

目 次

第Ⅰ編 総 論

第1章 エネルギー物質の歴史.....3	3.1 エネルギー物質の基本設計.....14
1.1 エネルギー物質の発明と発展...3	3.1.1 反応熱 14
1.2 日本における火薬史.....6	3.1.2 酸素バランス 14
参考文献.....8	3.1.3 酸化剤と酸化数 16
第2章 エネルギー物質の定義と分類.....10	3.2 安全・環境.....17
2.1 エネルギー物質と火薬類.....10	参考文献.....18
2.2 火薬類の分類.....11	第4章 将来展望.....19
2.2.1 法令による分類 11	4.1 新技術の開発.....19
2.2.2 組成による分類 12	4.1.1 エネルギー物質 20
2.2.3 性能による分類 13	4.1.2 エネルギーデバイス 20
参考文献.....13	4.1.3 エネルギー利用システム 21
第3章 エネルギー物質の基本設計と性能.....14	4.2 安全・環境.....21
	4.3 国際的調和.....21
	参考文献.....22

第Ⅱ編 エネルギー物質の製造

第1章 概 説.....25	D. 硝酸カルシウム 31
1.1 火薬・爆薬の合成.....25	E. 硝酸ストロンチウム 32
1.2 混合火薬類の配合成分とその目的.....26	F. 硝酸バリウム 32
第2章 原 料.....27	2.1.2 過塩素酸塩類 33
2.1 酸化剤.....27	A. 過塩素酸アンモニウム 33
2.1.1 硝酸塩類 27	B. 過塩素酸カリウム 34
A. 硝酸アンモニウム 27	C. 過塩素酸ナトリウム 34
B. 硝酸カリウム 30	D. 過塩素酸バリウム 35
C. 硝酸ナトリウム 30	2.1.3 塩素酸塩類 35
	A. 塩素酸カリウム 35

B. 塩素酸ナトリウム	36
C. 塩素酸バリウム	37
2.2 可燃剤	37
2.2.1 金属および金属化合物	37
A. アルミニウム粉	37
B. ケイ素鉄	38
C. 鉛 丹	38
2.2.2 有機物	39
A. でんぶん	39
B. グアガム	40
C. ジニトロトルエン (DNT)	40
2.3 その他の配合剤	41
2.3.1 気泡保持剤	41
2.3.2 鋭感剤	42
2.3.3 表面光沢剤	42
2.3.4 安定剤	43
2.3.5 減熱消炎剤	43
第3章 火 薬	45
3.1 黒色火薬	45
3.1.1 種類および特徴	45
3.1.2 原 料	46
A. 硝酸カリウム (硝石)	46
B. 硫 黄	46
C. 木 炭	47
3.1.3 製造フローシート	47
3.1.4 製造方法	47
A. 二味混和	47
B. 硝酸カリウム粉砕	47
C. 三味混和	48
D. 圧 磨	48
E. 破 碎	48
F. 水 圧	48
G. 造 粒	49
H. 乾燥・光沢	49
I. 分粒・収函	49
J. 円形造粒 (鉱山火薬)	49
K. 外国における製造方法	50
L. 保 安	50

参考文献	50
3.2 発射薬	51
3.2.1 概 要	51
3.2.2 原材料	52
A. ニトロセルロース系発射薬	52
B. ニトラミン発射薬	53
3.2.3 製造方法	54
A. 溶剤圧伸式	54
B. 無溶剤圧延式	57
C. 無溶剤圧伸式	57
3.3 推進薬	58
3.3.1 概 要	58
3.3.2 原材料	58
A. ダブルベース推進薬	58
B. コンボジット推進薬	59
C. CDB 推進薬	61
3.3.3 製造方法	61
A. ダブルベース推進薬	61
B. コンボジット推進薬	65
C. CDB 推進薬	67
参考文献	68
第4章 爆 薬	69
4.1 化合火薬類	69
4.1.1 ニトログリセリン, ニトログリコールおよびジエチレングリコールジナイトレート	69
4.1.2 ニトロセルロース	72
4.1.3 ペンスリット	74
4.1.4 TNT	75
4.1.5 RDX, HMX	76
4.1.6 HNS, DATB, TATB	76
4.1.7 起爆薬類	77
A. DDNP	77
B. アジ化鉛	78
C. テトラセン, トリシネート	78
参考文献	79
4.2 硝安油剤爆薬	79
4.2.1 概 要	79

4.2.2 製造フローシート	80	A. 概 要	96
4.2.3 原材料	80	B. 製造フローシート	97
4.2.4 製造法	81	C. 原材料	98
A. 混 和	81	D. 製造法	98
B. 包 装	81	5.1.2 電気雷管	99
4.3 含水爆薬	81	A. 概 要	99
4.3.1 概 要	81	B. 製造フローシート	102
4.3.2 製造フローシート	83	C. 原材料	102
4.3.3 原材料	83	D. 製造法	104
4.3.4 製造法	84	5.2 導火線, 導爆線	105
4.4 ダイナマイト	84	5.2.1 導火線	105
4.4.1 種 類	84	A. 種類および特徴	105
A. ニトログリセリン系ダイナマイト	84	B. 製造フローシート	105
B. 混合ダイナマイト	86	C. 原材料	106
4.4.2 製造フローシート	87	D. 製造法	107
4.4.3 原材料	87	5.2.2 導爆線	108
4.4.4 製造法	88	A. 種類および特徴	108
A. 膠質ダイナマイト	88	B. 製造フローシート	108
B. 粉状ダイナマイト	89	C. 原材料	108
4.4.5 保安上の注意事項	90	D. 製造法	109
4.5 その他の爆薬	91	5.3 銃用雷管	109
4.5.1 TNT 系爆薬	91	A. 概 要	109
A. 産業用 TNT 系爆薬	91	B. 製造フローシート	110
B. 軍用 TNT 系爆薬	91	C. 原料, 部品	110
4.5.2 PBX 系爆薬	92	D. 雷管組立工程	111
A. 概 要	92	5.4 空包, 実包	111
B. PBX のてん薬	93	A. 概 要	111
C. 特 徴	93	B. 製造フローシート	112
4.5.3 硝安爆薬	93	C. 原料, 部品	112
A. ニトロ化合物を鋭感剤とした硝安爆薬	93	D. 組立工程	113
B. ニトロゲルを鋭感剤とした硝安爆薬	95	5.5 信号用火工品	113
4.5.4 カーリット爆薬	95	5.5.1 信号炎管	113
第5章 エネルギーデバイス	96	A. 概 要	113
5.1 工業雷管および電気雷管	96	B. 製造フローシート	113
5.1.1 工業雷管 (原料雷管)	96	C. 発炎剤原料	113
		D. 製造法	114
		5.5.2 緊急保安炎筒	114
		A. 概 要	114

B. 製造フローシート	114	C. 硝酸エステル, ニトロ化合物	123
C. 発炎剤原料	114	D. 硝酸塩その他の無機塩	126
D. 製造法	114	E. ニトロセルロース	126
5.6 コンクリート破砕器	115	F. アルミニウム	126
A. 概要	115	G. 硫黄	126
B. 製造フローシート	115	H. でんぷん, 木粉, ケイ素鉄, 木炭, 微小中空粒子	126
5.7 砲弾, 爆弾	116	6.2.2 火薬類の分析指針および機器分析指 針	126
5.7.1 概要	116	6.2.3 その他の製品分析	126
A. 溶てん砲弾	116	6.3 環境分析	126
B. 圧てん砲弾	116	6.3.1 作業環境濃度	126
5.7.2 原料火薬類	117	6.3.2 エネルギー物質による土壌, 環境水 汚染分析	128
A. コンポジション A 系	117	6.3.3 エネルギー物質の毒性および代謝物 分析	128
B. コンポジション B 系	118	6.4 エネルギー物質の探知	128
C. HBX 系爆薬	118	6.4.1 トレース探知	129
D. 照明薬	119	6.4.2 バルク探知	129
5.7.3 製造法	119	6.5 法科学分析	130
A. 溶てん砲弾	119	6.5.1 未知エネルギー物質試料の分析	130
B. 圧てん砲弾	121	6.5.2 爆発残渣の分析	130
C. 機雷, 爆弾などの製造	121	参考文献	131
第6章 分 析	123		
6.1 概 説	123		
6.2 製品分析	123		
6.2.1 JIS の概要	123		
A. 試料の調製	123		
B. 水分	123		

第Ⅲ編 エネルギー物質およびエネルギーデバイスの性能

第1章 理 論	135	1.2 爆ごう理論	141
1.1 燃焼理論	135	1.2.1 爆ごう理論の基礎式	142
1.1.1 燃焼波構造と保存則	135	1.2.2 爆ごう特性計算と爆ごう生成ガスの 状態式	147
1.1.2 燃焼速度則	138	参考文献	151
1.1.3 非定常燃焼	140	1.3 衝撃波理論と爆風	152
A. 着火	140	1.3.1 衝撃波の発生	152
B. 浸食燃焼	140	1.3.2 衝撃波の基礎理論と凝縮相の状態式	153
C. 振動燃焼	140		
参考文献	141		

1.3.3 インピーダンスミスマッチ法	155		
1.3.4 衝撃波の流体力学	155		
1.3.5 衝撃波伝播の数値計算	157		
1.3.6 爆風	158		
参考文献	162		
1.4 爆発の数値シミュレーション	163		
1.4.1 流れの支配方程式と有限差分法による離散化	163		
1.4.2 材料変形の評価	167		
1.4.3 爆源のモデルと爆発の数値シミュレーション	168		
A. 爆風シミュレーション	168		
B. 爆ごうシミュレーション	168		
C. 起爆現象のシミュレーション	169		
参考文献	171		
第2章 エネルギー物質およびエネルギーデバイスの性能と試験法	174		
2.1 概説	174		
2.2 エネルギー物質の感度と試験法	175		
2.2.1 衝撃感度試験	175		
A. 雷管起爆感度	175		
B. 殉爆試験	181		
C. カードギャップ試験	182		
D. 小型ギャップ試験	183		
E. 衝撃着火性試験	184		
2.2.2 打撃感度試験	185		
A. 落つい感度試験	185		
B. 大型落つい感度試験	186		
C. 落球式打撃感度試験	187		
D. 銃撃感度試験	188		
2.2.3 BAM摩擦感度試験	189		
2.2.4 熱感度試験	190		
A. 発火点試験	190		
B. 熱分析試験 (DTA および DSC)	191		
		C. 自然発火試験 (SIT)	193
		D. 加速速度熱量計 (ARC)	194
		E. Vent Sizing Package, VSP	196
		F. PHI-TEC II	197
		G. C-80	197
		H. Reactive System Screening Tool, RSST	197
		I. 危険区分 4.1 の試験シリーズ H	198
	2.2.5 着火性試験	202	
	A. セリウム-鉄火花試験	202	
	B. 導火線試験	202	
	C. 小ガス炎試験	202	
	D. 赤熱鉄棒試験	203	
	E. 赤熱鉄鍋試験	203	
	2.2.6 安定度試験	203	
	A. 遊離酸試験	205	
	B. 耐熱試験	205	
	C. 加熱試験	207	
	D. 75℃熱安定性試験	207	
	E. 新しい安定度試験の試み	208	
	参考文献	210	
	2.3 エネルギー物質の威力と試験法	212	
	2.3.1 国連燃速試験	213	
	2.3.2 圧力容器試験	214	
	2.3.3 ケーネン (Koenen) 試験	216	
	2.3.4 時間 / 圧力試験	217	
	2.3.5 DDT 試験	219	
	2.3.6 爆速試験	219	
	A. ドートリッシュ法	220	
	B. イオンギャップ法	220	
	C. 光ファイバ法	221	
	D. 抵抗線プローブ法	221	
	2.3.7 ヘス猛度試験	222	
	2.3.8 カスト猛度試験	222	
	2.3.9 トラウルズ鉛とう試験	223	

2.3.10 弾動振子試験	224
2.3.11 弾動白砲試験	225
2.3.12 水中爆力試験	227
参考文献	229
2.4 プロペラントの性能と試験法	230
2.4.1 比推力	230
2.4.2 燃焼速度	232
2.4.3 着火性	234
2.4.4 燃焼安定性	234
2.4.5 温度感度	235
2.4.6 機械的性質	236
参考文献	237
2.5 エネルギーデバイスの性能と試験法	237
2.5.1 概 説	237
A. エネルギー物質の特性	238
B. エネルギーデバイスを起動するの	

に必要な入力	238
C. 耐環境性	238
D. 寿 命	238
E. 安全性	238
F. 信頼性	238
2.5.2 産業用エネルギーデバイス	238
A. 工業雷管の爆発試験	238
B. 電気雷管の性能試験	240
C. 導火線の性能試験	242
D. 導爆線の性能試験	243
E. 散弾銃用雷管の性能試験	244
F. 検定雷管の安全度試験	244
G. 取扱いに対する安全性と堅牢性試験	246
2.5.3 電気的特性と出力特性	247
A. 電気的特性	247
B. 出力特性	249
参考文献	249

第Ⅳ編 エネルギー利用システム

第1章 概 説	253
第2章 発射および推進	254
2.1 弾丸の発射とロケット推進	254
2.2 発射装薬	254
2.2.1 火砲弾薬	254
2.2.2 砲内弾道性能	255
A. 発射薬エネルギーの分配	255
B. 発射薬の燃焼特性	256
C. 弾丸速度	257
2.2.3 発射装薬の構造	259
A. 発射薬	259
B. 火 管	259
C. 薬 莢	259
2.2.4 将来技術動向	260
2.3 固体ロケットモータ	260
2.3.1 ロケットの特徴	260

A. ロケットの分類	261
B. ロケットの性能	261
2.3.2 固体ロケットの特徴および用途	261
2.3.3 固体ロケットモータの構造	262
A. 固体推進薬	262
B. 点火器	264
C. モータケース	264
D. ノズル	265
2.3.4 将来技術動向	265
参考文献	266
第3章 発 破	267
3.1 発破の基礎	267
3.1.1 破 壊	267
A. 自由面がない無限媒質内での発破による破壊	267

B. 自由面がある場合の発破による破壊	268
C. 一自由面発破における動的応力分布	269
D. 一自由面発破における静的応力分布	271
E. 数値解析による一自由面発破時の動的・静的応力分布	271
3.1.2 破碎粒度	272
3.1.3 死 圧	274
3.2 発破設計	275
3.3 掘進発破	276
3.4 ベンチカット発破	279
3.5 コントロールブラスティング	284
3.6 水中発破	288
3.7 解体発破	290
3.8 静的破碎剤による発破	293
3.9 その他	294
3.9.1 坑道式発破	294
3.9.2 採鉱発破	295
3.9.3 土発破	296
3.9.4 トレンチ発破	296
3.9.5 定向発破	296
参考文献	297
第4章 煙 火	299
4.1 概 論	299
4.1.1 煙火の種類	299
4.1.2 煙火の構成とその組成	300
A. 星	300
B. 割り薬	301
C. 玉 皮	302
D. 導火線と速火線	302
E. 打揚火薬	302
F. その他（紙、糊）	303
4.1.3 煙火に利用される現象とその効果	303

A. 光	303
B. 色（色火）	304
C. 音	304
D. 煙	305
E. 形象物	306
4.1.4 組成物の性状と評価	306
A. 原料の純度とその影響	306
B. 粒子径と反応性	307
C. 水分の存在下における組成物の挙動	307
D. 混触危険	308
E. 原料の経時変化の影響	308
4.1.5 煙火組成物の感度	308
A. 熱感度	309
B. 摩擦および打撃感度	309
C. 静電気感度	309
4.1.6 煙火組成物の威力	310
A. 静的威力試験	310
B. 動的威力（銅管試験）	310
C. その他	310
4.1.7 危険物輸送に関わる試験	311
A. 安定度試験（75℃ 48時間）	311
B. 閃光薬試験	311
参考文献	311
4.2 煙火製造	312
4.2.1 煙火製造作業のフロー	312
4.2.2 原料受け入れ	312
4.2.3 部 品	314
A. 星	314
B. 割り薬	316
4.2.4 組立仕上	317
4.2.5 製造中の注意	317
参考文献	318
4.3 煙火の輸送と貯蔵	318
4.3.1 輸 送	318
4.3.2 貯 蔵	319
4.3.3 輸送・貯蔵危険	319
A. 国連分類試験	319

B. CHAF	320
参考文献	320
4.4 煙火消費	320
4.4.1 打揚煙火	321
A. 単発打揚げ	321
B. 連続打揚げ	321
C. 連発打揚げ	321
4.4.2 仕掛煙火等	321
A. スターメイン	321
B. 水中仕掛け	321
C. 内筒打ち出し等	321
D. 乱玉, トラ, 花束等	321
E. 水中金魚等	321
F. 車花火	322
G. 噴出煙火	322
H. 枠仕掛, 綱仕掛	322
I. 流星(竜勢), ロケット等飛翔するもの	322
4.4.3 消費の問題点	322
A. 従事者と第三者安全	322
B. 環境安全	323
参考文献	323
第5章 自動車用安全部品	324
5.1 エアバッグの歴史	324
5.2 自動車乗員安全拘束システムの概要	325
5.3 エネルギー物質を用いたインフレーターの特徴	326
5.4 インフレータの種類	327
5.4.1 装備場所による分類	327
5.4.2 ガス供給減の違いによる分類	328
5.4.3 点火機構による分類	329
5.5 インフレータの構造と機能	329
5.6 イグナイタ (スクイブ)	331
5.7 ガス発生剤	332
5.8 インフレータの性能評価	332

5.9 車両廃車後のインフレータの不活性化	334
参考文献	335
第6章 衝撃波の利用システム	337
6.1 爆発加工	337
6.1.1 一般的事項	337
6.1.2 直接法と間隔法	337
6.1.3 代表的な爆発加工	338
A. 爆発成形	338
B. 爆発圧接 (爆発圧着)	339
C. 爆発粉末圧搾	339
D. 爆発表面硬化	340
E. 爆発切断	340
6.2 爆発衝撃合成	340
6.3 動的超高压力の発生と利用	343
6.3.1 超高压物性探索手段としての利用	343
6.3.2 エネルギー物質の衝撃感度測定	345
6.4 その他の利用	345
参考文献	346
第7章 医療分野への利用システム	347
7.1 体外衝撃波結石破碎術 (ESWL)	347
7.1.1 水中衝撃波フォーカシングによる結石破碎の原理	348
7.1.2 骨形成誘導	349
7.1.3 脳塞栓症治療	349
7.2 体内微小発破による尿路結石破碎術 (MEL)	350
7.2.1 MELの原理	350
7.2.2 膀胱結石破碎術	350
7.2.3 ピンハンマ型尿路結石破碎術	351
7.3 将来性	352
参考文献	352

第8章 新規エネルギー利用システム	
.....	354
8.1 ロケット用エネルギーデバイス	
.....	354
8.1.1 点火装置	354
8.1.2 隔壁型起爆管	356
8.1.3 パワーカートリッジ	357
8.1.4 カッタ	357
8.1.5 分離ナット	358
8.1.6 線状成形装薬, 小径導爆線	359
8.2 ガス発生器	359
8.3 閃絡表示器	360
8.4 海中切離装置	362
8.5 エネルギーデバイスバルブ	363
8.6 導火管付き雷管	364
A. 非電気式起爆システム	364
B. 特徴	364
C. 構成要素	364
D. システム各論	365
8.7 信管, 火管	366

8.7.1 信管	366
8.7.2 火管	369
8.8 その他	370
A. 電子雷管	370
B. 光ファイバつきイグナイタ	371
C. 半導体電橋線	371
参考文献	371
第9章 その他	372
9.1 爆薬を利用した超高磁場の発生と発電	372
9.1.1 超高磁場の発生(爆縮法)	372
9.1.2 爆薬発電	373
A. MC型発電機	373
B. MHD型発電機	374
9.2 地震探査	375
9.3 超高圧, 高温を利用した技術	375
.....	375
9.4 安全, 防災への利用	376
参考文献	376

第V編 安全・環境

第1章 概説	379
第2章 エネルギー物質およびエネルギーデバイスの安全・環境	381
2.1 概要	381
2.2 エネルギー物質の安全	383
2.2.1 エネルギー物質の危険分類	383
2.2.2 エネルギー物質の危険評価法	384
A. 熱危険性試験	384
B. 打撃感度試験	386
C. 着火性試験	386
D. 燃焼性試験	387
E. 衝撃起爆試験	387
F. 伝爆性試験	387

参考文献	387
2.3 プロペラントの安全	388
2.3.1 熱, 打撃, 摩擦感度および安定度試験	389
2.3.2 爆ごう伝播性	389
A. カードギャップ試験	389
B. 銅管試験	389
C. Mk III弾動白砲試験	390
D. 弾動振子試験	390
2.3.3 不感化	390
A. ファースト・クックオフ試験	390
B. スロー・クックオフ試験	391
C. 銃撃感度試験	391

D. 破片衝撃試験	391
E. 装甲板破片衝撃試験	391
F. 殉爆試験	391
2.3.4 その他の試験法	392
A. 静電気	392
B. 小型固体ロケット衝突実験	392
参考文献	392
2.4 エネルギーデバイスの安全	393
2.4.1 はじめに	393
2.4.2 性能試験法	393
A. 外殻構造試験	393
B. 通常点火試験	393
C. 加熱試験	394
D. 振動試験	394
E. 落下試験	394
F. 伝火・伝爆試験	394
G. 外部火災試験	394
H. その他	395
第3章 エネルギー利用システムの安全・環境	396
3.1 概要	396
3.2 爆発音	397
3.2.1 衝撃波、爆発音および超低周波音	397
3.2.2 爆発音の特性	398
A. 燃焼や爆発による音の発生機構	398
B. 大気中爆発からの爆発音	399
C. 発破や地中爆発からの爆発音	400
D. 火砲の砲撃からの爆発音	401
3.2.3 爆発音の伝播特性	401
3.2.4 爆発音の測定	402
A. 爆発音および超低周波音の測定	402
B. 爆発騒音の測定	403
3.2.5 爆発音の影響と評価	403
A. 聴力への影響と評価	403

B. 騒音としての影響と評価	404
C. 家屋内にいる人への影響	405
D. 家屋に与える影響	406
E. 動物への影響	407
参考文献	407
3.3 振動	410
3.3.1 発破振動に関連する規制	410
3.3.2 発破振動の発生メカニズム	411
A. 爆源近傍における破壊	411
B. 単一装薬の爆発に起因する振動の特性	411
3.3.3 発破振動の予測	412
A. 最大振動速度の予測	412
B. 振動レベルの予測	415
C. 発破振動予測の動向	417
3.3.4 諸外国の基準，規制の動向	419
参考文献	419
3.4 爆風	420
3.4.1 はじめに	420
3.4.2 爆風の定義と特性	420
3.4.3 爆風の被害と予測	424
参考文献	428
3.5 飛散物	428
3.5.1 はじめに	428
3.5.2 飛石	428
A. 岩石の破壊メカニズムと飛石	429
B. 飛石の原因の検討	429
C. 発破現場での飛石発生実験	430
3.5.3 爆発飛散物	432
A. コンクリート壁から発生する爆発飛散物	432
B. 密閉容器から発生する爆発飛散物	434
参考文献	435
3.6 後ガス対策	435
3.6.1 後ガス中の有毒ガス	435
3.6.2 後ガスに影響する要因と対策	

436	
A. エネルギー物質の種類	436
B. 装てん方法	436
C. 装薬量	437
D. 不完全爆発	437
E. 包装材料	437
F. 換気	437
3.6.3 測定方法	437
参考文献	438
3.7 LCA	438
3.7.1 LCA とは	438
3.7.2 エネルギー物質の CO ₂ の排出量	439
3.7.3 トンネル工事現場での CO ₂ 排出量の比較	440
3.7.4 発破工法改善による CO ₂ 削減効果の推定	441
参考文献	442
第4章 エネルギー物質の安全・環境に関する国際化対応	443
4.1 概要	443
4.2 国連勧告による分類と試験	444
4.2.1 はじめに	444
4.2.2 爆発性物質等の試験方法および判定基準	445
A. 試験の目的	445
B. 爆発性物質の危険区分	447
C. 試験の種類	447
4.2.3 自己反応性物質および有機過酸化物の試験方法および判定基準	450
A. 試験の目的	450
B. 自己反応性物質および有機過酸化物の輸送要件のタイプ	450
C. 試験の種類	451

4.2.4 引火性エアゾール、引火性液体、可燃性固体（易燃性固体および鈍感化爆発物）、自然発火性物質、水と接触し可燃性ガスを発生する物質（水反応性物質）、酸化性物質、自己持続分解性物質（肥料用硝酸）、その他（リチウム電池、金属腐食性物質、毒物および感染性病原体など、放射性物質）に関する試験および判定基準	454
4.3 GHS 対応による分類と試験および表示	455
4.3.1 はじめに	455
4.3.2 GHS 分類と試験	456
A. フィジカルハザード	456
B. ヒト健康および環境に対する有害性	456
4.3.3 GHS 表示	457
参考文献	458
4.4 エネルギー物質の輸送時の対応	458
4.4.1 はじめに	458
4.4.2 エネルギー物質の輸送手段による対応	459
A. 陸上輸送	459
B. 海上輸送	460
C. 航空輸送	460
4.4.3 エネルギー物質の緊急時の対応	460
A. 物流安全管理指針	460
B. 物流イエローカード	462
C. 容器イエローカード	462
D. 火薬類輸送時における事故	462
参考文献	462

第Ⅵ編 保安管理技術と関係法規

第1章 概 説……………465

1.1 火薬類製造所の用地の選定…465

1.1.1 地 形 465

1.1.2 立地条件 465

1.2 火薬類製造所の概念……………465

1.3 製造施設の概念……………465

1.4 火薬類製造所の工室配置の原則
……………466

1.5 工室および危険工室の概念…466

1.5.1 工 室 466

1.5.2 危険工室 466

1.6 危険工室の構造等概要……………466

1.6.1 爆発の危険のある工室と発火の危険
のある工室に共通している基準
466

1.6.2 爆発の危険のある工室 467

1.6.3 発火の危険のある工室 467

1.7 保安物件……………468

1.8 保安間隔および保安距離……………468

1.9 火薬類製造所における一般保安
管理……………469

1.9.1 日製量 469

1.9.2 定 員 469

1.9.3 停滞量 469

1.9.4 火気の制限、発火物の携帯 470

1.9.5 物品の持込み 470

1.9.6 火薬類の持出し 470

1.9.7 非常警報装置 470

1.10 被害局限のための施設（土堤、
簡易土堤、防爆壁、防火壁、放爆式
構造、準放爆式構造）……………470

1.10.1 土 堤 470

1.10.2 簡易土堤 470

1.10.3 防爆壁と防火壁 471

1.10.4 放爆式構造と準放爆式構造
471

1.11 退避施設と退避方法……………472

1.11.1 施設・設備 472

A. 窓と扉 472

B. 非常階段、非常口等 472

C. 退避経路 472

1.11.2 作業の方法と退避 472

1.11.3 退避の具体策 473

1.11.4 退避方法の教育と訓練の実施
473

1.12 作業者の安全、保護……………473

1.12.1 危険工室における人員の配置の原
則 4731.12.2 発火の危険のある工室における作
業者の安全、保護 4731.12.3 爆発の危険のある工室における作
業者の安全、保護 473

1.13 消火装置とその操作……………474

1.14 危険工室内における静電気対策
……………4741.14.1 静電気対策を必要とする危険工室
等 474

1.14.2 静電気対策 475

A. 装置・設備の接地 475

B. 移載作業時の接地 475

C. 作業者の接地 475

D. 帯電防止服の着用 475

E. 金属製の工具・工具の接地 475

F. 危険工室の湿度の維持 475

G. 放電棒、放電板 475

1.15 暖房装置と温湿度調整装置
……………475

1.15.1	暖房装置	475
1.15.2	温湿度調整装置	476
1.16	熱源を使用する装置	476
1.16.1	乾燥装置	476
1.16.2	パラフィン槽	476
1.16.3	ヒートシーラ	476
1.16.4	温度測定装置	477
1.17	排気対策および防塵対策	477
1.17.1	排気対策	477
1.17.2	防塵対策	477
1.18	機械装置とその動力および照明	477
1.19	運 搬	478
1.19.1	運搬容器	478
1.19.2	運搬車	478
1.19.3	運搬道路	478
1.20	混和機、捏和機、圧伸機	479
1.20.1	混和機、捏和機	479
1.20.2	圧伸機	479
1.21	機器の清掃と維持、保守管理	480
1.21.1	火薬類製造に使用する機器の作業 終了後の清掃の徹底	480
1.21.2	火薬類を製造する機器の維持、保 守管理	480
1.22	機器の修理、工室の修繕、改築	480
1.22.1	機器の修理	480
1.22.2	危険工室等の修繕、改築	480
1.23	鉄製工具の管理	481
1.24	試 製	481
1.24.1	試製工室の概念	481
1.24.2	試製の際の留意事項	481
1.25	工室内の整理、整頓と清掃	481
1.25.1	清掃、散水	481
1.25.2	整理、整頓	482

1.26	作業終了後の火薬類の工室内 存置	482
1.26.1	作業終了後の火薬類の工室内存置	482
1.26.2	火薬類の工室内存置に際しての配 慮すべき事項	482
1.27	火薬類一時置場	483
1.27.1	火薬類一時置場の概念	483
1.27.2	規則、告示による火薬類一時置場 に関係する規定	483
1.27.3	火薬類一時置場の構造	483
1.27.4	火薬類一時置場に存置できる火薬 類の種類	484
1.28	廃薬、廃材の処理	484
1.28.1	廃薬、廃材の処理	484
1.28.2	廃薬処理作業に際しての配慮すべ き事項	484
1.28.3	廃薬焼却場の施設等	484
1.28.4	廃薬処理の方法	485
A.	燃焼処理	485
B.	爆発処理	485
C.	水溶解処理	485
D.	化学分解処理	486
第2章	火 薬 類	487
2.1	火 薬	487
2.1.1	黒色火薬	487
2.1.2	発射薬	488
A.	溶剤圧伸発射薬	488
B.	無溶剤圧延発射薬、無溶剤圧伸発射 薬	489
2.1.3	推進薬	489
A.	ダブルベース推進薬	489
B.	コンボジット推進薬	489
2.2	爆 薬	490
2.2.1	起爆薬および爆粉	490
A.	ジアゾジニトロフェノール(DDNP)	490
B.	DDNP 爆粉	491

C.	アジ化鉛	492
D.	トリシネート（トリニトロレゾルシン鉛，スチフニン酸鉛）	494
E.	トリシネート系爆粉	494
2.2.2	ニトログリセリン（NG）およびニトログリコール（Ng）	494
2.2.3	ペンタエリスリトールテトラナイトレート（ペンスリット，PETN）	497
2.2.4	トリニトロトルエン（TNT）	499
2.2.5	シクロトリメチレントリニトロアミン（ヘキソーゲン，RDX）	501
2.2.6	ダイナマイト	503
2.2.7	カーリット	504
2.2.8	硝安爆薬	505
2.2.9	TNT 系爆薬	506
2.2.10	硝安油剤爆薬（硝油爆薬，ANFO 爆薬）	507
2.2.11	含水爆薬	508
2.2.12	可塑性爆薬	509
2.3	火工品	510
2.3.1	工業雷管（原料雷管を含む）	

	510
2.3.2	電気雷管 510
2.3.3	銃用雷管 511
2.3.4	導爆線 512
2.3.5	コンクリート破砕器 513
2.3.6	緊急保安炎筒 513
2.3.7	シートベルトプリテンション用ガス発生器 514
第3章 エネルギー利用システム516	
3.1	発 破.....516
3.2	エアバッグ.....516
3.2.1	ガス発生剤 516
3.2.2	点火薬 517
A.	ジルコニウム系点火薬 517
B.	ボロン系点火薬 518
3.2.3	インフレータ 518
3.3	その他.....519
A.	自動車用火工品 519
B.	医療用火工品 519
C.	その他の火工品 519
参考文献.....520	

付 表

付表 1	爆発性化合物等の特性	522
付表 2	火薬類の特性	532
索 引		533