

I - 788

片持式覆工の衝撃荷重载荷による最大断面力の包絡線分布解析

清水建設(株)	正 員	竹 村 瑞 元
室蘭工業大学	正 員	松 岡 健 一
北海道開発局	正 員	中 野 修
北海道大学	正 員	三 上 隆

1. はじめに

一般に落石覆工の構造形式は、箱型、門型、L型が主流となっているが、道路が岩壁に接近して設けられている場合には、山（岩）側側壁を岩壁にアンカーし、側壁の剛性を増加させることにより、片持式覆工にすることも可能である。片持式の覆工を合理的に設計するためには、載荷点が特定できないことより最大断面力の包絡線分布図を用いて行わなければならないものと考えられる。しかし、実設計レベルでこのような最大断面力の包絡線分布図作成のための動的立体解析を行うことは容易ではなく、簡略な断面力評価方法の確立が必要である。本論文では、片持式落石覆工の合理的な断面力算定のために、覆工頂版厚を種々変化させた場合の動的挙動解析を行い、断面方向の曲げモーメント M_y およびせん断力 Q_y の最大包絡線分布図を求めることを試みた。数値解析は一对辺単純、一辺固定、一辺自由支持とする片持式の覆工モデルに有限帯板法を適用して立体的に動的応答解析を行っている。本解析に用いられる有限帯板法は面内変形に関しては線形、面外変形に関しては三次放物線関数を仮定して定式化されたものである。

2. 解析モデルおよび材料定数

図-1 に本解析で用いた覆工の断面形状を示している。解析モデルとしては、覆工頂版厚を 0.7, 0.9, 1.1, 1.3 m の 4 ケース設定し、各ケースともに幅員を 10 m、解析上の仮想スパン長を 30 m とする単純片持構造とし、26 に要素分割している。解析はスパン中央部の曲げモーメント M_y およびせん断力 Q_y の応答にのみ注目している。覆工は RC 製を前提としており、その材料定数は弾性係数を $E = 3 \times 10^6 \text{ tf/m}^2$ 、ポアソン比を $\nu = 0.2$ 、単位体積重量を $\gamma = 2.5 \text{ tf/m}^3$ としている。

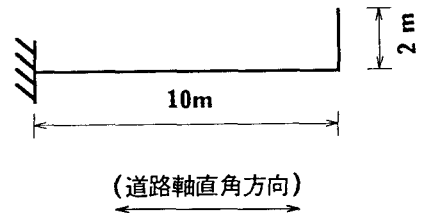


図-1 覆工の断面形状

衝撃荷重は、最大衝撃力を $P_0 = 50 \text{ tf}$ とし、落石対策便覧に従い図-2 のように分散分布するものと仮定している。荷重の時間方向分布に関しては、図-3 のような荷重継続時間 $T = 35 \text{ msec}$ の台形分布、および図-3 と相似な $T = 70 \text{ msec}$ の場合の 2 通り計算を行っている。また、荷重載荷点はスパン中央断面の固定端から自由端まで 1 要素ごと移動させた 19 箇所としている。解析にあたり Fourier 級数の項数を 51 項、全固有値を考慮するモード法を採用し、減衰定数を全てのモードに関して $\zeta_r = 5\%$ と仮定して行っている。実際の覆工では頂版上に緩衝材として現在主に敷砂が設置されているが、敷砂の質量が覆工の最大応答値に与える影響はそれほど大きくないと考えられることから、本解析ではその質量を無視した形で検討を行っている。なお、各解析モデルの低次固有振動周期を表-1 に示した。

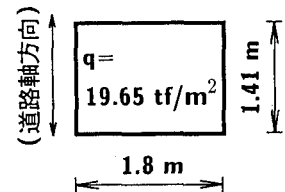


図-2 載荷荷重分布

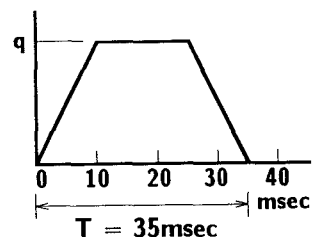


図-3 荷重の時間方向分布

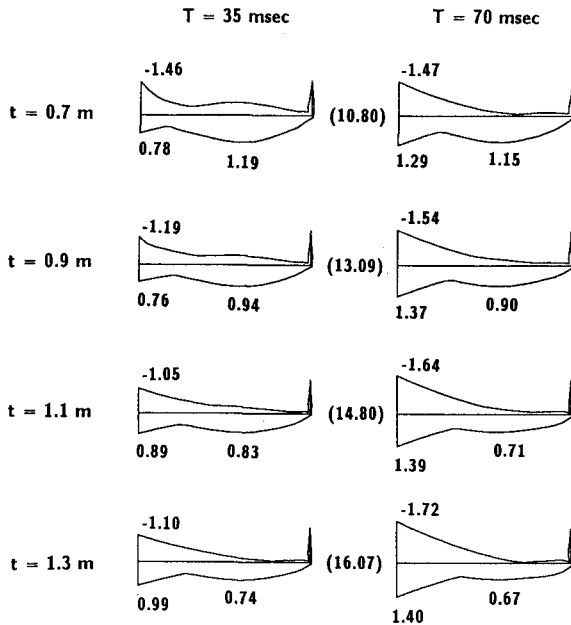
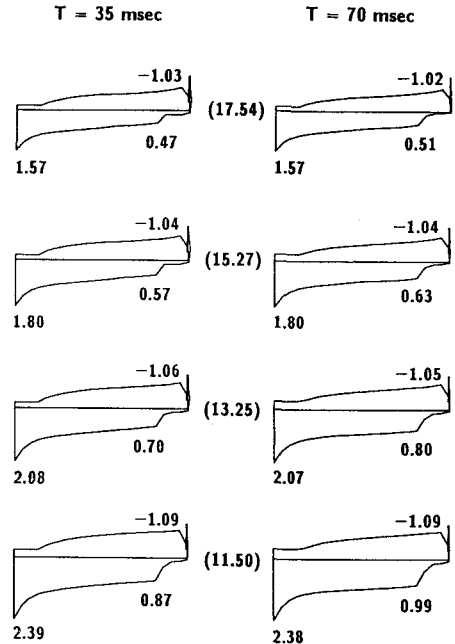
3. 数値解析結果および考察

本研究では、覆工頂版厚を種々に変化させた場合の覆工の動特性への影響をスパン中央部の断面方向の曲げモーメント M_y およびせん断力 Q_y を用い

て行なう。数値解析結果は、荷重を各荷重載荷位置に移動載荷した場合の最大値を結んで得られる最大包絡線分布図の形で整理している。図-4は曲げモーメント M_y 、図-5はせん断力 Q_y の最大包絡線分布である。図中の値は、自由端に荷重を静的に作用させた場合の最大応答値で除した応答倍率の形で示している。() がその基準値である。曲げモーメント M_y に関して言及すると、固定端での応答は $T = 35 \text{ msec}$ よりも $T = 70 \text{ msec}$ のほうが大きな

表-1 低次固有振動周期一覧 (msec)

軸方向次数	m = 1			m = 3		
断面方向モード次数	1次	2次	3次	1次	2次	3次
t = 0.7 m	212.6	59.4	25.2	55.3	29.9	19.5
t = 0.9 m	176.5	44.7	19.7	44.3	25.0	15.3
t = 1.1 m	179.9	35.6	17.2	38.1	21.2	13.0
t = 1.3 m	129.6	29.6	16.3	33.9	18.2	11.9


図-4 曲げモーメント M_y の最大包絡線分布

図-5 せん断力 Q_y の最大包絡線分布

応答を示しているが、断面中央部での応答は $T = 35 \text{ msec}$ のほうが大きな応答を示している。 $T = 70 \text{ msec}$ の場合、固定端での応答は正・負ともに静的最大応答値よりも大きな応答を示し、正で 1.29 ~ 1.40，負で -1.47 ~ -1.72 となっており、覆工頂版厚の大きなケースほど大きな応答倍率を示している。また、中央部での正の応答は 0.67 ~ 1.15 となっており、覆工頂版厚の大きなケースほど応答倍率は小さくなっている。

せん断力に関しては、各ケースとも荷重載荷時間によらず応答倍率はほぼ同程度となっている。正の最大応答は固定端で発生し、1.57 ~ 2.39 の応答倍率を示し、覆工頂版厚の大きなケースほど応答倍率は大きくなっている。負の最大応答は自由端で発生しているが、その応答倍率は -1.03 ~ -1.09 で覆工頂版厚による影響は小さい。

4. まとめ

片持式落石覆工の設計のための断面力算定を合理的に行うために、衝撃荷重を頂版上移動して載荷させた場合の最大断面力の包絡線分布図について頂版の板厚を変化させて整理した。本研究では覆工を立体構造にモデル化し、かつ動的応答解析により結果を整理していることより設計のための断面力算定が従来の手法よりもより合理的になるものと考えられる。