

目 次

1	はじめに	1
1.1	煙火と煙火弾道について	
1.2	本研究の目的	
1.3	煙火の歴史	
1.4	煙火弾道学と従来の研究	
1.5	本研究の概要	
	参考文献	
2	筒内弾道 (1) 筒内圧力プロフィールと初期速度	9
2.1	はじめに	
2.2	実験	
2.2.1	試料	
2.2.2	装置	
2.2.3	手順	
2.3	結果と考察	
2.3.1	初速の測定	
(1)	煙火玉・星の初速測定結果	
(2)	揚薬量・間隙率の初速に及ぼす影響	
2.3.2	打揚筒内の圧力プロフィール	
(1)	煙火玉打揚の際の圧力プロフィール	
(2)	煙火星打揚の際の圧力プロフィール	
(3)	星に作用する実際の圧力プロフィール：4圧力センサー実験	
2.3.3	打揚筒内における玉の運動	
(1)	打揚筒内における玉の運動の解析	
(2)	玉の初期速度測定値と筒口速度計算値との相関	
2.3.4	打揚筒内における星の運動	
(1)	打揚筒内における星の運動の解析	
(2)	星の初期速度測定値と筒口速度計算値との相関	
(3)	筒内の圧力分布を考慮した筒口速度の推定	
2.4	まとめ	
	参考文献	

3	筒内弾道 (2) 透明筒実験	31
3.1	はじめに	
3.2	実験	
3.2.1	試料	
3.2.2	装置	
3.2.3	手順	
3.3	実験データの解析方法	
3.3.1	高速ビデオカメラの測定データの解析	
3.4	結果と考察	
3.4.1	打揚筒内における星の運動	
3.4.2	星の運動軌跡と筒内の圧カプロフィールとの関係	
3.5	まとめ	
	参考文献	
4	筒外弾道 (1) 模擬煙火玉の空気抵抗	50
4.1	はじめに	
4.2	実験	
4.2.1	試料	
4.2.2	装置	
4.2.3	短距離での模擬玉の自由落下実験	
4.2.4	塔内での自由落下実験	
4.2.5	風洞実験	
4.3	結果と考察	
4.3.1	短落下距離における玉に対する空気抵抗の影響	
4.3.2	塔内での自由落下実験	
4.3.3	レイノルズ数依存性を考慮した煙火玉の抵抗係数	
4.3.4	風洞実験	
4.4	まとめ	
	参考文献	
5	筒外弾道 (2) 打ち揚げられた星の軌跡	58
5.1	はじめに	
5.2	実験	

- 5.2.1 試料
- 5.2.2 装置
- 5.2.3 手順
- 5.3 結果と考察
 - 5.3.1 星の開放空気中静止燃焼時間と飛行燃焼時間
 - (1) 星の燃焼時間と線燃焼速度に及ぼす直径の影響
 - (2) 星の種類と平均線燃焼速度
 - (3) 測定データのバラツキ
 - (4) 飛行中の星の燃焼時間
 - 5.3.2 大気中の燃焼星の運動と軌跡
 - (1) 空気中における星の運動の解析
 - (2) K の適合性
 - (3) 打ち揚げられた星の運動のモデル化
 - 5.3.3 異常軌跡と燃焼中断軌跡
 - 5.3.4 軌跡に及ぼす揚薬量の影響
- 5.4 まとめ
- 参考文献

6 筒外弾道(3) ぼく付き3号玉の筒外弾道の3次元解析 70

- 6.1 はじめに
- 6.2 実験
 - 6.2.1 試料
 - 6.2.2 打揚筒
 - 6.2.3 実験方法
- 6.3 実験データの3次元解析方法
- 6.4 空気中を飛行する煙火玉の3次元運動モデル
 - 6.4.1 運動方程式
- 6.5 結果と考察
 - 6.5.1 実測軌跡の3次元解析結果
 - 6.5.2 理論計算結果
 - (1) 空気抵抗係数の推定
- 6.6 まとめ
- 参考文献

7 結 論 82

謝 辭