

覆土式火薬庫の内部爆発時における破壊片の飛散抑止対策に関する実験的検討

防衛大学校 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

国内外で、火薬庫等の火薬類取扱施設における爆発事故が数多く報告されている¹⁾。わが国においては火薬庫における不慮の爆発に際しての安全性を考慮し、火薬庫に貯蔵する火薬類の量に応じて、火薬類取締法・同施行規則によって、保安物件ごとに定められた保安距離を確保することが義務付けられている。現行の保安距離の規定については、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おり、飛散物に対する規定はない。ところが、実際の爆発事故においては、事故を起こした施設の建材や、施設内の物品が家屋等まで飛散している事実がある¹⁾。破片等の飛散エネルギーは爆発の規模や位置、質量等によって大きく異なり、飛散距離や破片の衝突による被害の推定は困難である。そのため、火薬庫には爆発事故の際に破片が飛散しないような構造を採用することが望ましい。そこで本研究では、火薬類取扱施設の一例として覆土式火薬庫を取り上げ、覆土式火薬庫の内部爆発時における飛散物の発生を防止する方策について実験による検討を行う。すなわち、覆土式火薬庫において、覆土による飛散物の発生抑止効果を確認するとともに、さらなる飛散物発生防止策として覆土内にゴムシートを敷設することおよび火薬庫をヒンジ構造にすることによる効果を検証する。

2. 模型覆土式火薬庫の内部爆発実験

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。実験に使用した模型覆土式火薬庫の庫体（以下、試験体とよぶ）を図-1 に示す。火薬庫はコンクリート製（コンクリートの一軸圧縮強度約 30MPa）で、鉄筋の代用として直

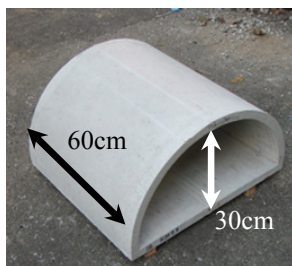


図-1 コンクリート試験体

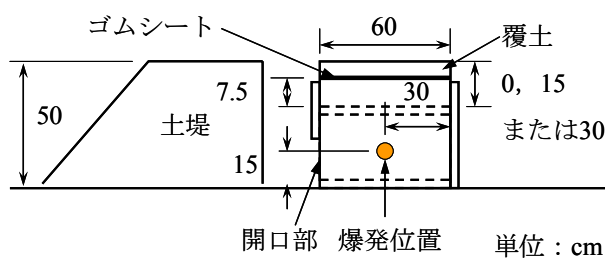


図-2 実験の概要

径 3.2mm の鋼線を 5cm 間隔で縦横に配置している。形状は半径（内径）30cm の半円アーチ型で、奥行きが 60cm、壁厚は 3cm である。この模型覆土式火薬庫は、実規模の約 1/20 を想定している。実験の概要を、図-2 に示す。試験体の設置後、覆土を施して図-3 に示す模型覆土式火薬庫を完成した。火薬庫の完成後、コンポジション C-4 爆薬 80g を図-2 に示す位置で爆発させ、模型火薬庫の損傷と破片の飛散状況を調べた。

覆土式火薬庫の内部で爆発が発生した場合、火薬庫の躯体が破損し、爆発の規模によってはコンクリートが破片化して飛散することが考えられる。飛散物による被害を小さくするには、覆土厚さを増加させて覆土の上載荷重による拘束を増し、構造物の破壊を抑制することが有効であると考えられる。一方、覆土厚さを増加させてゆくと、1)火薬庫を建設するために必要な地積が増加する、2)庫体に作用する覆土の荷重が大きくなる、といった問題点が生じる。このため、飛散物による被害を軽減するため、覆土厚を増す方法の他に、覆土にゴムシートを敷設する方法を考える。この方法は、破片の飛散防止を期待するものである。また、爆発によって火薬庫の躯体が破片化することを防ぐため、躯体にヒンジを設けて破壊を制御する。すなわち、図-4 に示す位置に深さ 1.5cm の切り欠きを施工し、ヒンジ構造とする。以上より、表-1 に示す 5 ケースで実験を行い、破片の飛散防止効果について検討を行う。

3. 実験結果

3.1 覆土の効果

爆発後の模型覆土式火薬庫を、表-2 に示す。表-2 より、覆土がない場合は試験体が破壊され、多数の細片となっていることがわかる。コンクリートの破片は実験室内全域に飛散した。また、覆土厚さが 15cm、30cm の場合も火薬庫上部の覆土は飛散され、躯体が露出している。アーチ型試験体は上部が破壊され破片が生じている。た

キーワード 覆土式火薬庫、内部爆発、飛散物、ゴムシート、ヒンジ構造

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:g46078@nda.ac.jp



図-3 模型覆土式火薬庫

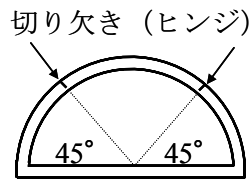


図-4 ヒンジ部の位置

表-1 実験ケース

番号	火薬庫の構造	覆土厚さ	ゴムシート	爆薬の質量
1	固定アーチ	0cm	なし	80g
2	固定アーチ	15cm	なし	80g
3	固定アーチ	30cm	なし	80g
4	固定アーチ	15cm	あり	80g
5	2ヒンジアーチ	15cm	なし	80g

表-2 爆発後の模型覆土式火薬庫（覆土の効果）

固定アーチ 覆土0cm シートなし	固定アーチ 覆土15cm シートなし	固定アーチ 覆土30cm シートなし
		

表-3 爆発後の模型覆土式火薬庫（ゴムシートとヒンジ構造の効果）

固定アーチ 覆土15cm シートあり	2ヒンジアーチ 覆土15cm シートなし
	

だし、覆土がない場合と比較すると覆土の効果により破片の飛散が低減されている。覆土厚さが15cmから30cmに変化しても破片は火薬庫外まで飛散している。以上より、覆土だけでは破片の飛散を完全に防ぐことができない可能性があることがわかる。本実験は、1/20 スケールの模型覆土式火薬庫を用いているが、相似則に厳密にしたがえば

実物の20倍の重力の場で実験を行うべきところを、実物と同じ重力の場で実験を行っている。このことから、覆土の上載荷重による庫体の破壊抑制効果が十分に発揮されなかったと考えられる。この点については、より大規模な模型実験を行って結果を比較するなど、別途検討が必要である。

3.2 ゴムシートとヒンジ構造の効果

表-3に覆土厚さが15cmでゴムシートがある場合およびヒンジを設けた場合について、実験後の状況を示す。表-3によると、ゴムシートより上面に位置した覆土は飛散しているものの、破片はゴムシートに妨げられ庫外に飛散していない。また、ヒンジを設けた場合については、火薬庫の頂部はヒンジ部分で破壊され火薬庫の外に落下している（表-3写真内の矢印）が、ヒンジ部及びアーチ形模型火薬庫の隅角部以外では火薬庫の躯体は破壊されず、庫外への破片の飛散は認められなかった。したがって、覆土内にゴムシートを敷設することおよび躯体にヒンジ構造を設けることは、覆土式火薬庫の内部爆発時に発生する破片の飛散防止に有効であることがわかる。とくにゴムシートを敷設する方法はコンクリートの飛散を直接阻止できるため、火薬庫の破片の飛散防止だけでなく、火薬庫内部の保管物品の飛散防止にも効果が期待できる。

4. おわりに

本報では、覆土式火薬庫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飛散物に及ぼす覆土の影響を調べ、ゴムシート敷設とヒンジ構造の効果について検討した。爆発事故時における破片の飛散を防止するには、覆土にゴムシートを敷設することがとくに有効であると考えられる。

参考文献

- 1) 上原陽一，小川輝繁 編：新版 防火・防爆対策技術ハンドブック，株式会社テクノシステム，pp.37-96，2004.