

I - B188

柱式 RC 覆道の弾性衝撃挙動に及ぼす頂版厚の影響

セントラルコンサルタント(株)	正員	上坊寺実
室蘭工業大学	正員	岸徳光
北海道開発局	正員	今野久志
室蘭工業大学	正員	松岡健一

1. はじめに

RC 覆道の設計は従来、落石対策便覧¹⁾に従って行われている。すなわち衝撃荷重を振動便覧式¹⁾により算出し、これを静荷重として取り扱い、静的問題として解析することにより設計のための断面力の評価を行っている。しかしながら落石覆道は衝撃的な外力を受ける立体構造であることから、設計に当たっては荷重に対する適切な評価とともに弾性的な衝撃応答解析を行い、落石覆道の衝撃特性を考慮した断面力の評価が必要である。著者らは、これまで箱型 RC 覆道に対しては、断面特性を考慮した断面力算定法を提案している²⁾。本論文では、RC 覆道のもう一つの形式である柱式 RC 落石覆道に対して実設計のための基礎資料を得ることを目的として、覆道の断面寸法、特に頂版厚を変化させた場合の衝撃応答解析を LS-DYNA3D を用いて行い、検討した。

2. 解析仮定

本論文で解析に用いた覆道モデルは、国道 228 号に設置されている立岩覆道の 1 ブロックを基本とした。ここではこれを一部簡素化したモデルを要素分割し解析に用いることとした。また要素分割は、解析の精度を確保するために載荷条件により変化させているが、特に応力の変化が大きいと思われる部分で分割数を増加させている。図-1 では緩衝材を敷砂とした場合の覆道軸方向の中央部断面に対して幅員方向任意点載荷時に対する解析に用いた要素分割状態を示す。なおここで用いる座標軸は図-1 に示すとおり、覆道軸方向を X 軸、幅員方向を Y 軸、鉛直方向を Z 軸とした。

覆道の底版は、一般に基礎地盤上におかれており弾性基礎上の扱いとなる。しかしながら、これまでの実験結果より基礎地盤の影響は大きくないことが明らかになっている。これをもとに本解析モデルにおいても弾性基礎を無視し、底版の X 軸方向両側線部を単純支持とすることとした。さらに X 軸方向の端部断面が実際には目地材により縁切りされていることから両端部を自由境界とした。また解析に用いた覆道の材料定数は弾性係数 $E = 3 \times 10^5 \text{ kgf/cm}^2$ 、ポアソン比 $\nu = 0.2$ 、単位体積重量 $\omega = 2.5 \text{ gf/cm}^3$ とした。

本研究では許容応力度法に基づく設計を行うための基礎資料を得ることを目的としていることから、衝撃荷重の最大値は任意に設定できるが、便宜的に 50 tf とした。また衝撃荷重は緩衝材により分散され、部分分布の状態で覆道頂版上に作用するものとして解析を行った。落石による実衝撃荷重は従来同心円上に分散分布すると考えられるが、ここではこれを幅員方向分布幅 C、軸方向分布幅 $B = \pi C/4$ とする円形分布と等価な矩形分布に換算して入力することとした。衝撃荷重の空間分布および時間分布を図-2 に示す。載荷分布幅及び衝撃継続時間は、緩衝構造により異なる。ここでは紙面の都合上敷厚 90cm の敷砂単層を仮定し、衝撃荷重分布幅を落石対策便覧に基づいて $C = 1.8\text{m}$ (敷厚 $\times 2$) と

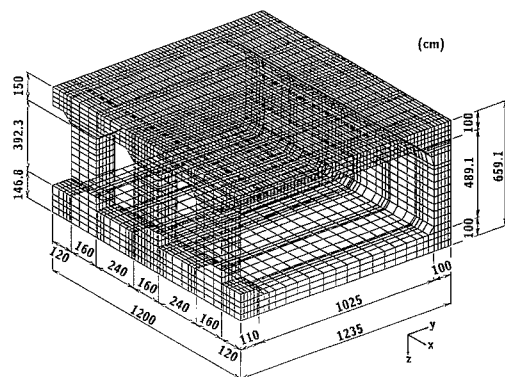


図-1 要素分割状態

キーワード：柱式 RC 覆工，衝撃挙動，弾性解析

連絡先 〒050-8585 室蘭市水元町 27-1 室蘭工業大学 建設システム工学科 Tel 0143-47-3168 Fax 0143-47-3169

し、載荷時間分布を継続時間 $T=35\text{msec}$ と仮定した場合のみの結果を述べる。

3. 解析結果および考察

著者らの過去の研究によれば、三次元衝撃応答解析用汎用コードLS-DYNA3Dを用いた解析により、柱式RC覆道の衝撃挙動を十分評価できることが明らかとなっている³⁾。しかしながら、落石覆道の三次元衝撃応答特性を考慮した実設計を行うためには、覆道の断面寸法、荷重分布幅、荷重載荷位置等の各種設計条件をパラメータとした多量の解析を行い、基礎資料を作成することが必要である。ここでは覆道の断面寸法として覆道頂版部の厚さにのみに着目して解析を行った。具体的には、頂版厚として実設計で用いられることの多い厚さ $70 \sim 130 \text{ cm}$ を参考に $h = 100 \text{ cm}$ を基準とし、 $h = 70 \text{ cm}$ と $h = 130 \text{ cm}$ の三種類を頂版厚として採用した。なお本論文では実設計における断面力評価を前提としているため、LS-DYNA3Dによって得られた要素応力を断面力に換算して評価を行っている。

道路軸方向の中央部断面に対して、幅員方向任意点載荷時の各断面力の最大包絡線分布を図-3に示す。図では断面内側に正值を、外側に負値を示している。また、曲げモーメントは内側が引張となる場合を正值、外側が引張となる場合を負値とする。軸力は引張を正值、圧縮を負値として示している。

幅員方向曲げモーメント M_y の分布は、頂版では中央部および両端部で大きく、柱および側壁部では上部で大きな分布を示している。頂版部の曲げモーメントは頂版厚による影響は少ないが、頂版両端部および柱部、側壁部では頂版厚の影響が現れている。数値的には、頂版部と柱および頂版部と側壁部の両接合部で $h = 70 \text{ cm}$ の値は $h = 130 \text{ cm}$ に比べ 70% 以上大きい。幅員方向せん断力 Q_y は、頂版部では両端部で大きく柱部および側壁部では上部でやや大きい分布を示すものの全体的に小さい。また、頂版厚の影響は柱部および側壁部において $h = 70 \text{ cm}$ の値は $h = 130 \text{ cm}$ に比べ 70% 以上大きな値を示す。しかしながら、他の部分では頂版厚の影響は少ない。幅員方向の軸力 N_y は柱部および側壁部で大きく、頂版厚の増加に従って大きくなっている。

4. まとめ

本研究では、柱式RC覆道の衝撃挙動に及ぼす頂版厚の影響を検討するため、頂版厚を変化させた数種の解析ケースを設定して、衝撃解析用汎用コードLS-DYNA3Dを用いた解析を行った。この結果として、柱式RC落石覆道の三次元特性を考慮した実設計のための基礎資料を得ることができた。

- ・参考文献 1)日本道路協会：落石対策便覧，pp.16～17，1983. 2)岸，佐藤，西，安藤：弾性衝撃応答解析によるRC落石覆工の断面力分布特性，構造工学論文集，Vol.41A，pp.1185～1191，1995. 3)佐藤，岸，今野：柱式RC製落石覆工の衝撃応答特性に関する実証実験，構造工学論文集，Vol.43A，pp.1527～1536，1997.

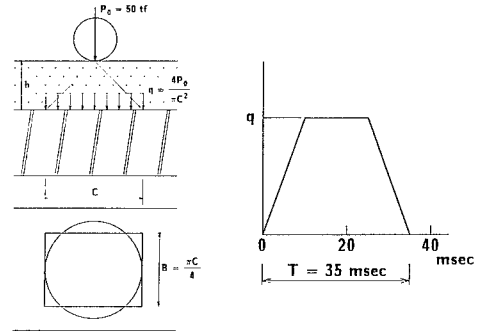


図-2 荷重の分布状況

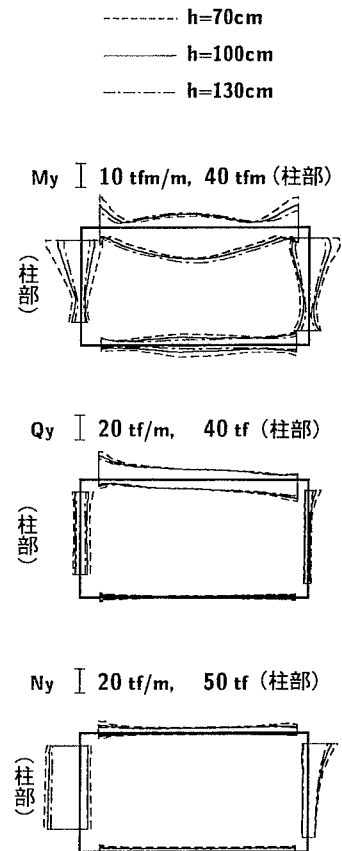


図-3 道路軸方向中央部断面
載荷時の最大包絡線分布