

I-B 147 立体解析に基づいた RC ロックシェッドの設計断面力評価

日本建設コンサルタント（株） 正員 角 掛 久 雄
 北海道開発局 正員 佐 藤 昌 志
 室蘭工業大学 正員 松 岡 健 一
 室蘭工業大学 正員 岸 徳 光

1. はじめに

著者等はこれまで安全かつ合理的な RC 覆工を設計するため、従来のスパン中央部に限定した有限帯板要素法による簡易な立体解析¹⁾から実覆工モデルを用いた三次元衝撃解析用汎用コード DYNA3D による応答解析を行い、覆工の衝撃特性に及ぼす衝撃荷重の分布幅や作用位置の影響を検討してきた²⁾。これによれば衝撃荷重が覆工自由端部に作用する場合には中央部載荷と比較して 1.5 ～ 3.0 倍の断面力となることが示されている。このことから自由端部載荷時の衝撃応答特性を考慮することにより、有効幅の概念を応用した設計手法を用いることも可能であることが分かる。

本研究では、これらの成果を基に落石覆工の実設計のための資料を得ることを目的として、覆工の断面寸法、衝撃荷重分布特性、衝撃荷重載荷位置を変化させた場合の衝撃解析を DYNA3D を用いて行い、落石覆工の衝撃応答特性を検討した。

2. 解析概要

本論文では、落石覆工の実設計に利用するための資料を提示することを目的としていることより、解析のための適切な覆工の形状寸法、特に覆工幅員、長さ、覆工の形式等を設定する必要がある。ここでは覆工幅員、長さ、覆工形式を固定することとし、文献 2) と同様北海道開発局が落石対策のために一般国道 336 号広尾町に建設されている図-1 に示すような美幌覆道の 1 ブロックを基本とした。また、頂版厚は 1.1 m を基本として、さらに 0.7 m、0.9 m、1.3 m と変化させたモデルを用いた。解析のための要素分割は、精度を確保するために載荷位置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。その一例として図-2 に中央部載荷時の要素分割状態を示している。底版底部の境界条件に関しては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かになっていることより、ここでは基礎地盤を無視し底版の端辺を上下方向に拘束している。また、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。衝撃荷重については最大値を任意に設定できるが、便宜的に 50 tf とした。また衝撃荷重の空間分布、時間分布とも文献 2) と同様の条件を採用した。これらの条件を選定した意義についても文献 2) に詳しいので、ここでは省略し、分布状況及び荷重ケースをまとめて、図-3 及び表-1 に示す。

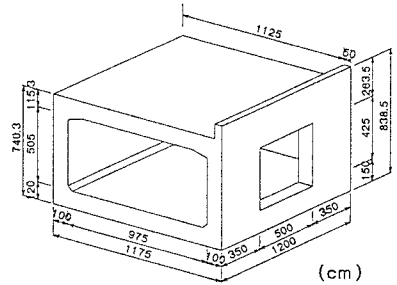


図-1 美幌覆道の 1 ブロック

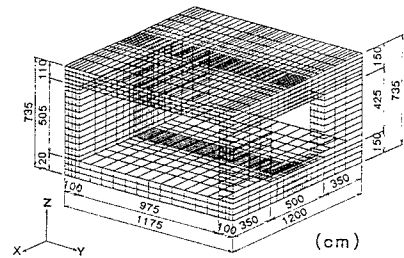


図-2 メッシュ分割図

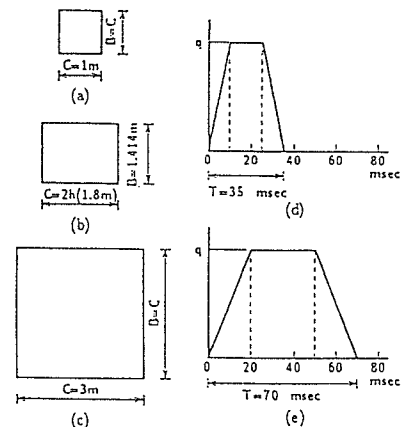


図-3 荷重の分布状況

表-1 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 m	B = 1 m	T = 35 msec
ケース 2	C = 1.8 m	B = 1.414 m	T = 35 msec
ケース 3	C = 3 m	B = 3 m	T = 70 msec

3. 数値解析及び考察

解析は各ケースについて行っているが、ここでは紙面の都合によりケース2の結果についてのみ示す。図-4は中央部断面、自由端断面の任意点載荷時の各断面力を包絡線分布で示している。図より M_y についての頂版厚の影響を考察すると、いずれも頂版の正の値は頂版厚の厚いものほど大きな値を示している。負の値は、頂版両端部では、版厚の薄い方が大きい値となっている。 M_x については、中央部載荷時で開口部側頂版端部で正の値に差が見られ $h = 130 \text{ cm}$ の場合は $h = 70 \text{ cm}$ の場合の2倍程度の値となっている。 Q_y 、 Q_x 及び N 値は、底版の両端部及び側壁上部で版厚の影響がみられるがその影響は大きくない。

4. 設計断面力評価図表

本論文では、これまで落石覆工に対して衝撃荷重載荷位置、載荷面積、頂版厚を変化させた場合の三次元弾性衝撃応答解析を行い、断面力特性を検討した。ここでは得られた結果を実設計へ利用可能なようにより簡単に図表化することを試みたので、それを紹介する。

落石覆工の実設計に当っては、先に示した各断面力の最大包絡線分布を基本とすべきであるが、ここではこれをより簡単な形にモデル化することとし、断面力分布特性を全て直線分布と仮定した。図-5に各断面力値を記号で示している。各頂版厚に対して、全荷重が 50 tf の場合における各点の断面力分布値を一覧表に作成しているが、紙面の都合よりケース2の M_y についてのみ表-2に示す。

5. まとめ

これらの解析で得られた成果を以下に示す。

- 自由端載荷の場合の各断面力は中央部載荷の場合に対して、1.5～3.0倍大きな値となっている。
- 各断面力値への頂版厚の影響はそれ程大きくはない。
- 落石覆工の断面寸法、荷重分布幅、載荷位置等のパラメータを設定し、実設計のための設計図表を設定することができた。

参考文献

- 菅田紀之、岸 徳光、中野 修：R C落石覆工の衝撃応答解析と断面力算定に関する一考察、土木学会論文報告集、No. 495/I-28, pp. 73～82, 1994.7.
- 岸 徳光、佐藤昌志、西 弘明、安藤智啓：弾性衝撃応答解析によるR C落石覆工の断面力分布特性、構造工学論文集、vol. 41A, pp1185-1192, 1995.3

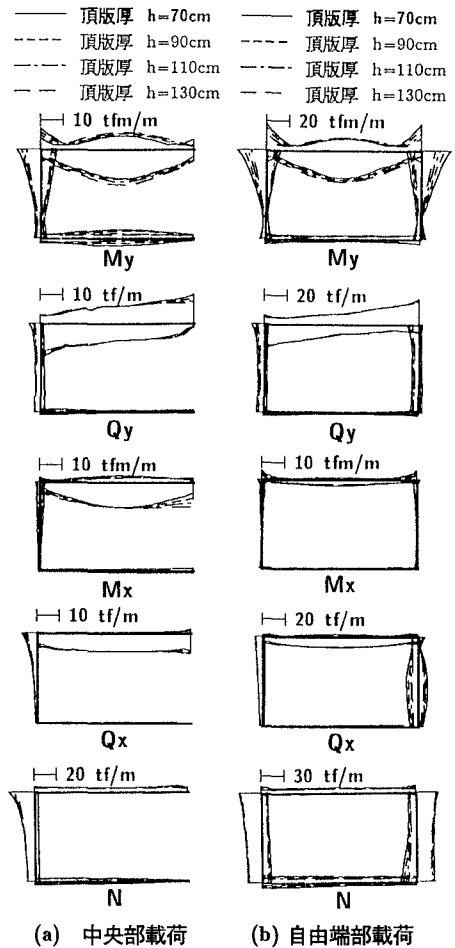


図-4 断面力分布に及ぼす頂版厚の影響

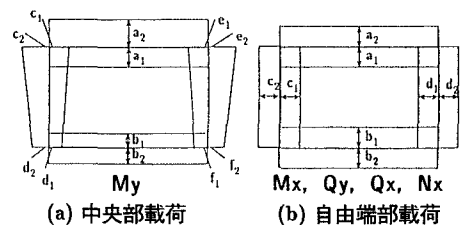


図-5 各断面力の分布モデル

表-2 M_y の断面力分布値 (tfm/m) (全荷重 50 tf)

頂版厚 (m)	a_1	a_2	b_1	b_2	c_1	c_2	d_1	d_2	e_1	e_2	f_1	f_2
0.7	26.08	22.67	4.11	5.02	12.84	26.29	5.98	4.40	13.03	26.69	5.90	5.48
0.9	27.30	18.64	4.06	4.54	10.17	21.46	4.90	3.89	10.25	21.85	4.82	4.46
1.1	28.06	14.73	3.62	4.47	8.55	16.87	4.44	3.40	8.21	16.78	4.15	3.58
1.3	28.47	11.23	3.42	4.46	6.62	13.09	4.42	3.13	6.20	12.77	3.81	2.69