

IV-14

降雨災害における斜面・のり面の弱点箇所抽出手法

東日本旅客鉄道㈱ 正員 村山雅史 正員 興石逸樹
東日本旅客鉄道㈱ 正員 相川信之

1. まえがき

盛土、切土のり面等の鉄道路線の土工等構造物については、毎年のように梅雨、台風による長雨や豪雨により繰り返し降雨災害を受けているのが現状である。

これらの構造物は、建設当時に施工された施設をそのまま利用して現在に至っている。このため設備の効率的なメンテナンスや厳しい自然環境下における鉄道システムの安全性の向上をめざすために、自然災害から列車の安全を守る種々の取り組みがこれまでも長年にわたり行われてきた。

しかし、自然災害が発生する前に措置する方法は、未だに十分な状況にはなく、その対策として今までにも土砂災害の予知・予測という弱点箇所の抽出に関する技術的な検討は行われてきたものの、その成果は必ずしも設備を管理する実務者レベルまで反映するものではなかった。

今回、このような背景を踏まえて降雨災害における斜面・のり面の具体的な弱点箇所抽出手法について検討した結果について報告する。

2. 弱点箇所抽出の考え方

土砂崩壊が生じやすい弱点箇所を抽出する手段としては、盛土高さ、土質、地質、斜面勾配、透水係数等が危険度評価の要因として従来から選定されている。

しかし、どのような不利な要因が重なっていても、台風や梅雨の長雨のような強い時雨量や大きな連続雨量があっても、経験的に斜面・のり面は、崩壊するところよりも崩壊しない所の方がはるかに延長が長いのが一般的であり、崩壊する所はこれらの要因のみではなく、別の局地的な悪条件があると考えられる。

また、降雨における斜面・のり面の災害形態は、雨水の集中流下による崩壊（表層崩壊）と内部の地下水圧上昇による崩壊（深層崩壊）またはその中間型に区分され、いずれの場合においても「水」の影響が重要な要因として考えられる。

よって、弱点箇所は、地形、地質等の要因だけでなく「水の集まりやすい箇所」に着目し抽出する方法が適切と考え検討した。

3. 弱点箇所抽出手法

斜面・のり面における降雨に対する弱点箇所の抽出を行うためのフローチャートを作成した。（図-1）

この弱点箇所抽出フローは、斜面・のり面災害が直接的、または間接的に降雨（水）によって生じていることに着目し、弱点箇所の抽出方法を明示したものである。以下、その具体的な抽出方法について説明する。

3-1 図上や過去の情報による選定（Ⅰ．段階）

Ⅰ．段階を進めるに当たっては、地形図、地質図、及び過去の検査記録、災害記録等を収集し、弱点箇所の絞り込みを行う。この場合も降雨の影響により、表面水が集中して斜面やのり面を流下する箇所及び降雨が地下に浸透し地下水となり、間隙水圧として斜面の安定を損なうおそれのある箇所（集水等要注意箇所）を主体とした選定を行う。

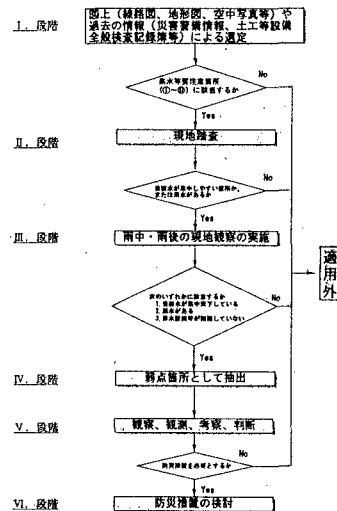


図-1 弱点箇所抽出フロー

また、集水等要注意箇所を効率良く抽出するために線区形態を山岳線区、丘陵・田園線区、都市線区の3つに区分し、それぞれにおける特徴と崩壊しやすい箇所の着眼点を明示した。山岳線区の集水等要注意箇所の選定例を図-2に示す。なお、集水等要注意箇所の選定項目は、試行線区による過去の災害発生率が高い項目から選定した。

3-2 現地踏査（II. 段階）

I. 段階で図上で選定した集水等要注意箇所を現地で見て、水が集中しやすい状況か否かを確認する。

特に図面上ではわかり難い環境変化、湧水箇所、排水設備の状況、斜面のり面の変状等の有無に重点をおいて踏査する。

3-3 雨中・雨後の現地観察（III. 段階）

雨中・雨後の現地観察は、弱点箇所抽出フローの中でも重要な段階であり、I、II段階による図上選定や現地踏査により表面水が集中しやすい箇所又は湧水が認めれた場所を対象に降雨時の状況を確認することを目的とした。特に雨の降りやみ後に雨水の集中流下した形跡や地下水の湧水箇所等が発見しやすい。

3-4 弱点箇所として抽出（IV. 段階）

III. 段階までの調査で弱点箇所、区間を抽出する。また、それらの情報を集約した管理図（斜面・のり面管理マップ）を作成すれば弱点箇所の抽出が容易となる。

3-5 観察、観測、考察、判断（V. 段階）

IV. 段階までに抽出された弱点箇所の次の評価を行う。

(1) 弱点箇所となる斜面・のり面の定量的な評価

弱点箇所に対して定量的な評価を行う際は、斜面・のり面評価基準（鉄道総研開発）を活用し、現地調査によって得られた斜面・のり面の各種条件を適用することにより各々の限界雨量を求めそれらと比較することにより弱点箇所を定量的に評価する。（図-3）

(2) 排水能力の検討

斜面・のり面の集中流下又は集水地形にある弱点箇所について排水能力の可否が要因となる場合は、排水設備能力の検討を行う。

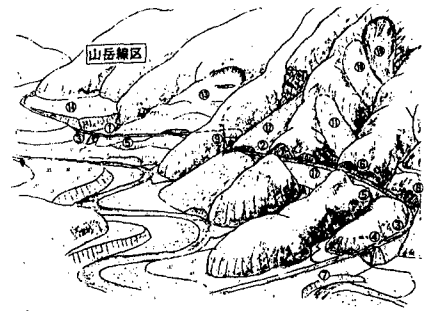
3-6 防災措置の検討（VI. 段階）

防災措置の検討に当たっては、V. 段階で総合的に評価された弱点（災害要因）を取り除く対策として、「水」の処理を重要項目とし、水の集中流下と地下水圧の上昇の2タイプから想定される災害形態を絞り込み検討する。

4. おわりに

降雨による土砂災害の予知・予測に関する技術的な検討は、各専門家により継続的に行われているが、その成果を実務的に活用するまでには至っていないものが多い。今回提案した抽出手法は、具体的な弱点箇所の抽出と定量的な評価が可能となっており、実務レベルで十分活用できるものと考えている。

〔文献〕降雨災害の予知に関する研究委員会報告書（東日本旅客鉄道株式会社委託）H8.3日本鉄道施設協会



＜該当する集水等要注意箇所＞

- ①：下り勾配から上り勾配に変わる勾配変換点付近
- ②：切取のり面と盛土が連続する区間
- ③：下り勾配に位置する切取のり面とそれに隣接する下り勾配側の盛土箇所
- ④：下り勾配箇所の場合上部の盛土
- ⑤：一方が斜面または切取のり面でもう一方が盛土の箇所
- ⑥：線路山手に隣接する小沢・ガリー等の集水地形箇所
- ⑦：河川の改修を受ける斜面・盛土のり面及びそれに隣する区間
- ⑧：線路上方に運路・造成地等が隣接する切取
- ⑨：トンネル出口に隣する切取のり面
- ⑩：線路上方に盛填地・路肩盛地が見られる箇所
- ⑪：線路上方の側面に擁壁・側溝・排水溝・山火等防壁が見られる箇所
- ⑫：路肩箇所とする区間
- ⑬：土留すべり地を切取る箇所
- ⑭：河成段丘を切取る箇所
- ⑮：災害履歴のある箇所
- ⑯：その他（沢を渡る盛土、線路上方に近・傍・溜池がみられる箇所、等）

図-2 集水等要注意箇所（山岳線区例）

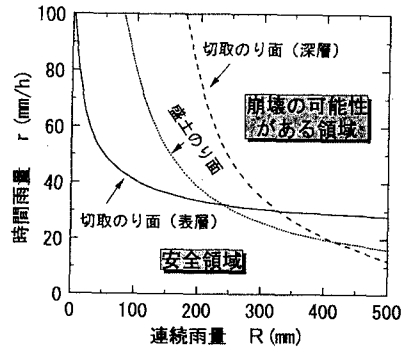


図-3 限界雨量曲線による評価