434 けん銃弾丸の衝突解析と変形評価

Evaluation of Deformation and Collision Analysis in Gun Bullet

○正 坂本英俊（熊大工）准 樋渡哲也（出光）正 山口敏彦（熊本県警）

正 大淵 慶史（熊大院） 山本 光治（熊大工） 土村将範（熊産技）

Hidetoshi SAKAMOTO, Kumamoto University, 2-039-1 Kurokami Kumamoto 860-8555

Tetsuya HIWATASHI, Student Kumamoto University

Toshihiko YAMAGUCHI, Forensic Science Laboratory, Kumamoto Pref..Ploice H.Q.

Yosifumi OHBUCHI, Kumamoto University

Mitsuharu YAMAMOTO, Kumamoto University

Masanori Tsuchimura, Kumamoto Prefecture Industrial Research Institute

The bullet-firing test was done for evaluating the bullet and the target deformation by collision. In this quantitative evaluation, these shapes of bullets and targets were measured precisely by 3D measurement machine and were reconstructed by 3D-CAD system as digital data of deformation. In addition, the collision simulation of the bullet was executed by using the FEM commercial code "HyperWorks". The comparison of the FE-simulation analysis results and the experiment ones shows the quantitative evaluation in the collision deformation.

Key word: Bullet, deformation analysis, collision, FE simulation, 3-D measurement

1. 緒言

日本国内及び国外において、銃による犯罪が数多く報道され、毎年多くの人命が凶弾に倒れている。これらの発生事件の早期解決が銃犯罪の抑止力となる。けん銃の犯罪解決においては、使用された拳銃、弾丸の種類、およびその弾丸が模造拳銃により発砲されたものかどうかの情報は非常に重要な情報である。実際一般的に行われている捜査は、現場から発射された弾丸と薬きょうを回収し、その弾丸の変形状態、発射痕等を調べ、使用された銃器を特定するという方法を用いている。

本研究では、3種類のけん銃と防弾シールドに使用されているポリカーボネート板をターゲットに用いて弾丸の衝突実験を実施し、弾丸の速度および衝突角度の影響について定量的に測定し、デジタルデータによる変形状態再構築を行った。また、実際の弾丸形状とシミュレーション結果を比較し、シミュレーションによる衝突・変形解析評価の有効性を示すとともに、解析精度向上のための問題点について検討を行った。

2. 試射実験

2.1 供試材と実験装置

使用した弾丸は3種類（38SPL（ラウンドノーズ弾）、（b）25AUTO（ラウンドノーズ弾）、380AUTO（ラウンドノーズ弾）の被甲弾を用いた。被甲弾丸とは、中心部は鉛で外殻は銅である弾丸の総称である。実験に使用したけん銃と発砲前の弾丸の外観の一例をFig.1に示す。

(a)38SPL (b) Wheel gun (S&W).

Fig.1 A example of bullet and Wheel gun

使用したけん銃は、口径 0.38 インチ S&W 回転弾倉式けん銃（38SPL）、口径 0.25 インチタイタン自動式けん銃（25AUTO）、口径 0.38 インチデビス P-380 型自動装填式けん銃（380AUTO）である。試射対象物には防弾シールドに使われているポリカーボネート板（500mm×520mm×厚さ 10mm）を用い、弾丸の変形と併せて防弾特性についても評価を行った。ターゲットとの距離は 8175mm であり、途中に弾速計測用の速度計を設置した。弾速計はレーザー弾速計 LS-1000 を用いた。

実験装置の概略図を Fig.2 に示す。

Fig.2: Layout of firing experiment (in mm).

2.2 実験条件

実験は弾丸が垂直に衝突する場合、および弾丸が入射角 30°、45°、60° で衝突する場合について行い、各々の弾丸に対して、弾速を変化させ水槽およびポリカーボネー

ト板に試射後、弾丸を回収した。水槽への試射は衝突なし
 条痕を得るため実施した。弾丸およびターゲットは試射終
 了後回収され、熊本県工業技術センター設置の三次元測定
 器 (MITUTOYO LEGEX910) を用い弾丸形状測定を行っ
 た。三次元測定器の測定結果は点 (Point) で表され、三次
 元 CAD を用いて点に面を貼り、弾丸形状・弾痕形状を 3D
 画像として再構築した。

380AUTO の試射実験による衝突速度 126mm/s の場合の
 弾丸変形状及び 3 次元形状精密測定結果およびポリカー
 ボネート板の変形状の一例を Fig.3, Fig.4 にそれぞれ示
 す。

Fig.3 Bullet's shape after collision and
 Reconstruction bullet shape by 3D measurement
 (head-on collision, 380AUTO, V=79.2m/s).

Fig.4 Configuration
 of bullet hole

4. 衝突シミュレーション解析

次に、近年自動車等のクラッシュ解析で注目されている
 FEM 衝撃解析ソフトウェアに着目して、弾丸衝突の様々な
 条件における変形破壊解析シミュレーションが弾丸衝突デ
 ータベース作成に有効な手段となるかを確認するために、
 実験条件と同じ条件でシミュレーション解析を行い、衝突
 後の弾丸変形のデジタル再構築データと解析結果の形状を
 比較検討した。

解析には衝撃解析ソフトウェア HyperWorks(Radius) を
 用いた。解析条件としては材料の速度依存性、弾丸の回転、
 マッハ数等を考慮に入れてシミュレーションを実施した。
 以下に弾丸の断面図、解析モデルの一部を Fig.5,6 に示す。

Fig.5 Cross section of bullet and target models

Fig.6 Analysis model of bullet

解析シミュレーションは試射実験で行った正面衝突およ
 び入射角 30° , 45° , 60° の 4 種類の条件および試射速度
 で実施した。斜め衝突の解析例を Fig.7 に示す。この図は(1)
 衝突前、(2)衝突途中、(3)衝突後ターゲットから離れた時点
 を示す。斜め衝突の場合、弾丸の東部がターゲットである
 ポリカーボネート板内に入り込み、その後弾底がターゲット
 に接触し弾底を変形させながら反射していく様子がアニメ
 ーションにより観察され、変形弾丸の弾丸形状およびタ
 ーゲットの衝突痕は、試射実験で得られた弾丸形状および
 ターゲットの測定結果とよい一致を示した。入射角 45° に
 おける弾丸の試射実験で得られた測定形状と解析で得られ
 た変形状を比較した図を Fig.8 に示す。

Fig.7 Example of Collision
 analysis ($\theta = 45^\circ$, $V = 156$
 m/s)

Fig.8 Comparison of analysis results with experiment ones
 (38SPL, collision angle: 30°)

5. 結論

けん銃弾丸の防弾シールドへの試射実験と FEM 衝突解析
 を行い、衝突後の弾丸及びシールドの変形を比較し、変形形
 状のよい一致が得られ、弾丸の衝突シミュレーションの有
 効性が示された。

参考文献

省略