次学術講演会, 2008.9

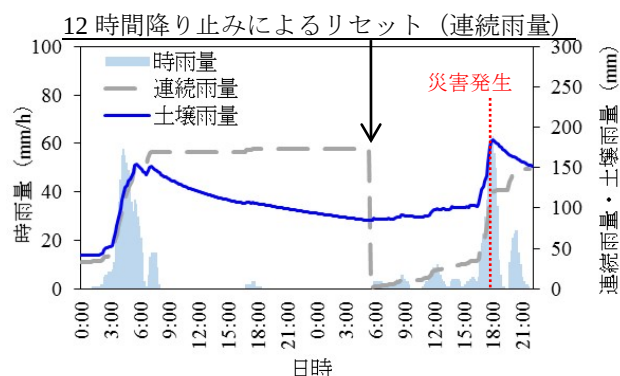


図2 災害発生時の各雨量指標の経時変化例

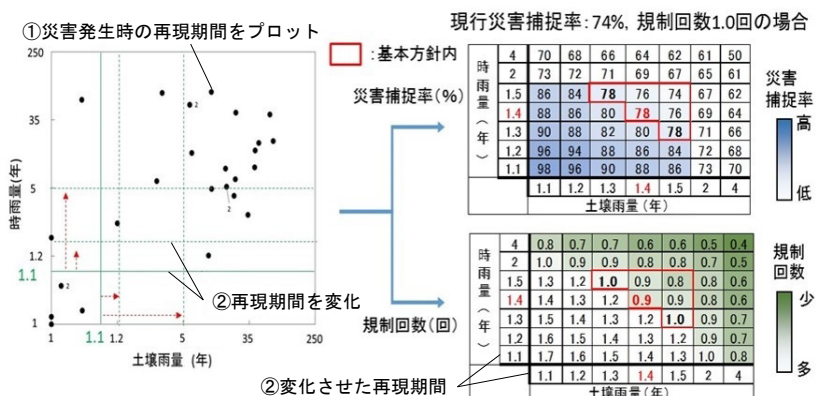


図3 再現期間設定のイメージ