

## I-661 片持式覆工の弾性衝撃応答特性

室蘭工業大学 学生員 竹 村 瑞 元  
 室蘭工業大学 正 員 岸 徳 光  
 北海道大学 正 員 三 上 隆  
 室蘭工業大学 正 員 菅 田 紀 之

## 1. はじめに

現在建設されている落石覆工の構造型式は箱型、門型、L型が主流を占めているようであるが、景観の問題等により片持式の覆工も設計されている。しかしながら、このような構造型式に対する落石規模の衝撃荷重載荷の動特性に関する検討は未だ行なわれていないようである。片持構造型式の場合、門型やL型よりも支持部への応力集中度が大きく、安全性に関する十分な配慮が必要であると考えられる。

本論文では、片持式覆工を合理的に設計するための基礎資料を得ることを目的とし、片持型式を基本構造として、自由辺を補剛する場合に関して落石規模の衝撃荷重が載荷する場合の三次元的な動的挙動の検討を行なった。数値解析は対辺単純支持、一辺固定、一辺自由とする片持式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。

## 2. 解析モデルおよび材料定数

片持式ロックシェッドの形状効果を検討するため、ここでは一対辺単純支持、一辺固定、一辺自由支持の片持平板形状を有する構造を基本にして、自由辺部に補剛桁を取り付け、その桁高を変化させた場合に関して解析を行なった。図-1に本研究で検討を行った解析モデルの各Typeの構造断面形状を示している。解析はいずれのTypeとも幅員を10m、板厚を1m、スパン長を30mとしている。なお、覆工の材料定数は  $E = 3 \times 10^6 \text{ tf/m}^2$ 、 $\nu = 0.2$ 、 $\gamma = 2.5 \text{ tf/m}^3$  である。本研究では緩衝材の質量を無視した形で検討を行なった。

衝撃荷重は、吉田等が応答解析に用いた中間的な入力波分布モデルを基本として、これと相似な時間分布を仮定し、荷重載荷時間  $T = 35 \text{ msec}$ 、 $70 \text{ msec}$  の二種類の場合について検討している。なお、最大衝撃力は  $50 \text{ tf}$  に基準化している。また、覆工への荷重分布幅は緩衝材として厚さ  $h = 90 \text{ cm}$  の敷砂を仮定し、落石対策便覧に従って  $2h$  としている。図-2に荷重の分布幅を、図-3に  $T = 35 \text{ msec}$  の場合における衝撃荷重の時間方向分布を示した。表-1には、各Typeの軸方向次数が  $m = 1, 3$ 、断面方向モード次数が1~3次の固有周期の一覧を示している。解析はいずれもスパンの自由端に集中荷重が作用する場合について行なっている。動的応答値は、静的荷重載荷時の最大応答値に対する比で整理している。

## 3. 数値解析結果および考察

図-4は、スパン中央部の自由端に荷重載荷した場合の各点の正、負方向最大応答値を結んで求められる曲げモーメントの分布図を示している。値は静的に載荷した場合の

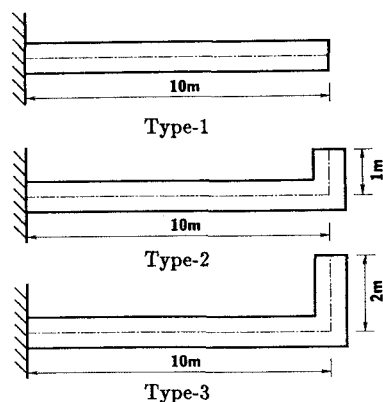


図-1 解析モデル図

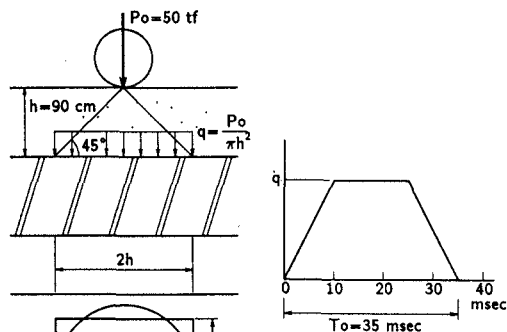


図-3 荷重の時間分布

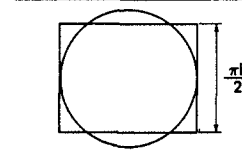


図-2 荷重の緩衝材による分散

最大応答値に対する比で示している。図中の（ ）が基準値である。

表一に示しているように、各Typeの最低次固有周期は 160 ~ 180msec であるため、いずれの場合も  $T=70\text{msec}$  の場合のほうが  $T=35\text{msec}$  の場合よりも大きな応答値を示している。曲げモーメント分布は、固定端部ではいずれのTypeとも  $T=35\text{msec}$

で負のモーメントが1.0、正のモーメントが0.8前後の値となっており、 $T=70\text{msec}$ では負のモーメントが1.60、正のモーメントが1.3~1.4の値となっている。Type-2、Type-3の場合には自由辺部に補剛桁があるためにその辺が弾性支持の状態となり、載荷点近傍で0.30~0.47の正の応答倍率を示している。補剛桁部の応答倍率は自由端載荷時の場合にType-3のほうがType-2より 3倍程度大きくくなっている。固定端における応答は、自由端載荷時の場合は正負ほぼ類似の値を示しており、衝撃荷重入力によってほぼ同程度の交番応力が励起されている。

図-5は Type-1、3の固定端に関する正、負の曲げモーメント、およびせん断力の影響線を静的解析と比較して示している。曲げモーメントに関して言及すると、図より $T=70\text{msec}$ の場合に  $T=35\text{msec}$ の場合および静的解析結果よりも大きな値を示していることがわかる。また、Type-1とType-2を比較すると、 $T=35\text{msec}$ の場合は静的解析と類似の分布を示している。特にType-3の場合は13~16tfm/mとほぼ一定の値を示しているようである。Type-3は補剛桁の効果によりType-1の60%前後に低減されることが明らかになった。

以上より、補剛桁を自由端に設置することにより、固定端のモーメントを効果的に低減することができ、Type-1に対してType-2、Type-3の場合は、それぞれ0.85、0.60となることが明らかになった。

#### 4. まとめ

片持式覆工を合理的に設計するための基礎資料を得ることを目的とし、片持平板型式を基本型式として自由辺部に補剛桁を設置し、その高さを変化させた場合に関して解析を行ってきた。本論文で検討した範囲で得られた結果を整理すると、

- 1) 静的荷重載荷に対する最大応答倍率は、いずれの Type とも曲げモーメントで 1.6 前後の値となっている。
- 2) 絶対応答値に関しては、補剛桁 2m を設置することにより、自由端載荷時の固定端において、曲げモーメントを 40% 程度低減でき、補剛桁は曲げモーメントの低減に効果的に作用する。

表一 固有周期一覧表

| 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  |
| Type-1    | 170.3   | 33.4 | 16.2 | 60.1    | 23.3 | 10.9 |
| Type-2    | 178.1   | 36.4 | 16.4 | 54.1    | 24.0 | 11.7 |
| Type-3    | 162.2   | 39.6 | 18.1 | 40.8    | 23.0 | 14.0 |

(msec)

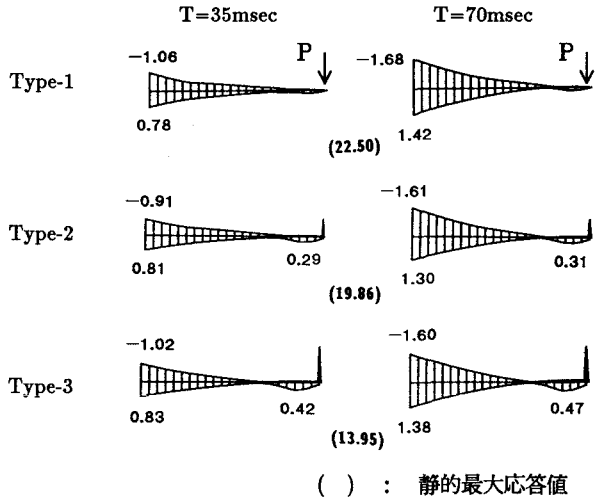


図-4 曲げモーメントの最大応答分布

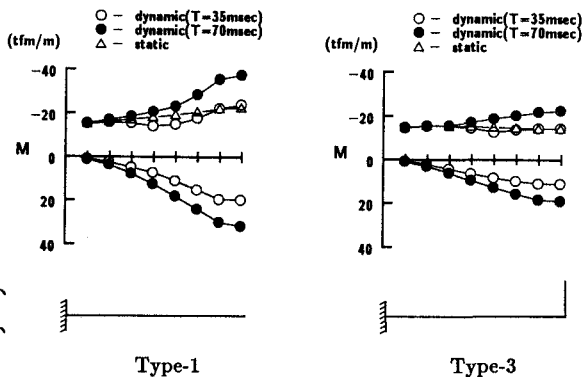


図-5 固定端部における曲げモーメントの影響線