

室蘭工業大学 正員 菅田 紀之  
 室蘭工業大学 正員 岸 徳光  
 開発土木研究所 正員 中野 修  
 室蘭工業大学 正員 尾崎 誠

1. はじめに

現在、落石覆工の設計は、落石対策便覧<sup>1)</sup>に基づいて衝撃荷重算定式により算出された荷重を、緩衝材による分散効果を考慮して等分布荷重に置き換え、静的骨組解析により行われている。しかしながら、実覆道を対象とした衝撃応答解析<sup>2)</sup>によれば、単位奥行きを仮定する骨組解析結果が実測結果とは大きく異なることが明らかになっている。また、立体解析による解析結果がほぼ実測結果と同様の応答性状を示すことも報告されている。このように、覆工構造物の衝撃荷重載荷時の応答評価を行うには、1) 荷重載荷時間が非常に短いため、静的な挙動とは異なることを前提としなければならない 2) たとえ動的解析を行う場合でも構造物のモデル化によっては、値が大きく異なる場合があること、などを考慮しなければならない。

本研究では、落石覆工の合理的な耐衝撃設計計算の簡易手法を確立することを目的として、その一試案について検討を行った。ここでは、設計計算は静的骨組解析法を用いて行うことを前提として考え、動的立体解析によって求められた最大応答時の応答値と静的骨組解析結果が等しくなるように、有効幅の考えを導入することとした。また立体解析により、覆工構造物の衝撃応答特性についても検討を加えている。

2. 立体解析のための解析モデル

本研究では、図-1のような実際に建設されているRC落石覆工を参考にして、解析モデルを門型構造とした(図-2)。頂版、側壁および側柱の部材厚および材料定数は表-1に示すとおりである。断面力の最大応答計算においては、窓の影響を考慮するため側柱部の弾性係数および単位体積重量を7/12に低減している。また頂版上には、緩衝材として90cm厚の砂( $\gamma = 1.8 \text{ t/m}^3$ )が敷いてあるものと仮定している。

落石覆工に作用する衝撃荷重は50tfの集中荷重とし、落石対策便覧<sup>1)</sup>に従って図-3(a)に示すような45°の範囲に分散分布するものと考え、円形の等分布荷重を長方形等分布荷重に置き換えて解析を行っている。また、衝撃荷重の時間方向分布は、図-3(b)のように全載荷時間 $T_0$ が35 msecの台形分布としている。断面設計は最も不利となる位置に荷重を載荷して行うものであるが、荷重の載荷位置は断面力の最大応答計算において図-3(c)のような頂版の四等分点の三箇所としている。

参照構造物では1ブロック12mとして建設されているが、解析では支点部の影響を小さくするため奥行き方向の解析長を30mとし単純支持を仮定している。また、減衰定数は5%としている。

3. 曲げモーメントの最大応答分布

ここでは、1/4、2/4および3/4載荷点に衝撃荷重が鉛直に作用した場合の、各部における正および負の最大応答値を求め検討を行うこととする。各分布図は、荷重が2/4載荷点に静的載荷し立体解析を行った場合の

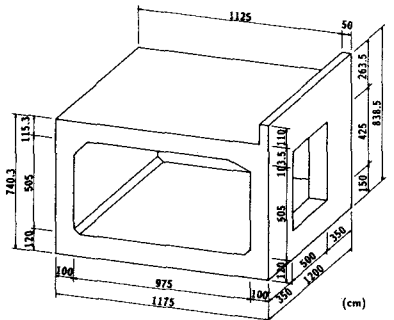


図-1 落石覆工の形状寸法

表-1 部材厚および材料定数

部材	部材厚(m)
頂版	1.1
側壁	1.0
側柱	1.0
弾性係数	$3.0 \times 10^5 \text{ kgf/cm}^2$
単位体積重量	$2.5 \text{ g/cm}^3$

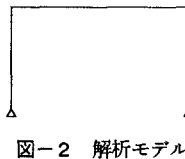


図-2 解析モデル

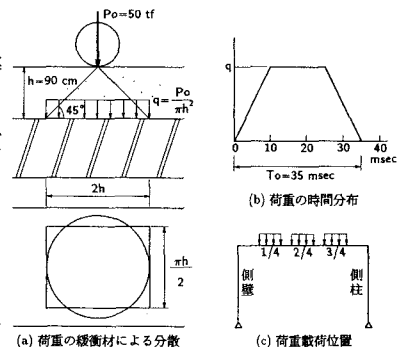
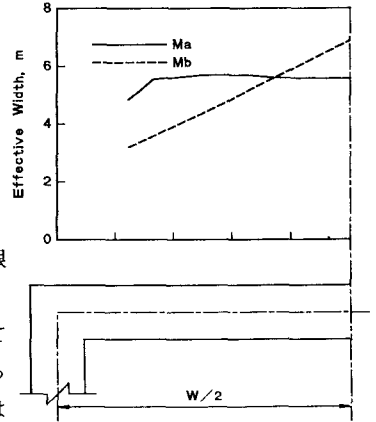
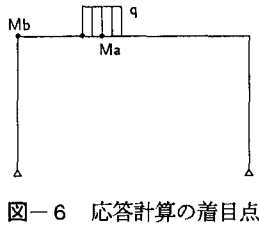
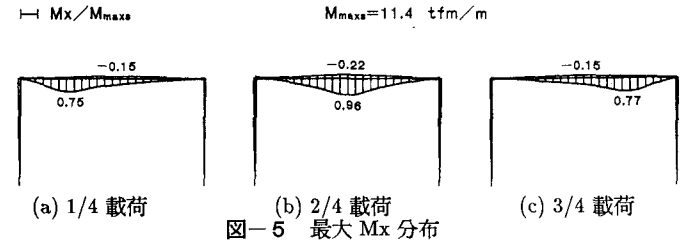
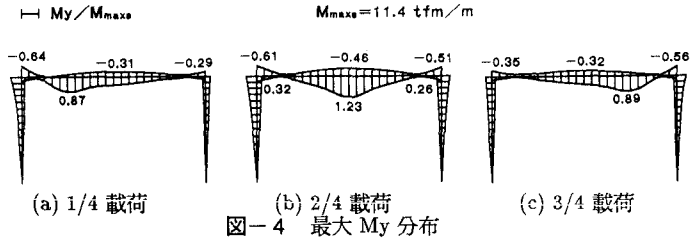


図-3 載荷荷重

幅員方向の曲げモーメントの最大応答値との比で図示している。図-4および5は、曲げモーメントの最大応答値の分布図である。Myは幅員方向の曲げモーメント、Mxは路線方向の曲げモーメントである。

Myの最大応答は、荷重が2/4載荷点に載荷した場合に発生し、静的最大応答値の約1.2倍になっている。Myの負荷状態の応答(静的応答とは異符号の応答)は、正載荷状態の約1/3~1/2の値を示している。Mxの応答は頂版のみで大きな応答を示し、最大値は、Myと同様に荷重が2/4載荷点に載荷した場合に発生し、静的なMyの最大値とほぼ同じでMyの最大値の約8割になっている。負荷状態の応答は正載荷状態の約1/5になっている。



4. 静的二次元骨組解析を行う場合の有効幅

有効幅は頂版の幅(W)、荷重分布幅および荷重載荷位置により異なり、動的には構造物の固有周期と荷重載荷時間の関係によっても異なるものと考えられるが、本研究では図-2および表-1に示す構造に限定し、奥行き方向の有効幅について検討することとする。

有効幅は、奥行き1mの骨組構造にPoが2h(h=0.9m)の幅に載荷している場合の静的結果を立体解析による結果で除すことにより求めている。従って骨組構造に対する荷重強度はq=50/1.8=27.78 tf/mとなる。本研究では荷重載荷位置を0.12~0.5Wまで変化させ、正負の最大曲げモーメント発生位置である荷重載荷点中央での曲げモーメントMaおよび隅角部での曲げモーメントMbにより検討を行っている(図-6)。図-7は解析結果より求められた有効幅である。

荷重載荷点中央での曲げモーメントにより求めた有効幅は、0.18Wから0.5Wの範囲でほぼ5.5mと一定である。隅角部での曲げモーメントにより求めた有効幅は、0.12Wで約3m、0.5Wで7mであり、その間は直線的に変化している。

5. まとめ

本研究では、落石覆工の合理的な耐衝撃設計計算の簡易手法を確立することを目的として、その一試案について検討を行った。その結果、本研究で対象とした程度の落石覆工の耐衝撃設計計算を静的骨組解析法により行う場合には、荷重載荷点での幅員方向の曲げモーメントを立体解析と等価にするために、有効幅として約5.5mを考慮する必要があることを示した。また覆工の立体解析より次のことが明らかとなった。

- 1) Mx(路線方向の曲げモーメント)の最大値はMy(幅員方向の曲げモーメント)の最大値の約8割である。
- 2) Myの負荷状態の応答は正載荷状態の約1/3~1/2の値を示す。またMxの負荷状態の応答は正載荷状態の約1/5の値を示す。

参考文献

- 1) 日本道路協会：落石対策便覧，日本道路協会，1983。
- 2) 中野 修・その他：美幌覆道の衝撃応答解析，土木学会北海道支部論文報告集，第48号，pp.277~282，1992。