

アーチ型覆土式火薬庫の内部爆発において

ヒンジ構造が破片の飛散および爆風圧に及ぼす効果

防衛大学校 学生会員 ○清水 和規 市野 宏嘉
正会員 大野 友則 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発生し、施設周辺の広い範囲で住民や家屋に被害を及ぼしていることが報告されている。我が国では、火薬類取締法・同施行規則により、火薬庫の構造、用途によって火薬庫の形式が定められている。その一つの覆土式火薬庫は、最も軽易な構造である地上式火薬庫と比べ覆土があることにより飛散物の発生および爆風圧の上昇を抑制させる効果が期待できる。現行の法令では、覆土式火薬庫の壁は鉄筋コンクリートに限定されており、火薬庫は現場打ちコンクリートによって施工することになる。プレキャスト部材による火薬庫が施工できれば、工期短縮や建設費用削減の可能性がある。また、プレキャスト部材を用いると、ヒンジ構造を有するため、爆発時における火薬庫の破壊を制御することにより破片の飛散抑止の効果が期待できる。ただし、ヒンジ構造を有する覆土式火薬庫は一般にヒンジ部が構造上の弱点となり従来の構造の火薬庫より破壊されやすいことから、爆発の際に庫外に放出される爆風に変化が生じ、爆風圧が増加する可能性がある。そこで、ヒンジ構造を用いたことによる爆風圧の変化について検討する必要がある。また、ヒンジによる破壊の制御が有効に機能するか否かを検証しなければならない。本研究では、ヒンジ構造を有するアーチ型覆土式火薬庫において内部爆発が発生した際の火薬庫の破壊と破片の飛散および爆風圧について、ヒンジ構造のない固定アーチ構造の火薬庫との比較を行った。

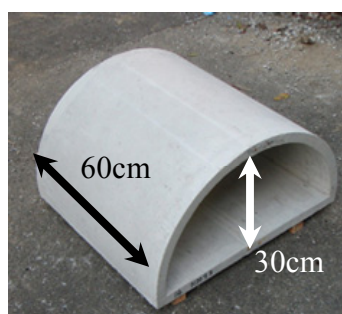


図-1 コンクリート試験体

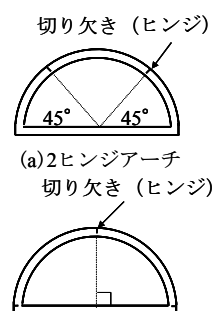


図-2 ヒンジ部の位置

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）で実施した。実験に使用したコンクリート製模型火薬庫（以下、試験体と呼ぶ）を図-1 に示す。コンクリートの一軸圧縮強度は 30N/mm^2 で、鉄筋の代用として直径 3.2mm の鋼線を 5cm 間隔で縦横に配置している。形状は半径 30cm の半円アーチ型で、奥行きが 60cm、壁厚は 3cm である。爆発ピットの空間的制約を考慮し、試験体の寸法は実規模の約 1/20 としている。図-2 に示す位置に 1.5cm の切り欠きを施工して、2 ヒンジと 3 ヒンジの 2 種類の試験体を作製した。

実験の概要を、図-3 に示す。試験体の両側面を鋼板（火薬庫前方の鋼板には 20cm 四方の開口部を設置）で拘束し、アーチ頂部からの厚さが 15cm（実規模 3m）となるよう覆土を施して図-4 に示す模型覆土式火薬庫とした。爆発にはコンポジション C-4 爆薬 80g（密度が 1.4g/cm^3 となるよう成型）を用いた。爆発位置を、図-3 に示す。実験では、試験体の破壊および破片の飛散状況を調べた。また、火薬庫後方で爆発位置から水平距離が 100cm, 155cm および 170cm の 3 箇所に設置された圧力セン

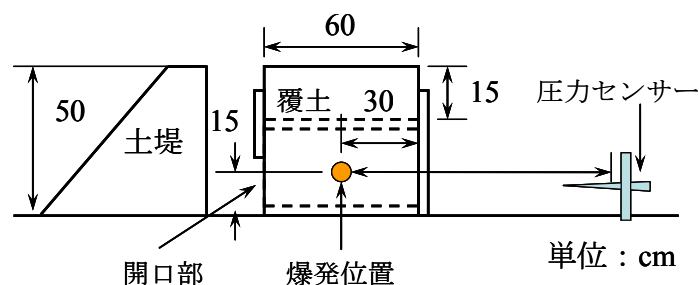


図-3 実験の概要



図-4 模型覆土式火薬庫

キーワード 覆土式火薬庫 / 内部爆発 / ヒンジ構造 / 飛散物 / 爆風圧

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: s53246@ed.nda.ac.jp

表-1 爆発後の試験体の状態（上段：爆発直後の火薬庫 下段：試験体の損傷）

固定アーチ	2ヒンジアーチ	3ヒンジアーチ
		
		

サーで爆風圧を計測した。センサーの受圧面は地上高さ 10cm となるよう調整した。実験は、ヒンジ構造を設けない固定アーチ、2 ヒンジアーチ、3 ヒンジアーチの 3 ケースを実施した。

3. 火薬庫の内部爆発に対するヒンジ構造の影響

3.1 火薬庫の破壊および破片の飛散

爆発後の模型覆土式火薬庫の破壊および破片の飛散状況を、表-1 に示す。表-1 より、固定アーチの場合は、試験体上部が大きく破壊され、1cm 角程度の細片から 5cm 角の多数のコンクリート破片となって火薬庫外部に飛散した。2 ヒンジアーチの場合は、試験体頂部がヒンジ部分で破壊して火薬庫後方の外（表内の矢印）に落下した。3 ヒンジアーチの場合は、3 箇所のヒンジ部で試験体が破壊するとともに、庫体全体に多くの縦方向ひび割れが生じる。ヒンジ構造を有する場合、ヒンジ部および隅角部以外の損傷は軽微であり、破片の庫外への飛散は少なかった。2 ヒンジアーチ、3 ヒンジアーチともにヒンジ部で破壊したことで試験体全体の破壊が制御され、コンクリート細片の発生を抑制できたといえる。したがって、ヒンジ構造による破壊の制御は可能であり、破片の庫外への飛散抑止に効果があることがわかる。

3.2 火薬庫後方における爆風圧

図-5 に、最大爆風圧と爆発位置からの水平距離との関係を各ヒンジ構造別に示す。ヒンジ構造の有無、ヒンジ構造の位置による最大爆風圧への影響は顕著でない。覆土によって火薬庫の破壊が低減されると、爆風が庫外に放出される際の障害となり、爆風の伝播経路を変化させることになるため、火薬庫後方における爆風圧を低減させる効果があると考えられる。表-1 を参照すると、いずれの実験ケースにおいても試験体頂部が破壊され上部の覆土が飛散しており、爆風が試験体頂部から放出されて火薬庫後方のセンサーに到達するという点は全ケース共通していると考えられる。このため、ヒンジ構造の有無や位置による火薬庫後方における爆風圧には差が生じなかったものと考えられる。

4. おわりに

本報では、ヒンジ構造を有する覆土式火薬庫の模型を用いた内部爆発実験を行い、火薬庫の破壊と破片の飛散および爆風圧についてヒンジ構造のない火薬庫との比較を行った。ヒンジを有する覆土式火薬庫は、庫体の破壊および破片の飛散抑制に有効である。なお、火薬庫後方の爆風圧増加は認められなかった。

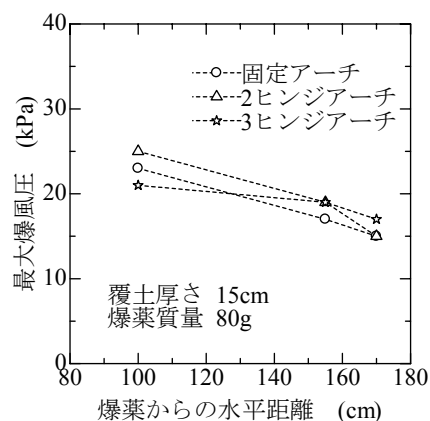


図-5 最大爆風圧と距離との関係