



落石対策工の種類および高エネルギー吸収型落石防護工について

● はじめに

日本は国土の約 3/4 が山地であること、他国に比べて台風、大雨などの自然災害が発生しやすいこと、全世界で起こったマグニチュード6以上の地震の約2割が日本周辺で発生するほどの地震大国であること、などの理由により落石発生のリスクが高い国と言えます。

落石が発生した場合、道路が落石による通行止めで復旧に時間がかかったり、通行中の車や人に衝突することで人命が失われるなど、甚大な被害が生じる可能性があります。そのため、落石による被害から人命や社会インフラを護る落石対策工の重要性は高いといえます。

今回は、落石対策工の種類と落石対策工の中で近年、技術開発が進んでいる高エネルギー吸収型の落石防護工である「高エネルギー吸収型落石防護柵工」、「高エネルギー吸収型ポケット式落石防護網工」について紹介します。

● 落石対策工の種類

落石対策工は『落石予防工』と『落石防護工』の大きく2つに分類されます。

『落石予防工』は、斜面内の浮石や転石を除去、あるいは斜面に固定するもので、落石発生源からの落下を予防する工法です。『落石予防工』の工種としては、「ワイヤロープ掛工」、「除去工」、「根固め工」、「接着工」等が挙げられます。

『落石防護工』は、斜面の途中や道路際、道路上に施設を設置し、斜面から落下する落石の直撃から道路等を保護する工法です。『落石防護工』の工種としては、「落石防護柵工」、「ポケット式落石防護網工」、「落石防護棚工」、「落石防護擁壁工」、「ロックシェッド工」等が挙げられます。また、「落石防護柵工」、「ポケット式落石防護網工」には高エネルギー吸収型と呼ばれる工法もあります。



ワイヤロープ掛工の例



ポケット式落石防護網工の例



強靱防護網の施工例



マクロフェンスの施工例

● 落石エネルギーの算出

『落石防護工』が対象落石に対して適用可能かどうかを検討するためには、落石エネルギーを算出する必要があります。落石エネルギーは、以下の式により算出することになっています。

$$E = (1 + \beta) \left(1 - \frac{\mu}{\tan \theta}\right) m \cdot g \cdot H$$

E : 落石の全運動エネルギー
 β : 回転エネルギー係数 (0.1としてよい)
 μ : 等価摩擦係数
 θ : 落石発生源から衝突位置までの平均斜面勾配
 m : 落石質量
 g : 重力加速度
 H : 落石の落下高さ

落石の形状が一辺 2m の直方体、等価摩擦係数 $\mu = 0.35$ 、斜面勾配 $\theta = 45^\circ$ 、単位体積重量 2.6 t/m^3 、落下高 $H = 30 \text{ m}$ の条件で落石エネルギーを算出した場合、
 $E = 1.1 \times (1 - 0.35 / \tan 45^\circ) \times 2^3 \times 2.6 \times 9.8 \times 30$
 $= 4372.4 \text{ kJ}$

となります。

● 高エネルギー吸収タイプの適用範囲拡大

以前は、「高エネルギー吸収型落石防護柵工」の対応落石エネルギーは 1500kJ 程度、「高エネルギー吸収型ポケット式落石防護網工」の対応落石エネルギーは 750kJ 程度でした。そのため、落石エネルギーがこれより大きい場合、「ロックシェッド」や『落石予防工』で対策する必要がありました。

しかし、現在では技術開発が進み、より大きい落石エネルギーに対応可能な高エネルギー吸収型の『落石防護工』が数多く登場しています。以下に一例を示します。

強靱防護網は落石エネルギー5000kJに対応可能な「高エネルギー吸収型ポケット式落石防護網工」です。また、マクロフェンスは落石エネルギー5000kJに対応可能な「高エネルギー吸収型落石防護柵工」です。これらの工法は実物大実験を行い、その性能を確認しています。

これらの高エネルギー吸収型の『落石防護工』の登場により、これまで「ロックシェッド」や『落石予防工』でしか対応できなかった規模の落石に対しても対応可能となりました。

● おわりに

対象となる斜面の状況、落石発生源となる転石・浮石の形状や数等によって、最適な落石対策工は異なります。現地条件に応じて、落石対策工を組合せ、計画することが重要です。

《参考資料》・落石対策便覧 平成 29 年（公益社団法人 日本道路協会）
・落石対策便覧 平成 12 年（社団法人 日本道路協会）

（発行）株式会社 昭和土木設計（岩手県紫波郡矢野町流通センター南4丁目1番23号 Tel 019-638-6834 Fax 019-638-6389）

弊社は道路・河川・橋梁等の計画・設計、BIM/CIM、i-Construction、GIS、ITソリューション等の業務を行っています。
“なんでもインフォ”のバックナンバーは <https://showacd.co.jp> をご覧ください。