

（財）鉄道総研 正員 杉山 友康 正員 藤井 昌隆
正員 岡田 勝也 正員 村石 尚

1. はじめに

降雨に起因する鉄道盛土の崩壊の危険性を判断する手法として、筆者ら¹⁾は時間雨量と連続雨量の積として求まる限界雨量による危険度評価基準を提案した。これは、基本点に盛土の各種条件の評価点を加算することによって連続雨量 R と時間雨量 r の積（ただし $R^{0.3} \times r^{0.3}$ ）で示される限界雨量が得られるものであり、これまでに多くの崩壊事例に適用し、比較的精度良く予測できることを確認している。この基準は、全国の鉄道盛土の崩壊事例を統計的な解析によって作成したものであるが、これらのデータの多くが短時間に集中して観測される降雨ではなく、ある程度まとまった降雨量での崩壊事例であり、限界雨量曲線で示される短時間雨量が卓越した領域における信頼度を確認する必要性があった。そこで、あるモニター区間における短時間の集中豪雨によって崩壊した盛土の現地調査から、危険度評価基準を適用して得た限界雨量と被災時の降雨状況を確認することによって、崩壊限界雨量と短時間集中豪雨との関連を検討したので報告する。

2. 短時間集中豪雨と盛土崩壊

限界雨量は連続雨量 R と時間雨量 r の平面上では双曲線で示され、これを超える雨量に達した場合は崩壊の危険性があると予測できるものである。危険度評価基準を作成する際の基とした全国の崩壊データの崩壊時の雨量とこれらのデータにおける平均的な限界雨量曲線を図1に示す。この図から、危険度評価基準を開発する際のデータとした全国の盛土の崩壊事例の崩壊時の降雨は、短時間の集中豪雨によって崩壊した事例が少ないことがわかる。

ここで、この全国データの崩壊時の連続雨量 R と時間雨量 r の比を時間雨量卓越指標 $I_R (= R/r)$ として求め、この頻度分布を図2に示す。この平均値とその標準偏差は $I_R=8.01$ 、 $\sigma=4.66$ である。なお、時間雨量 r は連続雨量 R を超えることはないので $I_R \geq 1$ である。この図から $I_R < 3$ となる事例はわずかであり、短時間の豪雨のみで崩壊した事例が少なく、短時間豪雨による盛土崩壊に関する分析が必要なことが明らかである。

これを検討する一つの事例として、鉄道盛土の崩壊が過去に比較的多く発生した区間をモニター区間として災害事例を収集し、災害の統計期間（1976～1992年の17年間）で観測された降雨について I_R を求め、 $I_R < 3$ となるすべての事例を示すと図3のようになる。また、この区間で盛土が崩壊した降雨量については○印で示している。このように、短時間降雨が卓越した

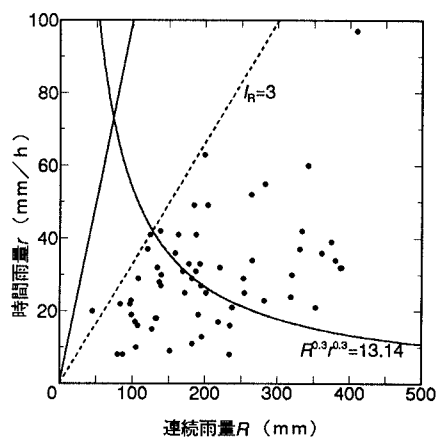


図1 鉄道盛土の崩壊雨量と限界雨量曲線

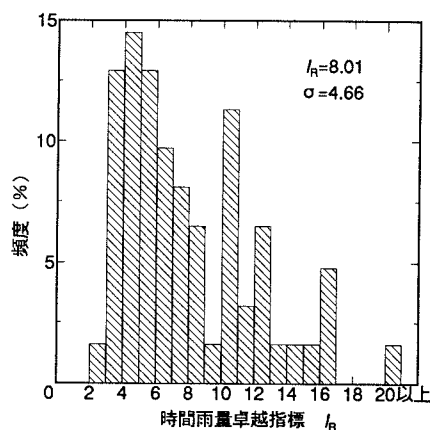


図2 時間雨量卓越指標 I_R の頻度分布

降雨は多数あり、これらの降雨でも盛土が崩壊する事例があることがわかる。従って、限界雨量による危険度評価結果に対して、時間雨量が卓越した $I_R < 3$ となるような集中豪雨に対する評価精度の検証が必要である。そこで、上記のモニター区間だけでなく他の地域も含めた時間雨量が卓越した降雨によって被災した10例の盛土崩壊箇所の調査を実施し、評価基準による評価結果と崩壊時の降雨を比較してその精度の検証を試みる。

3. 調査箇所の限界雨量と崩壊時の降雨

図4は、調査した10箇所の評価結果から精度よく予測できた事例の1例と限界雨量に達する以前の降雨量で崩壊した2箇所の限界雨量曲線と崩壊時の降雨状態を示したものである。分析の対象とした10箇所の多くはA地点と同様に限界雨量を超えた時点で崩壊しており、筆者らの提案した危険度評価基準は時間雨量が卓越した領域でも予測可能である。一方、B地点とC地点の2箇所については限界雨量を下回る雨量で崩壊しているが、この地点の崩壊の原因は以下のとおりであることがわかった。

B地点：過去の降雨によってのり面に亀裂を生じ、応急対策を施工し警備箇所として監視を強化していたが、40mm/hを超える集中豪雨によって崩壊した。

C地点：当該盛土は、踏切に隣接した盛土であり、時間雨量60mm/hの集中的な豪雨によって踏切付近に集中した水が既設の排水工の排水能力を超え、これが盛土に集中して崩壊したものである。現在では排水工は十分な排水能力を持つものに改良されている。

4. 短時間集中豪雨と限界雨量の関連

上記で示したように、鉄道盛土の崩壊は短時間に集中する降雨によっても崩壊する事例はあるが、限界雨量による危険度評価基準でも十分予測は可能といえる。ただし、あらかじめ変状が確認されている箇所や、排水工の不備などによって水が特に集中する条件におかれた箇所を評価しても十分な精度での結果は得られない。したがって、盛土の危険度評価結果を精度よく得るためには、このような箇所の十分な対策をあらかじめ実施しておくことが必要となる。

5. おわりに

予測される限界雨量と短時間集中豪雨に関する分析を行い、その評価精度の検証を試みた。事前に何らかの異常が確認される以外の箇所では十分な精度で予測できることが確認された。今後、こうした分析を多くして盛土や切取斜面の崩壊防止のための検討を深度化したいと考える。

〔文献〕1)岡田、杉山、村石、野口：統計的手法による鉄道盛土の降雨災害危険度の評価手法、土木学会論文集、

No. 448/Ⅲ-19, 1992

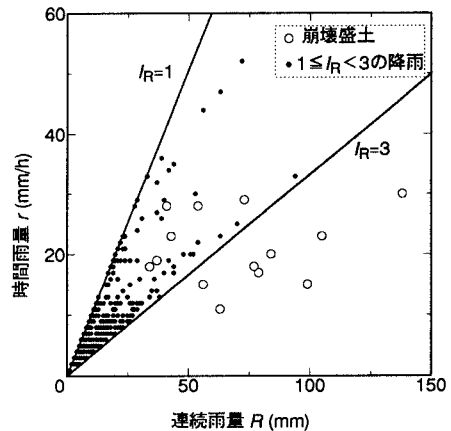


図3 モデル区間の雨量 ($1 \leq I_R < 3$)

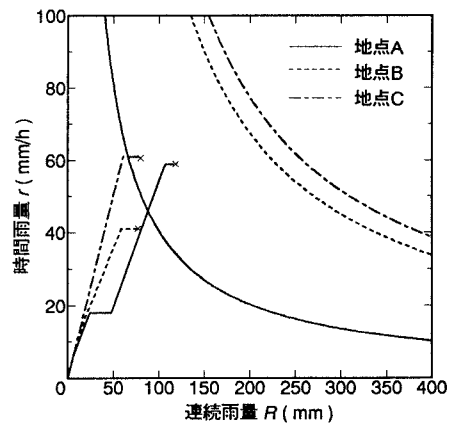


図4 限界雨量曲線と崩壊雨量