

落石対策便覧改訂に伴う ジオロックウォール工法Q&A集

ジオロックウォール工法協会

Q1. 落石対策便覧の改訂目的と主な内容は？

A1. 改訂目的と主な改訂点は以下のとおりです。

落石対策便覧が17年ぶりに改訂されました。前回の改訂から、道路土工構造物技術基準や維持管理の分野で新たな法令が制定され、落石対策の工法や製品も多様になりました。特に高エネルギー吸収柵の製品が増加したことで、新しい技術の性能設計への対応が求められていました。今回の改訂は、新しい法令への対応、技術水準の向上、新技術の導入への対応を目的としています。

主な改定内容は以下のとおりです。

- (1) 性能設計^{※1}の枠組みの導入
- (2) 従来型構造物^{※2}の慣用設計法^{※3}の適用範囲の明確化
- (3) 落石防護施設の性能照査^{※4}としての実験的検証法の記述
- (4) 新しい知見等を踏まえた設計法の導入
- (5) 維持管理の記述の充実

※1 性能設計：Q3 参照ください

※2 従来型構造物：慣用設計法により設計された構造物で長年の蓄積により所定の性能を確保する構造物

※3 慣用設計法：旧落石対策便覧に記載されているような従来から慣用されてきた設計法

※4 性能照査：目的・要求・性能など性能規定に対して、適切な手法によって、その性能が満足されることを照査すること

Q2. 改訂内容において、ジオロックウォール工法直接の関連事項はありますか？

A2. 関連事項は以下のとおりです。

ジオロックウォール工法に直接関係することでは、「第5章 落石防護施設の設計 5-10 落石防護土堤および溝」に「補強土等を用いて急勾配の盛土を構築し土堤自体の変形により落石のエネルギー吸収を図る工法」として、ジオロックウォール工法の断面が記載されました（落石対策便覧 p.243-244）

「図-5-45 補強土を用いた落石防護土堤の例」（ジオロックウォール断面図）

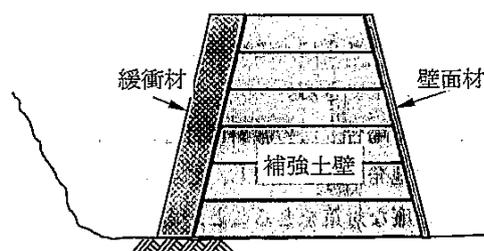
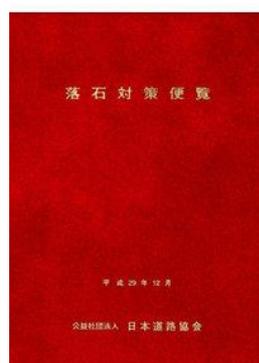


図5-45 補強土を用いた落石防護土堤の例

Q3. 性能設計とはどのようなものですか？

A3. 落石対策施設を設計する際に、施設に要求される性能を明示し、その施設が性能を保持していることを照査する設計法をいいます。

想定される作用（落石）に対して安全性、使用性、修復性の観点から道路土工構造物の重要度を踏まえて、要求性能（性能1から性能3）を設定して設計照査を行います（落石対策便覧 p.104）。性能設計とは、構造物などに求められる性能のみが要求され、その性能と信頼性を満たす設計を行なう手法です。

使用する材料などは、自由裁量となることで、高い技術力が要求されます。一方、地域特性や自然環境を踏まえた設計が可能となり、新しい材料の導入や新技術の開発とともに公平な競争が確保され、コストも削減されると言われています。

Q4. 性能設計で落石対策施設に求められる要求性能（性能1から3）はどのような性能ですか？

A4. 落石対策施設は道路土工構造物の斜面安定施設の一つに位置づけられています。

道路土工構造物の要求性能は以下のとおりです。

性能1：落石防護施設は健全、または、落石防護施設は損傷するが、当該区間の道路としての機能に支障を及ぼさない性能（安全性、使用性、修復性すべてを満たす性能）

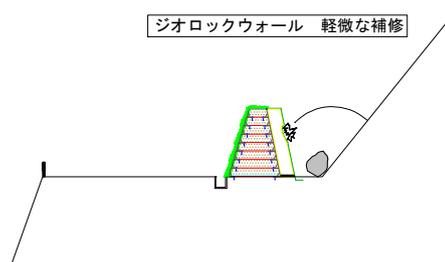
性能2：落石防護施設の損傷が限定的なものにとどまり、当該区間の道路の機能の一部に支障を及ぼすが、すみやかに回復できる性能（安全性および修復性を満たす性能）

性能3：落石防護施設の損傷が、当該区間の道路の機能に支障を及ぼすが、致命的なものとならない性能（安全性を満たす性能）

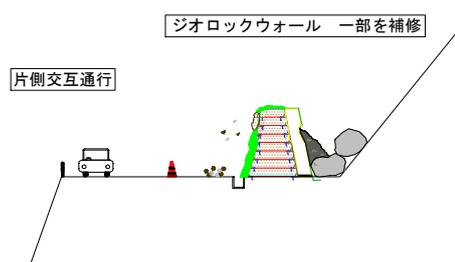
（落石対策便覧，p.146）

ジオロックウォール工法の各要求性能のイメージ図

〔性能1〕



〔性能2〕



〔性能3〕



Q5. 落石の作用に対する照査はどのように行いますか？

A5. 照査方法には、(1)理論的な方法 (2)経験・実績から妥当とみなせる方法 (3)実験による性能検証法があります。その性能検証に関しては、「客観性・信頼性確保のため、公的な第三者機関の認証、確認を得ることが望ましい」とされています（落石対策便覧 p.147-149）。

補強土を用いた土堤については、実験等により検証された適用範囲を確認した上で、実験等により検証された手法や仕様により設計を行う必要があるとされています（落石対策便覧 p.246）。

Q6. ジオロックウォールの設計法は、改訂内容の照査方法に則した設計法と言えますか？

A6. ジオロックウォールの設計は、衝撃荷重を等価な静的荷重に置き換えて、簡易すべりモデルを用いた安定計算により行っています。これは、既往の実物大実験や模型実験により得られた知見を簡易設計法に適合させた理論的な照査方法であり、改訂内容による照査方法に合致します。設計法については、(社)地盤工学会発刊「落石対策工の設計法と計算例」第10章落石防護補強土壁の設計に詳細に設計法が記載されており、第三者機関が確認している設計法です。

ジオロックウォール工法は、(1)理論的方法による照査法による設計法と言えますが、(2)経験・実績から妥当とみなせる方法においても、多くの落石・土石流などの災害を抑止しており、設計を大きく上回る落石エネルギーを確実に受け止めた観点から、設計の安全性が確認できております。また、工法開発から約20年の実績（事例500件以上 総延長23,300m以上）からも、経験・実績から妥当とみなせる方法と同程度の信頼性があると言えます。



Q7. ジオロックウォールは、落石の作用に対して落石防護施設としての要求性能を満足しますか？

A7. 落石防護施設の要求性能は、落石作用時において性能2を満足する必要があります（落石対策便覧 p.143 表 5-1 想定する作用に対する落石防護施設の要求性能の例より）。性能2とは、落石後ジオロックウォールの損傷が限定的なものにとどまり、当該区間の道路の機能の一部に支障を及ぼすが、すみやかに回復できる性能のことです。

ジオロックウォールの設計法は A6. で述べたとおり、衝撃荷重（落石の作用）を等価な静的荷重に置き換えて簡易すべりモデルを用いた安定計算により行っています。設計は、堤体の抵抗力が落石衝撃力以下になるように照査しており、阻止面に「へこみ変形」があるものの、設計の範囲であれば、継続して使用できる性能を有しています。この観点から、落石防護施設として性能1を満足できるものとも言えます。

Q8. 設計でジオロックウォール工法と比較されるのは、高エネルギー吸収柵ですが、高エネルギー吸収柵は落石対策便覧の改訂によりどのような影響を受けますか。また、設計の考え方などジオロックウォール工法と高エネルギー吸収柵との違いについて説明してください。

A8. これまで多くの高エネルギー吸収柵が開発され、その性能は実証実験の結果により各メーカーが決め性能保証型として提案されていました。しかし、実証実験の方法など明確に決められたものがなかったのが実状で、今回の落石対策便覧の改訂により設計の考え方、防護柵の高さ、作用荷重、限界状態および照査、実験方法や実験結果のとりまとめについて、詳細な内容が記載されました。(落石対策便覧 p170~p182) 下記にこの主な記載内容について、ジオロックウォール工法と高エネルギー吸収柵の構造や設計法の内容を比較します。

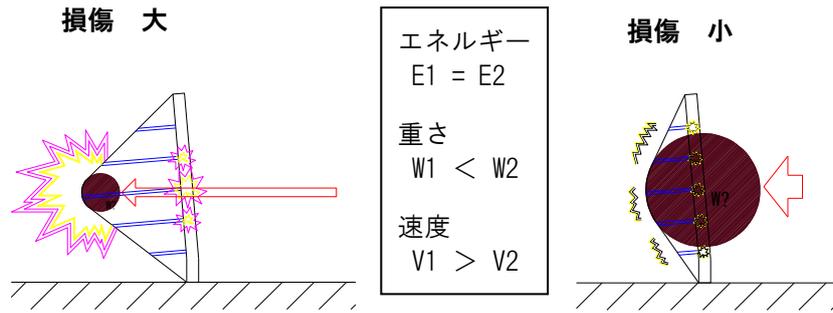
(1) 路側に設置する場合には、落石衝突時に防護柵の突出が道路空間の安全性を損なわないことを確認する。(落石対策便覧 p172)

ジオロックウォール工法	高エネルギー吸収柵
A7.に記載したように、ジオロックウォール工法の設計法に従い安全性を満足することは、落石が衝突しても道路側においてはほとんど変形を起こさないこととなります。路側に設置しても道路空間には影響を及ぼさない工法と言えます。	構造部材が変形するなどしてエネルギーを吸収する構造であるため、道路空間に影響をしないように、設置個所・範囲等の設定を行う必要があります。

(2) 落石防護柵の必要高さ h は、特に対象とする落石が大きくなっている実態等を踏まえ、落石衝突高に落石の半径以上、かつ少なくとも 0.5m 程度の余裕高を設けるのがよい。(落石対策便覧 p176)

ジオロックウォール工法	高エネルギー吸収柵
ジオロックウォールの計画において、必要壁高は、落石衝突高に落石半径さらに余裕高 0.5m を加えた高さにしており、高エネルギー吸収柵に比べ余裕のある設定で壁高を決めています。	落石対策便覧記載図 (p177 図 5-13)

(3) 設計に用いる落石エネルギーは想定する落石の大きさ、形状、斜面の特性を踏まえて設定する。一般には「1-5-4 落石の運動エネルギー」で述べられている式 (1-5) により求めてよい。既往の研究によれば、同一の運動エネルギーを有する落石であっても、落石の質量が小さく速度の大きいものの方が落石防護柵への損傷の程度が大きいという報告がある。(落石対策便覧 p177) (落石の大きさによる防護柵への影響については下図イメージ図参照)



ジオロックウォール工法	高エネルギー吸収柵
ジオロックウォールの設計法は、落石の荷重に対する堤体の抵抗幅に落石の大きさを反映して設計を行っています。	実験による性能実証型の高エネルギー吸収柵は、重錘の衝突速度を 25m/s 以上としなければならなくなり、厳しい条件をクリアする必要があります。