

覆土式火薬庫の内部爆発における構造形状の相違が爆風圧に及ぼす影響

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

1. はじめに

これまで、火薬庫などの火薬類貯蔵施設が不慮の事故等で爆発した事例が国内外で報告されている。爆風と飛散物が発生することによって周辺に損害を与える。そのためわが国では、火薬類取締法によって、貯蔵する火薬量に応じて、火薬庫と保安物件(病院や学校など)との間に確保すべき保安距離が定められている。近年、火薬庫の周辺において市街化が進み、既存火薬庫の中には保安距離を確保するために、貯蔵火薬量を減らさざるを得ないものも生じ、産業活動に支障を来している。現行の保安距離の規定は、自由空間中の爆発実験における爆風圧の大きさだけを根拠として決定されており、火薬庫の構造形状、構造強度等に関わらず同一となっている。例えば、コンクリートブロック積みの地上式火薬庫であっても、厚さ 50cm の鉄筋コンクリートアーチに 3m の土をかぶせた覆土式火薬庫であっても、貯蔵火薬量および対象とする保安物件が同じであれば、保安距離も同一となる。火薬庫の形状及び構造強度等が爆風圧に及ぼす影響を把握して、形状や強度等の違いに応じた保安距離を設定することができれば、火薬庫の構造を強化するなどの方策により、保安距離を短縮できることが期待できる。

そこで本研究では、火薬庫の一例として覆土式火薬庫を取り上げ、火薬庫の構造形状の違いが庫外の爆風圧に及ぼす影響を調べる。すなわち、既往の研究^{1),2)}と追加実験により、ボックス型覆土式火薬庫及びアーチ型覆土式火薬庫における爆風圧を計測し、比較を実施する。

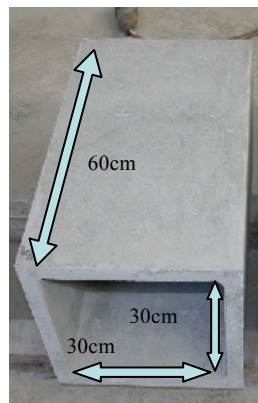


図-1 ボックス型試験体

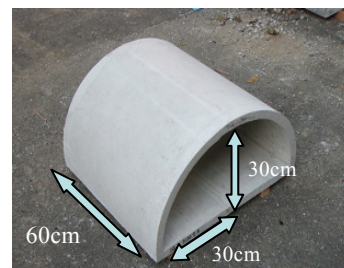


図-2 アーチ型試験体

2. ボックス構造とアーチ構造の違い

既存の火薬庫は、大別して矩形断面とアーチ断面の2種類がある。矩形断面は、同じ高さ、底幅であれば貯蔵空間がアーチ断面より大きくなるという利点がある。一方、アーチ構造は、大きい土被りに対して有効であり、覆土式火薬庫に適していると考えられる。

3. 模型覆土式火薬庫の内部爆発実験

覆土式火薬庫の内部爆発に対する形状の影響を検討するため、図-1に示すボックス型試験体及び図-2に示すアーチ型試験体を用いて模型覆土式火薬庫(図-4)を製作し、その内部で爆薬を爆発させ、庫外の爆風圧を計測した。これらの実験は、防衛大学校の火薬類実験施設内の爆発ピット(直径4mの円形)で実施し、爆発ピットの大きさによる制約から実規模の約1/20を想定している。ボックス型試験体及びアーチ型試験体ともに、図-3に示す通り覆土の厚さを15cm、圧力センサーの位置を爆発位置から155cmとした。また、試験体を設置した後、厚さ2cmの鋼板2枚で両端を閉塞し、(ただしを1枚には出入り口を模した20cm四方の開口部がある)覆土を施し模型覆土式火薬庫を完成させた。爆薬は直径方で爆風圧を計測した。実験の条件を表-1に示す。

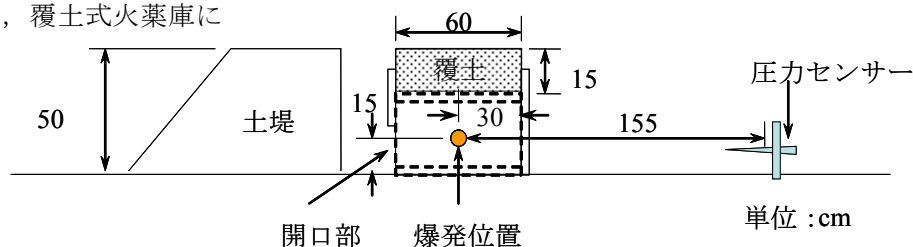


図-3 実験の要領



図-4 模型覆土式火薬庫

キーワード 形状 / アーチ型覆土式火薬庫 / ボックス型覆土式火薬庫 / 最大爆風圧 / 装薬密度

連絡先 〒239-8686 神奈川県横須賀市走水 1-10-20 防衛大学校建設環境工学科 TEL 046-841-3810

4. ボックス型覆土式火薬庫とアーチ型覆土式火薬庫の比較

ボックス型覆土式火薬庫とアーチ型覆土式火薬庫における、火薬庫後方で計測された爆風圧の最大値を図-5 に示す。図-5 より同等の爆薬量の場合、ボックス型の最大爆風圧の方が 4~7kPa 高い。これは実験において、火薬庫の容積はアーチ型が 0.085m³、ボックス型が 0.054 m³であり、アーチ型の容積はボックス型の 1.57 倍となっていることによると考えられる。閉鎖空間である火薬庫の中で爆発が発生した場合、空間の容積と爆発した爆薬量の関係、すなわち装薬密度(単位容積あたりの爆薬量、 $W/V(\text{kg/m}^3)$ 、 W : 爆薬量(kg)、 V : 内部容積(m³))と構造体の破壊程度の間には、(構造体の破壊程度) $\propto$ (装薬密度)の関係があることが知られている。構造体の破壊程度が異なれば、空間外に放出される爆風圧の大きさや伝播方向なども変化すると考えられる。そこで装薬密度が最大爆風圧に及ぼす影響についても検討する。図-6 に、装薬密度と最大爆風圧との関係を示す。同等の装薬密度で比較すると、装薬密度の小さい場合は最大爆風圧に差が無いが、装薬密度の大きい場合、ボックス型の最大爆風圧がアーチ型のそれを 3~5kPa 上回っている。これにより、装薬密度が小さい場合、ボックス型、アーチ型共に試験体の破壊は小さく、爆風が開口部を抜けて火薬庫の後方に回り込む点は、共通していると考えられる。一方、装薬密度の大きい実験ケースでは、図-7 に示すようにアーチ形試験体はアーチ頂部が、またボックス型試験体ではボックス隅角部を中心に破壊された。試験体が破壊されると、爆風は破壊口から直接火薬庫の後方に到達する。ボックス型は構造上弱点となる隅角部が多く、試験体の破壊がアーチ型より広範囲となり、爆風がより放出されやすくなったため、ボックス型の最大爆風圧は、アーチ型のそれより大きくなったと考えられる。すなわち、庫外に放出する爆風は火薬庫の形状の相違による破壊の程度も影響していると考えられる。

5. おわりに

本実験では、覆土式火薬庫の約 1/20 スケールの模型を用いた爆発実験を行い、覆土式火薬庫の内部爆発時における形状の影響をボックス型覆土式火薬庫とアーチ型覆土式火薬庫を用いて検討した。本実験より、装薬密度が大きくなると、火薬庫後方における爆風圧はアーチ型覆土式火薬庫の方がボックス型覆土式火薬庫よりも小さいことがわかった。

参考文献

- 1) 大山浩代:爆薬の内部爆発に対する覆土式火薬庫の設計に関する基礎的研究, 防衛大学校理工学研究科前期課程卒業論文, 2006. 3.
- 2) 富澤由貴子, 大山浩代, 大野友則, 別府万寿博:アーチ型覆土式火薬庫内で爆発が生じた際の周辺の爆発特性, 第34回土木学会関東支部技術研究発表会, 2006. 3.

表-1 実験の条件

番号	火薬庫の形状	爆薬の質量(g)	装薬密度(kg/m ³)
1 ¹⁾	ボックス型	10	0.19
2 ¹⁾		30	0.56
3 ¹⁾		50	0.93
4 ²⁾	アーチ型	10	0.12
5		16	0.19
6 ²⁾		30	0.35
7		48	0.57
8 ²⁾		50	0.59
9		80	0.94

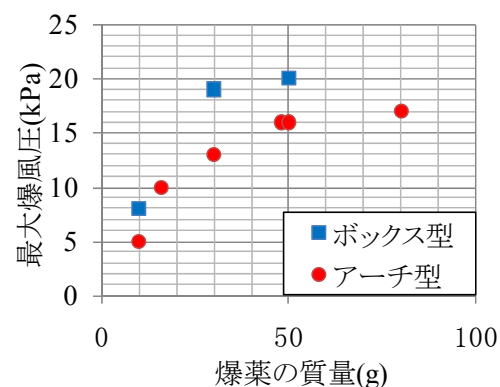


図-5 最大爆風圧と爆薬の質量との関係

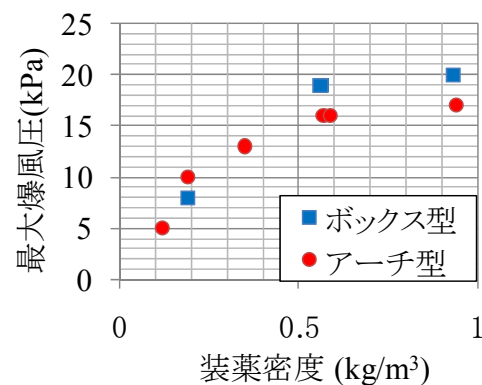


図-6 最大爆風圧と装薬密度との関係

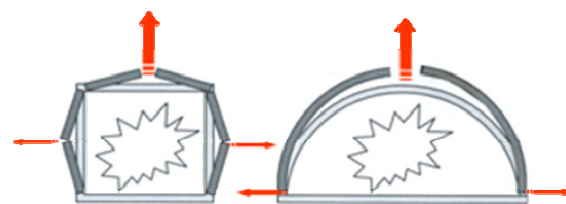


図-7 形状による破壊の違い