

防爆壁による爆風圧の減衰効果に関する実験的研究

防衛大学校

正会員

別府万寿博

学生会員

大久保一徳

正会員

大野 友則

学生会員

渡辺 萌奈

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有効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。本研究は、C-4爆薬を用いて爆発実験を行い、防爆壁による圧力減衰効果について検討を行ったものである。

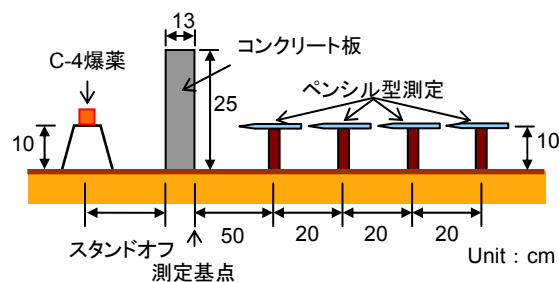


図-1 実験の概要

表-1 実験ケース 1

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
防爆壁の高さ(cm)	-	25	-	25	-	25	-	25
防爆壁の厚さ(cm)	-	13	-	13	-	13	-	13
爆薬量(g)	12.5	25	12.5	25	100	200	100	200

表-2 実験ケース 2

表-3 実験ケース 3

スタンドオフ(cm)	20				スタンドオフ(cm)	20		
防爆壁の高さ(cm)	無し	15	25	35	防爆壁の高さ(cm)	無し	10	13
防爆壁の厚さ(cm)	-	13	13	13	爆薬量(g)	57		

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、①爆薬量およびスタンドオフ（爆薬から防爆壁までの距離）、②防爆壁の高さ、③防爆壁の厚さとした。実験ケースを表-1～3に示す。模型防爆壁の寸法は縦50cm×横50cm×板厚で、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50cm, 70cm, 90cm, 110cm離れた地点（それぞれ計測点①, ②, ③, ④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。

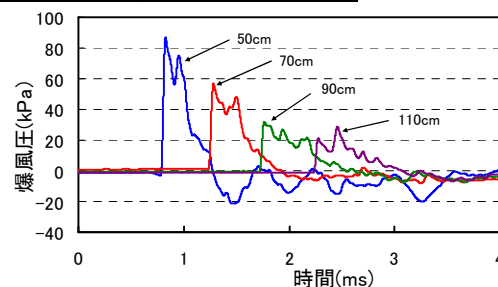


図-2 爆風圧と時間の関係（壁なし C-4爆薬量12.5g）

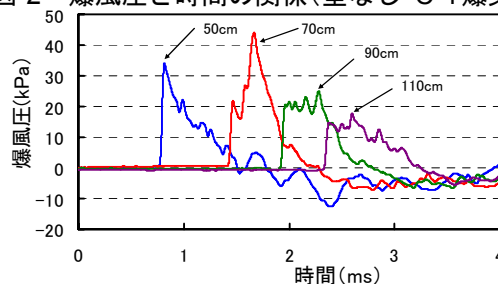


図-3 爆風圧と時間の関係（壁あり C-4爆薬量12.5g）

3. 実験結果

3.1 爆薬量およびスタンドオフの影響

図-2, 3に、爆薬量12.5gのスタンドオフ20cmのケースで得られた爆風圧～時間関係を示す。また、図-4に最大爆風圧と壁からの距離の関係を示す。図-2, 3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る。その後、負圧を示し、大気圧に戻っている

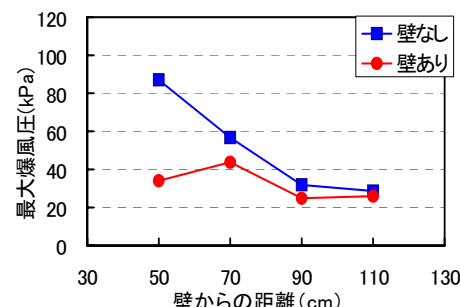


図-4 最大爆風圧と壁からの距離の関係（C-4爆薬量12.5g）

キーワード：防爆壁、爆風圧、換算距離、C-4、TNT

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

ことも確認できる。また、壁から離れるにしたがい、i)最大爆風圧が小さくなること、ii)最大爆風圧後の低下が緩やかになること、がわかる。特に壁がない場合では、図-4 に示すように、計測点①での最大爆風圧は86.9Kpa であるが、計測点④では28.7Kpa と約30%にまで減少している。また、壁がある場合では、壁直後において最大爆風圧は35kPa まで低減されている。図-5 に、全ての薬量における最大爆風圧と壁からの距離および減衰比（壁がない時の最大爆風圧と壁がある時の最大爆風圧の比）と距離の関係を示す。これより、壁に最も近い①の計測点では、薬量に関わらず壁による回折を受け爆風圧は大きく低減しており、壁がある場合は、壁がない場合に比べて約4割まで低減されることがわかる。

3.2 壁の高さの影響

図-6, 7 に、壁がない場合および壁の高さが15, 25, 35cm の場合の最大爆風圧～時間関係および減衰比～距離の関係を示す。これより、壁の高さが15cm の場合では、壁からの距離50cm の地点において最大爆風圧を示し、壁からの距離が遠くなるにしたがい爆風圧も徐々に小さくなっていくことがわかる。これは、計測点の高さが10cm の位置であるので、壁の高さとの差が5cm しかなく、爆風圧の回折効果がほとんどみられないためと考えられる。しかし、壁高さが25cm になると、壁からの距離50cm での爆風圧は小さく、70cm の地点で最大となり、そこから徐々に小さくなっていく。また、壁の高さが35cm の場合も、25cm と同じ傾向を示している。

3.3 壁の厚さの影響

図-8, 9 に、各壁厚における最大爆風圧～壁からの距離関係および減衰比～距離の関係を示す。壁からの距離50cm の地点では、すべての壁厚において、壁近くで圧力が顕著に下がり、壁による回折の影響を受けていることがわかる。110cm 以外の壁からの距離では約2割以上の減衰比の差が生じており、わずか3cm の差ではあるが、爆風圧の減衰に大きく影響を与えていることがわかる。

4. まとめ

本研究はC-4 爆薬を用いて爆発実験を行い、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) 室内実験を行って、模型防爆壁による爆風圧の減衰効果を確認した。特に、模型防爆壁に近いほど最大爆風圧の減衰効果は大きく、50cm の近距離では壁がないときの4割程度に減衰している。
- (2) 模型防爆壁による爆風圧の減衰は、壁の高さや厚さによって大きく異なることがわかった。

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

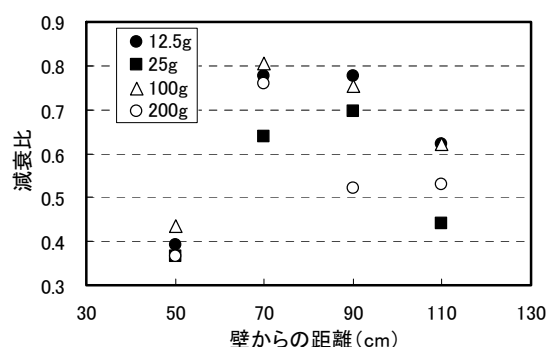


図-5 壁からの距離とピーク圧の減衰比

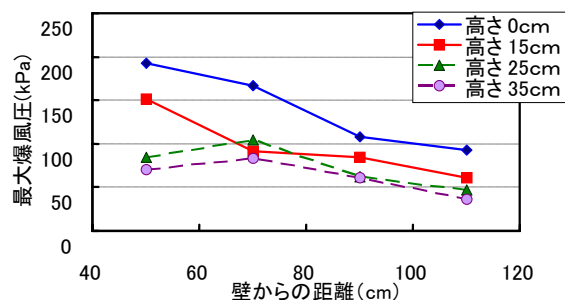


図-6 壁の高さによるピーク圧の減衰効果

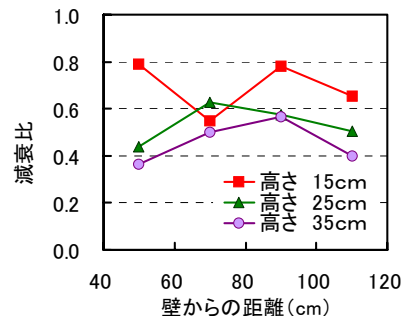


図-7 壁の高さによる効果

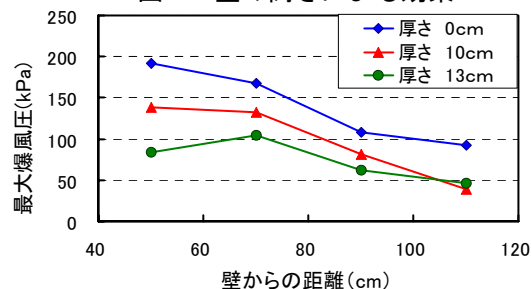


図-8 壁の厚さによるピーク圧力の減衰効果

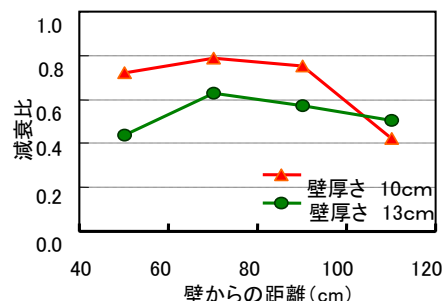


図-9 壁の厚さによる効果