

山間部道路における小規模落石対策施設の検討

(株)吹上技研コンサルタント 堀部 翔

1. はじめに

山間部道路の崩壊斜面付近において、設計延長 14m の小規模な落石防護柵の詳細設計を実施した。設計区間は尾根の先端付近に位置しており、わずか 14m の区間でも斜面形状が様々に変化する。

そこで本業務では、落石対策便覧による設計手法に加えて、落石シミュレーションを実施することで、現場に適した設計となるよう配慮した。また、出来上がり全体イメージの確認と自身の技術力向上を目的として、3次元モデル及び4Dシミュレーションを作成した。

2. 現地状況

設計区間は幅員 4~5m の山間部道路が存在し、斜面は道路建設時の切土により急勾配を呈していた。切土斜面の一部が崩壊しており、仮設防護柵(高さ約 5m、延長約 5m)、大型土のうにより応急的な復旧がなされていた。

また隣接区間は山裾に落石防護柵(擁壁基礎)が設置されていた。

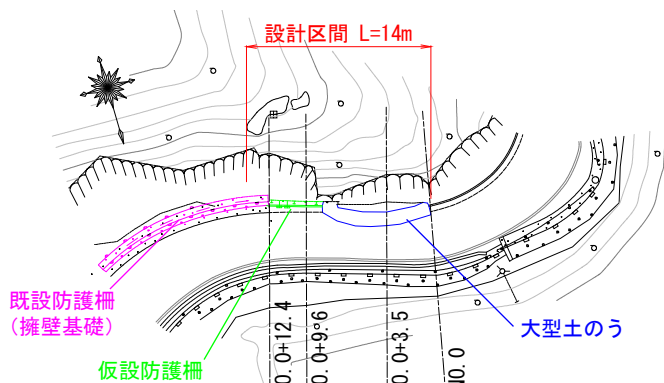


図-1 現地状況平面図



図-2 現地写真

3. 対策工法

対策工法は、隣接区間に落石防護柵(擁壁基礎)が設置されているため、落石防護柵とすることを基本とした。

落石防護柵(擁壁基礎)による対策は、尾根まで掘削が生じるため、現実的でない。よって対策は、基礎の設置時に掘削が生じない、鋼管杭式落石防護柵を選定した。

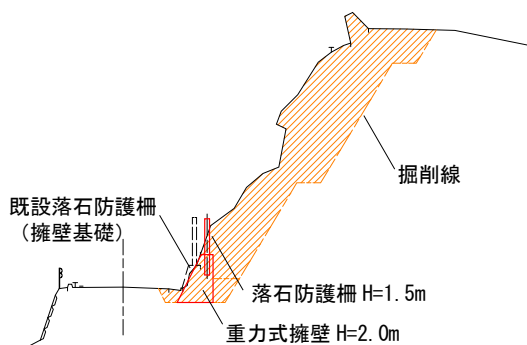


図-3 落石防護柵(擁壁基礎)検討図

4. 検討事項

(1) 落石条件及び検討結果

現地調査を実施したところ、斜面中の落石発生源の浮石径よりも斜面裾の落石径のほうが大きかった。

設計区間の斜面高は最高でも 10.1m と比較的低いため、斜面裾に落下している落石の最大径が遷急線から落下することを想定した。

落石対策便覧に基づき、各断面の落石エネルギーを算出した結果、NO.0+12.4が最大の落石エネルギー(49.9kJ)となった。また、NO.0+12.4で鋼管杭式落石防護柵の柵高を算定した結果、柵高は 4.5m となった。

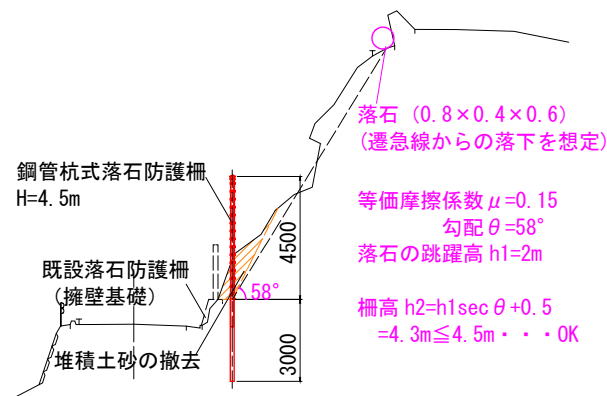


図-4 鋼管杭式落石防護柵検討図 (NO.0+12.4)

(2) 配置計画

図-5の通り、配置条件を考慮して平面位置を決定した。

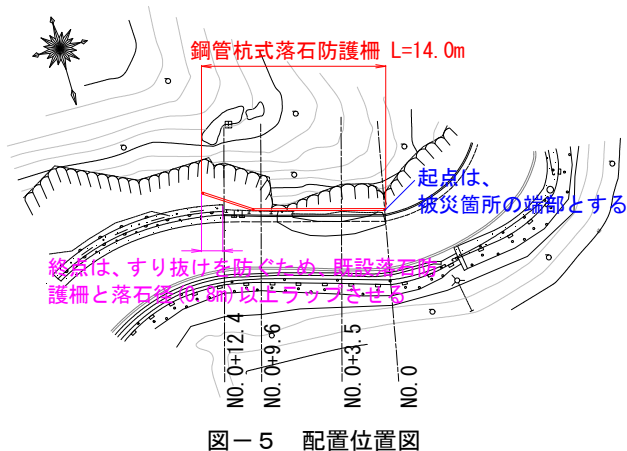


図-5 配置位置図

(3) 各断面における柵高照査

(1)、(2)を基に鋼管杭式落石防護柵を配置し、各断面の柵高を算出した結果、NO.0+3.5、NO.0+9.6、NO.0+12.4において4.5m、NO.0において5.5mとなった。

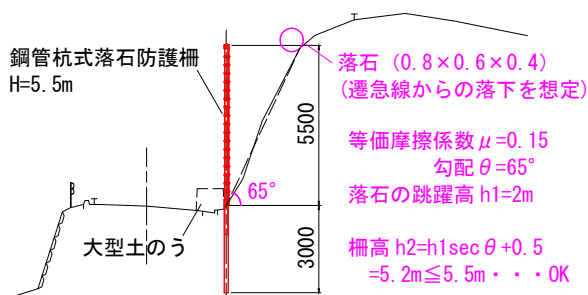


図-6 鋼管杭式落石防護柵検討図 (NO.0)

NO.0は設計区間の端部であることに加えて、柵高を5.5mにすると、遷急線まで覆うほどの高さとなる。

遷急線から発生する落石に対して柵高5.5mを確保することは、過大と考えられることから、NO.0で落石シミュレーションを実施した。結果を図-7に示す。

図-7より、全てのケースで柵高4.5mの余裕高以下で落石が捕捉可能と算定されたため、柵高4.5mを一連に配置する計画とした。

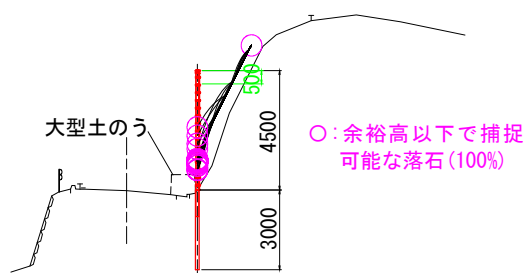


図-7 シミュレーション結果 (NO.0)

5. 3次元モデル作成

出来上がり全体イメージの確認と自身の技術力向上を目的として、3次元モデル及び4Dシミュレーションを作成した。

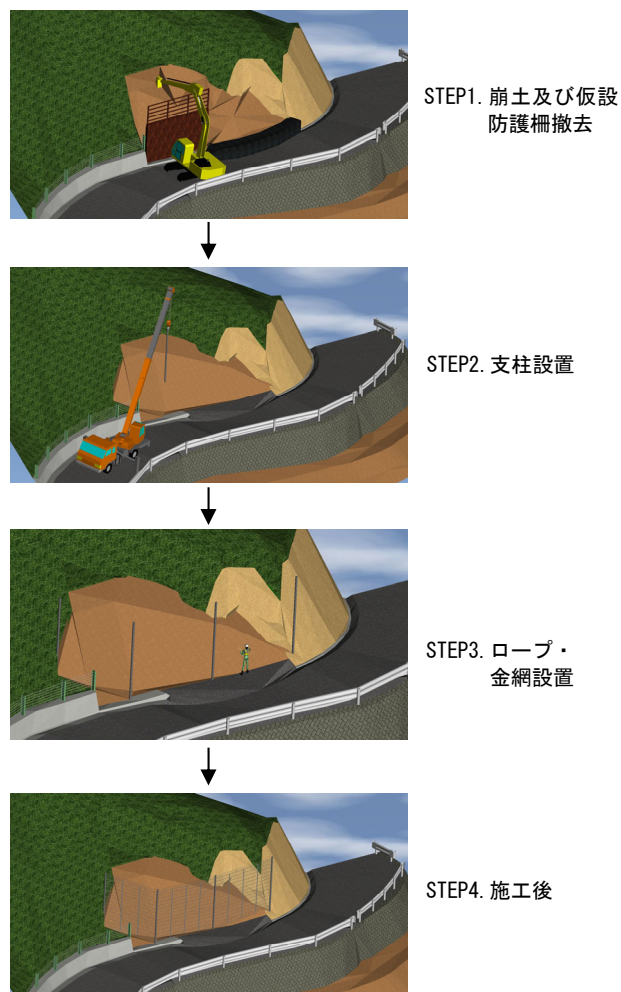


図-8 4Dシミュレーション

6. まとめ

設計区間の一部の断面では、落石対策便覧により算定される柵高と実際の地形を考慮した落石シミュレーションにより必要と判断される柵高は乖離していた。

落石対策便覧の柵高を算出する式も重要であるが、本業務のような急勾配かつ落下高の低い斜面においては落石シミュレーションにより柵高を確認することも有効である。

本業務を通して、小規模な設計においても工夫を凝らし、基準書等と現地状況を踏まえて最適な設計を実施することが重要であると学んだ。また、3次元モデル及び4Dシミュレーションが、施工イメージの具体化に繋がることを実感した。モデルの作成にあたって、2次元の設計図面から対策工の仕上りを具体的に想像することが難しかったため、今後も積極的に3次元モデルや4Dシミュレーションを作成し、感覚を養っていきたい。