

IV-388

降雨に対する運転規制の見直しについて

J R西日本 正 国広敏彦 正 井上 増夫
 J R西日本 正 垣尾 徹 岩崎 栄之輔

1. はじめに

降雨により発生する斜面災害から鉄道の安全・安定輸送を確保するため、J R西日本では事前防災として斜面検査に基づく設備投資や、運転規制により対処している。運転規制は、過去に発生した災害を基に、連続雨量(12時間までの中断は一連の雨とみなす)と時雨量との組合せにより危険ゾーンを設置し、規制値を超えた降雨があった場合に列車の徐行や停止手配をとるものである(図-1)。

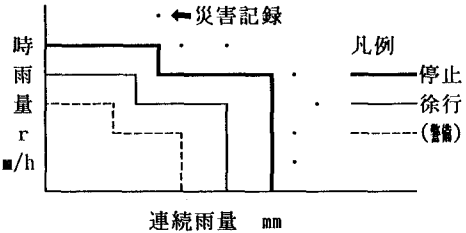


図-1 運転規制の概念図

しかし、昨年7月4日J R西日本管内において、上述の運転規制値を下回る降雨の段階で、崩壊した土砂に列車が乗り上げ脱線するという事故が発生した。この事故に鑑み、運転規制の見直しを実施したので報告する。

2. 災害概要

災害発生箇所は海岸沿いの山肌を縫うように走っている部分で、その地質は節理の発達した中生代後期の流紋岩質凝灰岩の基盤面に、角礫を含んだ崖錐性の堆積物が表土として覆っている。

災害発生までの降雨状況を図-2に、また概要を図-3に示す。当日までの降雨は連続雨量で44mm、最大時雨量は災害直前に記録された18mm/hであった。運転規制値(徐行)は連続雨量で140mm、時雨量で25mm、連続+時雨量は100mm+20mmである。

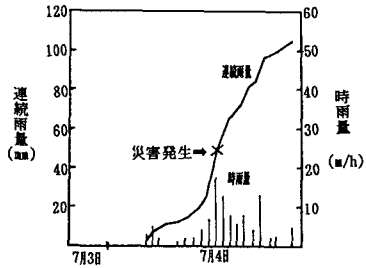
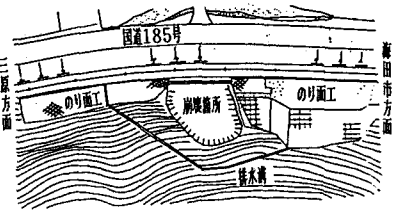


図-2 降雨状況

災害発生までの雨量を6月までさかのぼって検討してみると、この6月にJ R西日本が観測した雨量は、呉が149mm、竹原が247mmとアメダスデータによる過去10年間の6月の平均雨量(呉255mm、竹原235mm)と比べても多くはなかった。

災害現場の特徴として災害発生後、雨が降り止んでかなりの時間(30時間以上)が経過した晴天にもかかわらず、滑落崖の中腹部より相当量の湧水がみられた。

災害は、6月下旬からの一連の降雨による表層土の重量増加と、斜面内の間隙水圧の上昇とで斜面が不安定な状態となり、崩壊が発生したものと推定された。



3. 過去の災害と雨量指標

当線区において過去に発生した斜面災害と、各雨量指標(連続雨量・時雨量・実効雨量¹⁾・累積雨量)から、今回発生した災害を防止するため、雨量指標の検討を実施した。

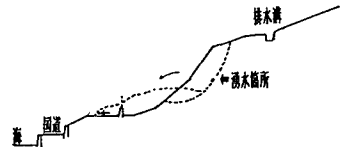


図-3 災害の概要

雨量は村石²⁾らが提案した、アメダスデータによる災害発生地点の雨量予測手法から求めた。実効雨量は式(1)より求め、半減期を24時間とし、10日前までさかのぼり、残存係数は0.7¹⁾とした。

$$\text{実効雨量} = R_0 + \alpha^1 R_1 + \alpha^2 R_2 + \dots + \alpha^N R_N \quad (1)$$

R_0 : 当日の雨量 R_N : N日目の雨量
 R_1 : 前日の雨量 α : 残存係数

各災害における実効雨量を図-3に示す。また、累積雨量（48時間以内の降雨中断は一連の雨とするもの）は昭和60年に発生した能登線の脱線事故以後、盛土を対象に遅れ破壊の考え方を従来の運転規制に加えたものである。現行の運転規制に用いている雨量指標以外の累積雨量、および実効雨量の関係を表-1に示す。

表-1 災害と累積雨量・実効雨量

雨量指標	A箇所	B箇所	C箇所	D箇所	E箇所	F箇所	G箇所	H箇所	I箇所	J箇所
累積雨量	138mm	236mm	120mm	117mm	77mm	166mm	318mm	170mm	114mm	256mm
実効雨量	140mm	156mm	112mm	121mm	107mm	91mm	202mm	171mm	118mm	174mm

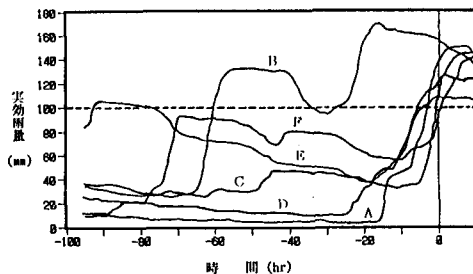


図-3 災害と実効雨量

4. 運転規制値の検討

各雨量指標から運転規制値の検討を行なった結果

- (1) 連続雨量+時雨量の規制値だけでは、見逃してしまう災害がある。
- (2) 累積雨量で地点Eの災害もカバーするなら80mm程度の規制値となる。
- (3) 実効雨量によれば、100mm程度の規制値で今回検討した災害がカバーできる。

等のことがわかった。すなわち、現行の連続雨量+時雨量による規制値に加えて、累積雨量、実効雨量による雨量指標を使用すればこの線区における災害はカバーできると考えられる。しかし、実効雨量による斜面評価手法が確立されていないことや指標としての一般性、およびこれに対応する雨量観測体制には膨大な資金と時間が必要となるため、従来の連続雨量と時雨量に加え、盛土においてすでに実施している累積雨量（鉄道雨量計の機能としてすでに付加されている）により対処することとした。

5. おわりに

今回発生した斜面災害の特徴をもとに、JR西日本管内の切取り、自然斜面の総点検を実施した。その結果、新たに運転規制に累積雨量を加える箇所として2箇所を設定した。規制値は、抽出箇所の近傍で発生した災害をもとに、災害が発生した累積雨量の90%とし、規制値を150mm、170mmに設定した。

これにより、長雨による土砂崩壊の危険箇所については、適切な運転規制に向け一定の成果を出すことができたと判断しているが、災害を予測する雨量指標には多種多様なものがあるため、今後とも予期せぬ事態に備え、新たな雨量指標の模索を含めた安全体制の確立に向けて取り組んでいきたい。なお、災害発生の原因調査や運転規制の見直しに対して御指導いただいた、鉄道総合技術研究所地質・防災研究室の皆様感謝の意を表します。

<参考文献>

- 1) 酒井他：切取りのり面採点表の検討および降雨時の運転規制の見直しと実施、鉄研報告、No929.1974
- 2) 村石他：アメダス補完法による斜面災害地雨量の推定方法、鉄道総研報告、Vol.2.No8