

覆土式火薬庫の内部爆発に対する火薬庫形状の影響

防衛大学校 学生会員 ○齋藤 菜々 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

火薬庫などの火薬類取扱施設が不慮の事故等で爆発した場合、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。そのため火薬庫に関しては、火薬類取締法によって火薬庫に保存する火薬量に応じて火薬庫と病院や学校などの保安物件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展し、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ず産業活動に支障を来しているという問題が生じている。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、火薬庫の形式、形状、構造等に関わらず、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。そこで、火薬庫の形式、構造等が爆風圧に及ぼす影響を把握して、形式や構造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対策によって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、火薬庫の形状の違いが爆風圧に及ぼす影響を調べる。すなわち、アーチ型覆土式火薬庫における爆風圧を計測し、既往の研究¹⁾によるボックス型覆土式火薬庫の爆風圧との比較を実施する。

2. 模型覆土式火薬庫の内部爆発実験

大山²⁾は、図-1 に示すボックス型の模型覆土式火薬庫試験体を製作してその内部で爆薬を爆発させ、庫外の爆風圧を計測している。また、富澤³⁾は図-2 に示すアーチ型試験体を用いて同様の計測を行っている。本研究では単位容積あたりの爆薬量（以後、装薬密度、 $w/v(\text{kg}/\text{m}^3)$ 、 w ：爆薬量(kg)、 v ：内部容積(m^3)と呼ぶ)の影響についても考慮するため、アーチ型覆土式火薬庫についてさらに 3 ケースの追加実験を行う。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）内で実施した。すべての実験は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。実験の概要を図-3 および模型覆土式火薬庫の完成図を図-4、さらに実験の条件を表-1 に示す。今回行った実験は既往の実験結果¹⁾²⁾と比較するため、覆土の厚さ、圧力センサーの位置などの条件は同一としている。ただし、今回の実験は、大山が行ったボックス型覆土式火薬庫の実験と装薬密度が同じになるように爆薬の質量を設定した。実験にあたっては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 1 枚には出入り口を模した 20cm 四方の開口部がある）覆土を施して模型覆土式火薬庫を完成させた。爆薬は直径と高さが等しい円筒形に成型して図-3

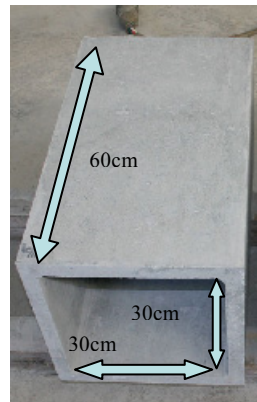


図-1 ボックス型試験体

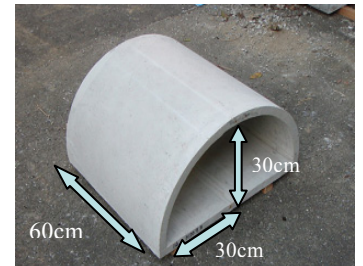


図-2 アーチ型試験体

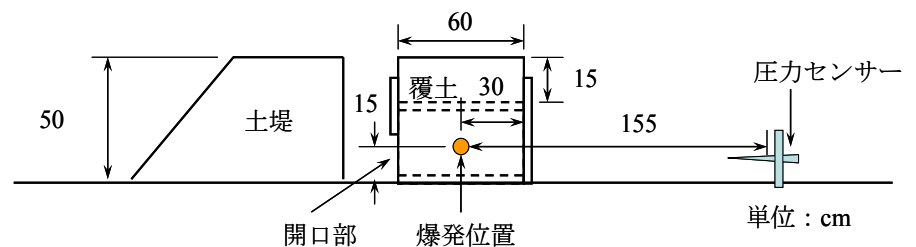


図-3 実験の概要

キーワード 火薬庫形状 / 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 E-mail: s53215@ed.nda.ac.jp

に示す位置で爆発させ、火薬庫の後方155cmにおける爆風圧を計測した。

3. 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よりボックス型とアーチ型について爆風圧の大きさを比較すると、同等の爆薬量であってもボックス型の爆風圧の方が4~7kPa低い。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0.054m³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、すなわち装薬密度と構造体の破壊程度の間には(構造体の破壊程度) ∝ (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0.35kg/m³以下の場合には最大爆風圧に差が無いが0.56kg/m³以上ではボックス型の最大爆風圧がアーチ型の最大爆風圧を3~5kPa上回っている。装薬密度が0.35kg/m³以下の場合、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0.55kg/m³以上の実験ケースでは、試験体は隅角部を中心に大きく破壊された。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。

4. 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火薬庫形状の効果をアーチ型覆土式火薬庫とボックス型覆土式火薬庫を用いて検討した。本実験においては、アーチ型覆土式火薬庫の方が、爆薬量および装薬密度が同じ場合でも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。

5. 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.



図-4 模型覆土式火薬庫

表-1 実験の条件

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

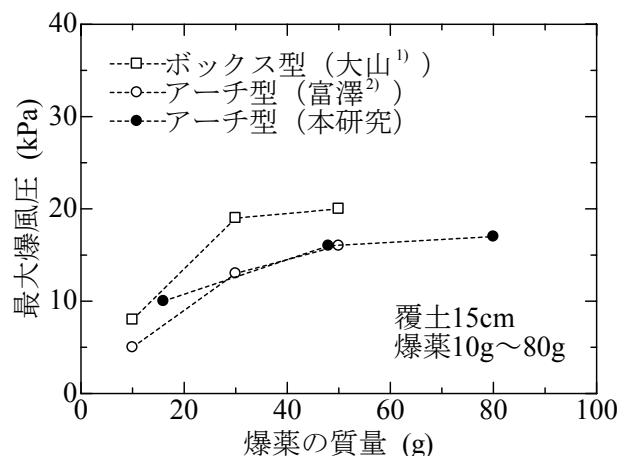


図-5 最大爆風圧と爆薬の質量との関係

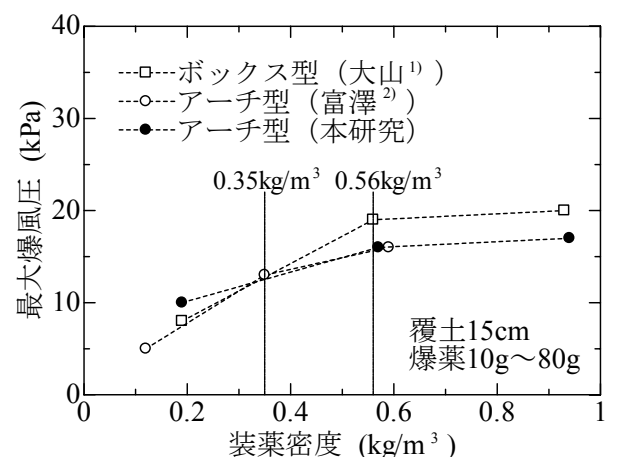


図-6 最大爆風圧と装薬密度との関係