

近接爆発によって生じる爆風圧の防爆壁による低減効果に関する研究

防衛大学校 学生会員 渡辺萌奈 正会員 田中信行
 正会員 大野友則 正会員 別府万寿博
 CRC ソリューションズ(株) 片山雅英

1. はじめに

重化学工場プラント施設や花火工場等の火薬類製造・貯蔵施設において万が一の爆発事故が生じると、極めて大きな爆風圧によって周囲の建物や人命が被害を受けることが予想される。このような爆風圧に対する効果的な手段の一つとして、壁構造物(以下、防爆壁という)を設置することが考えられる。「火薬類取締法」および「火薬類取締法施行規則」には、リューデンベルグ式¹⁾($D = K \cdot W^{1/3}$: Dは保安距離(m), Wは薬量(kg), Kは保安物件の種類による係数(換算距離ともいう))と呼ばれる算定式により安全を確保するために必要な保安距離が示されている。ただしこの保安距離は、障壁等を設置せずに屋外爆発実験を行なった結果に基づいて規定されており、防爆壁がある場合には、これが保安距離に及ぼす影響は明らかではない。そこで本研究は、C-4爆薬を用いて爆発実験を行い、防爆壁の有無による爆風圧の変化および低減効果について検討した。また、数値シミュレーションを行い、実験と比較することによりその精度や適用性について検討を行った。

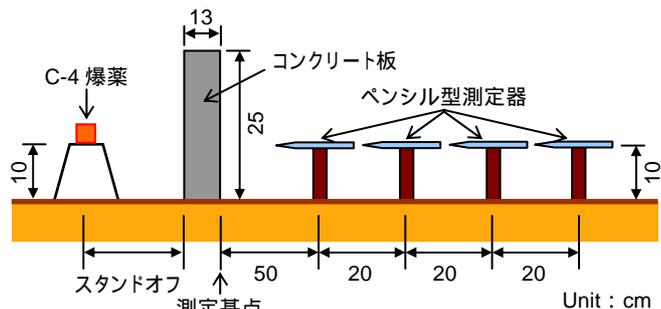


図-1 実験の概要

表-1 実験ケース

スタンドオフ(cm)	20				40			
防爆壁	無し	有り	無し	有り	無し	有り	無し	有り
爆薬量(g)	12.5	25	12.5	25	100	200	100	200

2. 爆発実験の概要

実験は、爆発実験室の直径 4m の爆発ピット内において行った。図-1 に示すように、地上から高さ 10cm の位置に C-4 爆薬を設置して爆発させた。実験パラメータは、スタンドオフ(爆薬から防爆壁(コンクリート板)までの距離)および爆薬量とした。実験ケースを表-1 に示す。スタンドオフと爆薬量を変化させて、防爆壁の有無が爆風圧に及ぼす影響を調べた。防爆壁(コンクリート板)の寸法は縦 50cm×横 50cm×厚さ 13cm で、図-1 に示すように、下側 25cm を土中に埋設した。爆風圧を計測するために、コンクリート板背面から 50, 70, 90, 110cm 離れた地点(それぞれ計測点, , , とする)において地上から高さ 10cm の位置にペンシル型爆風圧センサーを、固定した。計測はサンプリングタイム 1μs で計測を行った。

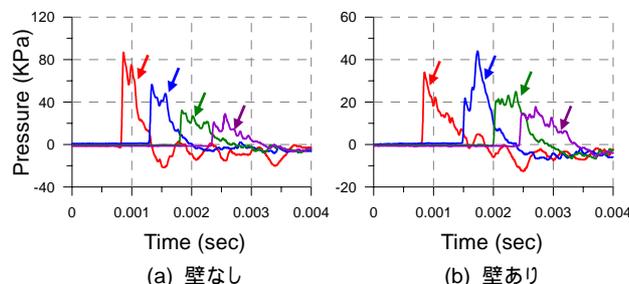


図-2 C-4 爆薬量 12.5g の各測定点での爆風圧と時間の関係

3. 実験結果

図-2 に、爆薬量 12.5g のケースで得られた爆風圧~時間関係を示す。これより壁の有無によらず、爆風圧は瞬時に立ち上がった後、緩やかに減少していることがわか

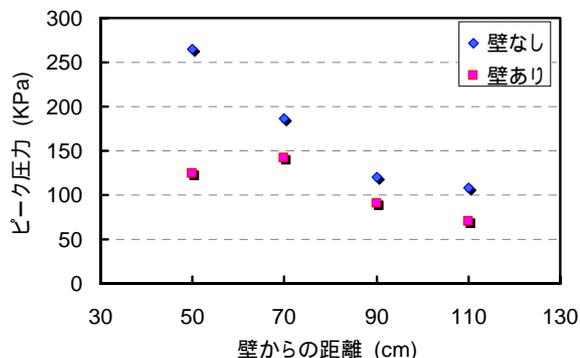


図-3 C-4 爆薬量 100g 壁からの距離とピーク圧の関係

キーワード: 防爆壁, 爆風圧, 換算距離, C4, TNT, AUTODYN

連絡先: 〒239-8686 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

る。その後、負圧を示し、大気圧に戻ることも確認できる。また、壁からの距離が大きくなるにしたがい、() 最大爆風圧が小さくなっていくこと、() 最大爆風圧後の低下率が緩やかになっていくことがわかる。特に壁がない場合には、計測点でのピーク圧力(計測された爆風圧の最大値)は86.9KPaであるが、計測点では28.7KPaと約30%にまで減少している。壁がある場合は、壁がない場合に比べ爆風圧の継続時間が長くなることもわかる。図-3に、爆薬量100gのケースにおけるピーク圧力～距離関係を示す。これより、壁なしでは壁からの距離が増すにしたがいピーク圧力が減少していくことがわかる。しかしながら、壁のある場合は、壁に一番近い部分のピーク圧力はかなり小さい値を示している。図-4には、各距離における壁なしに対する壁ありの場合のピーク圧力の比を圧力比として示している。この図からも、壁から50cmの所では、壁のない場合と比較してピーク圧力が半分以下になっており、爆点から最も離れた110cm地点よりも小さい値を示していることがわかる。これは、壁から50cmの位置では、爆風圧は壁の影響を受けて乱されるためと考えられる。

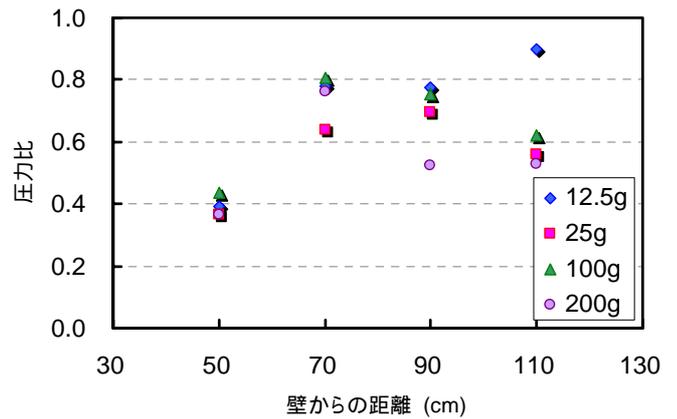


図-4 壁からの距離とピーク圧の減衰比

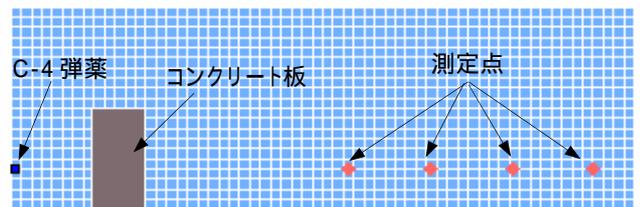


図-5 解析モデル

4. 数値シミュレーション

衝撃解析コード AUTODYN を用いて、本実験の爆薬量12.5g,100gの爆破実験について数値シミュレーションを行った。解析モデルを図-5に示す。図-6に、解析で得られた爆薬量12.5gの場合における計測点の圧力波形を実験値と比較して示す。これより、最大圧力、継続時間ともに実験とほぼ一致することがわかる。また、図-7には、解析で得られた各測定点のピーク圧と実験値との比を示している。壁ありの場合は壁付近においてその比は0.4~0.6を示しており、シミュレーションの結果との対応が良好ではない。従って、ここで用いた解析モデルに改良が必要である。一方、壁なしの場合は解析比と実験値の比が1.0前後であり比較的良好にシミュレートしていることがわかる。

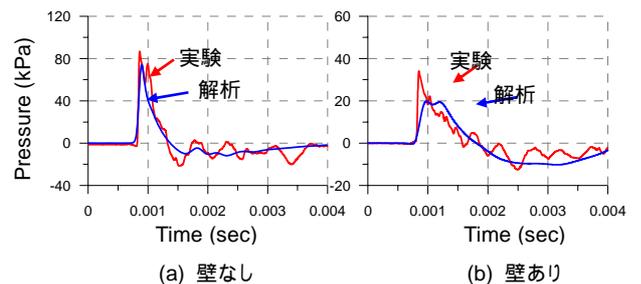


図-6 解析と実験データの爆風圧の時間変化

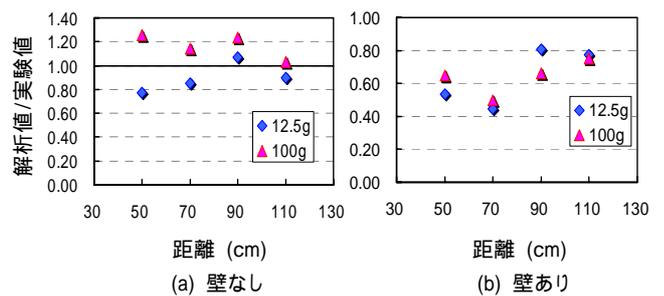


図-7 解析と実験結果の比較

5. まとめ

本研究はC-4爆薬を用いて爆発実験を行ない、爆風に対する防爆壁の効果について検討したものである。本研究の成果を以下に示す。

- 1) 防爆壁に近いほど最大爆風圧の低減効果は大きく、50cmの近距離では壁がないときの4割程度に低減している。
- 2) シミュレーションと実験値の比較により、壁なしのシミュレーションの挙動は実験とほぼ一致した。

参考文献

- 1) 発破工学ハンドブック 共立出版株式会社 2001年6月