

落石の実態と落石対策施設計画への活用

(株)テイコク 伊藤 匠司

1. はじめに

落石の落下運動については未解明な部分もあり、研究の途上にある。落石現象の実態、調査方法、設計への取り入れ方等について、現地の現象観察や各種の実験等により、データの集積が行われてきたが、対策施設の計画については経験や現地の判断に負うところが大きい。

本稿では、落石の実態について把握するため、中部地方の複数の山岳路線における落石履歴を整理・分析する。これにより得られた結果から、より効果的な落石対策施設の計画を行う上で留意すべき事項についてとりまとめる。

2. 落石状況の分析

平成15年度～平成30年度の15年間における中部地方の複数の山岳路線における落石記録を362件収集した。ここで落石とは、被害の有無に関わらず、落下してきた岩塊が道路面に到達したものを総称する。

図-1に落石防護工の有無による落石発生件数を示す。

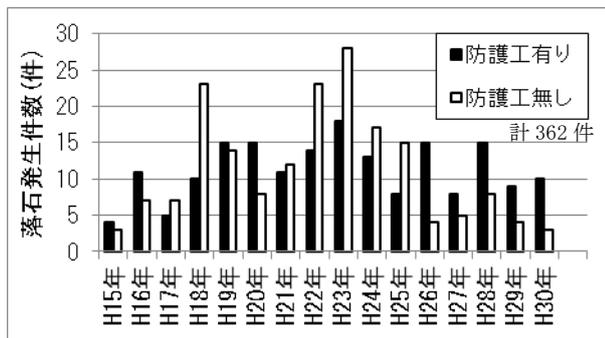


図-1 落石防護工の有無による落石発生件数

落石防護工未設置箇所における落石件数は、全体的に減少傾向である。これは、防護工の整備が進んだことによる未設置箇所数自体の減少が要因であると考えられる。これに対して、防護工設置箇所での落石は毎年、十数箇所程度と変化がみられない。防護工の整備により設置箇所の落石発生率は減少し、一定の効果があるといえるが、一方で機能不足の防護工が存在しているものと推定できる。

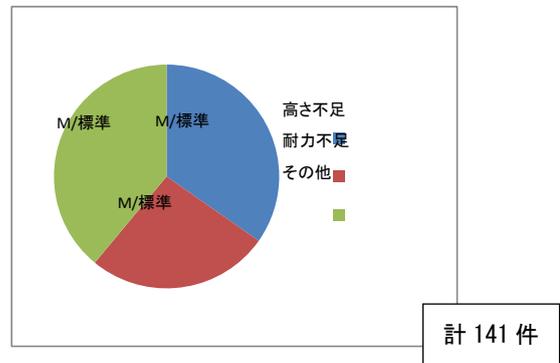
落石防護工が十分に機能せず落石する要因として大きく以下の3つに分類できる。

- ・ 耐力不足 (落石防護工を突き抜ける)
- ・ 高さ不足 (落石防護工を飛び越える)
- ・ その他 (落石防護工をすり抜ける、はみ出す他)

落石防護工設置箇所における防護工の機能不足による落石の内訳を図-2に示す。これによれば、高さ不足に起

因する落石が約35%と最も多く、次いで耐力不足26%、その他39%となっている。

図-2 機能不足による落石の内訳



3. 落石事例

落石事象発生時には、落石の発生源調査や周囲斜面の踏査を行う。落石の樹木への衝突痕、斜面内に残存するクレーター等の落石通過痕から、落石発生源と経路を特定するとともに、落石の原因や現状の安定度から、今後の対応策のとりまとめを行う。

ここで、落石発生事例を報告する。

(1) 落石径が大きく耐力不足により落石した事例

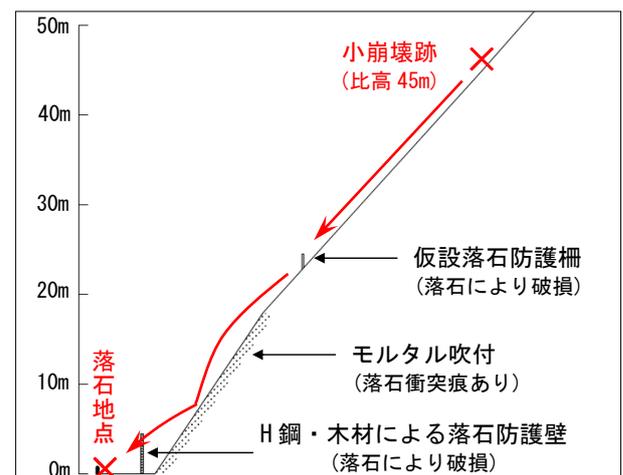


図-3 落石斜面断面図1

落石は1.0×0.5×0.5m程度の岩塊1個とφ0.3~0.5m程度の岩塊3個からなり、図-3のように道路からの比高45mの新しい小崩壊跡から抜け落ち、下方斜面に設置されている対策工を突き破り、道路の山側車線に落下、転動した後に停止した。

(2) 落石径が小さく高さ不足により落石した事例

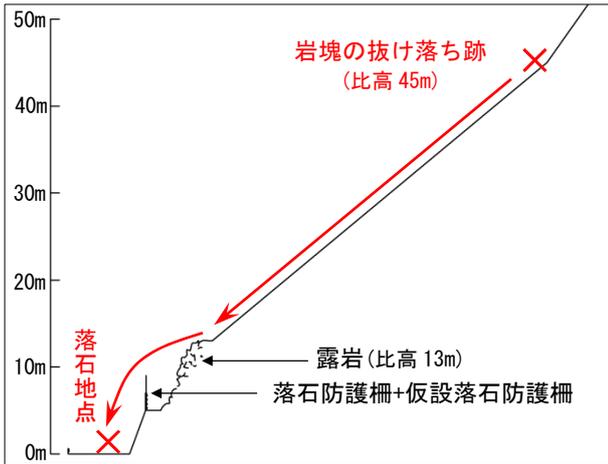


図-4 落石斜面断面図 2

落石は長径 0.1~0.3m の岩塊 6 個程度であり、図-4 のように道路からの比高 45m の斜面から抜け落ち、道路の山側車線に落下、転動した後に停止した。

落石斜面には高さ 2m の落石防護柵に加え、その上部に高さ 2m の仮設落石防護柵が設置されている。落石は、道路からの比高 13m 付近の岩盤を跳躍台として落石防護柵を飛び越え道路上に落下した。

4. 落石径毎の落石発生頻度

図-5 は、図-2 に示される 141 件全ての落石について、発生頻度を落石径毎に示したものである。これによれば、落石径 0.2~1.2m での発生が多く、同区間での発生頻度は 73% 程度に及ぶ。

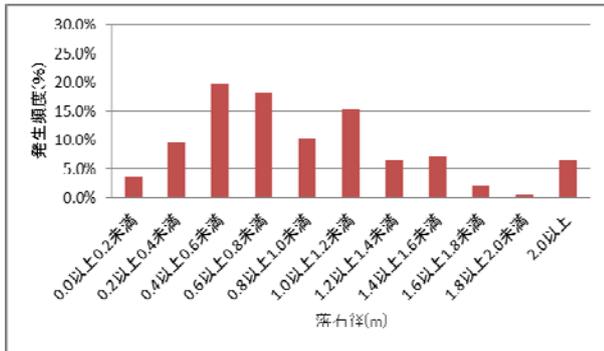


図-5 落石径毎の落石発生頻度

また、耐力不足に起因した落石発生頻度を図-5 に追記したものを図-6 に、同様に高さ不足に起因した落石発生頻度を追記したものを図-7 に提示する。

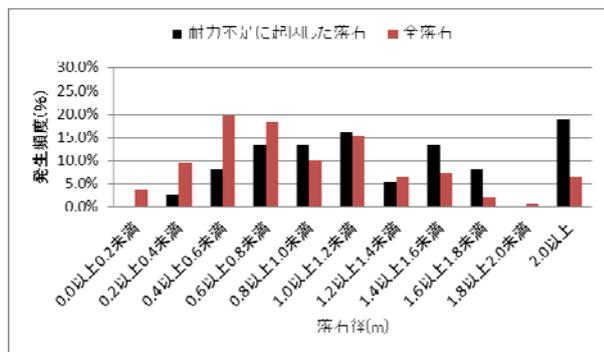


図-6 落石径毎の落石発生頻度(耐力不足に起因する)

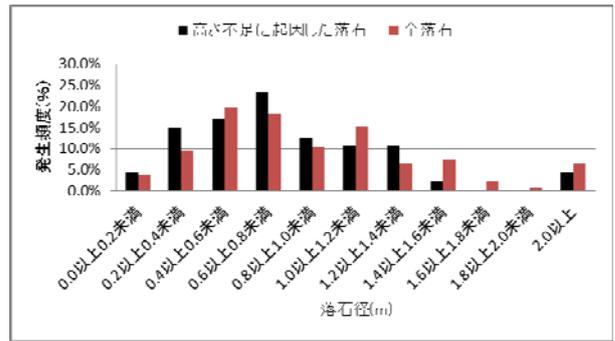


図-7 落石径毎の落石発生頻度(高さ不足に起因する)

図-6 によれば全落石で落石径 0.2~1.2m で 73% 程度の発生頻度を示す結果であったのに対し、耐力不足に起因した落石の場合は、同区間で 54% 程度の発生頻度に留まることが確認された。また落石径 1.8~2.0m を除く 1.4m 以上に限定すれば、全落石よりも耐力不足に起因した落石の方が、発生頻度が高くなっている。落石径が大きいほど、エネルギーが大きく耐力不足に起因した落石を生じやすいと考えられ、特に落石径 1.4m 以上でその傾向が読み取れる。

また図-7 によれば、全落石で落石径 0.2~1.2m で 73% 程度の発生頻度を示す結果であったのに対し、高さ不足に起因した落石の場合は、同区間で 79% 程度の発生頻度に達することが確認された。落石径 0.4~0.6m を除く 1.0m 未満に限定すれば、高さ不足に起因した落石の方が全落石と比べ、発生頻度が高くなっている。落石径が小さいほど跳躍高が高く、高さ不足に起因した落石を生じやすいものと考えられ、特に落石径 1.0m 未満でその傾向が読み取れる。

5. おわりに

近年は落石実験やシミュレーション等の技術により、効果的な対策施設の計画が行われるようになってきた。しかし、先に挙げた落石記録のとおり、対策施設が設置されているに関わらず、年間 10~20 件程度の落石が発生している。このうち防護工の高さ不足に起因する落石が 35%、耐力不足に起因する落石が 26% を占めている。

また、防護工の高さや耐力と落石径には、以下に示す傾向があることがわかった。

- ①径が大きいほどエネルギーが大きく、耐力不足に起因した落石を生じやすい。特に径 1.4m 以上の転石は耐力不足による落石要因となりやすい。
- ②径が小さいほど跳躍高が高く、高さ不足に起因した落石を生じやすい。特に径 1.0m 未満の転石は高さ不足による落石要因となりやすい。

今後は、これまで得た知見を活用し、また更なる研鑽に励み、落石対策施設の計画立案に役立てるよう努める。

《引用・参考文献》

- 1) 公益財団法人 日本道路協会:「落石対策便覧」, 平成 29 年