

秋田支社管内における集水地形にある伏びの排水能力再検討

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○宮腰 寛之
 東日本旅客鉄道株式会社 非会員 村田 祐亨

1. はじめに

平成 19 年 8 月に発生した羽越本線上浜・象潟間の盛土流出災害は、盛土近傍のくぼ地に山からの雨水が大量に押し寄せ、付近の小口径の伏びで排水しきれずダムアップしたことが原因の一つとして考えられる。過去に発生した類似災害事例として昭和 63 年の東北本線六原構内盛土崩壊が挙げられ、盛土を横断する小規模アーチ橋に排水能力を超えた雨水が流入しダムアップが発生したことが原因とされている。

このように、ダムアップが発生すると盛土の流出・崩壊につながる可能性が高くなることから、線路周辺の集水地形においては伏びの排水能力を十分に確保し、周辺環境に適合するように整備する必要がある。しかし、近年では線路周辺の土地利用や環境の変化に伴い、既設の伏びが要求性能を満たしていない、あるいは使用されていないケースがしばしば見受けられる。そこで、本研究では秋田支社管内において集水地形にある伏びを抽出し、現在の周辺環境に即した排水能力の再検討を行った。

2. 集水地形にある伏びの抽出

秋田支社管内には約 3,700 箇所の伏びがあり、その中から排水能力再検討の対象とする集水地形周辺に存在する伏びを抽出する必要がある。抽出方法は以下の通りである。

- i) 1:2500 の電子線路平面図を用いて、等高線等の情報を基に集水地形を抽出する。
- ii) 抽出した集水地形の周辺にある伏びについて、2 年に 1 回の周期で行われる通常全般検査の検査結果報告書を参照して写真や所見から絞り込みを行う。
- iii) 写真等からは判断出来ない周辺状況について、現地踏査や検査者からの聴取りを行う。

結果、伏び全数の約 10%に当たる約 360 箇所を集水地形にある伏びとして抽出した。しかし、土砂等が堆積して排水断面が減少している場合、設備台帳記載の伏び諸元データに基づいて排水能力検討を行うことができないので、降雨期前の排水設備の通水確保に併せて土砂浚渫を行った。

3. 排水能力の再検討

排水能力の再検討は当社制定のマニュアル¹⁾及び鉄道標準²⁾の方法を基本とし、以下の手順で行っている。

- i) 電子線路平面図及び垂直空中写真を参照したうえで、国土地理院発行の 1:25,000 地形図により集水域の集水面積 A (図-1 参照)、流出係数 C を算定する。
- ii) カーベイの式により集水域からの雨水の流入時間 t を算定する。
- iii) 設定した降雨確率年に基づいて降雨強度 I を算定し、合理式によって集水域からの雨水流出量 Q_1 を求める。マニュアルでは降雨確率年を線級 (=通過トン数及び輸送密度に基づいて決定) に対応させて設定している。しかし、田沢湖線や奥羽本線大曲～秋田間の秋田新幹線ルートのように営業上重要な線区に防災投資が優先的に行われている点を考慮し、本研究では、通過トン数や輸送密度に加えて施策や営業係数等の路線の重要度を考慮して定めた「線区別ランク区分」を線級に読み替えて、表-1 に示すように降雨確率年を設定する。
- iv) 設備台帳記載の伏び諸元データ (材質、径、排水勾配) に基づいて排水能力 Q を求める。線増工事等で陶管にヒューム管が継ぎ足されている箇所については、陶管の粗度係数 (0.014) がヒューム管 (0.013) に比べて大きいこと、一般に陶管の径がヒューム管より小さいことから、排水能力が不利となる陶管の諸元を用いている。
- v) 排水能力率 $\mu = Q / Q_1$ を定義し、 $\mu < 1$ となれば伏びの排水能力が不足していると判断する。

キーワード 集水地形、伏び、ダムアップ、排水能力

連絡先 〒010-0001 秋田県秋田市中通 7 丁目 2-5 秋田土木技術センター TEL : 018-835-6142

表-1 線級・線区別ランク区分と降雨確率年

線級	線区別 ランク区分	線区	降雨 確率年
1級線及び新幹線	I	奥羽線(大曲～秋田), 田沢湖線	100年
2級線	II	奥羽線(川部～新青森)	30年
3級線	III	奥羽線(秋田～川部), 羽越線	10年
4級線	IV・V	奥羽線(及位～大曲), 五能線 男鹿線, 北上線, 花輪線	2年

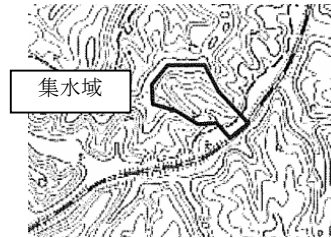


図-1 集水面積の決定例

4. 再検討結果と考察

3で述べた条件で検討を行った結果, 秋田新幹線ルート上の降雨確率年を厳しく設定したこと等の理由から, 検討伏びの約4割で排水能力不足が確認された。なお, 排水能力不足伏びの約8割は建設から40年以上経過していることから, 線路周辺の土地利用や環境の変化に伴い, 現状では排水能力不足の状態にあることが数値的に明らかになったといえる。

次に, 排水能力が不足している伏びに対するダムアップを考慮した改良計画の順位付け手法を提案する。排水能力率 μ が1より小さければ小さいほど排水能力が不足すると考える。ここで, 排水能力率 $\mu < 1$ の伏びに対して排水能力不足率 $\eta = 1 - \mu$ を定義すると, η が大きいほどダムアップの危険度が高いといえる。また, ダムアップに至ったときに盛土の崩壊土量規模が大きい場合, 列車が通過したときに脱線・転覆の恐れがあるだけでなく, 復旧に要する日数も多くなるのでお客さまへ与える影響が大きい。そこで, 崩壊土量規模は伏びの土被り h に比例すると考え, 土被り h が大きいほどダムアップによる盛土崩壊発生時のリスクが高いと考える(イメージは図-2参照)。

排水能力が不足している伏びについて縦軸に排水能力率 η (=危険度), 横軸に土被り h (=リスク)を横軸に取った散布図を図-3に示す。ここで, 任意の伏びについてプロットされる点が原点から離れるほど, ダムアップの危険度とリスクが共に大きいことを示している。ここで, η と h の積(図-3における原点と各点からなる長方形の面積)の大きい順に順位付けすると, ダムアップの危険度とリスクの両方を考慮することが可能である。順位付け上位にランクされた伏びは早期の改良や降雨時点検体制の確立等を行い, ダムアップによる被害を最大限抑制していくことを今後検討していく。

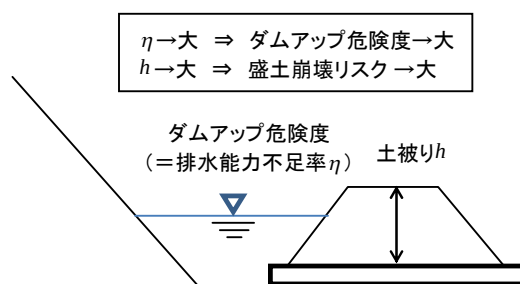


図-2 ダムアップ発生時のイメージ図

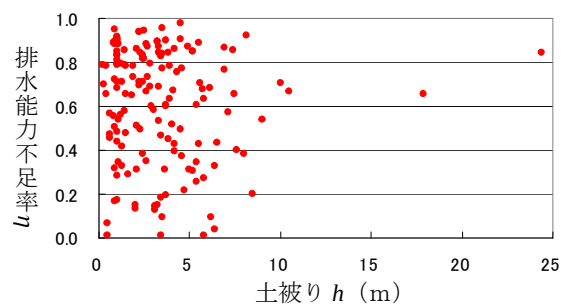


図-3 排水能力不足率と土被りの散布図

5. 結論

本研究では, ダムアップによる災害発生を鑑み, 秋田支社管内の集水地形にある伏びを抽出して排水能力の再検討を行った。その結果, 環境変化や線区重要度の変化により伏びの排水能力が不足している現状を数値的に明らかにした。そして, 排水能力不足の伏びに対してダムアップの危険度とリスクを考慮した順位付け方法について提案した。

参考文献

- 1) 東日本旅客鉄道株式会社： 降雨に対する弱点箇所抽出マニュアル 1997年2月
- 2) 運輸省鉄道局監修 鉄道総合研究所編： 鉄道構造物等設計標準・同解説 土構造物 2000年2月 丸善