

上面および側面に開口部を有する構造物内での爆発時に外部に噴き出す爆風の特性

防衛大学校 学生会員 ○栗田 悠太郎
正会員 市野 宏嘉
正会員 別府 万寿博

1. 序言

爆発性の物質を取り扱う施設内で生じた爆発事故では、爆風や飛散物が施設の周辺にも被害を及ぼす。この際、爆発事故を生じた施設の構造物の出入り口や窓といった開口部が外部に噴き出す爆風の分布、大きさや継続時間などの特性にどのような影響を及ぼすかは未だ検討の途上にある。本研究では、試験体上面および側面に設けた開口部が試験体の外部に噴き出す爆風圧に及ぼす影響を実験により調べた。

2. 実験方法

本研究では、開口部を有する円筒形の鋼製試験体 (JISG3444) の内部で爆薬を爆発させ、試験体外部に噴き出す爆風の圧力を3方向で計測した。図-1 に円筒形試験体の配置図を示す。試験体の高さは250mm、内径200mm、厚さは8mmである。図-2 に示すように、開口部は上面または側面に設け、上面は直径8mm（開口なし）と150mmの2種類、側面は開き角を0°（開口なし）及び36°の2種類の試験体を使用した。なお、上面開口なしの場合に設けた直径8mmの穴は、別途行った実験の際に配線を行うために設けた小孔であり、ここから噴き出す爆風は限定されたものとなる。円筒形の試験体は、その上下の鋼板で挟み、鋼板の四隅の穴に通したボルトとナットで固定した。爆風圧の計測に使用した圧力センサーは米国PCB社製137Aシリーズである。図-3 にセンサーの配置を示す。センサーの受圧部の位置は爆薬の中心から水平距離500, 900, 1300, 1650mmの4点、試験体側面に設けた開口部の正面方向を方向角0°とし、0°, 90°, 180°の3方向の計12箇所とした。また、サンプリング周波数は1MHzとした。実験用の爆薬としてコンポジションC-4を6gまたは10g量りとり、直径と高さが等しい円柱形に成形して使用した。この円柱形の爆薬を爆薬の中心の高さが125mmになるように発泡ポリスチレン製の台座を用いて設置し、6号電気雷管を用いて起爆した。

3. 実験結果および考察

図-4 に、爆風圧－時間関係の代表例を示す。図は側面開口36°、上面開口径8mmの試験体内で爆薬6gを爆発させた際

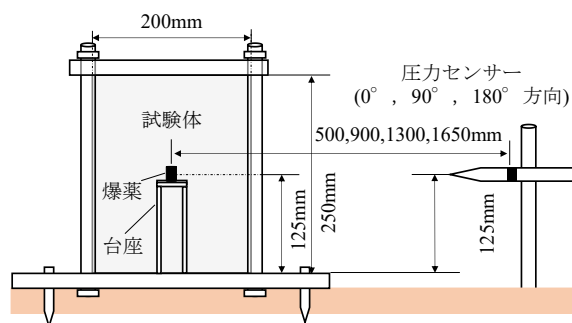
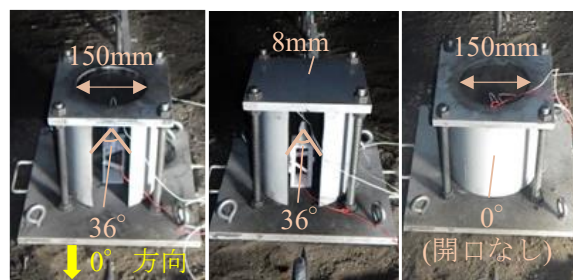


図-1 円筒形試験体の配置図



(a) 36°150mm (b) 36°8mm (c) 0°150mm

図-2 試験体および上面の鋼板の組み合わせ

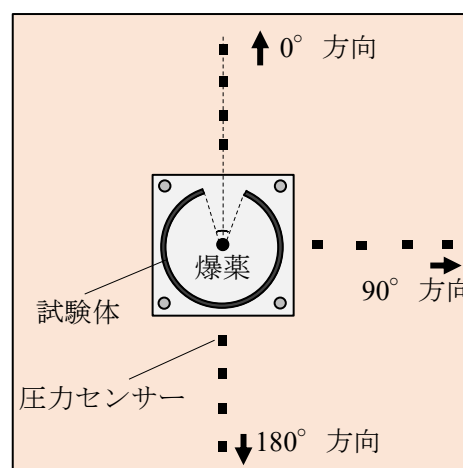


図-3 センサーの配置

キーワード 爆発, 開口部, 最大爆風圧, 換算距離

連絡先 〒239-0811 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 TEL046-841-3810

に、0°方向、距離 900mm で得られたものである。爆風圧は瞬間的に立ち上がり、直ちに数十 kPa 程度のピーク（最大爆風圧）を示した後、1~2ms 程度で負圧に転じ、大気圧に戻る性質がある。本研究では、この最大爆風圧 p_{so} と換算距離 Z （異なる距離 d と爆薬量 W の爆発を同時に評価するため、距離を爆薬量の 3 乗根で割った指標）との関係に着目して検討を進める。

図-5 に p_{so} と Z との関係を示す。側面開口がない 0°150mm の結果は方向の影響がないものとしてまとめて評価した。図より p_{so} は Z の増大に対して、両対数軸上で概ね線形を示しながら減衰する傾向にある。 p_{so} と Z との関係を次式により近似した結果も併記した。

$$p_{so} = \alpha \cdot Z^{\beta} \quad (1)$$

ここに、 p_{so} ：最大爆風圧(kPa)、 Z ：換算距離(m/kg^{1/3})、 α 、 β ：係数である。図より、方向により開口部による影響が異なる。0°、90°方向に着目すると、側面開口がある 36°の場合、上面開口に関わらず傾向の差異は認められない。これは、0°、90°方向では、側面開口部から噴き出す爆風が上面開口部から噴き出す爆風よりも卓越していることを意味する。側面開口がなく、上面開口がある 0°150mm では、開口部がある場合と比較して p_{so} が 1/10~1/5 程度（0°方向）、1/3~1/2 程度（90°方向）であり、それを反映して α の値も小さくなる。側面開口の有無による p_{so} の差は、換算距離が大きくなるほど小さくなる傾向があると考えられる。一方、180°方向では、上面開口がある場合には開き角 0°、36°ともに類似した傾向を示し、上面開口がない場合の開き角 36°の場合よりも p_{so} が 1.5~2 倍程度となる。これは、180°方向では、上面開口部から噴き出す爆風が側面開口部から噴き出す爆風よりも卓越していることを意味する。なお、上面開口がある 2 ケースでは、開き角 36°の場合に、開き角 0°の場合と比較して p_{so} はやや小さくなる。これは、側面からも爆風が噴き出すため、上面から噴き出す爆風が多少弱まったことを示している。

4. 結言

本研究では、試験体上面および側面に設けた開口部が試験体の外部に噴き出す爆風圧に及ぼす影響を実験により調べ、次の 2 点の結果が得られた。

- (1) 上面を開口させることにより、0°、90°方向に噴き出す最大爆風圧の差異はないが、180°方向において増加した。
- (2) 側面を開口させることにより、0°、90°方向に噴き出す最大爆風圧は増加し、180° 方向においては低減された。

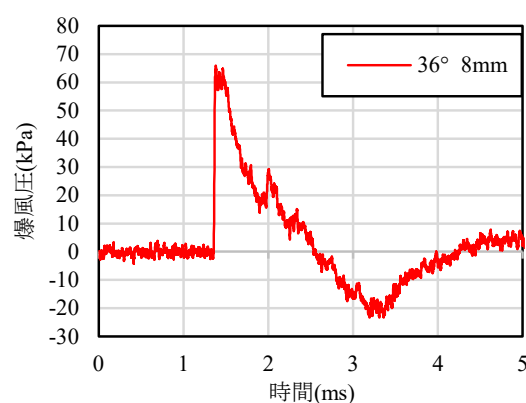
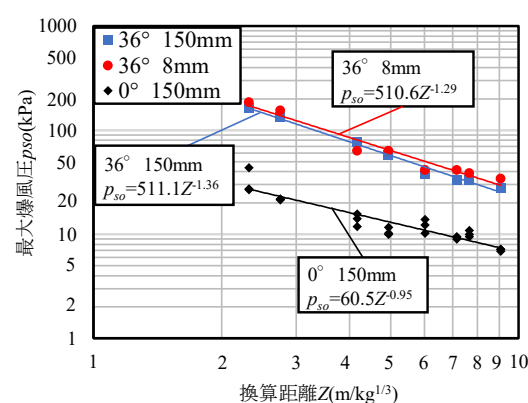
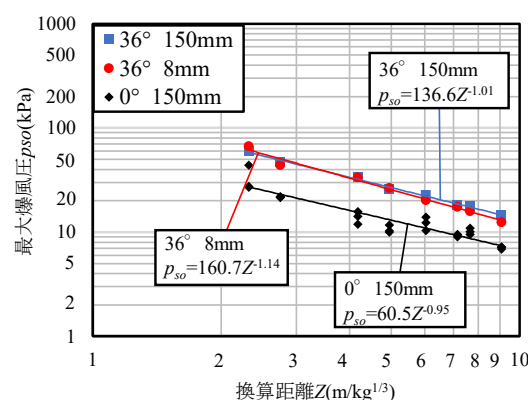


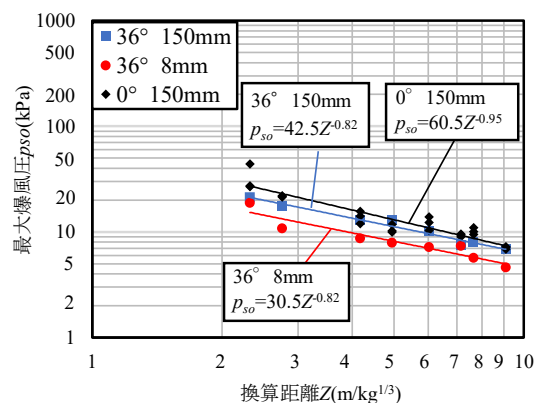
図-4 爆風圧時間関係の一例
(0°方向、900mm、爆薬量 6g)



(a) 0°方向



(b) 90°方向



(c) 180°方向

図-5 最大爆風圧 p_{so} と換算距離 Z との関係