る。しかもそれは大型化している現状である。今後この傾向は一段と増して行くものと思われる。

2・2 通気改善および計画状況

昭和40年度の渡辺賞受賞の豊羽鉱山における坑内高温環境の改善についてはいまだ耳新しいものであり、対隅式機械通気の実施から始まり、冷水冷却の実施、循環通気による風量の増大、温泉の排出および温泉止めグラウト実施、冷水冷却設備の増強など増産態勢にあわせて坑内環境改善に努めた結果、総排気量は2倍となり坑内温度は最大6℃、平均4℃低下し湿度もさらに低下し、坑内気温31℃を超える切羽は1～2個所に減少した。また温泉水の排出により岩盤への熱供給の媒体である温泉水位を約30m下げることができた。なお温泉止めグラウトについては新技術の開発などにより新しい分野を開発し生産性が向上するとともに出勤率もさらに向上した。

八釜鉱山では第2次通気改善を40年に完成した。延長565mの排気専用坑道を開さくし、255kW プロペラファ

ンを増設し対隅式通気網を確立した。これにより深部の通気が著しく改善され、AN-FO 使用も飛躍的に増加した。

日立鉱山では3kWのローカルファン65台を41年7月から設置、採掘切羽の環境改善に努めている。

その他紀州鉱山においては通気対策としてアリマックレイズクライマーによる急速掘進、封州鉱山における地表よりの300mmφの大口径通気孔の掘さく等により通気量を確保している。別子鉱山ではレイズボラの導入による切上り工事の急速化なども計画されている。

以上今回報告された鉱山のうちから、すでに合理化された鉱山および計画されつつある鉱山の内容を簡単に説明した。今後さらに機械化による能率化が要求され、深部開発、および平面的にもますます発展を予想される鉱山においては、一層強力な坑内環境改善対策が必要となってくるであろう。

日本の鉱山における

照明および保安衛生

Underground Lighting and Mine Safety in Japan

正 会 員 新 見 忠 雄*

Tadao NIIMI

1. 照 明

鉱山の坑内は太陽の恩恵を蒙る地表と違い特殊な状況のため、坑内での作業に照明は不可欠なものであり、作業能率の上からも、また保安の面からも極めて重要な問題である。

戦前戦後を通じ坑内では一般に手提げ型または帽上型アセチレンガスランプが使用されていたが、漸次各鉱山とも蓄電池式キャップランプを使用するようになり、第1表に示すごとくキャップランプの使用数も41年は32年の1.4倍となり、これの充電にはセルフサービス方式も

第1表 キャップランプ使用状況

年	昭和32年	33年	34年	35年	36年
鉱山数	87	83	79	73	83
個数	16,681	18,126	17,461	21,441	22,877
年	37年	38年	39年	40年	41年
鉱山数	76	87	84	77	86
個数	23,033	23,926	25,040	22,534	23,427

注 「鉱山保安年報」資料による。ただし41年は鉱山保安局調。

* 本会採鉱専門委員、日本鉱業協会技術部

採用されている。

1・1 切羽照明

採鉱、採掘、充填切羽の照明には、普通キャップランプのほか電灯200～500Wの投光器が用いられている。河山鉱山では切羽に300Wアイランプ、リフレクター型高圧水銀灯が使用され、採掘切羽の高所天盤、側壁の精密検査に明るい集光型アルカリ電池式ビームライト、日常点検には携帯用ニッコーライトが用いられている。

1・2 切羽以外の坑内作業場照明

切羽以外の作業場である坑内事務所、休憩室、坑内火薬類取扱所、立坑プラット、坑井口、主要運搬坑道、坑内巻上室、圧気室、ポンプ室等の照明には一般に20～40Wの蛍光灯または電灯が使用されているが、鯛生鉱山では湿度の高い立坑付近には防水型蛍光灯を設置し、立又鉱山のように電灯、蛍光灯以外に水銀灯を使用している鉱山もある。

従来、坑内では照明不足のため能率の低下、事故の発生もあつたが、近年照明による作業環境の改善も着々実行に移され作業能率の向上、災害の防止に大きく寄与するようになった。今後とも照明機器の充実が望まれる。

第2表 金属、非金属鉱山の災害推移

年	鉱山労働者数	出鉱量 (t)	罹災者数				稼働延100万人 あたり災害率				稼働延100万時 間あたり災害率				出鉱1万tあたり災害率				強度率
			死亡	重傷	軽傷	計	死亡	重傷	軽傷	計	死亡	重傷	軽傷	計	死亡	重傷	軽傷	計	
昭和32年	113,336	29,250,306	165	2,277	3,507	5,949	5.11	70.58	108.71	184.41	0.64	8.88	13.67	23.19	0.06	0.77	1.20	2.03	5.49
33年	105,958	27,199,921	112	2,048	3,181	5,341	3.72	68.13	105.82	177.67	0.48	8.71	13.53	22.72	0.04	0.75	1.17	1.96	4.17
34年	104,113	30,754,178	74	1,909	2,686	4,669	2.50	64.48	90.72	157.70	0.32	8.17	11.50	19.99	0.02	0.62	0.87	1.52	2.86
35年	105,259	36,822,280	94	1,890	2,617	4,601	3.10	62.38	86.87	151.85	0.39	7.89	10.92	19.20	0.03	0.51	0.71	1.25	3.46
36年	102,647	40,171,796	88	1,799	2,456	4,343	3.01	61.59	84.09	148.70	0.38	7.81	10.67	18.86	0.02	0.45	0.61	1.08	3.33
37年	94,672	40,265,526	87	1,781	2,290	4,158	3.25	66.52	85.53	155.31	0.41	8.42	10.82	19.65	0.02	0.44	0.57	1.03	3.56
38年	84,287	37,083,759	86	1,562	1,900	3,543	3.62	65.70	79.91	149.23	0.45	8.23	10.01	18.69	0.02	0.42	0.51	0.95	3.85
39年	79,242	40,159,738	67	1,402	1,627	3,096	2.99	62.61	72.66	138.26	0.37	7.81	9.06	17.24	0.02	0.35	0.40	0.77	3.31
40年	75,617	42,258,256	77	1,288	1,681	3,046	3.62	60.55	79.03	143.20	0.45	7.55	9.85	17.85	0.02	0.30	0.40	0.72	3.78
41年	72,289	42,506,848	53	1,164	1,402	2,619	2.56	56.19	67.68	126.43	0.32	7.03	8.47	15.82	0.01	0.27	0.33	0.61	2.86

(注) 「鉱山保安年報」資料による。ただし41年は鉱山保安局調。

2. 保安・衛生

最近10年間の鉱山保安は保安技術の進歩、保安教育の徹底と保安意識の高揚により著しい向上を示した。

2.1 災害の推移と分析

災害の推移は第2表に示すとおりである。41年を32年に比較すると、死亡者数は32%、重傷者数は51%、軽傷者数は40%に減少し、各種災害率もまた著しい減少傾向を示している。

次に死亡災害を事由別に分析してみると、第3表のとおりで、それぞれの年で若干の差異はあるが、落ばんが圧倒的に多く、10年間の合計で41%を占め、これに続いて運搬、墜落、発破の順で、落ばん災害をはじめそれぞれ災害は減少しているが、運搬災害だけは年によつて増減が大きく、合計で14%を占め、第2位となっている。

2.2 保安技術

(1) 落ばんの防止 落ばん災害を防止するために最も重要な対策の一つは、鉱床に適応した採掘法を選ぶことであるが、脈状鉱床、塊状鉱床ともに落ばん防止のため充填採掘法が行なわれるようになり、小坂鉱山内の岱鉱床の開発には、モルタル人工天盤による下向分層式充填採掘法が採用された。支保面では坑内支保の鉄化、コンクリート化が進み水圧鉄柱、剛性鉄柱カップ、鋼製可縮坑棒、コンクリート棒等が用いられ、ルーフボルトと金網の併用、簡易仮鉄柱の使用も次第に増加してきた。掘上りにはクライムルーパー、レイズクライマーが用いられ、また塊状鉱床の鉱山では坑内サブレベル採掘

を行ない、大崩落を予知するためワイヤーストレンゲージ、光弾性ガラスによる盤圧測定、ダイヤルゲージによる沈下量の測定が行なわれている。

(2) 運搬災害の防止 運搬施設は近年著しく大型化、自動化、高速化し、自動運転による無人化も行なわれるようになった。スクレーパーとコンベヤの連合運転、大型長距離のベルトコンベヤ、アリロボット、オートローダー、コンベヤーローダーとつぎつぎに採用され、また赤外線と光電管の利用による鉱車操作の自動化、操作場付近における車輻操作時の警報、工業テレビによる立坑監視等も行なわれ、新技術の導入による近代化が進められた。

(3) 墜落の防止 墜落を防止するため運搬立坑中間プラット用安全扉が各鉱山で設置され、高所作業等では命綱の使用が促進され、また坑井口には蓋、保安柵を設ける等、各人の注意力に依存せず、客観的な立場から防止施策がなされた。

(4) 発破災害の防止 爆薬の面では従来爆薬に代つて保安上極めて安全な硝安油剤爆薬（アンホ）が近年急速に実用化され、42年7月には爆薬の40%を占めるにいたつた。発破面では逃げおくれの防止対策として導火線発破に代つて電気発破が広く普及し、また最近河山鉱山では発破振動による破壊防止のためにクッション発破を実施している。

(5) その他 坑内火災等に対処して各鉱山では救護隊訓練が盛んに行なわれ、40年には単独鉱山救護隊を有する鉱山47、隊員総数1,438名、酸素呼吸器722台、防

第3表 災害事由別死亡者数

年 事由別	昭和32年		33年		34年		35年		36年		37年		38年		39年		40年		41年		合計	
	実数	%	実数	%	実数	%	実数	%	実数	%	実数	%	実数	%	実数	%	実数	%	実数	%	実数	%
落ばん	67	40.6	46	41.1	35	47.3	35	37.2	36	40.9	37	42.5	34	39.5	29	43.3	26	33.8	22	43.1	367	40.7
墜落	20	12.1	11	9.8	12	16.2	10	10.6	5	5.7	10	11.5	14	16.3	10	14.9	5	6.5	6	11.8	103	11.4
運搬	14	8.5	11	9.8	10	13.5	14	14.9	18	20.5	8	9.2	17	19.8	10	14.9	17	22.1	7	13.7	126	14.0
発破	14	8.5	11	9.8	6	8.1	9	9.6	11	12.5	9	10.3	5	5.8	2	3.0	8	10.4	2	3.9	77	8.5
ガス中毒	11	6.7	6	5.4	2	2.7	7	7.4	5	5.7	0	0	2	2.3	2	3.0	2	2.6	3	5.9	40	4.4
機械、電気	8	4.8	4	3.6	0	0	4	4.3	2	2.2	6	6.9	2	2.3	3	4.5	2	2.6	1	2.0	32	3.6
その他	31	18.8	23	20.5	9	12.2	15	16.0	11	12.5	17	19.6	12	14.0	11	16.4	17	22.0	10	19.6	156	17.4
合計	165	100.0	112	100.0	74	100.0	94	100.0	88	100.0	87	100.0	86	100.0	67	100.0	77	100.0	51	100.0	901	100.0

注(1) 「鉱山保安年報」資料による。ただし41年は鉱山保安局調。

(2) 落ばんに側壁崩壊、浮石の落下を含む

毒面1,024となり、救命技術も著しく進歩した。

2・3 保安教育、保安運動

33年以来事例研究方式による実例教育、応急救護の訓練、スライド、映画による視聴覚教育、ポスター、標語の掲示、情報機関誌の発刊等が活発に行なわれるとともに、300事故報告運動、保安一口報告運動、無災害報告運動、保安ルールを守る運動、ノーダウン（無死亡）運動等一連の保安運動が強力に推進され、災害防止に大きく寄与した。

2・4 粉じん防止

粉じん防止のため、坑内配水管の敷設による坑内全面

湿式化の促進、切羽撒水の実施、防じんマスクの着用とともに通気の改善、防じんマスク用ミクロンフィルターの普及、風管式除じん装置の設置、撒水ノズルの使用、さく岩給水量の増加等が行なわれ、じん肺防止を一段と促進した。

2・5 鉱害防止

坑廃水による鉱害防止には石灰石粉末による中和処理、分別沈殿法等が実用化され、鉱煙については自熔製錬のごとき新製錬法の導入を機会に、亜硫酸ガス処理のための硫酸設備が設置され、煙害の完全除去に努力が払われた。

日本における

石灰石の坑内採掘

Underground Mining of Limestone in Japan

正会員 江原栄太郎* 正会員 小平 正夫**

Eitarō EHARA

Masao KODAIRA

1. 総 論

本邦における石灰石の採掘は、大部分地表に露出した個所を対象としたいわゆる露天採掘法によるもので、昭和41年度石灰石鉱業協会傘下の主要100鉱山における生産量は5,353万tにおよび、そのうち坑内採掘施行鉱山は14である。これら全鉱山の採掘方法別生産割合は露天95%に対し坑内は未だ5%を占めるに過ぎない。筆者らの調べた限りでは、系統だった坑内採掘を実施した最初の例は浅野セメント（現日本セメント）社の岩白鉱山のようである。もちろん当時は石灰石は法定鉱物でなかったため鉱山とは称されなかった。その後

1. 表土が厚い
2. 冬季積雪が多い
3. 石灰石鉱体の地質構造上、露天採掘による残鉱部の有効的な開発がなされるようになった

等々の理由により、坑内採掘を行なう鉱山が現われてきた。

当業界の坑内採掘法の変遷をみると

1. 柱房法
2. シュリンケージ法
3. ブラインド・グローリホール法
4. サプレベル法

の順序に進んできており現在では生産能率が高く出鉱に

伸縮性があり、しかも保安上に難点の少ないサブレベル法が主流をなしている。

2. 各 論

2・1 柱房法

後述の岩白鉱山をはじめ石灰石鉱業の坑内採掘に先鞭を付けた採掘法であつたがその後、他法に転換された鉱山が多く、現在では大セル、大片両鉱山で採用されているに過ぎない。もつとも中小規模のドロマイト鉱山には今なお本法を実施しているところもあるが、これとても初期の鉱車運搬を保安当局の特別許可を得たトラック運搬にきりかえなどして能率の向上がはかられている。

岩白鉱山を例示すれば次のとおりである。

岩白鉱山（日本セメント・広島県豊田郡木ノ江町）

昭和9年から14年までの間に、柱房式採掘法および下向地並払い法の組み合わせ方式が採用された。

当時（昭和10年5月）の採掘計画書によると、柱および房の大きさはすべて12m、高さは20m程度で、採掘は地並払いと下向階段掘との組み合わせで、階段の高さおよび奥行はともに3mを標準としていた。さく岩機はR39型シンカーを使用し、SL60mに3つの切羽を設け、各切羽から120t/日・計360t/日を採掘している。

発破後に階段上に残る鉱石を少なくするために米国鉱山局発行の坑内採掘調査報告を基にして、4種類の穿孔方式が検討されている（詳細省略）。

注目されるのは採掘能率の向上と保安確保の目的で鉱

* 本会採鉱専門委員、石灰石鉱業協会技術部

** 本会採鉱専門委員、日本セメント株式会社生産部