

落石対策施設の性能設計・性能検証

西 弘明



我が国の道路は、国土の相当部分が急峻な地形で脆弱な地質が広く分布しているうえ、多雨多雪地帯に属しており、さらに世界でも有数の地震国であることなどから、道路防災対策上厳しい環境におかれています。このような条件のため落石災害が発生することも少なくありません。近年では、平成28年熊本地震や令和元年6月の山形県沖の地震においても、落石等が発生し、いくつかの路線が通行止めとなりました。

落石等による災害を防止するためにとり得る手段の一つとして、ロックシェッド等の落石対策施設の設置があります。それらの設計・施工を行う上で現場技術者が参考にすることができるように、既往の知見や資料が体系的に整理されてきたのが「落石対策便覧」(以後、便覧)であり、平成29年に10年以上ぶりの改訂が行われました。主たる改訂点に、性能設計の枠組みの導入と実験的検証法の記述が挙げられます。

平成21年以降に改訂された現行の道路土工指針においては、性能設計の枠組みについて記述されていましたが、落石対策に関係する「切土工・斜面安定工指針」においては、明確な性能設計の枠組みの導入については見送られていました。その後、平成27年に「道路土工構造物技術基準」が策定され、切土・斜面安定施設、盛土、カルバート等の道路土工構造物の設計についても性能設計の枠組みが法的に定められました。落石対策については、斜面安定施設の一つとして位置付けられていることから、改訂便覧にも技術基準における記載を踏まえ、落石対策施設の要求性能、性能照査等の考え方が記述されました。

一方、規模が比較的大きな落石等にも対応可能となる様々な形式の落石対策施設の開発が近年進められています。それらは従来用いられてきた落石対策施設とは構造あるいは使用材料が大きく異なり、既往の設計法の適用が不可能であることなどから、開発者が独自に実施した実験、あるいは、これと数値解析等の組み

合わせにより、技術(製品)開発が行われてきました。製品としては、対応可能な落石エネルギー(運動エネルギー)の大きさより、例えば、〇〇〇kJタイプというような形で示されています。それらの実験の規模や条件は独自に設定されており、同じ〇〇〇kJタイプであっても、同レベルの性能が確保されているのか、単純に比較可能なのか、等の判断が困難な状況でした。改訂便覧には、新技術・新工法の導入に対応するために、落石の作用に対する照査方法として、理論的方法や、経験・実績から妥当とみなせる方法に加え、実験による性能検証法が示されました。

実験による性能検証として、実物大の供試体を用いた実験が原則とされているほか、落石の衝突条件等の標準的な数値や基本的な考え方が示されています。ここで、実物大実験に関し、橋梁等でも実施されていないのではないかという意見がありましたが、既往地震における被災事例等も踏まえ幾度も設計手法や数値解析手法が見直されてきている橋梁とは比較にならないものと考えられます。また、示されている標準の数値等を満足しているかチェックすることが照査なのかといった質問を受けたことがありますが、これらは上述のように性能比較も可能となるように設定した、実験における基本的な統一的事項です。現地に設置される落石対策施設の形状寸法や落石の作用条件がこれらと同じであることは望めませんので、現地条件に対応した性能は別途示せなければなりません。設計にあたっては、想定する落石の作用によって生じる落石対策施設の状態が、要求性能に応じて設定された限界状態を超えないことを照査することになります。

寒地土木研究所では、落石対策施設の設計から維持管理等に関する技術開発に取り組んできており、成果の一部は改訂便覧等にも反映されています。今後も落石災害の防災・減災に寄与できるよう研究、および研究成果の普及を推進していきます。