

I-517

RC 覆工の三次元弾性衝撃挙動解析

日本建設コンサルタント(株) 正員 角掛 久雄
 室蘭工業大学 正員 岸 徳光
 開発土木研究所 正員 佐藤 昌志
 室蘭工業大学 正員 松岡 健一

1. はじめに

RC 覆工において、落石による衝撃荷重載荷時の実覆工の動特性や、設計のための断面力分布の決定に関する検討を、これまでスパン中央部断面に限定して簡易な立体解析によって行ってきた。しかしながら、安全かつ合理的な RC 覆工を設計するためには、衝撃荷重の中央部載荷のみならず、任意点に載荷した場合をも考慮した断面力評価法を確立しなければならない。

本論文では、このような観点から、落石による衝撃荷重が RC 覆工頂版上の任意点に載荷した場合の RC 覆工の動特性を明らかにすることを目的として、衝撃解析用汎用プログラムである LS-DYNA3D を用いて弾性衝撃応答解析を行った。

2. 解析仮定

2.1. 解析モデル

数値解析は海側中央部に開口部を有する箱型構造の美観覆道の 1 ブロックをモデルとして行った。本研究では、覆工の任意点に荷重を載荷することとしていることより 1 ブロック全てを要素分割している。その一例として図-1 に中心部載荷時の要素分割状態を示している。重錘落下による実証実験結果より、衝撃荷重載荷時には基礎地盤の影響が少ないことが明らかになっている。これより底版底部の境界条件は端辺を上下方向に拘束することとした。覆工の材料定数はヤング率 $E = 3 \times 10^5 \text{ kgf/cm}^2$ 、ポアソン比 $\nu = 0.2$ 、単位体積重量 $\omega = 2.5 \text{ gf/cm}^3$ と仮定している。なお、減衰定数は 5% としている。

2.2. 衝撃荷重分布

本研究は弾性解析であることより、最大衝撃力 $P_0 = 50 \text{ tf}$ の衝撃荷重が緩衝材によって分散し、部分分布の状態で覆工頂版上に作用するものとして解析を行うこととした。落石による実衝撃荷重は同心円上に分散分布するものと考えられる。しかしながら、解析を容易にするため、ここではこれを断面方向分布幅 C 、軸方向分布幅 $B = \pi C/4$ とする等価な矩形分布に換算して入力することにした（図-2）。また覆工頂版上への載荷状態が緩衝構造によって異なることから、3つの異なる衝撃荷重を対象として検討を行うこととした。本研究で設定した衝撃荷重ケースを表-1 に示す。

3. 解析結果

3.1. 断面方向任意点載荷時の断面力最大値包絡線分布

道路軸方向中央部における載荷状態（中央部載荷）および荷重載荷端部が覆工の道路軸方向端部と一致するような

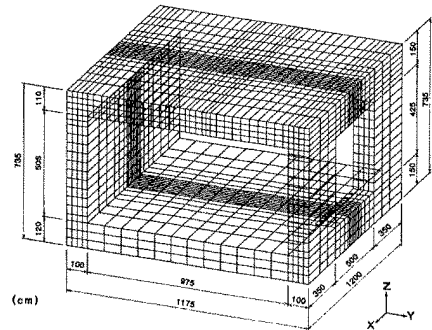


図-1 覆工の形状および
中央部載荷時の要素分割

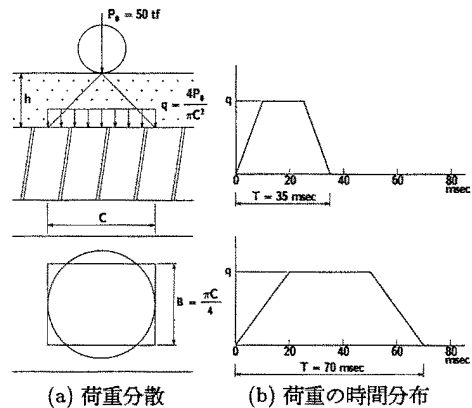


図-2 基本衝撃荷重

表-1 荷重ケース

荷重ケース	断面方向分布幅	軸方向分布幅	載荷時間
ケース 1	$C = 1 \text{ m}$	$B = 0.785 \text{ m}$	$T = 35 \text{ msec}$
ケース 2	$C = 1.8 \text{ m}$	$B = 1.414 \text{ m}$	$T = 35 \text{ msec}$
ケース 3	$C = 3 \text{ m}$	$B = 2.356 \text{ m}$	$T = 70 \text{ msec}$

載荷状態（自由端載荷）において、断面方向任意点に各衝撃荷重を載荷させた場合の各断面力の最大値包絡線分布を図-3に示した。なお、中央部載荷の場合には、 Q_x は荷重の軸方向端部断面の分布であり、他の断面力は荷重中心断面の分布である。また、自由端載荷の場合は My , Mx は荷重載荷中心断面、 Q_y は自由端断面、 Q_x は覆工中央部側荷重載荷端部断面の分布である。図より、頂版部における断面力の分布形状はいずれも荷重の分布幅が小さくなるほど大きくなっていることがわかる。側壁部では荷重の分布幅に関係なくほぼ類似の分布性状を示している。ケース3の My の負載荷状態の分布はほとんど発生していない。各載荷位置における頂版部の断面力を比較すると自由端載荷時は中央部載荷時に比べて My で2倍程度、 Q_y では2倍以上の大きな断面力となっている。

3.2. 頂版中心線上軸方向任意点載荷時の頂版の断面力最大値包絡線分布

衝撃荷重を断面方向中央線に沿って軸方向に移動させて載荷した場合の頂版の断面方向中心点における断面力の最大値包絡線分布を図-4に示した。図の横軸は道路軸方向の中心点からの位置を示している。なお、覆工が道路軸方向中央点に関し対称な構造となっていることより、スパンの1/2

のみを示すこととした。また、 Q_y は荷重の断面方向端部の値を用いており、両側の端部の分布をそれぞれ示している。図より荷重の分布幅が小さくなるに従い大きな分布形状を示しているが、いずれも類似の分布形状となっている。 My , Q_y は軸方向端部近傍で急激な増加傾向を示していることがわかる。

4. まとめ

本研究では、RC 覆工の任意点載荷時に衝撃荷重が載荷された場合の動的挙動を明らかにすることを目的として三次元弾性衝撃応答解析法によって数値解析的に検討を行った。本研究により、衝撃荷重が覆工の任意点に載荷された場合の RC 覆工の動特性を最大断面力の包絡線分布の形で明らかにすることが出来た。分布幅の異なる3つの衝撃荷重を載荷させたが、荷重分布幅が大きくなるような緩衝材を用いる場合には覆工における断面力を大幅に低減できることが明らかになった。ここで得られた包絡線分布は、モデル化した覆工の形状と類似の覆工においてそのまま断面力評価法として活用でき、より合理的な設計が可能になるものと考えられる。

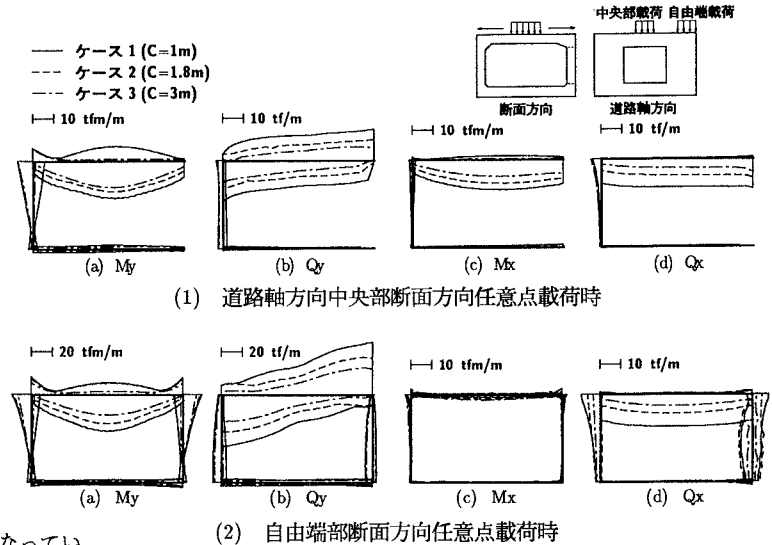


図-3 断面方向の断面力最大値包絡線分布

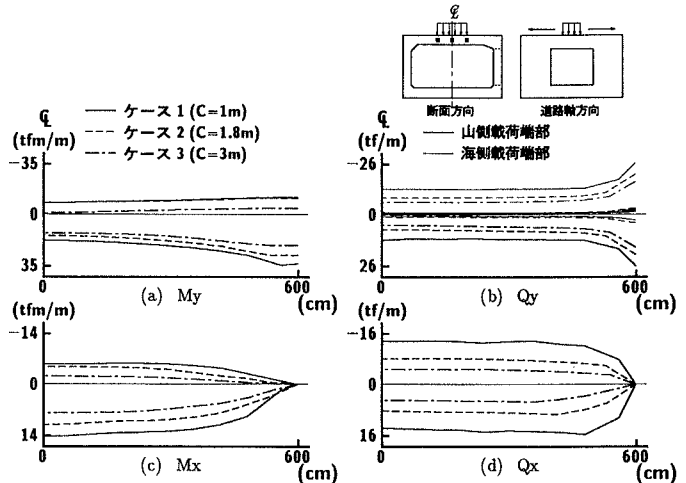


図-4 頂版中心線上軸方向任意点載荷時の頂版の断面力最大値包絡線分布