

警察における衝突科学 弾丸を用いた衝突実験

巽 瑛理 科学警察研究所，東京大新領域

石井 将人 科学警察研究所

1 背景

近年，銃器を用いた犯罪は減少傾向にあるが，それでもなお年間数十件の発砲事件が発生している．銃器は飛び道具であるために，犯人につながる手がかりが残りにくいという特徴がある．そのため，銃器の威力や跳弾特性，痕跡の形態や形成過程等を知り，検挙につなげていく必要がある．また，それだけでなく，銃器の威力，つまり与える荷重や損傷の測定を定量的に行うことも，銃器を取り締まる法律を立案するうえで必要とされている．

2 衝撃荷重の直接計測についての検討

2.1 目的

耐弾防護衣の性能を評価する手法として，護衣後方における変位量により評価する，NIJ standard 及び HOSDB により定められた規格が一般的に知られている．しかし，これは間接的な評価手法であり，衝突時の衝撃荷重を知ることはできない．耐弾防護衣を身に着けた場合，必ずしも防護衣の下に変形が起こるわけではないが，なお大きな衝撃圧力がかかる．

本実験では，飛翔体がターゲットに衝突するときの衝撃荷重を直接計測し，耐弾防護衣の性能を定量的に評価することを目的とした．

2.2 実験方法

ターゲットは鋼板に耐弾防護衣に使われる高強度繊維を重ねたもの，プロジェクティルは銅と鉛でできた直径 9.0[mm]，全長 14.7[mm]，質量 9.6[g] の金属弾丸である．衝突圧力はピエゾフィルムゲージ式圧力センサ（Dynasen 製 PVF₂11-.25-EK）で測定し，それを荷重に変換した．ターゲットへの入射速度はクロノグラフ（Oehler 製 Model35）およびハイスピードカメラ（Vision Research 製 Phantom V710）を用いて測定し，240[m/s] 程度であった．

2.3 実験結果

高強度繊維がない場合では，弾丸がセンサを破壊してしまい，正確な計測ができなかったが，高強度繊維を 3 枚重ねた後方の圧力は計測することができ，150[μ s] 程度の間，0.3～0.5[GPa] 程度の高圧力の負荷がかかることが分かった．この持続時間はハイスピードカメラから観察される現象と整合的である．最大の圧力は 0.51[GPa] であり，理論的に計算される鉄同士の衝突

圧力 2.3[GPa] に対して大きく軽減されている．また，圧力の計測結果からターゲットに与えられた力積を計算すると，1.77[N·sec] であったが，ハイスピードカメラの映像から計算される力積は 0.9[N·sec] 程度である．鋼板が弾丸に対して与えた力積の半分程度が弾丸を変形させるために使われたと考えられる．

3 空隙のある弾丸の破壊挙動

3.1 目的

人体等の軟らかい物質には貫入するが，壁などの硬い物質に衝突すると破碎する，フランジブル弾丸という弾丸がある．フランジブル弾丸は金属粉を押し固めて作られており，ある程度の空隙を持つことにより破碎しやすくしていると考えられる．

今回の実験では，入射速度と破片の質量分布との関係を観察した．

3.2 実験方法

ターゲットは鋼板，プロジェクティルは全長 17.6[mm]，質量 7.45[g] のフランジブル弾丸である．ターゲットは射出口から 2[m] の位置に設置した．また，弾丸の入射速度は 170[m/s] と 330[m/s] とした．

3.3 実験結果

入射速度 170[m/s]，330[m/s] のとき，それぞれの破片の累積個数分布を調べると Fig.1 のようになった．累積個数分布は $dN(m) \propto m^{-1.4} dm$ という関係が得られ，べき乗則が成り立っていることが確認できた．また，速度が速くなるにしたがって分布がグラフ右上に平行移動する傾向が見られた．これより，現場に遺留している破片の分布から入射速度を推定する手がかりが得られると考えられる．

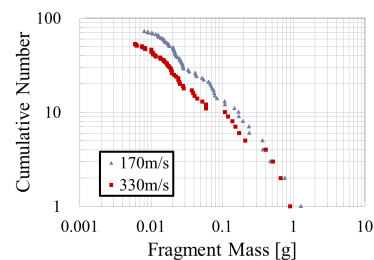


Fig. 1 The cumulative number for projectile velocities of 170m/s and 330m/s.