



## 落石対策

### 6. 講座を終えるにあたって

松尾 修 (まつお おさむ)

国土交通省国土技術対策総合研究所危機管理技術研究センター 地震災害研究官

平成14年1月から8回にわたって掲載された本講座では、道路や鉄道などの斜面災害の中でも土砂崩壊とともに発生頻度の高い落石について解説してきた。執筆委員会では、学会員の中でもこの分野に携わった経験のない方々を主な読者層と想定し、できるだけ基本的な事項を整理することを基本方針としたつもりである。落石現象はその発生時期が突発性であり、かつ発生場所や落下経路も不確実性が高いことから未解明な点が多い。したがって落石対策技術は、力学的な合理性を備えた技術によってのみ構成されているわけではなく、経験的な面も多く用いられていることがうかがわれたことと思う。

講座を終えるにあたって、今後の進展が期待される技術的課題を列挙することとしたい。

#### (1) 調査

落石の調査でまず第一に行わなければならないことは、落石の発生する可能性のある場所を特定することである。このためには、従来から行われている現地踏査に加え、概査のレベルで広域的にそのような場所を絞り込むためのリモートセンシング技術の向上が望まれる。また、斜面上に存在する落石の不安定度は現在のところ専門技術者の判断により評価されているが、定量的に評価する技術の開発も望まれる。また、落石の可能性のある岩塊が多数散在しているような斜面では、対策を計画する際に現地調査結果に基づき、設計対象となる岩塊を特定しているのが現状である。後述するように、規模および頻度が不確実な落石を対象とする落石対策工の設計法は、最近の耐震設計法のように限界状態設計法などの性能設計に移行することが望まれることから、落石の調査でもそれに対応して、「供用期間中に1,2度発生し得る落石荷重」と「きわめてまれに発生し得る落石荷重」を設定できる方向での定量化を目指す必要もありそうである。このことは対策工設計の合理化にもつながる。

#### (2) 外力評価

対策工のうち特に防護工の設計においては、落石外力(運動エネルギー)を与える必要がある。その評価にあたっては、岩塊の大きさ、落下高さ、落下経路、落下中のエネルギー減衰、跳躍高さなどの多くの不確実性を考慮に入れる必要がある。このうち前者二つについては上で触れたが、後者については事例検証の積重ねと改良による落石シミュレーション技術の信頼性向上と、不確実性に対しては信頼性設計の概念を取り込むことを目指す必要があると思われる。なお、落石シミュレーション技

術の適切な利活用のための調査研究資料が最近刊行された<sup>1)</sup>。本講座の著者の多くが参画したものであり、参照していただければ幸いである。

#### (3) 対策工

最近、落石対策の分野でも新たな対策工の導入が進んでいる。防護工では対策工の塑性変形によるエネルギー吸収能力を積極的に取り込もうとする工法、予防工では高耐久性の素材の活用や施工性の向上のための工夫などが目立っている。今後も一層の技術開発が望まれる。同時に、このような新技術の普及促進を図るための環境の整備も望まれるところである。

対策工の設計法に関しても、防護工については衝撃特性のさらなる解明や限界状態設計など性能設計法への移行が期待される。また、落石防護工を施す現場では崩土の可能性も高い現場が多いことから、崩土の外力特性の解明も必要である。予防工については対象とする岩塊の不安定度を定量的に評価する技術を高めるのが先決と思われる。

#### (4) 対策計画

災害の起こる可能性のある斜面の数は膨大であり、これらをすべて対策工により防護することは現実的にきわめて困難である。このため、実際には通行規制のようなソフト対策も併用されている。少なくとも現時点では「絶対」安全の対策はとり得ないことを認識すれば、災害リスクを最小化するための対策手段の組み合わせや要求する安全度などを適切に設定するための方法論を改めて整理する必要があると考えられる。このような観点も含めて、斜面のリスクマネジメント手法の開発に関する研究プロジェクトが進められている例がある<sup>2)</sup>。その成果が期待される。

最後に、それぞれの御担当の分を限られた紙数の中で手際よくまとめていただいた著者の方々ならびに適切な御指摘をいただいた講座担当委員各位に対し深く謝意を申し上げます。

#### 参考文献

- 1) 鈔日本道路協会：落石対策便覧に関する参考資料—落石シミュレーション手法の調査研究資料—, 2002.
- 2) 三木博史：岩盤・斜面崩壊のリスクマネジメント技術の開発, 土木学会誌, Vol. 87, pp. 37~40, 2002.

表-6.1 講座「落石対策」掲載一覧表

回数	表題・内容	執筆者	掲載号・ページ
1	1. 講座を始めるにあたって	松尾 修	平成14年 1月号, 39~44
	2. 落石対策の概要	松尾 修	
	2.1 落石とは 2.2 落石災害の実態 2.3 落石対策の概要	池田 憲二 村石 尚	
2	3. 落石の調査	中筋 章人 上野 将司	2月号, 55~60
	3.1 調査の目的と手順		
	3.2 概査手法		
	3.3 精査手法		
	3.4 維持管理調査としての動態観測 3.5 今後の課題		
3	4. 落石運動のメカニズムと予測	古賀 泰之 右城 猛 小村 辰彦	3月号, 68~73
	4.1 はじめに 4.2 斜面上の落石運動のメカニズム		
4	4.3 落石運動の予測	榊谷 浩 佐々木 哲也 倉岡 千郎 古賀 泰之 三木 茂	4月号, 48~53
	4.3.1 経験則による方法		
	4.3.2 数値シミュレーションによる方法 4.3.3 今後の課題と展望		
5	4.4 落石の防護工への設計外力	古賀 泰之 榊谷 浩 今野 久志	5月号, 41~46
	4.4.1 概説		
	4.4.2 衝撃力のメカニズム 4.4.3 衝撃力の予測 4.4.4 今後の課題		
6	5. 落石対策の実際	内藤 邦夫 村西 隆之	6月号, 43~48
	5.1 落石予防工の概要		
	5.1.1 予防工の種類と機能・特徴		
	5.1.2 予防工の計画・設計・施工		
	5.1.3 その他の留意事項・今後の課題		
	5.2 落石予防工の設計・施工事例		
5.2.1 除去工, ワイヤロープ掛工等の設計・施工事例			
5.2.2 斜め航空写真を利用した設計・施工事例			
5.2.3 岩塊の状態に応じた対策の選定			
7	5.3 落石防護工の概要	今野 久志 佐々木 哲也 榊谷 浩 池田 憲二	7月号, 55~60
	5.3.1 防護工の種類と機能, 特徴および使い分け		
	5.3.2 落石防護工の設計法		
8	5.4 落石防護工の設計・施工事例	村西 隆之 小俣 新重郎 國領 信男	8月号, 41~46
	5.4.1 大規模落石に対するロックシェッドの応急対策		
	5.4.2 路線選定とロックシェッドによる落石対策		
	5.4.3 多段式落石防護柵と擁壁による対策事例		
	5.5 落石対策工以外の対策事例		
6. 講座を終えるにあたって	松尾 修		

本講座の担当委員：

三木 茂（リーダー）、井上祥一郎、岡村未対、  
佐藤亜樹男、重野喜政、杉山友康