

I-B 159

各種緩衝材を有するR C覆工の試設計に関する考察

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

1. はじめに

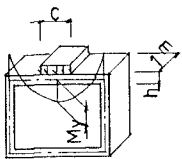
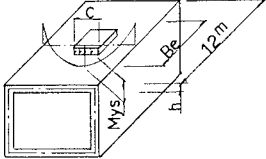
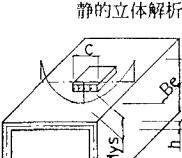
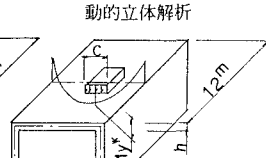
山岳部や海岸部などの急崖地では、落石災害を防止する目的で落石覆工等が数多く建設されている。R C落石覆工の断面力の算定は、落石対策便覧に従い単位奥行幅をもつ静的2次元フレーム計算により実施しているのが現状である。しかしながら種々の大型野外実験や動的解析結果より、衝撃荷重載荷時の挙動は、静的解析結果と異なることが明らかになっている。

本報告は、R C落石覆工の合理的設計を目的とし、主に覆工の頂版厚に着目した断面試設計を行ったものである。断面設計は、1) 現行設計法による場合、2) 各種野外実験結果を参考にした静的解析による場合、および3) 動的3次元特性を考慮した断面力評価法に基づく場合の3ケースについて比較検討している。

2. 設計方法

1) 現行設計法および2) 静的解析は、2次元フレーム解析により断面力を算出するものであるが、断面計算におけるパラメーターとしては表-2に示す荷重分布幅、荷重の載荷幅（有効幅）（図-1）、伝達衝撃力を考慮する。これに対し3) 動的解析は、動的3次元挙動特性を考慮した場合の断面を決定するものである。表-1に示すようにあらかじめ頂版厚に対する有効幅B eと応答倍率 α を求めておき、頂版厚hを仮定して有効幅B eを奥行き幅とするフレーム計算により断面力を算出する。この断面力に動的応答倍率 α を乗じることにより動的立体解析と等価な最大断面力を得る。

表-1 有効幅、応答倍率の算出法（断面方向曲げモーメントM yを例として）

概 念 図		コ メ ン ト
Be の 算 出		静的立体解析による頂版中央の最大曲げモーメントMysと静的解析によるM yとが等価となるような有効幅B eを算出する。 $B e = \frac{M y}{M y s}$ 荷重分布幅Cと頂版厚hで整理する。
		
α の 算 出		3次元の動的特性を考慮できる動的立体解析により頂版中央の応答倍率αを算出する。 $\alpha = \frac{M y *}{M y s}$ 衝撃荷重の継続時間T、荷重分布幅C、および頂版hで整理する。
		

3. 試算ケースと計算結果

断面計算におけるパラメーターは、上記の外に動的解析におけるブロック端部の影響（端部載荷の場合、頂版中央部載荷の曲げモーメントの約2倍になることを想定する）を考慮した計7ケースで計算結果を表-2に示す。落石荷重は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。

緩衝材として敷砂を用いた現行設計では荷重の増加とともに頂版厚が急激に厚くなっている。この場合、落石荷重300tfで頂版厚は160cm程度となり、実設計的には限界に近いものになると考えられる。これに対し、落石荷重を4m（ほぼ柱間隔に等しい）に1個載荷したケースでは、現行設計に比較して載荷荷重が約1/1.4（ $=2 \times 1.414 / 4.0$ ）となるため頂版厚は10～90cm程度に薄くなることがわかる。また、動的解析の結果は中央部載荷時が4mに1個の載荷としたケースより若干小さな値、端部載荷の影響を考慮すると現行設計にほぼ近い値となっている。

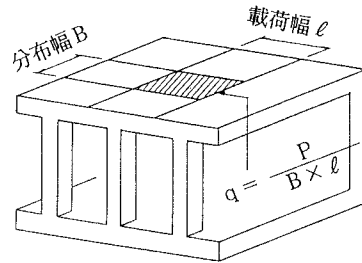


図-1 分布幅および載荷幅

表-2 試算ケースと計算結果

			荷重の分布幅(m)	伝達衝撃力	端部の影響	荷重の載荷幅(m)	有効幅	落石荷重							備考
								50	100	200	300	400	500		
敷砂	現行設計	①	1.8	1.0	——	1.414	——	80	110	140	160	210	270	落石荷重は連続載荷	
	静的解析	②	0.9	2.0	——	4.0	——	70	90	120	140	160	180	落石荷重は4mに1個載荷	
	動的解析	③	0.9	2.0	1.0	——	B e	70	90	110	130	140	150	1ブロック(12m)に1個載荷	
		④			2.0	——	B e	90	110	140	160	200	220	〃	
三層	静的解析	⑤	3.0	0.5	——	4.0	——	▲70	▲70	70	80	90	100	落石荷重は4mに1個載荷	
	動的解析	⑥	3.0	0.5	1.0	——	B e	▲70	▲70	▲70	70	80	80	1ブロック(12m)に1個載荷	
		⑦			2.0	——	B e	▲70	▲70	80	90	100	110	〃	

三層緩衝構造を用いた場合には伝達衝撃力が小さく、かつ荷重分散範囲が広くなることから、頂版厚は非常に薄くなっており、荷重の増加に対する頂版厚の増加の割合も小さいものとなっている。各ケースで比較すると、4mに1個の載荷の場合の結果が動的解析の端部載荷の影響を考慮した場合および考慮しない場合の結果のほぼ中間的な値となっている。

次に、動的解析の結果より比較すると同一落石荷重で頂版厚をみると、三層緩衝構造を用いた場合が敷砂を用いた場合に比較して数十cm薄くなっており、その傾向は落石荷重が大きくなるほど顕著になっている。また、同一頂版厚では三層緩衝構造を用いることにより対応落石荷重は非常に大きくなる。このことは、敷砂を用いた既設覆工で耐力不足が指摘された場合等の対応策として三層緩衝構造を用いることが有効であることを示している。尚、表中で▲印は、常時で断面が決定していることを示す。

4. まとめ

本報告では、緩衝材として三層緩衝構造、および敷砂を用いた場合の静的解析と動的立体解析の比較を試設計にて検討した。ある設計条件のもとでの結果であるが、以下の事項が明らかとなった。

- 敷砂を用いた現行設計では、荷重の増加とともに頂版厚が急激に厚くなる。
- 4mに1個載荷したケースでは、現行設計より10～90cm程度頂版厚は薄くなる。
- 動的解析の結果、4mに1個載荷したケースより若干小さな値、端部の影響を考慮すると、現行設計にほぼ近い値となる。
- 三層緩衝構造を用いた場合、伝達衝撃力が小さく、荷重分散範囲が広くなることから、頂版厚は非常に薄く、荷重に対する頂版厚の増加の割合も小さい。
- 4mに1個載荷した場合の結果は、動的解析の端部載荷の影響を考慮したケースとしないケースのほぼ中間の値となる。
- 同一落石荷重でみると、三層緩衝構造を用いた場合、敷砂に比較して数十cm薄くなる。
- 敷砂を用いた既設覆工で耐力不足が指摘された場合の対応策として三層緩衝構造は有効である。

しかしながら、落石覆工の設計に際しては、荷重の評価、せん断力、端部の補強方法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。