室蘭工業大学
学術資源アーカイブ
Muroran Institute of Technology Academic Resources Archive

# DYNA3Dを用いた重錘落下衝撃を受ける実覆工の衝撃応答解析



| メタデータ | 言語: Japanese |
| --- | --- |
| | 出版者: 土木学会 |
| | 公開日: 2013-08-22 |
| | キーワード (Ja): |
| | キーワード (En): |
| | 作成者: 安藤, 智啓, 中野, 修, 岸, 徳光, 菅田, 紀之 |
| | メールアドレス: |
| | 所属: |
| URL | http://hdl.handle.net/10258/2301 |

室蘭工業大学
学術資源アーカイブ
Muroran Institute of Technology Academic Resources Archive

# DYNA3Dを用いた重錘落下衝撃を受ける実覆工の衝撃応答解析



| | |
|---|---|
| 著者 | 安藤　智啓，中野　修，岸　徳光，菅田　紀之 |
| 雑誌名 | 土木学会年次学術講演会講演概要集 |
| 巻 | 48 |
| ページ | 1468-1469 |
| 発行年 | 1993-09 |
| URL | http://hdl.handle.net/10258/2301 |

# I－660　DYNA3Dを用いた重錘落下衝撃を受ける実覆工の衝撃応答解析

防衛庁　正員　安藤　智啓
北海道開発局　正員　中野　修
室蘭工業大学　正員　岸　徳光
室蘭工業大学　正員　菅田　紀之

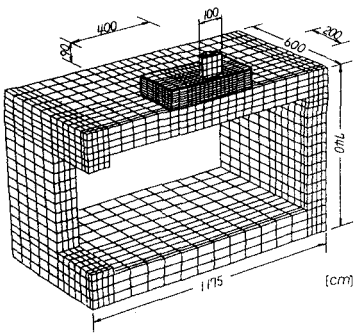
## １．はじめに

落石等によって覆工本体に作用する衝撃力は、緩衝材によって緩衝・減衰してその底部に伝達される衝撃力（伝達衝撃力）分布であるものと考えられる。一方、従来まで覆工本体の衝撃解析あるいは設計計算は、重錘衝撃力を（緩衝材による分散効果を考慮して）覆工本体に作用させることによって行われている。しかしながら、著者等が平成２年度より継続して行ってきた一連の各種緩衝構造の緩衝性能に関する実験結果より、重錘衝撃力と伝達衝撃力の最大値が互いに異なることが明らかになっている。この種の構造物のより合理的な設計計算手法を確立するためには、覆工の実挙動を基本にした解析モデルと入力荷重の決定が重要であるものと考えられる。

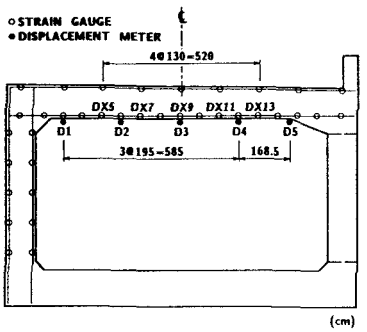
本研究では、非線形衝撃解析用汎用コード DYNA3D を用いて、重錘落下による緩衝材と覆工を一体とした場合の実覆工の動的挙動に関する数値解析を行い、実験結果と比較することにより本解析の妥当性について検討を行った。初めに、重錘衝撃力及び伝達衝撃力の波動特性について実験結果と比較する形で敷砂の材料定数の同定を行い、次に実覆工の頂版の変位や曲げモーメント分布に注目して実験結果との比較検討を行った。

## ２．解析の概要

北海道開発局は平成４年９月に一般国道 336 号広尾町に建設中の美幌覆道において重錘落下による実証実験を行っている。本研究ではこの実証実験が行われた覆工の 1ブロックを取り上げ要素分割を行った。解析に用いた道路進行方向の対称半分の要素分割の概要を図―１に示す。美幌覆道は、図に示されているように、1 ブロック 12m で海側側壁に 4.25 × 5m の開口部を有している。図－２には実験結果との比較に用いた歪ゲージの添付位置及び変位計の取付け位置を示している。また、本解析に用いた重錘及び敷砂材の物性モデル、パラメータは平成３年２月に建設省土木研究所で解析に用いられたものに準拠している。今回解析に用いた物性モデル及びパラメータを表―１に示す。敷砂材のせん断弾性係数式中の圧力 p に関しては、体積歪 e の関数として折線近似で与えなければならない。ここでは圧力 p が静水圧状態と同様であるものとし、以下のような体積歪と圧力の関係を仮定している。




図－１　美幌覆道のメッシュ図




図－２　応答値の計測点図

$$p=-\frac{E}{3(1-2\nu)}\ e$$

ここで E は敷砂材の弾性係数、$\nu$ はポアソン比である。本研究では、$\nu$=0.45 と仮定し、E は解析結果と実験結果を比較することにより、ラーメ定数に換算し決定している。境界条件に関しては、底版部の裏面を上下方向に拘束し、敷砂材の側面は横方向への移動を拘束している。さらに、数値解析は重錘と敷砂材が接触

表－１　物質モデルおよびパラメータ

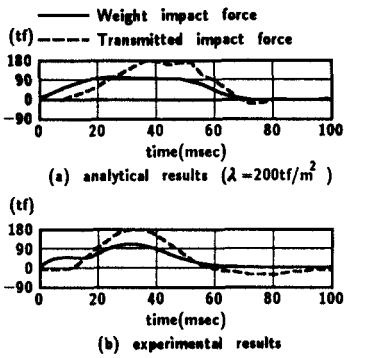
| | 敷砂材 | 重錘 | 覆工 |
|---|---|---|---|
| 物性モデル名 | 土質モデル | 剛体 | 弾性体 |
| 特徴 | 圧力依存型剛性<br>Mohr-Coulomb降伏条件 | 非変形 | 線形 |
| 縦弾性係数 (kgf/cm$^2$) | ---------- | ---- | $3.0\times10^5$ |
| ポアソン比 | 0.45 | ---- | 0.2 |
| せん断弾性係数 (kgf/cm$^2$) | $G = ap^b + c$<br>$a = 510\ (\mathrm{kgf/cm^2})^{1/2}$<br>$b = 0.5$<br>$c = 0.051\ (\mathrm{kgf/cm^2})$ | ---- | $1.875\times10^5$ |
| 降伏条件 | $\tau = C + \sigma \tan\phi$<br>$C = 1.02\ (\mathrm{kgf/cm^2})$<br>$\phi = 30°$ | 降伏せず | 降伏せず |
| 比重量 (kgf/cm$^3$) | 0.0018 | 0.00452 | 0.0025 |

した時点から行うこととしているため、重錘には衝突速度として落下高から換算した速度を与えている。本研究では、10m 落下に対する実験結果との比較を行っているので、v=14m/sec を入力している。また敷砂厚は 90cm である。

## ３．数値解析結果と実験結果との比較

### ３.１　重錘衝撃力および伝達衝撃力の時刻歴波形による比較

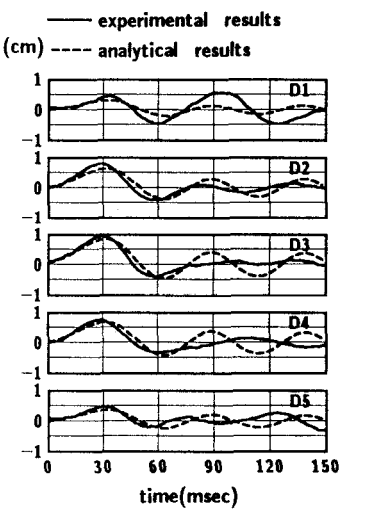
図－３には重錘衝撃力と敷砂材底部の伝達衝撃力の時刻歴波形を示している。(a) には数値解析結果、(b) には実験結果の波形分布を示している。ここでは、数値計算の入力データのうち、ラーメ定数のみをパラメータとして扱い、実験結果との照合を行っている。図に示しているように各衝撃力の最大応答値に関しては、$\lambda$ = 200 tf/m$^2$ を適用した場合の数値解析結果が実験結果をよく近似することが明らかとなった。また解析結果及び実験結果とも最大伝達衝撃力は、最大重錘衝撃力の約 1.8 倍程度の応答を示していることがわかる。これより以後の解析は $\lambda$ = 200 tf/m$^2$ を仮定して行うこととする。




図－３　各衝撃力の時刻歴波形

### ３.２　頂版の鉛直方向変位による比較

図－４は図－２に示している覆道頂版の 5 点（D1 ～ D5）に着目した鉛直変位波形の解析結果と実験結果の比較図である。D1 ～ D5 のいずれの解析結果および実験結果とも低次の振動状態となっている。第 1 波目の主応答部分に注目すると、D1 ～ D5 のいずれの場合も多少解析結果の最大応答値が実験結果のそれに比べて小さいものの、解析結果は実験結果をよく近似しているものと思われる。また、その周期は、解析結果の方が実験結果と比較すると多少長く示されている。これは図―３で示されている伝達衝撃力の載荷時間が解析結果の方が実験結果に比べると若干長くなっていることと符合する。




図－４　覆工頂版の鉛直変位波形

### ３.３　曲げモーメント分布による比較

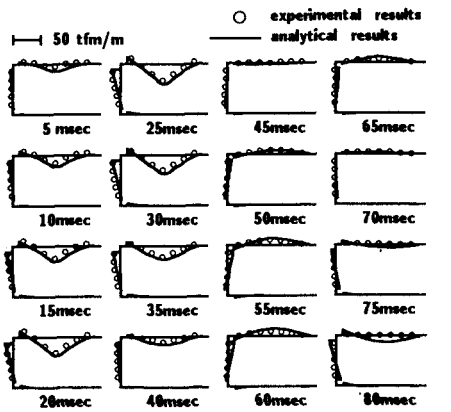
次に覆工断面の曲げモーメント分布の経時変化について比較検討を行うこととする。図－５には解析結果と実験結果の曲げモーメント分布を比較して示している。最大応答値発生時刻に注目してみると、解析結果および実験結果とも応答開始後ほぼ t=25msec に発生していることがわかる。また最大応答値は解析より得られた値が約 36tfm/m、実験より得られた値が約 31tfm/m と解析値の曲げモーメントの応答の方が若干大きな値を示しているが、解析結果は実験結果をよく近似していると思われる。周期に注目してみても、t=70msec 程度までは解析結果は実験結果によく一致しているようである。

## ４．まとめ

非線形動的応答解析プログラム DYNA3D を用いて敷砂と覆工を一体構造とした場合の実覆工の数値解析を行い、各衝撃力及び覆工頂版の変位、覆工の断面力に関して実験結果と比較検討した。その結果、

1) 解析結果及び実験結果とも敷砂材底部の最大伝達衝撃力は最大重錘衝撃力の約 1.8 倍程度の応答を示す。
2) 重錘衝撃力及び敷砂材底部の伝達衝撃力を実験結果のそれと照合させ、材料定数を的確に同定することにより、覆工の変位、曲げモーメント分布とも実験結果をよく近似することが明らかとなった。

以上より、敷砂材を緩衝材として用いた場合には、敷砂の材料定数を同定することにより、DYNA3D は実覆工本体の衝撃応答性状に十分適用可能であることが明らかになった。




図－５　覆工の曲げモーメント分布