

予讃線関川・多喜浜間における土石流災害とその発生限界雨量に関する一考察

(財) 鉄道総研 正会員○渡邊 諭 正会員 布川 修 フェロー 杉山 友康
JR 四国 正会員 光中 博彦

1. はじめに

2004年、台風の影響に伴う豪雨の影響により、JR 四国予讃線関川・多喜浜間では多くの箇所において土石流災害が発生した。当該区間は過去にも土石流による被災歴があり、豪雨時には土石流の発生が懸念される箇所である。そこで、本稿では当該箇所が発生した土石流災害の概要と周辺状況についてまとめるとともに、復旧および防災対策について述べる。また、災害発生時を含む過去の降雨データを分析し、その地域で土石流が発生すると予測される降雨量について検討した。

2. 災害概要

台風15号の接近に伴い2004年8月18日未明から降り始めた局所的な豪雨により、多くの箇所では土石流災害が発生した。表1に、発生した土石流災害のうち、主な箇所の概要をまとめる。当該地域ではこの他にも、盛土崩壊など合計23件の土砂災害が発生した。また、93k020m付近では、同年9月に上陸した台風21号により再度土石流災害が発生している。図1に、台風15号によって発生した93k020mにおける被災状況を示す。この区間は北山トンネル抗口付近であるが、図中に示すように、抗口は流入した土砂によってほとんど閉塞した状態であった。

3. 当該箇所の地形および地質

関川・多喜浜間の線路は、山地およびその山地内の河谷地形の縁部斜面沿いに位置している。周辺の地質は中生代の和泉層群であり、当該箇所の基岩は砂岩および頁岩の互層で構成されている。この基岩は、中央構造線に接する断層の影響により節理が発達している。そのため、表面部分が小片に分かれやすく、その小片が風化することで粘性土質の土砂が生産されている。これらの土砂は、硬い基岩斜面上に堆積した状態となっており、基岩を境界にして崩壊しやすい。さらに過去に崩壊した土砂が、基岩の風化部の岩塊を伴って山地内の溪流に堆積した状態となっている。図2に、溪床堆積物の状況を示す。このような状況から、当該箇所は、ある一定量以上の降雨が観測された場合に土石流が発生しやすい状況であると言える。

4. 復旧および防災対策の考え方

上記のように、当該箇所は土石流の発生が懸念される

表1 土石流災害および復旧・防災対策の概要

キロ程	災害要因	発生日	主な復旧・防災工事
93k020m	台風15号	8/18	堰堤背面土砂取捨 V=1,280m ³ 既設堰堤嵩上げ H=1.5m 砂防堰堤新設 N=2基 張コンクリート A=110m ² 吹付法砕工 A=610m ² 線路際検知線設置
	台風21号	9/29	
96k350m	台風15号	8/18	崩土取捨・盛土復旧・伏び復旧 線路際土砂止擁壁・土砂止さく・検知線設置 コンクリート被覆工・グランドアンカー N=5本 県大型堰堤 V=1,900m ³ ポケットV=2,300m ³
96k620m	台風15号	8/18	堰堤裏、水路、線路上土砂しゅんせつ V=3,560m ³ 既設堰堤嵩上げ・堰堤天端土砂止さく・検知線設置 県大型堰堤 V=2,700m ³ ポケットV=7,034m ³



図1 93k020m 付近の被災状況



図2 溪床堆積物の状況

キーワード 土石流, 連続雨量, 時間雨量, 砂防堰堤
連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 (財) 鉄道総合技術研究所 042-573-7263

箇所であり、土石流の発生そのものを抑制する対策、あるいは、発生した土石流の流入を完全に防ぐ対策は、対処すべき範囲が広範囲であるため困難である。従って、ハード対策としては土石流の発生が懸念される溪流に砂防堰堤を設置し、鉄道に及ぼす被害を可能な限り小さくすることが現実的である。

また、ソフト対策として、土石流発生を検知し、速やかに列車を停止する対策が求められる。以上の考え方に基づき次の対策を実施した。93k020mでは既設堰堤の嵩上げとともに、2基の砂防堰堤を新設した。また、96k350m, 96k620mでは自治体により砂防堰堤が施工され、93k020mとともに堆砂容量の拡大が図られた。なお、いずれの被災箇所においても線路際に検知線を設置し、土石流発生時に列車を即座に停止する体制を整えた。表1中には、実施された主な復旧・防災対策も同時に示している。

5. 発生限界雨量の検討

図3は、被災地に最も近いアメダス観測点「新居浜」において、1976～2003までの各年度における最大時間雨量および最大連続雨量とともに、台風15,21号の降雨データを示したものである。図には過去の土石流発生年を黒塗りで示した。

なお、台風時のデータは多喜浜駅構内の鉄道雨量計で観測されたデータを用いた。台風15,21号時の最大時間雨量はそれぞれ78mm, 58mmであり、連続雨量はそれぞれ340mm, 221mmである。

これらの雨量に対し、過去のアメダスデータを用いてガンベル法により算出した再現期間は表2のようになる。図3を見ると、台風時の降雨よりも大きな値を観測した年次があるが、必ずしも土石流が発生している訳ではない。これは、最大時間雨量もしくは連続雨量のどちらか一方では、土石流が発生する危険性を評価できないことを示している。図4は、1976～2003年および台風15,21号における全ての降雨履歴を示したものである。図中の太線は土石流が発生した際のデータである。この図から、時間雨量および時間雨量が、それぞれ概ね30mmおよび200mmを変曲点とした曲線を超えて観測された場合に土石流が発生する傾向があることが分かった。この降雨量を、当該地域における土石流の発生限界雨量と位置付け、防災対策工事完了までの運転規制値設定に利用することとした。

6. まとめ

- 1) 復旧および防災対策の考え方として、砂防堰堤および検知線の設置あるいは運転規制などによる運転中止など、ハード・ソフト対策の両面から列車の安定輸送を確保することが重要である。
- 2) 当該地域において土石流が発生した降雨量を分析した結果、時間雨量および時間雨量がそれぞれ概ね30mmおよび200mmを変曲点とした曲線を超えると土石流が発生する確率が高くなることが分かった。

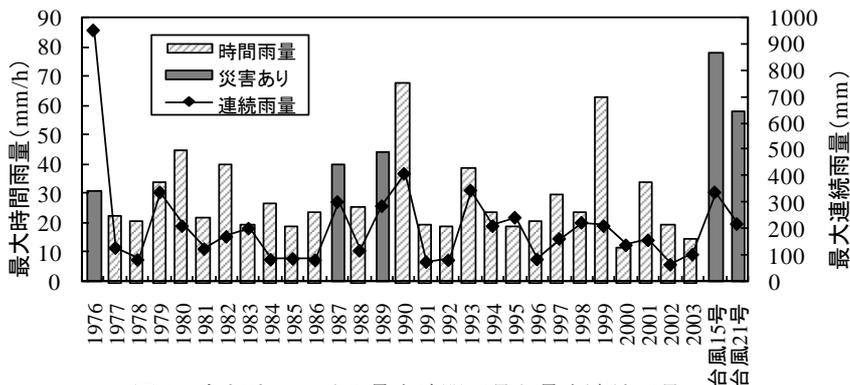


図3 各年次における最大時間雨量と最大連続雨量

表2 各雨量値の再現期間

台風	雨量種別	観測値(mm)	再現期間(年)
15号	最大時間雨量	78	113
	連続雨量	340	5.2
21号	最大時間雨量	58	21
	連続雨量	221	2.5

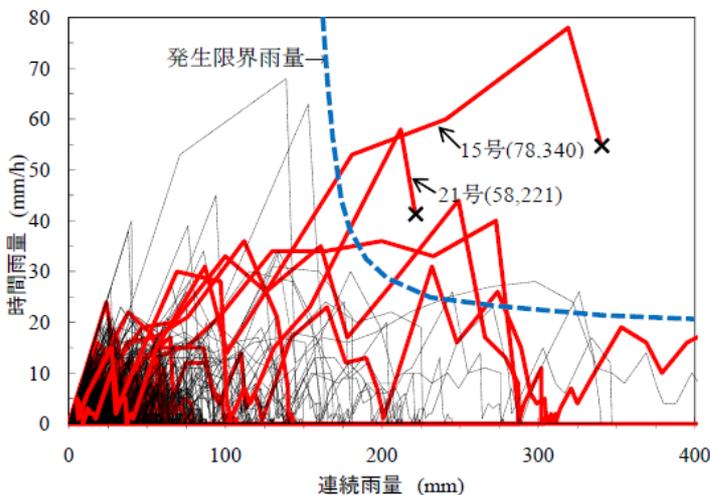


図4 降雨履歴 (1976～2003, 台風15,21号)