

覆土式火薬庫の内部爆発において覆土厚が庫外の爆風圧に及ぼす影響

防衛大学校 学生会員 ○渡辺 萌奈 市野 宏嘉
正会員 大野 友則 別府万寿博

1. はじめに

これまでに、火薬庫などの火薬類貯蔵施設が不測の事故等で爆発した事例が世界各国で報告されている。このような爆発災害が発生すると、爆風と飛散物によって周辺の構造物が被害を受ける。そのため日本では、火薬類取締法により、貯蔵する爆薬量に応じて、火薬庫と病院や学校など保安物件との間に確保すべき保安距離 D は $D=KW^{1/3}$ (K : 保安物件に対して与えられる安全係数 K 値 ($m/kg^{1/3}$), W : 貯蔵火薬類の爆薬量 (kg)) のように定められている。

近年、火薬庫の周辺において市街化が進み、火薬庫と住宅建物との距離が接近している。その結果、既存火薬庫の中には保安距離を確保するために、貯蔵爆薬量を減らさざるを得ない場合が生じており、産業活動に支障を来している。現行法規の保安距離は、自由空間中の爆発実験で生じる爆風圧の大きさだけを根拠として決定されており、構造形式や構造強度および構造諸元などは考慮されていない。そこで本研究は、覆土式火薬庫を対象とし、覆土厚の違いが庫外の爆風圧に及ぼす影響を調べている。すなわち、模型覆土式火薬庫を用いた爆発実験を行って爆風圧を計測し、覆土の影響について比較を行ったものである。

2. 模型覆土式火薬庫の内部爆発実験

2. 1 実験の概要

実際の火薬庫を約 1/20 に縮尺した模型覆土式火薬庫を作製し、模型試験体の内部で C-4 爆薬を爆発させ庫外における爆風圧を測定した。模型火薬庫は図-1 に示す寸法のコンクリートアーチ構造で、コンクリートは直径 3.2mm の鋼線メッシュを 5cm 間隔で補強した。模型火薬庫の試験体両端の開口部は厚さ 20mm の鋼板をボルトによって相互に緊結して閉塞されている。なお、火薬庫前方 (図-2 の土堤側を前方としている。) の鋼板は火薬庫の出入り口を想定して 20cm 四方の開口部を部分的に設けている。図-2 に示すように、試験体の前方から 30cm の位置に、土堤を設置した。計測は、爆発の位置から火薬庫後方の 100cm, 155cm および 170cm の地点において地上高さ 10cm の爆風圧を測定した。また、実験は、表-1 に示すように覆土厚を 0cm~30cm, 爆薬を 10,30,80g に変化させて行った。

表-1 実験ケース

番号	覆土厚(cm)	爆薬の質量(g)
1 ¹⁾	0	10
2 ¹⁾		30
3 ²⁾		80
4 ¹⁾	3	10
5 ¹⁾		30
6 ¹⁾	9	10
7 ¹⁾		30
8 ¹⁾	15	10
9 ¹⁾		30
10 ²⁾		80
11	30	10
12		30
13 ²⁾		80

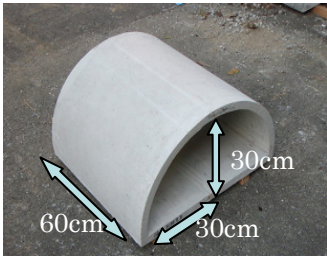


図-1 試験体

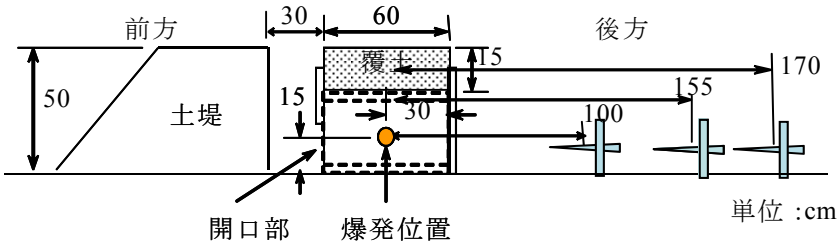


図-2 模型覆土式火薬庫実験の概要

キーワード 覆土式火薬庫, 保安距離, 覆土厚

連絡先 〒239-8686 横須賀市走水 10-20 防衛大学校建設環境工学科 TEL:046-841-3810 E-mail : g48052@nda.ac.jp

2. 2 覆土厚が爆風圧に及ぼす影響

本研究では、爆薬量 W (kg) を火薬庫の容積 V (m³) で除した値を、爆薬量－容積比 W/V と定義する。なお、起爆の中心から計測センサの受圧部までの距離 D (m) を爆薬量 W (kg) の三乗根で除した値は換算距離 Z ($Z=D/W^{1/3}$) と呼ばれる指標であり、自由空間爆発では換算距離が等しければ、最大爆風圧も等しくなることがわかっている。爆薬量－容積比 $W/V=0.941$ kg/m³ に対して、覆土厚を変えた場合の破壊状況を写真-1に示す。覆土がない場合は、試験体がばらばらに破片化するのに対し、覆土が 15cm および 30cm の場合は試験体が破片化していない。また覆土 30cm の場合は、15cm の場合に比べ試験体の破壊が抑制されていた。

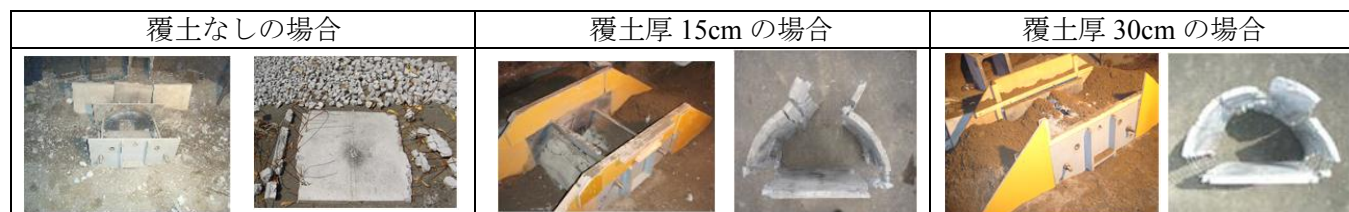


写真-1 覆土厚による破壊状況の相違 (爆薬量－容積比 0.941kg/m³)

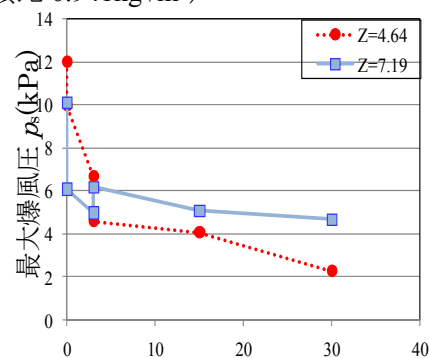
最大爆風圧と覆土厚の関係を、爆薬量－容積比ごとに図-3に示す。図-3(a)の爆薬量－容積比が 0.118kg/m³ の場合、覆土厚が大きくなるほど最大爆風圧が低減されることわかる。特に覆土厚 30cm になると、換算距離 Z が 4.64, 7.19 m/kg^{1/3} とともに、最大爆風圧は覆土がない場合の半分以上に低減された。爆薬量－容積比 0.353kg/m³ および 0.941kg/m³ の場合も同様に、覆土が大きいほど最大爆風圧は低減した。例えば、爆薬量－容積比 0.941kg/m³ の場合は、換算距離が最も小さい 2.32 m/kg^{1/3} の場合は覆土を 30cm 設置することで、覆土がない場合に比べて最大爆風圧を 50%以下に低減できた。一方、換算距離が 3.95 m/kg^{1/3} の場合は、最大爆風圧は 20%程度低減した。爆薬量－容積比 0.118 kg/m³ および 0.353 kg/m³ での実験においても、換算距離が小さい方が、覆土による最大爆風圧の低減が顕著である。この理由は、距離 D が短くなると、換算距離 Z ($Z=D/W^{1/3}$) は小さくなり、最大爆風圧は大きくなる。そのため覆土の効果がより明確になったと考えられる。

3. おわりに

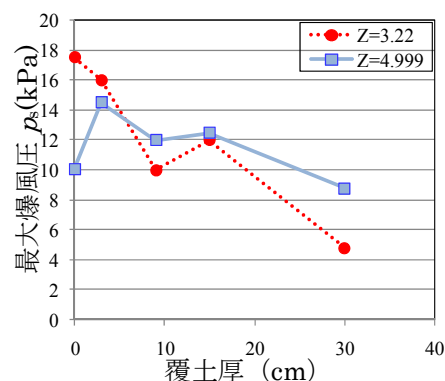
本研究は、覆土厚の違いが覆土式火薬庫の内部爆発による庫外の爆風圧に与える影響を模型実験により調べたものである。覆土厚を大きくするほど、試験体の破壊および庫外での最大爆風圧が低減することがわかった。本実験は約 1/20 縮尺の小規模模型実験であるため、今後は大規模実験により検討する必要がある。

参考文献

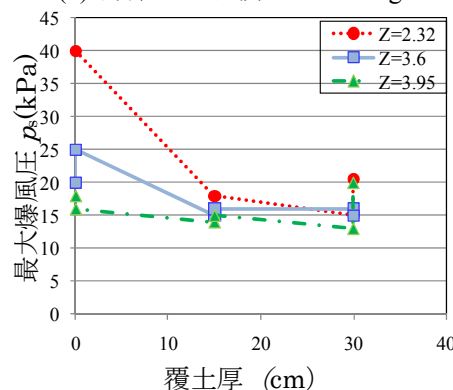
- 1) 富澤由貴子：アーチ型覆土式火薬庫内で爆発が生じた際の周辺の爆風圧特性，防衛大学校本科卒業論文，2007.3
- 2) 齋藤菜々：覆土式火薬庫の構造形状の相違が爆発による飛散物および爆風圧に及ぼす影響に関する研究，防衛大学校本科卒業論文，2009.3



(a) 爆薬量－容積比 0.118kg/m³



(b) 爆薬量－容積比 0.353kg/m³



(c) 爆薬量－容積比 0.941kg/m³

図-3 爆風圧～覆土厚関係

