

I - 523

三層緩衝構造を用いたRC落石覆工の試設計

北海道開発局開発土木研究所 正員 佐藤 昌志
 北海道開発局開発土木研究所 正員 西 弘明
 室蘭工業大学 正員 松岡 健一
 (株)構研エンジニアリング 正員 太田越 郁郎

1. はじめに

山岳部や海岸部などの急崖地では、落石災害を防止する目的で落石覆工等が数多く建設されている。落石覆工は、緩衝材として山砂等が設置されているが、敷砂材は経時変化することや、現設計法ではある荷重以上では設計不可能になるなどの課題が指摘されている。このことから軽量で緩衝性能に優れた三層緩衝構造（表層材敷砂、芯材RC版、裏層材EPS）を開発し、種々の大型野外実験を実施してきた。その結果、三層緩衝構造は優れた緩衝特性を有することが明らかとなっている。

本報告は、実規模落石覆工の断面試算を静的2次元フレーム計算により実施し、三層緩衝構造の実覆工への適用について検討を行なったものである。ここでは、主に覆工の頂版厚に着目し、落石対策便覧の例に従った現設計法および単一載荷でかつ有効幅の概念を導入した場合を比較する形で検討を行なっている。

2. 基本設定

本設計では、北海道において多く建設されている箱型断面を有するRC製落石覆工について道路防災工調査設計要領（以下要領と呼ぶ）を参考に試設計を行なった。覆工断面は図-1に示すように、道路規模を第3種2級相当、総幅員（路肩+車道+管理用通路）を9m、建築限界を4.7mと設定している。

なお、基礎形式はN値30程度の地盤を想定して直接基礎とし、覆工背面は水平に裏込めが施されているものとして土圧を考慮している。

3. 試算ケース

各部材の算定条件としては、頂版および壁、柱部の版厚を同じとした（壁、柱部の応力度には余裕がある）場合を考えている。

また、緩衝材としては三層緩衝構造および従来より用いられてきた敷砂単層構造を採用した場合を想定している。断面設計におけるパラメーターとしては、緩衝材底部における荷重の分布幅B、有効幅 ℓ （図-2）、および作用衝撃力（伝達衝撃力）の大きさの3つを考えている。

試算ケースは表-1に示す単位有効幅当りの荷重の等しい①～⑥ケースとした。この中で基本となるのは以下の3ケースである。

ケース⑤：緩衝材として敷砂を用いて現行要領によって設計した場合で、緩衝材中の荷重分散角度は 45° とし、落石荷重は連続載荷させる。

ケース③：同様に敷砂を用いて既往の実験結果を参考にした場合で、緩衝材中の荷重分散角度は $1:0.5$ とし、有効幅は4m（4m間に単一載荷）とする。

ケース②：緩衝材として三層緩衝構造を用いた場合で、作用衝撃力は重錐衝撃力の $1/2$ 倍、荷重分布幅は3m、有効幅は4mとする。

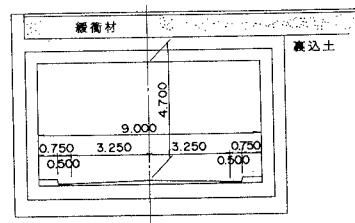


図-1 覆工断面形状

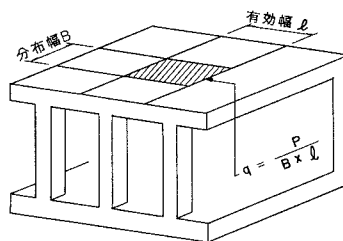


図-2 分布幅および有効幅

落石荷重に関しては50～500tfを想定し、各荷重に対して頂版厚を10cm毎に算出している。

4. 計算結果

計算結果を表-2に示す。表より各ケース毎の比較を行うと、敷砂単層を用いて現要領に従い断面を設計した場合（ケース⑤）には、落石荷重200tf程度という条件で頂版厚は140cmとなる。これは現在建設されている覆工の中でも厚い方と思われるが、さらに、これ以上の落石荷重を想定すれば頂版厚は相当な厚さとなる。

また、既往の実験結果⁴⁾（ケース③）に従うとすれば、同程度の落石荷重に対して頂版厚は90cmとなる。これは有効幅が4mとなるため載荷荷重が現要領に比較して約1/3に低減されるためである。これに対し緩衝材として三層緩衝構造を採用した場合（ケース②）には、さらに作用荷重が1/2となるため、落石荷重500tfを想定しても頂版厚は100cm程度となる。逆に同じ版厚と比較すれば、三層緩衝構造を用いた場合には落石荷重を数百tf程度大きく見積ることが可能となる。このことは、既設の覆工において敷砂に代えて三層緩衝構造を設置することにより、本体構造を補強することなく、設計荷重を大きくできることを意味している。なお、三層緩衝構造を用いた場合に、落石荷重が小さい範囲では頂版厚が一定となっている。これは常時（表中▲印）で断面が決定されており、三層緩衝構造を採用しても、断面が極端には薄くならないことを示している。

5. まとめ

本報告では、落石覆工の新しい緩衝材、三層緩衝構造の適用性に関して、現行の設計法との比較を含めた試設計によって検討を行なった。ある設計条件の下での一試算であるが、本検討結果より以下の事項が明らかとなった。

- 1) 現設計法によれば、ある落石荷重から頂版厚が急激に大きくなる傾向にあり設計が不可能となる。
- 2) 三層緩衝構造を採用することで、荷重が大きい場合でも適切な頂版厚での設計が可能になる。
- 3) 三層緩衝構造は防災点検などで耐荷力不足が指摘された覆工における補強策として有効な手段となる。

しかしながら、落石覆工の設計に際しては荷重評価、有効幅、動的応答値などに課題が残っており、これらを総合的に判断した中で、設計手法を確立したいと考えている。

参考文献

- 1) 北海道開発技術センター：道路防災工調査設計要領（案）落石覆道編，平成2年3月，
- 2) 中野修他：落石覆道における三層構造緩衝システムの開発，土木学会誌，1992. 3，
- 3) 日本道路協会：落石対策便覧，昭和58年7月，
- 4) 岸徳光他：野外実験における敷砂の緩衝性能，構造工学論文集，Vol. 39A，1993. 3，

表-1 試算ケース

試算No.	載荷荷重 (tf)	備考
①	$0.0625 \times P^*$	
②	$0.1250 \times P$	三層
③	$0.2500 \times P$	砂要領
④	$0.5000 \times P$	
⑤	$0.7092 \times P$	砂要領
⑥	$1.4184 \times P$	

*P：落石荷重

表-2 落石荷重と頂版厚 (cm)

落石荷重 (tf) 試算No.	50	100	200	300	400	500	備考
①	▲70	▲70	▲70	70	70	80	
②	▲70	▲70	▲70	80	90	100	3層 分幅 3.0 有効幅 4.0 長さ 0.5
③	▲70	70	90	110	120	130	砂 分幅 0.9 有効幅 4.0 長さ 1.0
④	70	90	120	140	160	180	
⑤	80	110	140	160	210	270	砂 分幅 1.8 有効幅 1.41 長さ 1.0
⑥	110	140	210	330	—	—	