

緩衝材に発泡スチロールを使用した落石覆い工の改良実施計画

東京コンサルタンツ㈱ 正会員 村西 隆之
正会員 ○ 勘田 益男
矢野 洋明

1. 地質調査結果と対策立案 一般国道156号中、富山県東砺波郡庄川町小牧地内で落石覆い工の改良計画を行った。対象斜面の岩質は新第三紀中新世の火砕岩類から成り、開口亀裂が発達している。急崖が山頂部まで連続し、部分的に直交する亀裂でサイコロ状岩塊が剝離落下した箇所もみられ、早急な対策が必要とされた。そこで、図-1に示す手順で対策を立案した。覆い工の弱点を考慮し、①除去→②固定→③緩衝→④補強→⑤路線変更の順序で対策を選定した。

2. 対象荷重の設定 現地調査の結果、予想される落石の最大規模は5m×2m×1m (W=26tf) 程度であったが、過去にこの規模の落石記録はなく、落下中に分解する可能性が高いため、対象荷重とするには過大と考えられ、過去の落石規模が1.5tf～2tfであることから、落石重量を2tfとした。

落石の危険性が高い斜面は、火山礫凝灰岩が露頭する急崖部である。急崖の高さが最高となる位置は覆い工の南側で、覆い工天端から急崖頂部までの高さ50mを落下高と設定した。落石荷重はW2tf-H50mとした。

3. 設計方針 既設覆い工の落石荷重はW1tf-H20mで、現地状況に適合していないと判断された。設定した落石荷重に耐えうる構造とするには、大規模な補強が必要となる。しかし、施工性、経済性および緊急性を考えると、既設覆い工の有効利用が前提となるので覆い工到達までに、落石エネルギーを吸収し、衝撃力が最小限となるように配慮しなければならない。そこで、山腹斜面での緩衝対策を施し、その耐力を上回る落石荷重に対して覆い工の補強を検討した。

表-1に示すように緩衝工法として緩衝柵を用い、緩衝効果の不足分は、覆い工の補強工法として発泡スチロールによる緩衝材の改良で対処した。

4. 発泡スチロール利用の経緯 これまで覆い工の上には落石衝撃力を緩衝させるため、砂・碎石または山土砂が敷かれてきた。しかし、砂の緩衝効果には下記のような問題が指摘されている。

- 1) 大きい落石に対して十分な緩衝効果を得るには、厚さ90cm程度を必要とし、死荷重の増大やコストの面で不合理である。
- 2) 近年、設計荷重以上の大きい落石が予想される箇所の防災対策が要求されているが、有効かつ安価な対策がなく、既設の覆い工では、構造の変更を伴わない効果的な緩衝材の開発が必要である。
- 3) 砂に替わり得る緩衝材が開発されていない。

上記の問題を解決するために、新材料として発泡スチロールを使用する気運が高まってきた。

発泡スチロールの特徴として、①密度が土砂の1%程度で極めて軽量である、②自立性があり、積み重ねて鉛直荷重を作用させても側圧が生じない、③非吸水性で、水による変質がない、④運搬移動に大型建設機械を必要とせず、人力による積み重ねが可能であるなど、緩衝材として優れている。

以上のことを受けて、発泡スチロールを用いた落石実験が¹⁾日本サミコン㈱他2社において行われ、砂を上回る緩衝効果が確認され、設計式が提案された。

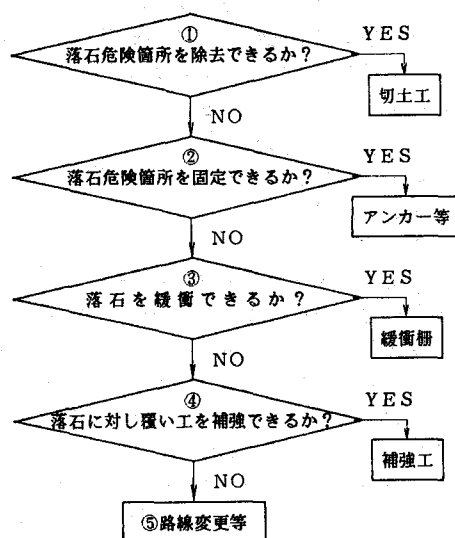


図-1 対策立案のフロー

表-1 対策工一覧表

	上部斜面での緩衝対策			覆工の補強・改良	
	ロックネット工	モルタル吹付工	緩衝棚	部材の補強	緩衝材の改良
説明	急斜面をロックネットで覆い、落石エネルギーを吸収する方法	急斜面をモルタル吹付けとし、落石を予防する方法	下部の緩衝面に緩衝棚を設置し、落石エネルギーを吸収する方法	覆工部材を補強し、耐力を向上させる方法	緩衝材を砂から発泡スチロールにすることによって緩衝効果を向上させる方法
説明図					
特徴	●大規模な崩壊には効果が小さい ●岩の風化が内部まで進行し、十分なアンカーを確保できない。 ●施工が困難であり仮設（索道）の難度や工費に比して防災効果は小さい。 ●施工中の休閑、アンカー設置に伴う落石災害が懸念され、万全を期すには仮設棚が大規模となる。	●表面排水と地山斜面とを遮断する効果はある。 ●内部からの排水処理に留意する必要がある。 ●落石の危険性のある浮石を落とした後に吹付けるべきであるが、浮石除去は困難である。 ●景観上好ましくない。	●岩盤に立脚させることが可能であり、棚の変形によってエネルギーを吸収できる。	●PC構造（プレキャスト形式）であるため、部材を補強し耐力を向上させることは困難である。	●発泡スチロールは緩衝材として、砂を上回る緩衝効果が証明されている。
評価	× 適さない	× 適さない	○ 効果的である	× 困難である	○ 効果的である

5. 結 び 当初の設計荷重より大きい落石が予想される既設覆い工の対策として、発泡スチロールの使用は効果的な方法であった。発泡スチロールは高価（1.8 万円/㎡）であるが、この計画のように使用すれば道路防災上、十分な投資効果が期待できる。

（1）使用方法の提案

1) 既設覆い工に使用する場合

- ①設計を上回る落石が予想される場合 ②スノーシェッドに落石の可能性が生じた場合
③巨岩撤去などで、一時的に落石に対応する場合

2) 新設覆い工に使用する場合

- ①大きな落石が予想される位置で、砂では構造物の耐力が不足する場合

（2）計画上の問題点

1) 新設覆い工で緩衝材に発泡スチロールを使用すると、緩衝効果の向上により覆い工の主構造を小さくすることが可能となり、覆い工主部材を無秩序に縮小される恐れがある。これを防ぐためには発泡スチロールと構造部材の選定に一定の基準を設ける必要がある。基本的には、新設覆い工の緩衝材に、発泡スチロールを積極的に用いることは避けるべきである。

2) 崩落土に対する緩衝効果については今後研究を進めて行きたい。

（3）今後の課題

発泡スチロールは従来の砂に比べて、落石貫入量を考慮した使用量において3～4倍の緩衝効果が確認され、適切に使用することによって道路防災に大きく貢献すると考えられる。しかし、実験データは少なく、崩落土に対する効果も不明であり、解明すべき課題は多い。今後、実験や研究が進展し、設計方針が確立することによって、道路防災の有効な一手法として活用して行きたい。

1)日本サミコン㈱、太陽工業㈱、㈱長野技研：「発泡スチロールの落石による衝撃力の緩衝効果に関する実験報告書」，'90.2