

鉾山保安推進協議会  
保安管理マスター制度運営委員会 監修

# 保安管理マスター制度 露天採掘技術テキスト

石灰石鉾業協会

# ま え が き

我が国鉱山の保安水準を向上させることを目的に、平成25年に「保安管理マスター制度」が発足し、作業監督者または作業監督者に準ずる者をめざす方々を対象にした、技術保安管理士試験が開始されました。本試験は、関連する技術分野の「技術試験」と、鉱山保安法令講習を含む「鉱山保安法令に関する試験」から成り立っております。石灰石鉱業協会は、制度検討初めから携わり、発足以降「露天採掘」の技術試験を事務局として行ってきました。

ここに、露天採掘技術試験の受験に適した学習資料を充実させる目的で、鉱業労働災害防止協会（平成26年3月解散）は、最終年度の事業として「鉱山保安テキスト 露天採掘技術保安管理士技術試験学習用統合資料」を発行しました。これは、通商産業省環境立地局監修の「鉱山保安テキスト」シリーズ5教科（坑外、坑内、機械、電気、鉱害防止）をコンパクトにまとめたものでした。石灰石鉱業協会は、これを受け、更に内容を吟味し、現状に近い表現に改め、受験者が学習しやすいように再編集した学習資料を、新たに発行することといたしました。今後も若手鉱山技術者が、露天採掘技術に関する勉強に励み、多くの合格者が出ること、ひいては鉱山技術の向上や鉱山保安が確保されますことを祈念いたします。

末筆ながら、業務ご多忙のかたわら、本書の執筆・編集にご尽力いただいた関係各位、及び露天採掘技術テキスト編集WG各位に、厚く御礼申し上げます。

平成29年12月

石灰石鉱業協会

## 露天採掘技術保安管理士称号認定試験を受験される皆様へ

合格を目指し学習する上での注意事項を追記します。

本文中に記載されている数値は、あくまで一般的に現場で利用されているものであり、法令等に定められた数値よりも安全側に配慮されていることをご理解ください。〔例、P.104 1)路線の選定において“運搬道路の勾配は上り、下りとも限度を10%（約6°）とし”と記載されているが、技術指針では“原則12%（6.8°）以下であること”とされている。〕

また、試験問題については、当該テキストと過去問題集を学習することで解答できる内容になります。

学習して得た知識を鉱山技術の向上および現場での保安確保に役立てていただくことを祈念します。

平成29年12月

石灰石鉱業協会

## 露天採掘技術テキスト編集・協力者名簿

石灰石鉱業協会 技術委員会 露天採掘技術テキスト編集WG

〈WGメンバー〉

平田 賢一 太平洋セメント(株) 鉱業部副部長兼鉱業グループリーダー (WG座長)  
曾田 憲史 宇部興産(株) 建設資材カンパニー生産・技術本部 伊佐セメント工場 採鉱課 採鉱係長  
大草 茂之 秋芳鉱業(株) 取締役 生産部長  
曾田 健 日鉄鉱業(株) 生産技術部 鉱務課長  
吉村 武彦 武甲鉱業(株) 取締役武甲鉱業所長 兼 日高事業所長  
成澤 健二郎 三菱マテリアル(株) セメント事業カンパニー生産部 石灰石鉱業グループ 部長補佐  
脇坂 貴 明星セメント(株) 糸魚川工場 田海鉱業所長

〈協力委員〉

平野 博久 奥多摩工業(株) 執行役員 資源本部長  
山下 和道 高知太平洋鉱業(株) 取締役 資源部長  
上川 容市 太平洋セメント(株) 鉱業部資源グループリーダー  
黒田 保秀 秩父鉱業(株) 取締役 生産部長 兼 御堂鉱業所長  
宮内 啓 デンカ(株) 生産・技術部 資源技術室  
池田 和博 (株)戸高鉱業社 戸高鉱山副所長  
山崎 修一 日鉄鉱業(株) 生産技術部 鉱務課 課長  
山口 智之 日鉄鉱業(株) 生産技術部 鉱務課 課長代理  
小嶋 晃 八戸鉱山(株) 常務取締役  
椿 徳弘 吉澤石灰工業(株) 採鉱部長  
杉山 貴志 龍陽興産(株) 取締役 生産部長  
月原 孝 龍振鉱業(株) 取締役 鉱務部長

〈執筆協力〉

経済産業省 産業保安グループ 鉱山・火薬類監理官付

〈監修協力〉

福井 勝則 鉱山保安推進協議会 保安管理マスター制度運営委員会 露天採掘技術分科会長  
東京大学大学院 工学系研究科 システム創成学専攻 教授  
島田 英樹 九州大学大学院 工学研究院地球資源システム工学部門 教授  
笹岡 孝司 九州大学大学院 工学研究院地球資源システム工学部門 准教授

〈事務局〉

下田 直之 石灰石鉱業協会 専務理事  
中塚 正紀 〃 保安部長  
高木 裕治 〃 技術部長  
細川 佳人 〃 環境部長  
権藤 公一 〃 技術部課長兼保安部課長  
吉野 篤 〃 保安部課長代理兼技術部課長代理

# 目次

## 第1編 保安管理

第1章 自然災害と環境	3
第1節 雨	3
1 降水量	3
2 洪水量	3
第2節 雪	4
第3節 風	5
第4節 地震	6
第2章 火災	8
第1節 概説	8
第2節 火災統計	8
1 出火原因	8
2 着火物	9
第3節 燃焼と火災	9
1 燃焼の要素	9
2 発火温度と引火温度	10
3 火災の性状	11
第4節 防火管理	13
1 防火管理体制	13
2 火災報知設備	14
3 建物の防火工法	15
第5節 消火	18
1 消火の原理	18
2 初期消火と消火器	18
3 消火剤	18
第6節 坑内火災	19
1 火災の災害要因	19
2 坑内火災の火源	20
3 坑内火災の防止	21
4 坑内火災の消火	22
第3章 作業環境と保安教育	
第1節 作業環境	25
1 通路	25
2 高所作業	26
第2節 保護具	27
1 保護具の役割	27
2 保護具の種類	28
第3節 保安教育	32
1 事例研究	32
2 機会教育	32
3 視聴覚教育	33

4	無災害事故報告運動	34
5	K Y T (危険予知訓練)	35
6	鉱山におけるリスクマネジメント (鉱山保安マネジメントシステム)	36
7	作業手順書	37
第4章	災害発生時の措置	
第1節	平素の準備	
1	警報伝達系統の確立	38
2	防災設備・資材の整備	38
3	防災訓練・教育の徹底	38
第2節	災害発生時の処置	39
1	災害対策本部の設置	39
2	救護および復旧活動	39
3	原因調査と対策実施	39
第3節	救急法	39
1	救急法とは	39
2	救急法の必要性	40
3	救急法教育の目的	40
4	事故者救助の一般的手順	40
5	止血法	42
6	救急蘇生法	45
7	ショック対策	48
8	外傷および急病の手当	50
9	鉱山坑外の特殊災害の救助法	52
10	救急資材とその管理	54
第5章	坑内支保	56
第1節	盤圧	56
1	盤圧	56
2	弾性岩盤内の盤圧	57
3	塑性岩盤内の盤圧	59
4	坑道に働く盤圧	60
第2節	坑道の支保と落盤対策	61
1	坑道支保の分類	61
2	坑道支保の材料	62
3	坑道支保の形式	63
4	静圧および動圧を受ける坑道の支保	65
5	坑道支保支柱時の留意事項	66
6	その他の坑道支保	67
第6章	坑内通気	68
1	通気の目的	68
2	通気量	68
3	主要通気	69
第7章	坑内排水	73
1	排水の意義	73
2	坑内水	73

## 第2編 露天採掘

第1章 露天採掘法	79
第1節 露天採掘法の概説	79
1 序説	79
2 傾斜面採掘法	79
3 グローリホール法	79
第2節 階段採掘法	80
1 階段採掘法	80
2 剥土・剥岩	87
第3節 発破工法（せん孔）・無発破工法（堀削）	90
1 発破工法（せん孔）	90
2 無発破工法	93
3 小割作業	94
4 端縁処理	95
第4節 積込・運搬	97
1 積込・運搬作業	97
2 積込・運搬機械	105
3 モービルクラッシャ	110
4 立坑方式の地下施設	111
第5節 岩盤崩壊の対策	112
1 崩壊の原因	112
2 対策工法	116
3 維持管理	118
4 安定解析	118
第2章 火薬類および発破	120
第1節 火薬類	120
1 火薬類の概念	120
2 火薬類の分類	120
3 鉱山用爆薬の種類と成分	120
4 鉱山用爆薬の性能	123
5 火工品の種類および構造	127
6 火工品の性能	129
7 火薬類取扱上の一般的な注意	129
8 火薬類の破棄	131
第2節 発破	132
1 発破理論	132
2 せん孔	136
3 発破作業	145
4 発破災害	158
5 発破による環境問題	162
第3章 表土集積場	163
1 表土集積場	163
2 表土集積場建設基準	165

## 第3編 機械

第1章 機械の基礎知識	173
第1節 材料力学	173
1 内力と応力	173
2 ひずみ	173
3 材料の機械的性質	174
4 はり	176
第2節 工業材料	178
1 鉄材料	178
2 非鉄金属材料	182
第3節 潤滑	184
1 潤滑の目的	184
2 潤滑の機構	185
3 潤滑剤の種類	186
第4節 機械の要素	189
1 溶接	189
2 歯車	190
3 軸受	192
4 ベルトとチェーン伝動	195
5 滑車	196
第5節 設備保全	198
1 設備保全の意義	198
2 PMの意味と保全方式	198
3 故障低減活動（故障ゼロ活動）と計画保全	201
4 保全部位と保全方式選択	202
第2章 ポンプ	206
第1節 水力学の基礎知識	206
1 水の性質	206
2 水の圧力	206
第2節 管路	207
1 管路の損失水頭	207
2 管内流速	208
3 管厚	209
4 配管上の注意	209
第3節 ポンプの種類と構造および特性	210
1 ポンプの種類	210
2 ポンプの特性曲線	212
第4節 渦巻ポンプの簡単な理論	213
1 渦巻ポンプの揚程と揚水量	213
2 渦巻ポンプの動力と効率	214
3 渦巻ポンプの比例法則	215
第5節 ポンプの取扱い管理	216
1 渦巻ポンプ	216



第3章 扇風機（ファン）	220
第1節 空気およびガスの基礎理論	220
1 完全ガスの状態変化	220
2 空気の性質	221
第2節 扇風機	222
1 扇風機の分類	222
2 扇風機の所要動力および効率	223
3 遠心型扇風機の構造	223
4 軸流型扇風機の構造	224
第4章 圧縮機（コンプレッサ）	226
第1節 容積圧縮機	226
1 ねじ（スクリュー）式圧縮機	226
2 往復動型容積圧縮機	228
3 往復動圧縮機の保守管理	230
第2節 遠心式圧縮機	231
1 遠心式圧縮機の特徴	232
2 遠心式圧縮機の運転および保守管理	235
第5章 油圧および油圧機械	237
1 油圧および油圧機械の概念	237
2 油圧の原理	237
3 油圧の特徴	238
4 油圧油（油圧作動油）	240
第6章 運搬	
第1節 フィーダ	242
1 フィーダの分類	242
2 フィーダの構造	242
第2節 ベルトコンベア	248
1 ベルトコンベアの種類	248
2 ベルトコンベア構成部品	248
3 ベルトコンベアの計算	256
4 据付け・運転に対する注意事項	257
第7章 破碎・選鉱	259
第1節 クラッシャ	259
1 破碎機の分類	259
2 破碎機の構造	259
第2節 スクリーン	263
1 スクリーンの分類	263
2 スクリーンの構造	263
3 スクリーンの能力算定	266

## 第4編 電気

第1章 電気通論	271
第1節 電気と磁気	271
1 静電気	271

2	抵抗	271
3	電圧と電流	272
4	コンデンサ	272
5	電流の作用	272
第2節	電磁誘導	273
1	電磁誘導	273
2	自己誘導と相互誘導	274
第3節	直流回路	275
第4節	交流回路	276
1	交流	276
2	交流回路	277
3	記号法による交流回路の計算	279
4	交流回路の電力	282
第5節	三相交流	283
1	三相交流とその結線法	283
第2章	電気機器	285
第1節	総説	285
1	電気機器の分類	285
2	電気機器の定格	285
3	電気機器の損失	286
4	電気機器の効率と電圧変動率	286
5	電気機器の接地	287
第2節	誘導電動機	287
1	誘導電動機概要	287
2	三相誘導電動機の起動	289
3	誘導電動機の世界速度制御と運転	291
4	単相誘導電動機	292
第3章	開閉器, 制御装置及び保護装置	293
第1節	電力開閉	293
1	電力開閉装置の分類	293
2	開閉器の種類	293
第2節	保護継電器	298
1	保護継電器の役割	298
2	保護継電器の分類	299
3	継電器の配置例図	302
第3節	電力系統の異常電圧	303
1	異常電圧の発生原因	303
2	異常電圧の防止対策	303
3	避雷器	303
4	架空地線	304
第4章	電気応用－照明, 電熱および電池	305
1	照明一般	305
2	電気加熱	306
3	電池	307
4	バッテリー	310

第5章 設備の保守と保安	313
1 検査と整備	313
2 電気災害およびその対策	313

## 第5編 鉱害防止

第1章 大気汚染	321
第1節 大気汚染の概況	321
1 概要	321
2 鉱山、製錬所における大気汚染の特色	321
3 汚染物質別大気汚染の状況	322
4 フロンおよび酸性雨問題	323
5 アスベスト（石綿）問題	324
6 オフロード法について	324
第2節 大気汚染の発生機構	325
第3節 大気汚染による影響	325
1 人体に与える影響	325
2 植物に与える影響	328
3 その他の影響	330
第4節 大気汚染防止技術（1）－鉱煙・ばい煙	331
1 燃料およびばい煙防止	331
2 鉱煙の大気拡散	337
3 排煙処理技術	338
4 除じん・集じん技術	343
第5節 大気汚染防止技術（2）－粉じん	353
1 粉じんの定義	353
2 粉じん発生施設および処理施設	353
3 粉じん発生施設における粉じん防止対策（発生源対策）	354
4 破碎機、摩砕機およびふるい	356
5 石灰石（ドロマイトを含む）の消化施設	357
6 露天採掘および積み込み等における防じん対策	358
7 漏煙・漏じん防止技術	359
第6節 測定技術	360
1 大気中の粉じん濃度・量および粒径分布の測定方法	360
第2章 水質汚濁	
第1節 水質汚濁の概況	364
1 概要	364
2 鉱山、製錬所における水質汚染の特色	365
第2節 水質汚濁の発生機構	365
1 物理的作用	365
2 生物化学的作用	365
3 化学的作用	366
4 その他	367
第3節 水質汚濁による影響	367
1 健康被害	367

2	農業被害	367
3	水産被害	368
第4節	水質汚濁防止技術	368
1	汚染物質の種類	368
2	汚濁水の発生源	373
3	坑廃水処理技術	375
4	処理施設の原理・機能	384
5	処理施設の選定と維持管理	388
第5節	測定技術	390
1	流量測定	390
2	水質測定	392
3	生活環境項目の測定	394
第3章	騒音・振動	396
第1節	騒音・振動 概論	396
1	騒音とは	396
2	鉱山関係の騒音	396
3	音の性質と単位	397
4	騒音の評価	400
5	振動一般	401
6	超低周波音	403
第2節	騒音防止技術	404
1	騒音防止対策と防止技術	404
2	騒音低減の原理	405
3	吸音	405
4	遮音	407
5	消音器による防音	410
6	音の伝搬低減による防音	412
第3節	振動防止技術	412
1	振動防止の考え方	412
2	振動防止対策	413
第4節	測定技術	417
1	騒音測定器	417
2	騒音レベルの測定	419
3	超低周波音, 低周波音の測定	421
4	振動測定	422

## 巻末資料

第1節	基礎数表	425
1	単位	425
2	次元	428
3	ギリシャ文字	428
第2節	数学	429
1	代数公式の例	429
2	三角関数の定義	429

3	平面図形の面積と立体の体積・表面積	429
4	数値の丸め方	430
第3節	力学	431
1	力の3要素	431
2	力のつり合い	431
3	力の合成と分解	431
4	偶力とそのモーメント	432
5	重心と物体の安定	432
6	運動	432
7	仕事と動力およびエネルギー	434
8	摩擦	435