

落石防護における安全とリスクに関する一考察

金沢大学 正 榎谷 浩
東京コンサルタント 正 若林 修

1. まえがき

落石問題や対策を考える上で、また現実問題として防護構造物を設計・建設する場合に、荷重の設定（作用の設定）は重要であることは議論するまでもない。重要でありながら、作用が不明瞭な場合も多く、結果として安全性やリスクについて不明な場合が多いのが現状であり、写真-1に示すような大規模な破壊が生じることもある。地震や津波などの自然災害では、よく想定内、想定外といった言葉を耳にする。落石防護における想定とは、一般に計画者や設計者が設定する荷重条件である。条件自体も一般的には知られていないのが現状である。それは常に不確定さを持っている。橋梁などの構造物では、荷重作用として自動車荷重、列車荷重はかなり明確であり、地震荷重でも兵庫県南部地震波のように客観性があり専門家も一般の人も理解できる。一方、落石問題では、その現場での落石のエネルギー、衝撃力などの設定に大きな不確定性がある



写真-1 落石により破壊したロックシェッド

ため、安全性について明確でない場合もあると考えられる。ここでは、安全とリスクについて改めて考えてみたいと思う。

2. 安全とリスク

安全に関する規格を導入するためのガイドラインである ISO/IEC Guide51¹⁾によれば、安全 (safety) は、「容認できないリスクがないこと」と定義されている。また、リスク (risk) は「危害 (harm) の発生確率とその程度の組み合わせ」そして危害は「身体的障害あるいは健康障害、または財産や環境が受ける被害」と定義されている。当然ながら安全には絶対安全は存在せず、必ずリスクがある概念であることが理解できる。表-1は危害の発生確率と危害の大きさ

表-1 リスク評価マトリックス

Probability of Occurrence of Harm	Severity of Harm			
	Catastrophic	Serious	Moderate	Minor
Very Likely	High	High	High	Medium
Likely	High	High	Medium	Low
Unlikely	Medium	Medium	Low	Negligible
Remote	Low	Low	Negligible	Negligible

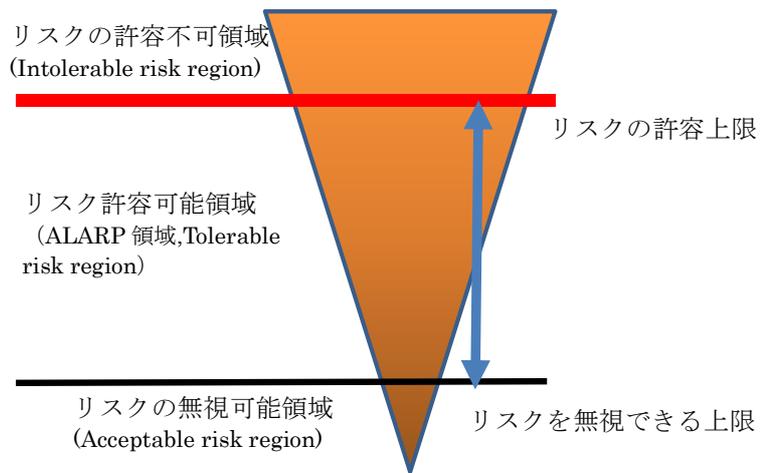


図-1 リスクのキャロットダイアグラム

キーワード 落石, 安全, リスク

連絡先 〒920-1192 金沢市角間町 金沢大学 環境デザイン学系 Tel 076-234-4603 mail masuya@kenroku.kanazawa-u.ac.jp

よりリスクを評価するリスクマトリックスを示したものである²⁾。赤は高リスク、青が中程度のリスク、黄色が低リスク、緑は無視できるリスクを示している。

リスクの受け入れ境界を決めるための安全要求原理の一つに ALARP 原理(As Low As Reasonable Practical)が知られている³⁾。リスクは達成可能な限りできるだけ低くしなければならないという原理である。リスクを無限に小さくするために、一般には資金が無限に費やされる。この原理では非常に高いリスクは避けるべきと考えられているが、あるリスク以下は許容可能と考える。この許容可能領域は ALARP 領域と呼ばれている。図-1は、ALARP 原理によるリスクを図示したものである。その形よりキャロットダイアグラムと呼ばれている。

3. 落石問題における安全とリスク

落石問題では、落石の発生源の特定が容易な場合と容易でない場合がある。また、発生源を特定した場合には、落石が防護を必要とする箇所に到達するのか、到達した場合にはどのようなエネルギーでどの位置であるかといったことがリスクに相当する。このリスクは当然、事象(危害)の発生確率とその組み合わせにより決まり経済的な指標も含まれると考えるのが合理的であろう。表-2は表-1に倣って作成した落石のリスクマトリックスである。過去のデータや現場の状況また落石シミュレーションなどを用いてこのリスクを決定することになる。これに従ってそのリスクが低くできれば無視し得るレベルまで下げような防護対策を講じることが普通の方法であると

表-2 落石のリスクマトリックスの例

発生確率	被害の程度			
	A. 甚大	B. 深刻	C. 中程度	D. 軽微
1. よく発生する	大	大	大	中
2. 起こり得る	大	大	中	低
3. まれに起こる	中	中	低	無視し得る
4. 発生しないと考えられる(可能性は否定はできない)	低	低	無視し得る	無視し得る

考えられる。しかしながら、最初に述べたように完全なる安全は存在しないので、表-3に示すようにたとえばロックフェンスなどの防護対策後にも無視し得るレベル以外のリスクがあるのが普通であると

考えられる。この例では発生確率の低いが甚大なあるいは深刻な被害を与えるリスクと起こり得る確率の落石に対して軽微な被害を与えるリスクが残っていることになる。

表-3 防護対策後の落石のリスクマトリックスの例

発生確率	被害の程度			
	A. 甚大	B. 深刻	C. 中程度	D. 軽微
1. よく発生する	無視し得る	無視し得る	無視し得る	無視し得る
2. 起こり得る	無視し得る	無視し得る	無視し得る	低
3. まれに起こる	低	低	無視し得る	無視し得る
4. 発生しないと考えられる(可能性は否定はできない)	低	低	無視し得る	無視し得る

4. あとがき

ここでは落石問題における安全とリスクについての考察を報告した。ここで述べたリスクをトータルとしてどの程度受け入れるのか、リスクの精度を高めていくこと今後の防災対策で重要な事項であると考えている。

謝辞

この問題について村石 尚氏(東亜グラウト工業(株))より非常に示唆に富む議論を賜った。厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) ISO/IEC: Guide 51 Safety aspects - Guidelines for their inclusion in standards, ISO/IEC, 1999.
- 2) ANSI: Technical Report for Machine Tools, American National Standards Institute B11. TR3, 2000.
- 3) The Health and Safety Executive: Reducing risks protecting people, HSE, 2001.