

ヒンジ構造覆土式火薬庫の内部爆発で生じる庫外爆風圧に関する基礎的考察

防衛大学校 学生会員 ○渡辺 萌奈
正会員 大野 友則 別府万寿博

1. はじめに

火薬庫等で爆発事故が発生すると、周辺建物や住民に被害を及ぼすため、火薬類取締法により火薬庫と保安すべき物件までの間に保安距離を確保することが義務付けられている。

近年、火薬庫周辺の市街地化が進み、保安距離確保が困難である等の問題が生じている。保安距離は、障害の無い地表面爆発での爆風圧を根拠にしているため、大野ら¹⁾はコンクリート製覆土式火薬庫を対象として模型実験を行い、覆土式火薬庫が最大爆風圧を低減させることを確認した。しかしながら、爆発で破壊したコンクリート片の飛散抑止についての検討はまだ行っていない。

本研究では、ヒンジ構造火薬庫のヒンジを模擬した切り欠きを試験体に設け、まず火薬庫内部で爆発が生じた際に、切り欠きが庫外最大爆風圧に与える影響を調べたものである。

2. 切り欠き入り覆土式火薬庫の内部爆発実験

実際の火薬庫の 1/20 模型である、直径 3.2 mm の鋼線を 50mm 間隔で配置した厚さ 3 cm のコンクリート製アーチ型試験体 (図-1) に、切り欠きを入れた (図-2)。

表-1, 2 に実験ケースを示す。切り欠き数は「縦の切り欠き数×横の切り欠き数」という形式で表している。

試験体の設置にあたっては、両側の開口部を厚さ 20 mm の鋼板で閉塞し、鋼板の片側には火薬庫の出入口を想定した 20 cm 四方の開口部を設けた。なお、火薬庫では覆土厚は 3 m 以上と規定されているため、実験では覆土 15 cm (300 cm/20) を基準厚さとした。

爆発は、C-4 爆薬を 16~80 g で成形し、電気雷管により発破した。また、爆薬の位置から水平距離で、火薬庫後方 100 , 155 および 170 cm の地点で地上高さ 10 cm の爆風圧を計測した。

3. 実験結果および考察

図-3 に、爆発後の火薬庫全体およびコンクリート試験体の破壊状況を示す。切り欠きがない場合は、爆薬設置位置の直上に大きな縦割れおよび底部隅角部に大きな破壊が生じた。縦に 2 本の切り欠きがある場合は、

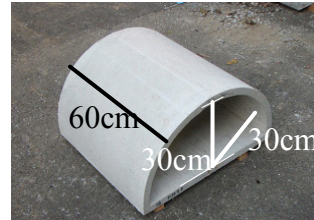


図-1 アーチ型試験体の概観

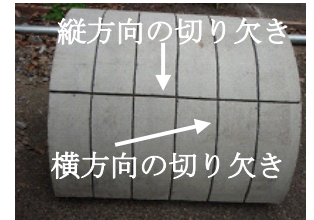


図-2 切り欠き

表-1 縦方向だけに切り欠きがある実験ケース

No.	切り欠きの数 (縦×横)	爆薬量 (g)
1	0×0	16
2	2×0	16
3	3×0	16
4	0×0	48
5	2×0	48
6	3×0	48
7	0×0	80
8	2×0	80
9	3×0	80

表-2 縦および横方向に切り欠きがある実験ケース

No.	切り欠きの数 (縦×横)	爆薬量 (g)
1	2×3	80
2	2×4	80
3	2×5	80
4	3×4	80
5	3×5	80

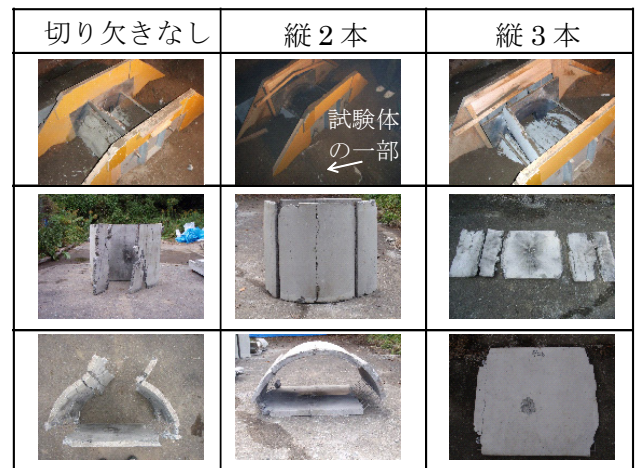


図-3 縦方向の切り欠きが破壊に及ぼす影響

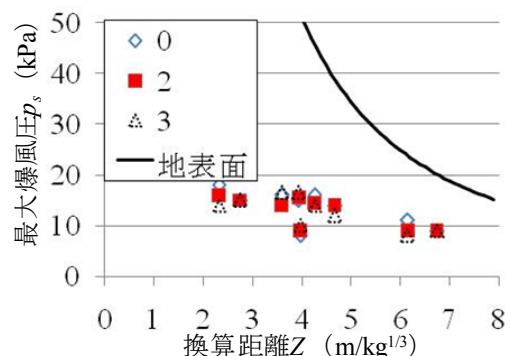


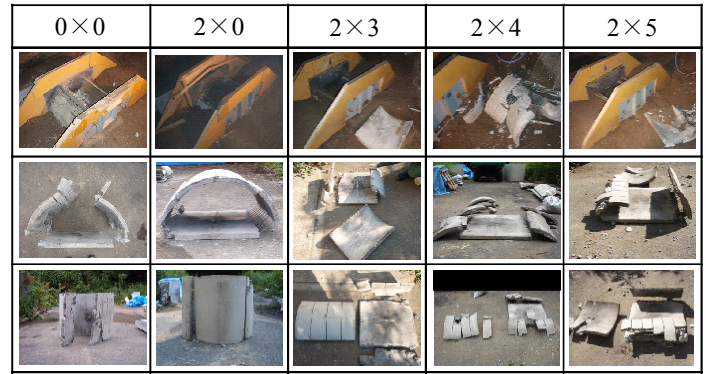
図-4 縦方向の切り欠きが最大爆風圧に及ぼす影響

切り欠きに沿って縦破壊したアーチ上部が吹き飛ばされて火薬庫の後方に落下した。縦の切り欠きが3本の場合は、切り欠きに沿って縦破壊したが、その破壊片は飛散しなかった。すなわち、縦方向に切り欠きがあることによりあらかじめ破壊箇所・方向が設定され、コンクリートの破片化を抑制する効果がある。

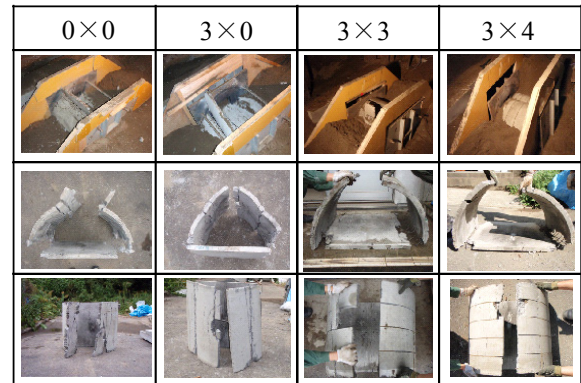
図-4に、切り欠き数の違いと、最大爆風圧～換算距離の関係を示す。図中には裸爆薬の地表面爆発による最大爆風圧の推定式を実線で示している。図から、切り欠きの数が増えても、切り欠きのない場合の爆風圧と大差が無いことがわかる。すなわち、縦方向の切り欠きの有無および数は、庫外での爆風圧と相関関係がないと言える。

図-5に、アーチ部に縦方向および横方向にも切り欠きを施した試験体の爆発後の状況を示す。図-5(a)は縦に2本の切り欠きを有する試験体に、横方向にも切り欠きを施した場合である。横方向の切り欠きが無いと、爆発によって切り欠きの部分からアーチ上部全体が切り離され火薬庫外に飛び出す傾向があった。一方、横方向にも切り欠きを加えると、縦横の切り欠きによって小片化・軽量化したコンクリート破片が飛散するようになった。すべてのケースで、縦方向の切り欠きに沿って破壊が起こっているが、横方向の切り欠きが4本および5本の場合は爆薬の直上に局所的な開口破壊が起こった。また、縦方向に3本の切り欠きを施した試験体の破壊状況を、図-5(b)に示す。このケースの試験体は、アーチ頂部に切り欠きがあり、破壊はこの部分に集中する傾向がある。横方向に切り欠きを増やすと、爆薬直上に局所的に破壊が起こりやすくなったが、その破壊片は覆土中に留まって庫外への飛散は発生しなかった。

図-6は、横方向の切り欠き数が庫外の最大爆風圧に及ぼす影響を示している。図-6(a)は、縦方向の切り欠きを2本施した試験体の場合である。横方向の切り欠きの有無やその数は最大爆風圧に影響を及ぼさないことが分かる。図-6(b)は、縦方向の切り欠きが3本の場合の、最大爆風圧の比較である。横方向の切り欠きを施すと、爆風圧は小さくなる傾向がある。これは、起爆点の爆風圧は局部破壊の部分から吹き出したもの以外試験体アーチ部の抵抗を受けながらセンサ位置に到達する。横の切り欠きの増加で局部破壊が大きさを増し、直上に抜ける爆風圧が多くなり、相対的に地表

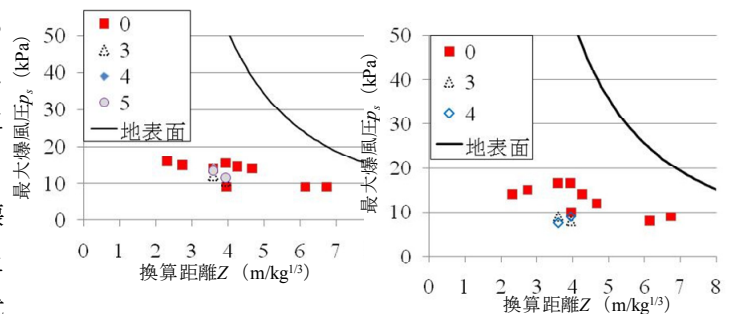


(a) 縦2本切り欠き試験体



(b) 縦3本切り欠き試験体

図-5 横方向の切り欠きが破壊状況に与える影響



(a) 縦2本切り欠き試験体 (b) 縦3本切り欠き試験体

図-6 横方向の切り欠きが爆風圧に与える影響

面に近いセンサ位置での爆風圧は小さくなったと考えられる。

4. おわりに

本研究は、火薬庫試験体の切り欠きが最大爆風圧に与える影響を実験的に調べたものである。本研究の成果を以下に示す。

- (1) 縦方向の切り欠きの有無および数は、庫外での爆風圧とは相関関係がない。
- (2) 横方向の切り欠きを施すと、爆風圧は小さくなる傾向がある。

参考文献

- 1) 大野友則, 大山浩代, 別府万寿博, 塩見昌紀: RC覆土式火薬庫の内部爆発に対する覆土の効果, 土木学会論文集 A, Vol.64, No.4, pp875-888, 2008.11

