

VI-179 新しい手法を用いた落石の検査について

東日本旅客鉄道株式会社 長野支社 正会員 荒井 茂
 本社設備部 正会員 荻原郁男
 長野支社 栗原健二

1. はじめに

JR 小海線は長野支社管内でも代表的な山間線区である。八ヶ岳山麓を小淵沢から 33/1,000 の急勾配で野辺山まで登り切ると、今度は反対に小海付近まで千曲川に沿って一気に下る地形条件下にある。この山間線区の一部が落石、土砂崩壊および河川の氾濫等に伴う築堤崩壊等の災害に対する主な要注意区間となっている。これら災害の中でも、発生時期が気象条件と相関の低い落石に対しては予知・予測が非常に困難であるが、防災対策は列車の運転保安を確保する上で重要な決め手となっている。

河川の浸食作用によって形成された標高差約 100m にもおよぶ急崖な岩石斜面に対して、これまで徒歩による調査では捕捉できなかった浮石の危険度評価を 空中と地上写真および光波測距儀により得られたデータの組合わせにより試行したのでその概要について以下に述べる。

2. 調査個所の概要

調査個所は、小海線海尻・松原湖間 43k600m から 44k000m 付近までの間で、小海線と並行する千曲川の河道の屈曲部であり河川攻撃地形に位置している。調査個所の代表的な断面図を図-1 に示す。

3. 落石危険度調査

岩石斜面に対する詳細な調査は、比較的規模の大きい岩盤の剥離等に対する安定性について評価することをねらいとした。線路方向に約 400m 連続する岩石斜面について実施した現地調査の方法とその解析結果は次のとおりである。

(1) 従来の調査方法

これまでの検査（全般検査）は、300m から 400m 距離を隔てた千曲川の対岸から、双眼鏡を使った目視検査および切立った岩盤直下から岩盤表面を見上げるという方法での目視検査に頼っていた。これらの手法では、割れ目の位置、大きさ、開口状況を正確に把握することが困難であり、他の手法により岩盤の実態を捕捉する必要性を痛感していた。

過去に小海線では気球に搭載したカメラによる斜め写真撮影を実施した（昭和 55 年）経緯がある。この方法では、クラックの大きさ、位置、浮石の安定性等が推察できる程度の情報が得られ、これまでの遠方からの目視検査と比較するとより大幅に詳細な情報が得られた。

(2) 今回の調査方法

18 年前に実施した気球を使った空中からの検査で得られる情報量の多さに着目し、今回は空中と地上カメラおよびノンプリズム光波測距儀を用いた遠隔計測を最大限活用した。地上計測カメラおよびラジオ

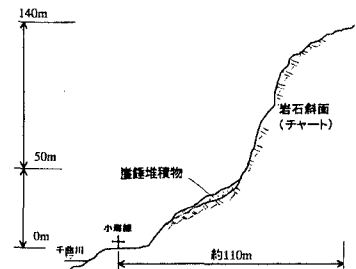


図-1 代表横断面図

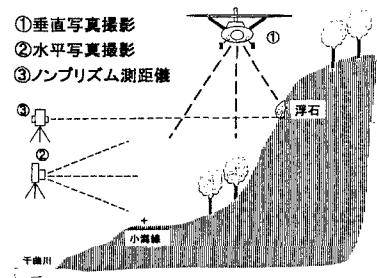


図-2 写真撮影及び測距イメージ

キーワード：落石、空中写真、地上写真、光波測距儀、三次元座標軸

- 1) 〒380-0927 長野県長野市栗田源田窪 992-6 TEL 026-224-5317 FAX 026-224-5345
- 2) 〒151-8578 東京都渋谷区代々木 2-2-2 TEL 03-5334-1244 FAX 03-5334-1193
- 3) 〒380-0935 長野県長野市中御所 1-8-13 TEL 026-226-2071 FAX 026-226-4178

等を調査するため水平方向および斜め方向の撮影と、固定翼に搭載した航空写真用カメラから垂直方向の撮影を行なった。さらに、ノンプリズム光波測距儀でクラックの位置、大きさを測定した。（図-2）

亀裂の位置、大きさ、奥行き等は GPS を用いて岩石斜面外に基準点を求め、岩石斜面中に座標軸を設定しそれを写真中の位置と整合させ X,Y,Z の三次元座標軸から浮石の大きさ、安定性を推察・判定した。つまり、写真で判定した浮石の外形に対応する表面座標を光波測距儀で計測し、垂直写真から判読したひび割れの深さにより大きさを推定した。

(3) 現地調査および結果

現地調査では、踏査可能な範囲にある斜面と岩盤に対して、浮石・転石、クラック、崖錐堆積物、湧水状況、地形条件その他の不安定条件を把握した。そのために、垂直および斜め空中写真により作成した現地調査用の平面図および立面図に斜面の地形的特徴であるリニアメントおよび不安定地形を記入した基図を作成し、現地調査を行ない浮石の不安定性、傾斜角等の環境条件、クラックの大きさおよびその形成要因、地形地質状況によって 11 の斜面単元に分割し、各斜面単元毎に危険度評価を行なった。

4. 斜面の危険度評価

(1) 評価方法

評価区分は、最も安全性が高いと判断されるものを◎として危険側に向かうに従い○、△、×および××という区分とし、+2 点から-2 点という評価点をもたせ、その合計点が-5 点以上を A ランク、-4~-3 点を B ランク、-2~0 点を C ランクとした。

A ランクは「落石災害発生の危険性がある」、B ランクは「現状では一応安定を保っているが、経年異常外力により落石災害を生ずる可能性がある」、C ランクは「落石の発生源となりうる岩盤・転石が存在するが、大きな状況変化がなければ落石災害を生ずる可能性はない」という評価基準とした。

(2) 評価結果

表-1 危険度評価の結果

斜面番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
地形状況	複合型	尾根型	尾根型	複合型	直線型	複合型	谷型	尾根型	尾根型	平行型	複合型
斜面勾配	○(30°)	×(45°)	×(40°)	○(30°)	XX(60°)	XX(65°)	×(35°)	×(35°)	XX(75°)	×(35°)	×(40°)
岩石の性状	△	×	×	△	△	△	×	×	△	×	×
表土の性状	×	×	×	—	—	—	×	×	—	—	—
植生	○	○	○	○	×	×	◎	×	×	◎	◎
浮石・転石の状況	×	×	○	△	×	×	×	×	×	×	×
集水状況	×	—	△	×	—	—	△	△	—	—	×
将来の不安定化	×	×	○	×	△	×	△	△	×	×	×
災害発生種別	落石・崩壊	転倒崩壊・落石	崩壊・落石	転倒崩壊・落石	転倒崩壊・落石	落石・転倒崩壊	落石・崩壊	落石	転倒崩壊・落石	転倒崩壊・落石	落石・崩壊
不安定性評価	B	B	C	C	B	A	B	A	A	B	A

ランク：No.6,8,9,11、B ランク：No.1,2,5,7,10、C ランク：No.3,4 となる。

(3) 落石規模の推定

三次元の解析により得られた浮石・転石のデータを基に算出した浮石と落石エネルギーの分布状況を図-3 に示す。この図から分かるように既存の落石覆工（耐力 20tf・m）で防護可能な落石は全体の 77%と大半を占めるが、今までの検査データからは測り得なかった大きな落石エネルギーを持つ石の存在が明らかになると同時に、残りの 23%に対しては現状の落石覆工は耐力不足であることが分かり、推定される落石最大エネルギー約 150tf・m に耐えうる新たな防護工が必要であることが分かった。

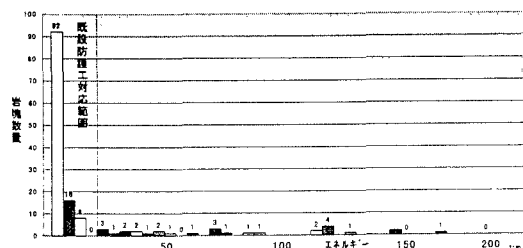


図-3 浮石と落石エネルギーの分布図

5. おわりに

落石対策に万全の状態を作り出すことは非常に困難である。しかし、今回の検査手法では、今まで測り得なかった浮石・転石の形状寸法をかなり高精度なデータとして捉えることができ、今後の防災計画を策定するにあたり大いに役立つものと考えられる。