

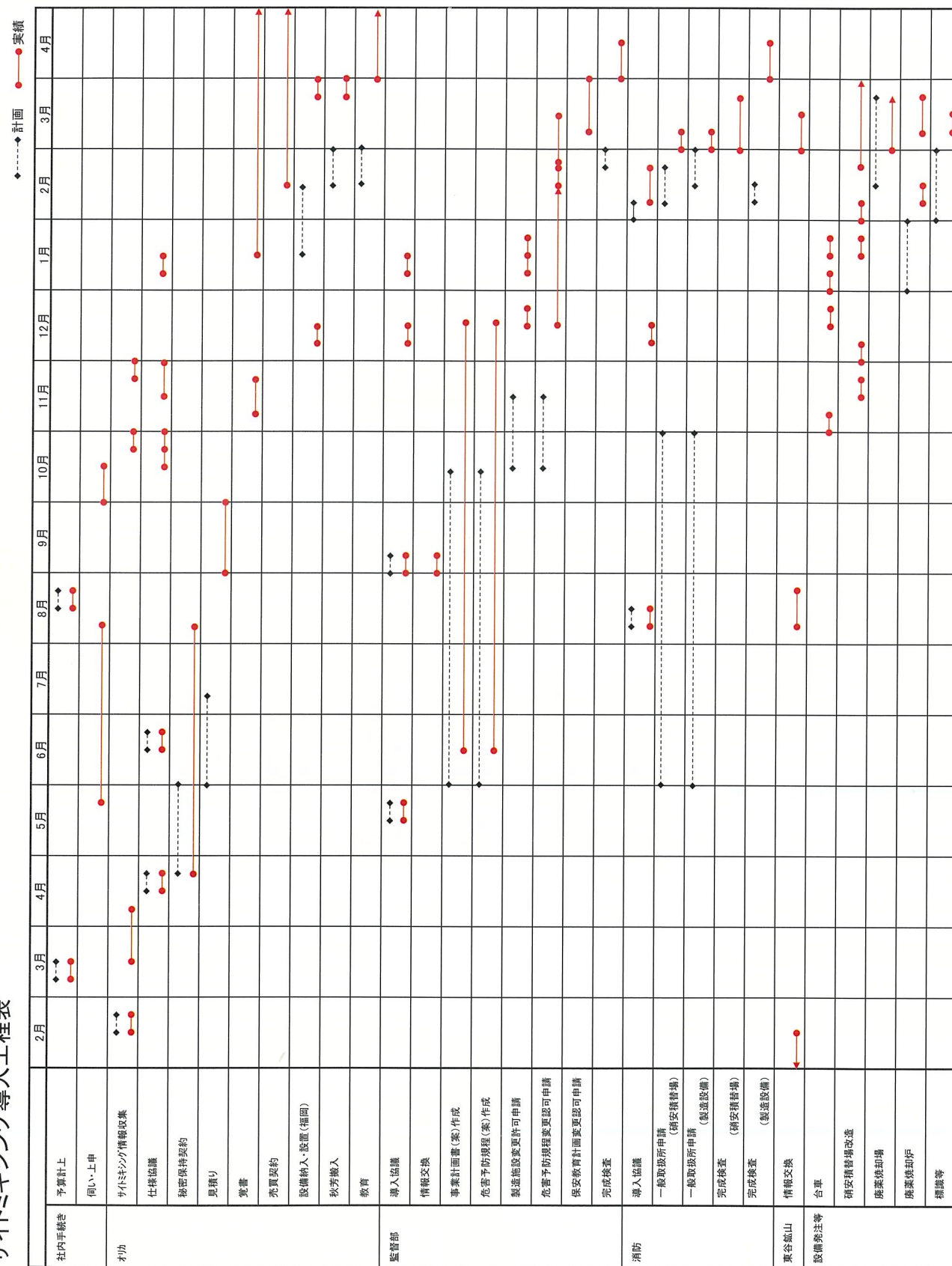


図 16



峯朗鉦山再開発工事について ～2100年に向けた鉦山再開発への取り組み～

太平洋セメント株式会社 上磯工場 峯朗鉦業所
(鉦業課担当課長 玉 森 大 樹)

1. はじめに

太平洋セメント(株)炭朗鉱山は、2015年に開業予定の北海道新幹線新函館駅の建設予定地である北斗市に位置し、標高450mの採掘現場からは、東には夜景で有名な函館山をはじめ函館市が一望でき、北には秀峰駒ヶ岳、南には津軽海峡を挟んで下北半島を望むことができる。

鉾山の近隣には、民家がなく発破振動や騒音の影響が少ない採掘環境のもと、大規模な採掘展開が可能であり、セメント原料用のほか骨材用等としてピーク時には年間 940 万 t、近年ではおよそ 600 万 t の石灰石を採掘している。

鉱山の歴史は古く、1892年に開発され、秋葉採掘区域を採掘後、1978年に現在の戸切地採掘区域へと採掘の場を移し2005年には累計採掘量2億tを達成した。

鉾山は、6.2kmのベルトコンベアで上磯工場と結ばれており、24時間体制でセメント用原料をはじめ、コンクリート用骨材、砕砂、セメント用副原料である珪石を輸送している。

上磯工場から函館湾に伸びる全長 2km の海上出荷
 棧橋には、60,000t 級の石炭燃料船をはじめ、大型セ
 メント運搬船、石灰石・骨材運搬船などが着桟し、効

率的な原燃料の受入れおよび製品出荷が可能となっている。

2. 再開発工事の必要性

戸切地鉱床は、北部北上帯三畳系の石灰石から構成され、鉱床規模は、延長5km、幅3km、厚さ500mほどの東日本屈指の石灰石鉱床である。高MgO石灰石を選別処理し原石の品質管理を強化するため、1997年に立坑投入口に破砕設備を持つ第2立坑を設置、この結果鉱山の品質管理は、飛躍的に向上し出鉱量も増加した。

一方採掘が進むにつれ、以下のような問題が顕著となり、2100年の将来を見据えた大規模な再開発が必要となった。

- ①既設の第1立坑破碎室と切羽レベル差が減少し、第1立坑の使用限界が近付いたため、中期的な可採鉱量が確保できなくなった。
- ②第2立坑破碎設備が立坑投入口にあるため、立坑周辺の採掘ができず、切羽レベルダウンに伴い、投入口と最下段のベンチレベルの差が最大70mとなり、原石運搬距離の増加と、上り実車の増加による運搬コストアップになった。

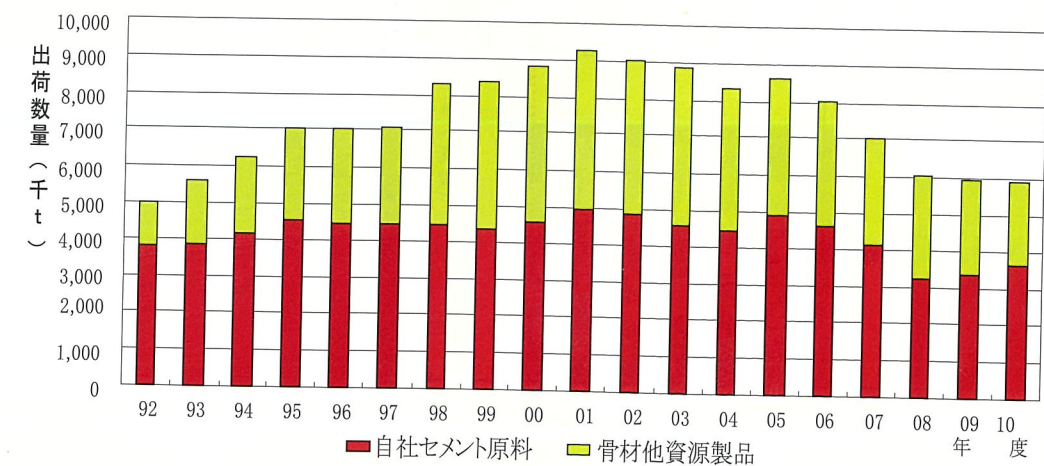


図 1 出荷数量の推移

- ③切羽内にベンチ間移動の運搬道路が増えることにより稼働ベンチ面積が減少し、安定出鉱や品質管理面でも支障をきたすようになった。
 - ④鉱山の破碎設備を制御する総括制御装置の老朽化により、電氣的トラブルが多発してきた。
- これらの問題を解消し、可採鉱量を確保するため、2006年から第3立坑新設を中心とした、「峩朗鉱山再開発工事」に着手した。

3. 工事のコンセプト

- 本工事のコンセプトは以下のとおりである。
- ①最終採掘レベルに坑底破碎設備を有する第3立坑を設置し、100年分の可採鉱量を確保する。
 - ②立坑投入口と最下段ベンチとのレベル差を少なくし、上り実車を極力減らすことによりコストダウンを図る。
 - ③当該工事完成後に第2立坑破碎設備を一時撤去し、周辺のベンチダウンを促進する。
 - ④品質管理のため常時最低2本以上の立坑使用可能なレイアウトとする。
 - ⑤老朽化した総括制御装置及び高低圧配電設備の更新を図り、安定出鉱体制を確立する。

4. 第3立坑及び設備の位置選定

第3立坑及び破碎室の位置選定は下記の項目を考慮した。

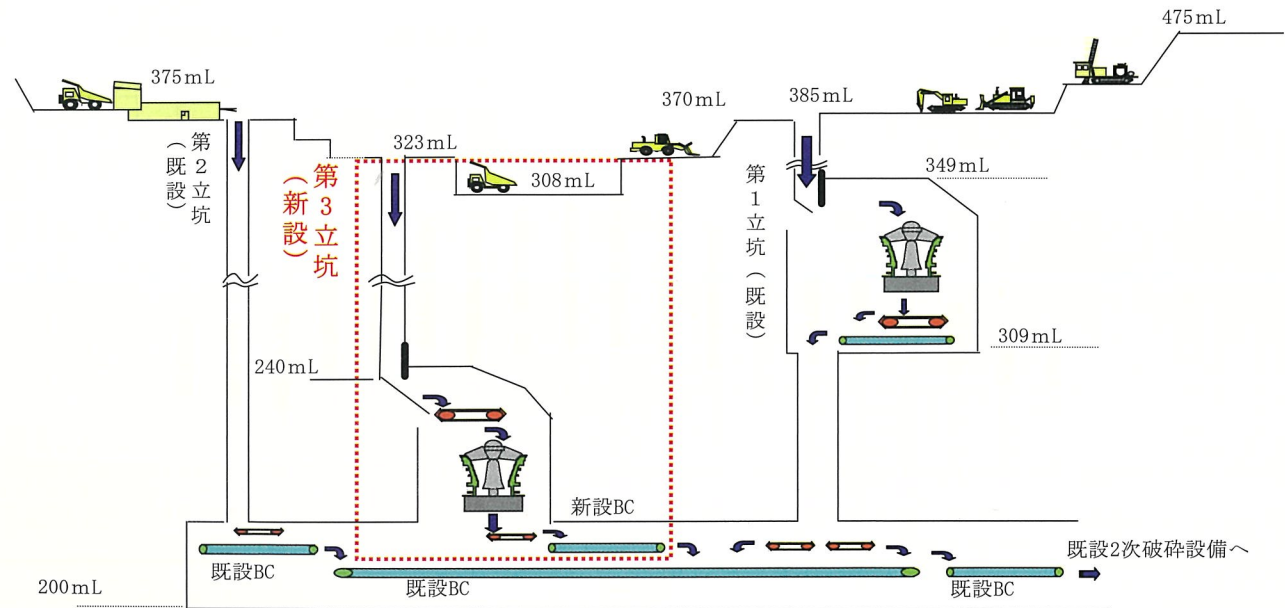


図2 立坑及び破碎室配置模式図

- ①計画範囲の資源を遺利無く、効率的に採掘可能なこと。
 - ②200mLまで掘り下げても最終残壁の影響を受けないこと。
 - ③既設坑外搬出BCへ比較的近い位置で乗継げること。
 - ④坑内出水時又は火災時など非常事態でも坑内パトロールマンの安全が確保できること。
 - ⑤切羽展開に制約を及ぼさない固定的な坑内設備であること。
- 上記を考慮の上、第3立坑は既設第1立坑の東側約160mに、また破碎室は立坑直下の200mLに設置することに決定した。

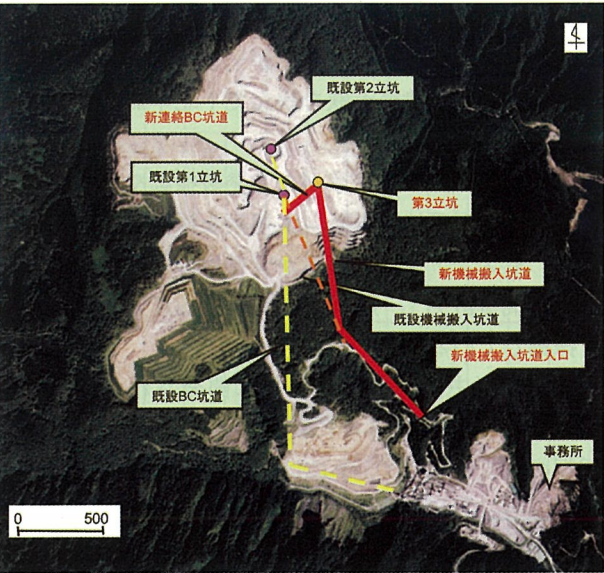


図3 立坑及び坑道配置図

5. 工事工程

本工事は、第3立坑増設のための機械搬入坑道掘削の第1工区～3工区、建築工事、機電工事、立坑掘削の第3工区その1、その2工事の順に施工した。

また、既設設備を制御する総括制御装置及び破碎設備高低圧配電設備は各年の定期修繕期間を利用し、系統ごとに更新工事を実施した。

6. 掘削工事

- ①機械搬入坑道掘削
- 掘削は、油圧クローラージャンボにて実施した。装薬は、一般的には、トンネル掘削発破に使用する含水爆薬と電気雷管の組合せで、込め棒を使用する手装薬が主流であるが、本工事では、自動装填機を使用し装薬時間を短縮、発破効果の向上を図った。
- また、水孔の状況に合わせて、主爆薬をANFO爆薬と顆粒状含水爆薬とに使い分けた。

表2 坑道掘削仕様

掘削区分	仕様	延長
機械搬入坑道(1工区)	H=4,500 W=5,000 A=20.4㎡	540m
機械搬入坑道(2工区)	H=4,500 W=5,000 A=20.4㎡	1000m
機械搬入坑道(3工区)	H=4,500 W=5,000 A=20.4㎡	195m
破碎室坑底部坑道	A=44.7㎡	15m
坑底電気室坑道	H=6,200 W=9,000 A=53.3㎡	15m
破碎室直下坑底部坑道	A=65.6㎡	28m
BC連絡坑道	H=4,500 W=5,000 A=20.4㎡～63.7㎡	169m

表1 工事工程表(実績)

工区	工事名	05年				06年				07年				08年				09年				10年			
		4	7	10	1	4	7	10	1	4	7	10	1	4	7	10	1	4	7	10	1	4	7	10	1
基本設計	-																								
許認可	施業案変更認可																								
第一工区	機械搬入坑道掘削																								
第二工区	機械搬入坑道掘削																								
第三工区 その① その②	機械搬入坑道掘削 1次破碎掘削																								
	BC坑道掘削																								
	立坑掘削																								
建築	アゴ・シュート部 破碎設備基礎工事																								
	破碎設備据付																								
機械	搬送設備据付																								
	総括制御装置																								
電気	破碎設備電気																								
	調整・試運転																								
試験・竣工	竣工																								

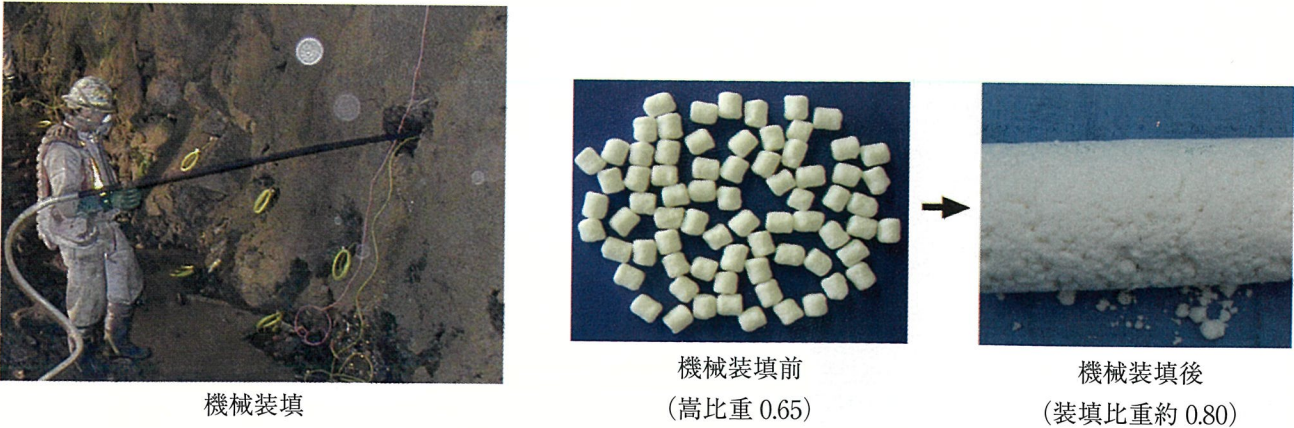


図4 装薬状況と顆粒状含水爆薬

② BC 連絡坑道掘削

新設 BC 坑道は、既設 BC 坑道に連結するため、機械設備にあわせて坑道断面を設計した。掘削作業要領は、機械搬入坑道と同様である。

既設 BC 側との坑壁を貫通する際は、稼働中の既設 BC に影響の無いよう貫通前に壁と BC の間に強固な鋼材で防護を施した。

既設 BC は、夜間の数時間しか停止せず、BC 側の防護に使用する鋼材は、貫通前に使用するため、すべて第 1 立坑破砕室を経由し地階に運び込んだ。

運搬機の人荷エレベーターは、重量及び長さ制限があるため、長尺のものはすべて分割小分けし運搬した。保護工事には、夜間作業で 2 週間を費やした。

また、貫通点付近では発破振動による崩壊を考慮し、発破掘削からブレイカー掘削に切り替え無事貫通させることができた。



図 5 乗継部バツクホウ掘削



図 6 既設 BC 防護工



図 7 BC 連絡坑道完成

③大規模破砕帯出現による設計変更

機械搬入坑道からシュート室に連絡する仮設坑道を掘削し、シュート室本体の掘削を行った。シュート部の止め壁となる正面壁、フィンガーゲートのキー部を掘削したところ図 8 に示すように大規模な破砕帯に遭遇した。破砕帯は粘土層や空洞を有し、建築工事で補強を検討したが、過重負担の大きな場所は設計上岩盤強度を期待していたため、構築物での補強は現実的でないこと、長期間使用する設備を岩盤状況の悪い場所に構築することは、後々大きなリスクになると判断し断念した。

よって、工事を一時中断し、坑内の地質詳細調査のため周辺をクロードリル等により探り穿孔を実施するとともに、再度地上からの調査ボーリングを 2 箇所 (GA49, GA50) 実施した。

工事着工前のボーリング結果、再ボーリング結果及び坑内地質調査結果に基づき立坑位置の変更を GA50 に決定した。

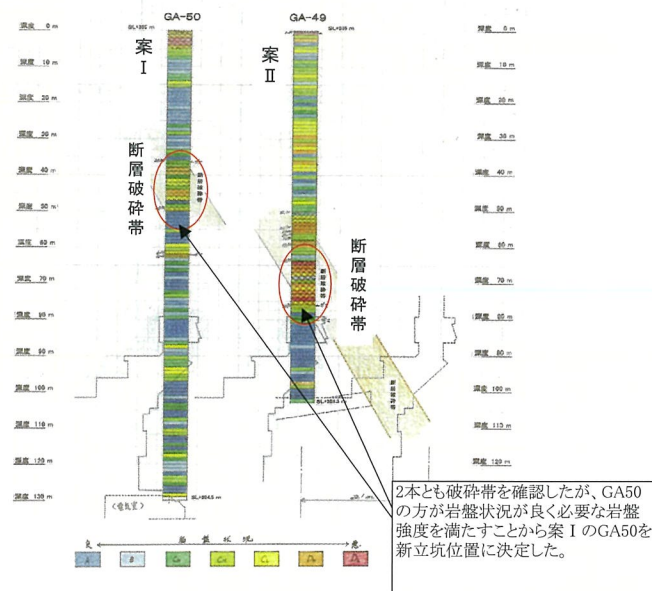


図 8 調査ボーリング柱状図

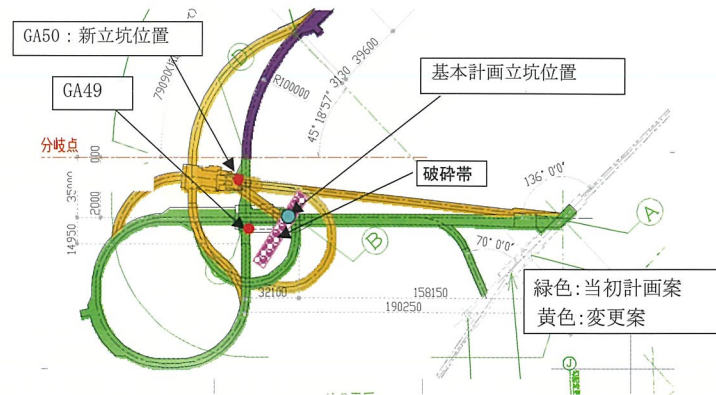


図 9 新立坑調査位置

④破砕室掘削

破砕室の構造は、既設第 1 立坑破砕室がモデルとなっており、設備能力も同じく 2,000t/h で設計した。また、破砕室は大空間であることから、安全性を最優先に考慮した工法で段階的に掘削をすすめた。

破砕室の掘削は表 3 に示す (1) ~ (8) の順で、うち (6) は I ~ X の順で施工した。

破砕室頂部掘削完了後、掘削工事を中断し、シュート部及びゲート室の鉄骨組み立てを行った。破砕室掘

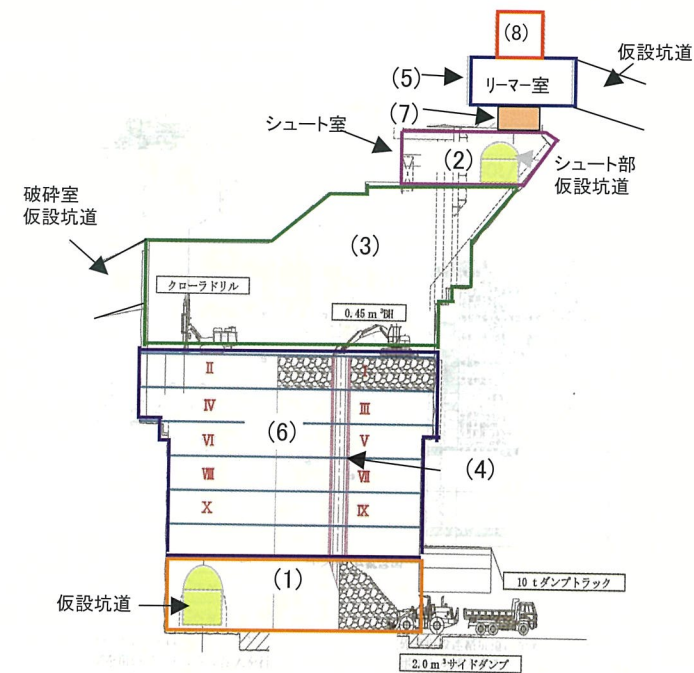


図 10 破砕室掘削工程

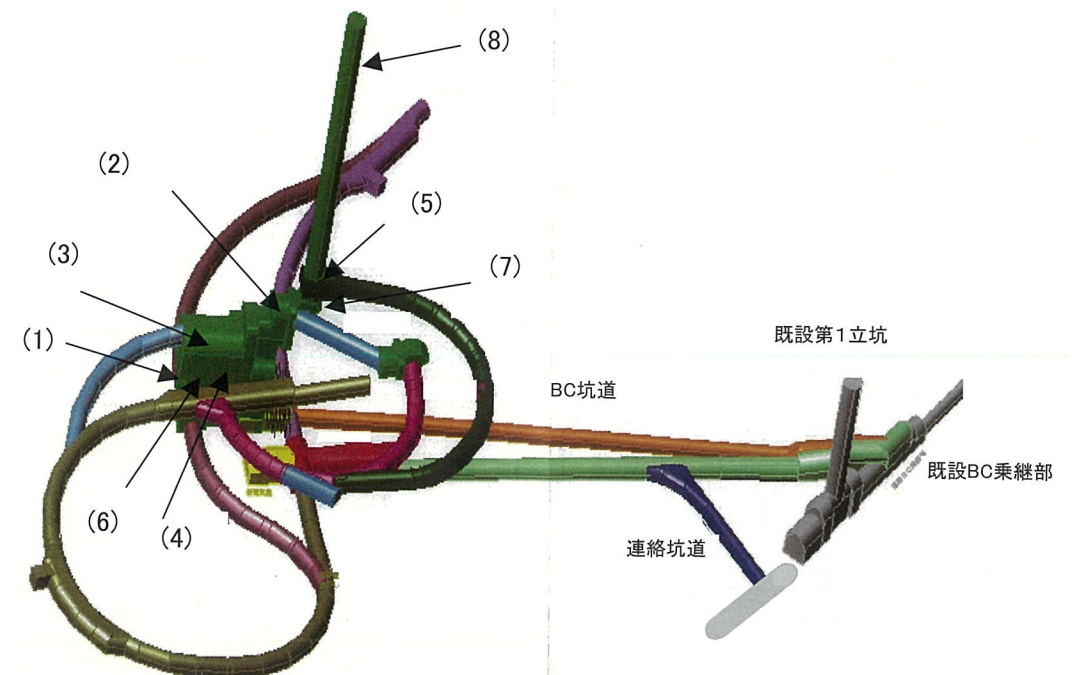


図 11 坑道立体図

削完了後では、大空間の最上部になってしまい、重量鉄骨搬入や生コン打設などが困難を強いられるため、今回の工程は極めて有効であった。

また、(4) $\phi 2,000\text{mm}$ のグローリーホールの掘削を行った。掘削はクロードリルにて $\phi 70\text{mm}$, $L=20\text{m}$ を 12 本穿孔し、下側から、払い落とし発破で掘削した。

(6) の破砕室下部を上から順に掘削したため、(4) のグローリーホールズリ抜き工法は、ズリ搬出坑道を不用のものとし、保安面、効率面で有効な工法であった。

表 3 破砕室区分別掘削量

記号	破砕室掘削区分	掘削量 m^3
(1)	破砕室 1 階	684
(2)	シュート室	560
(3)	破砕室上部	3,298
(4)	グローリーホール	63
(5)	リーマー室	762
(6)	破砕室下部	17,500
(7)	残壁	84
(8)	立坑	1,753

7. 機械設備仕様

破碎設備は、既設第1立坑破碎室をモデルに設計されたが、既設設備の運転状況や、技術進歩を踏まえ、仕様の再検討を行った。

特重エプロンフィーダ及びクラッシャ下エプロンフィーダは、国内製品より安価な中国製品（精密部品は、日本製品を支給し組立）を採用した。

また、各フロアには、散水用配管、エア配管、ガス溶断（アセチレン・酸素）配管が施され、プラントメンテナンスの省力化を図った。

破碎能力 2,000t/h を有し、1次破碎後は、既設の坑内 BC に乗継ぎ坑外の2次破碎工程へ送られる。

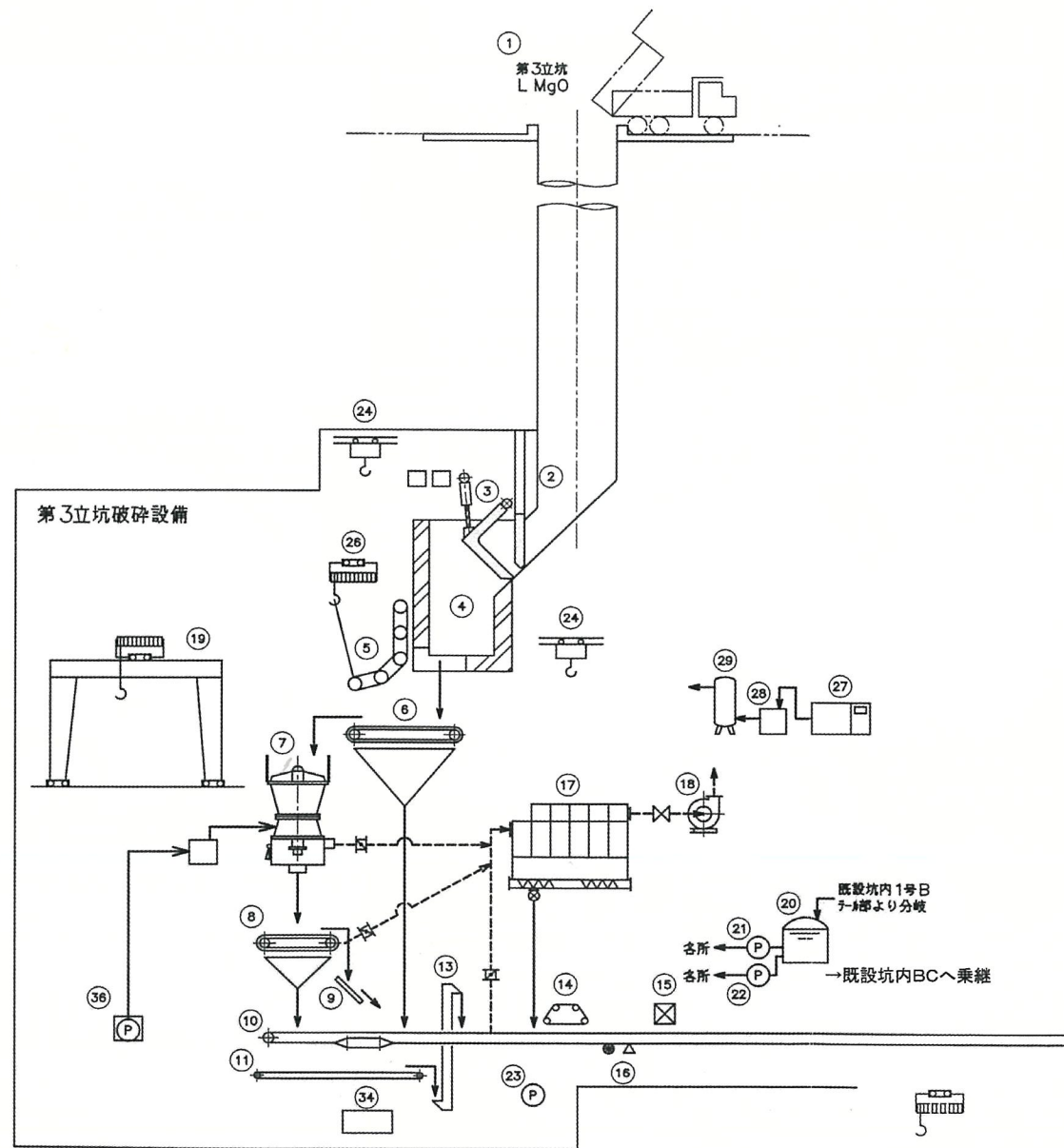


図 12 機械配置図

表 4 機械仕様一覧表

番号	名称	仕様	動力数量
1	第3立坑	φ 6 m × 8.3 m	
2	チェックゲート	4190Wx4000H 地圧シリンダー φ280xφ200x3700gtx2本 地圧ユニット	1基
3	フィンガーゲート	φ200x2300t-5本 地圧シリンダーx5本 地圧ユニット	1基
4	減圧ホッパ	RC構造（壁面保護鋼内張）	1基
5	ウエイトチェーンカーテン	6リンク/1連 x6連	1基
6	特重エプロンフィーダ	2400Wx8.575mL 1.2~7m/min max2000t/h 電動機中油圧油路設置	1基
7	ジャイレトリックワッシャ	60~80馬 負荷V<ルト駆動機 max2000t/h	1基
8	クラッシャ下エプロンフィーダ	2000Wx5.0mL 12.9m/min max2000t/h 電動機中油圧油路設置	1基
9	排出部緩衝装置	角度調整装置 20~45度	2基
10	クラッシャ下BC	1600Wx216.55mLx2.69mH max2000t/h リターンベクトルパイプ反転式	1基
11	No1スピルチェーンコンベヤ	1.32mWx18.2mL 14m/min 3.7kw4P x1/43 サイクロン減速電動機	1基
12	No2スピルチェーンコンベヤ	1.32mWx27.3mL 14m/min 3.7kw4P x1/43 サイクロン減速電動機	1基
13	スピルチェーンエレベータ	5.5V/h 720Wx2.945mLx5.3mH 3.7kw4P x1/43 サイクロン減速電動機	1基
14	磁選機	1500W x 2.18L 自動排出口 5.5kw x 4P x 1/20	1基
15	金属検出器	1800W x 600H	1基
16	ベルトスケール	1600W BC用 0~2000t/h	1基
17	クラッシャ用集塵機	450m³/minx3.9kPa 1.5kw 0.75kw	1基
18	クラッシャ用集塵風車	500m³/minx3.9kPa 55kw x 4P	1基
19	橋型クレーン	80t/7x27.5m/26.5mH φ上37/17kw 走行1.5kw x 2 走行3.7kw x 2	1基
20	冷却水、散水用水タンク	φ3000x2500H	1基
21	散水、消火ポンプ	0.5m³/min x 40mH	1基
22	ジャイクワ冷却水ポンプ	0.3m³/min x 30mH	1基
23	ビット排水ポンプ	0.2m³/min x 8mH	2基
24	破碎室修理用ホイスト	2.0tx24m φ上3.7kw 走行0.4kw x 2 走行速度21m/min	2基
25	BC乗継修理用ホイスト	2.8tx12m φ上3.3kw 走行0.4kw x 2 走行速度21m/min	1基
26	チェーンカーテン用ホイスト	7.5tx12m 6.0m/min, 11kw x 6P	1基
27	クラッシャ集塵機用コンプレッサ	クラッシャ集塵機用 及び 雨巻機用 6.5m³/min x 0.69MPa	1基
28	エアドワイヤ	6.5m³/min	1基
29	レシーバタンク	φ582x1950H 0.43m³	1基
30	クラッシャ下BCヘッド集塵機	144m³/minx2.9kPa 0.75kw	1基
31	クラッシャ下BCヘッド集塵風車	150m³/minx2.9kPa 15kw x 4P	1基
32	集塵機用コンプレッサ	440L/minx0.93MPa, 3.7kw	2基
33	坑内1BCテール集塵機	シンターラメフィルタ式 108m³/min, 100m/min 15kw x 4P	1基
34	破碎室側給油装置	オイル700CC/min 3.5MPa タイラース700CC/min 20.6MPa	1基
35	クラッシャ下BCヘッド給油装置	オイル700CC/min 3.5MPa	1基
36	クラッシャ潤滑油給油装置	38L/minx20.6MPa, 2.2kw	1基

8. 立坑掘削

立坑掘削計画は、レイズボーリング工法とアリマック工法の2案を比較検討し、安全性に優れたレイズボーリング工法を採用した。破碎設備完成までに、リーミングビットをセットする必要があったため、破碎室シュート部の上4mを未掘削（残壁）とし、その上にリーマー室を掘削した。

①残壁部先行穿孔

貫通時に、チェックゲート付近の機械設備に影響のない静的破碎をするためクロードリルにて先行穿孔（300mm ピッチ）を行った。

②パイロット掘削及びリーミングビット組立

パイロット掘削は、φ 350mm のビット径により掘



図 13 残壁部穿孔作業

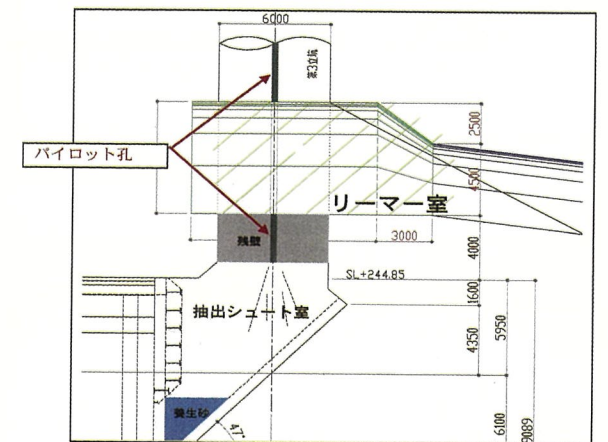


図 14 リーマー室及び残壁部

削した。掘進長のほぼ中央で、孔曲がり測定（村田式）を行い、ボーリングの垂直度を測定し、貫通地点での誤差は10cm 以内であった。

パイロット掘削完了後、φ 6,000mm のリーミングビット用強化スタビライザーロッド（φ 400mm）を挿入するため、パイロット孔をφ 350mm → φ 450mm へ拡張した。

その後、エクステンションを装着しφ 6,000mm のリーミングビットを装着した。

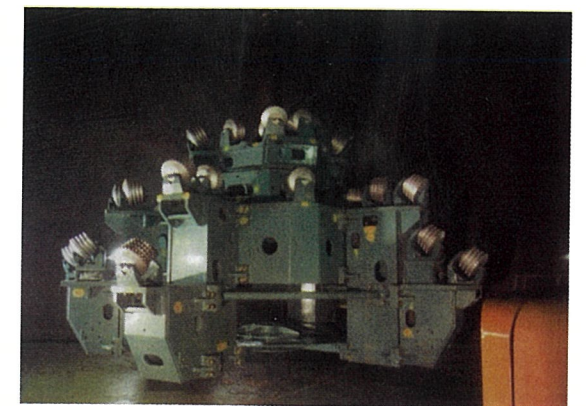


図 15 φ 6,000 のリーミングビット 重量=8.5t

③残壁掘削（静的破碎）

残壁掘削は、上部にリーミングビット、残壁下にシュート及びチェックゲート（閉鎖状態）が存在し発破による損傷が懸念されたため、静的破碎剤を採用して施工した。先行穿孔された孔に静的破碎剤を装填し破碎、3.5 m × 6.0 m の貫通孔でリーマー室とシュート部を貫通させた。



図 16 残壁掘削静的破碎剤充填完了

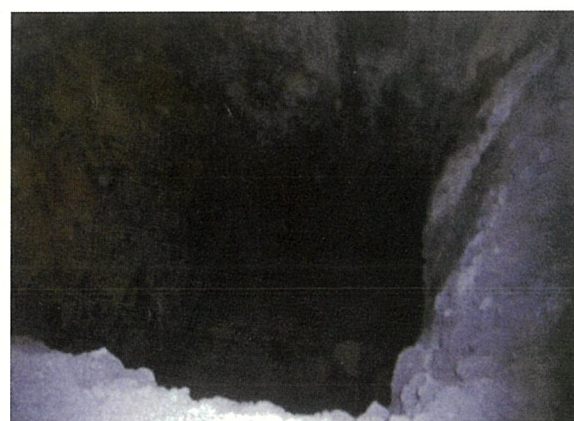


図 17 残壁掘削完了（貫通）

④リーミング掘削におけるトラブル

全カッターが着岩した時点で、ビットロードを1,200kNに設定し掘削を行った。

掘削開始より4～5日経過後からトルクが乱れ始め、やむなくビットを降下させ点検したところ、岩塊が孔壁とビットに挟まった状態で降下させたためか、ビットが降下しビット受け台（ヨーク）が2個破損していた。

交換後も同様のトラブルが続いたことから、2度目のビット降下点検を余儀なくされ、ヨークの1個が再度破損した。

これら度重なる破損の原因を追究し、φ 6,000mm ゲージ部のカッター、ヨーク自体が下からの押し上げ力に対する設計が導入されていないため、ヨーク背面にリブを補強することとした。



図 18 運動岩



図 19 カッターローラー脱落



図 20 φ 6,000 ゲージ地上到達 完了

運動石の切削作業では、推進力をかけると立坑内に押出される回転によりロック（停止）され、ビットが岩体に噛みこまれ降下する動作もままならない現象を繰り返した。結果的には、計画以上のトルクをかけ運動幅を徐々に増加させることにより7日目に抜き落とすことに成功した。

こうして破碎帯を何とかクリアすることができ、2009年9月より開始したリーミングは、度重なるトラブルを克服し、12月に無事地上に到達、貯鉱量5,000tの立坑が完成した。

9. 中央制御室

戸切地鉱床開発時の昭和53年から鉱山の破碎設備を遠隔にて運転監視してきた中央制御室も本工事にあわせ新設した。各破碎室の電気室と中央制御室間は光通信化、制御方式もリレー制御からシーケンス制御に全面変更、監視モニターの液晶分割画面の採用、タッチパネルの採用などによりコンパクトな設計を可能とした。また、従来の中央制御室は、2次破碎室の一部に設置されていたため、振動や騒音が大きく、長時間の運転監視作業に支障をきたしていたが、別棟に新設したことにより作業環境の改善を図ることができた。



図 21 新中央制御室

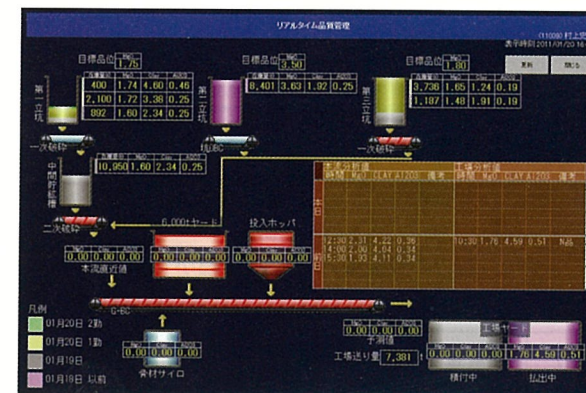


図 22 品質管理システム

10. 品質管理システムの強化

戸切地鉱床に賦存する石灰石は成分にバラつきが多く、品質管理は採掘を進める上において、最も重要なウエートを占めている。

既存の品質管理システムの端末バージョンアップに伴い、以下の項目について改善を施し品質管理システムの強化を図った。

①穿孔サンプリングの場所を GPS 位置情報で取り入

れ、データベース化した。

②立坑投入品、破碎選別品、工場輸送品の工程別品位データをグラフィックフローでリアルタイム監視可能とした。

③バックデータの保存により、各勤務毎の立坑投入量と品位データのトレーサビリティを可能とした。

11. 運用開始

2010年2月、およそ4年に及ぶ再開工事を終了し、運用を開始した。計画時に掲げたコンセプトについて以下のように実績を比較する。

①最終採掘レベルに坑底破碎設備を有する第3立坑を建設し、100年分の可採鉱量を確保する。

→ 323mL に投入口を設置し向こう100年の可採鉱量を確保することができた。

②立坑投入口を最下段ベンチとのレベル差を少なくし、上り実車を極力減らすことによりコストダウンを図る。

→ 上り実車が大幅に減り、運搬車輛の燃費が7%向上した。



図 23 破碎室完成

- ③当該工事完成後に第2立坑破碎設備を一時撤去し周辺のベンチダウンを促進する。
→2011年4月に解体を完了し、同月から第2立坑周辺のレベルダウンを開始する。
- ④品質管理のため常時最低2本以上の立坑使用可能なレイアウトとする。
→第1立坑との併用で第2立坑周辺のレベルダウンを進め第1立坑の使用限界を迎える前に第2立坑の本格的稼働を促進できる体制が準備できた。よって品質管理も十分行えるようになった。
- ⑤老朽化した総括制御装置及び高低圧配電設備の更新を図り安定出鉱を確立する。
→すべて更新工事を終え健康度もアップしたことにより安定した制御装置を確立した。

12. 3 本立坑の運用方法

第3立坑完成後は、既設の第1立坑の使用限界まで併用を続けながら第2立坑周辺のレベルダウンを進める。

第2立坑周辺をレベルダウン後は、再度坑外に破碎室を設置する案、坑内に破碎室を設ける案を検討中である。

先にも述べたように、品質のバラつきが多い切羽を効率よく採掘するためには、綿密な品質管理が必須であり、品位別立坑の活用も大きな利点となる。

13. 技術的検討による工法，設備の効率化

本工事において技術的検討により工法，設備を効率化できた事例を紹介する。

- ①分割式ジャイレトリークラッシャ導入による搬入坑道断面の縮小

- (1) ジャイレトリークラッシャを3分割式にすることによりトレーラーの荷姿が小さくなり、機械搬入坑道の断面を縮小でき、掘削量を減らすことができた（一体型に比べ断面積は23%減、およそ9,760㎡の掘削量減）。
- (2) 搬送や荷の積み卸し、本体組立時の取廻しが容易にできる。

- ②掘削工事での火薬装填本工事では、岩盤状況の良い場合は、主薬=ANFO爆薬、起爆剤=含水爆薬(25mm×100g)に導火管付き雷管をセットした親ダイを用い、浸透水が多い岩盤状況で水孔の場合は、顆粒状含水爆薬に導火管付雷管をセットした親ダイを用いた。機械装薬は、従来の手装薬に比べ、切羽接近作業が少なく崩壊による災害の防止に有効であった。また、密装填による発破威力の向上により削孔本数を通常より10～20%削減できたことにより装薬時間を短縮することができた。発破実績は1サイクル掘進長1.6mとなった。

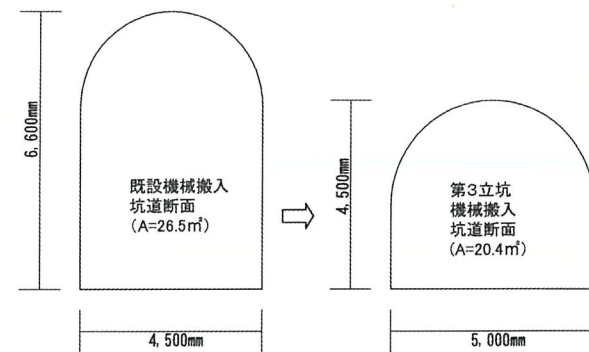


図24 機械搬入坑道断面縮小化

表5 発破仕様比較表

		主薬	起爆剤	雷管	装薬方法
通常	(一般)	ANFO	含水爆薬	電気	手装薬
本工事	(メイン)	ANFO	含水爆薬	導火管付	機械装薬
	(水孔)	顆粒状含水爆薬	含水爆薬	導火管付	機械装薬

表6 機械装填による削岩時間短縮

機械搬入坑道1断面あたりの削岩サイクルタイム (分)			
削岩	工種	手装薬	機械装薬
削岩	削岩準備	20.0	20.0
	穿孔	40.2	33.5
	装薬、爆破、換気等	36.0	30.0
	こそく・浮石落とし	20.0	20.0
	小計	116.2	103.5

- ③支保工パターンの決定

およそ1,600mに及ぶ機械搬入坑道掘削において、地山を形成する岩質が異なり状況に即した岩盤補強工事を施した。

安山岩、凝灰岩、石灰岩が賦存し、風化した岩石の亀裂に粘土層を挟む部分や湧水の多い部分など、状況の変化が大きかったため、日々の切羽観察により地山状況を定量評価し保護工パターンを決定した。以下の表は保護パターンを「DI」に決定した例である。

表7 地山評価表

【地山評価表】									
切羽観察による地山評価(個別評価項目と個別評価点)						地山総合評価式			
項目	1点	2点	3点	4点	5点	評価	計算式	評価点	
A 切羽の状態	1. 安定	2. 鏡面から岩塊が抜け落ちる	3. 鏡面の押出しを生じる	4. 鏡面は自立せず崩れあるいは流出	5. 補助工法が必要である	2	× 2.5	5	57
B 素地面の状態	1. 自立	2. 時間がたつと緩み肌落ちする	3. 自立困難、緩み後早期に支保する	4. 先受け支保工が必要である	5. 補助工法が必要である	2	× 2.5	5	
C 圧縮強度	1. $\sigma \geq 1000 \text{ kgf/cm}^2$ ハンマー打撃はね返る	2. $1000 > \sigma \geq 200$ ハンマー打撃で砕ける	3. $200 > \sigma \geq 50$ 軽い打撃で砕ける	4. $50 \text{ kgf/cm}^2 > \sigma$ ハンマー刃先喰ひこむ	5. ハンマーの刃先で表面が削れる	2	× 1.5	3	
D 風化変質	1. なし・健全	2. 岩面に沿って変色強度やや低下	3. 全体に変色強度相当に低下	4. 全体的に土砂化	5. 当初より未固結	2	× 2.0	4	
E 割れ目の間隔	1. 間隔 $d \geq 1\text{m}$	2. $1\text{m} > d \geq 50\text{cm}$	3. $50\text{cm} > d \geq 20\text{cm}$	4. $20\text{cm} > d \geq 5\text{cm}$	5. $5\text{cm} > d$ 破砕	4	× 2.5	10	
F 割れ目の状態	1. 密着	2. 部分的に開口	3. 開口	4. 部分的に粘土を挟む	5. 未固結	4	× 2.0	8	
G 割れ目の形態	1. ランダム	2. 柱状	3. 層状、片状、板状	4. 土砂状、細片状	5. 当初より未固結	3	× 1.5	4.5	
H 湧水	1. なし	2. 滲水	3. 湧水程度(20ℓ/分以下)	4. 集中湧水(20～500ℓ/分以下)	5. 大量湧水(500ℓ/分以上)	4	× 1.5	6	
I 水による劣化	1. なし	2. 緩みを生じる	3. 軟弱化	4. 部分的に崩壊・流出	5. 崩壊、流出	1	× 1.5	1.5	
J 亀裂の方向	1. ランダムもしくは判断できない	2. 差し目(角度が緩い)($45^\circ > \theta$)	3. 流れ目(角度が緩い)($45^\circ > \theta$)	4. 差し目(角度が急)($\theta \geq 45^\circ$)	5. 流れ目(角度が急)($\theta \geq 45^\circ$)	4	× 2.5	10	

【地山区分と地山総合評価点の目安】

保護パターン	項目別評価点										床盤	素堀	支保工	ロックボルト	金網	吹付けコンクリート	覆工	
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90								100
A	28 以下												○			○		
B		18~35										150	○				○ 50	
C I			25~47									150			○	○	100	
C II				37~61								150		1.5		○	○ 100	
D I					51~76							150		1.5	4	○	○ 150	
D II						66~82						300		1.2	5	○	○ 150	
評価点	57										mm		m	本				mm

④直径 6,000mm 立坑の採用及びズリ搬出作業の効率化
レイズボーリング工法による立坑の直径は全国的に
φ 4,740mm が主流であつたが、大塊による立坑詰り
等が懸念され、より大口径を模索した。

計画から 1 年後に鉾研工業㈱がφ 6,000mm 径対応
の BM-600 を開発、5 ヶ月後大分太平洋鉾業社新津久
見鉾山にてデビューを果たした。その実績を参考に、
義朗鉾山第 3 立坑にも採用を決定し、国内では 2 本目
となる φ 6,000mm のレイズボーリング工法による立
坑となった。

立坑掘削は、掘削ズリ搬出費用を削減するため、破
砕設備の完成後、設備を経由し既設のベルトコンベア
で屋外に搬出する計画で行った。この結果、重機によ
るズリ搬出作業を削減でき、費用面及び作業環境の面
で改善を図ることができた。

⑤減圧ホッパー抽出口嵩上げ

過去に既設第 1 立坑の減圧ホッパー抽出口に大塊
が詰まり、エプロンフィーダに供給されないことが数
回発生し発破処理した事例があつた。このような故障
を回避すべく、ホッパ抽出口の高さを既設に比べ（約
500mm）高くすることにし、それによりエプロンフィー
ダ上の層厚が厚くなるため、層厚調整及び飛び石防止
を考慮しチェーンカーテンを先端部に設置した。

運用開始から現在まで、抽出口での大塊詰まりは発
生していない。

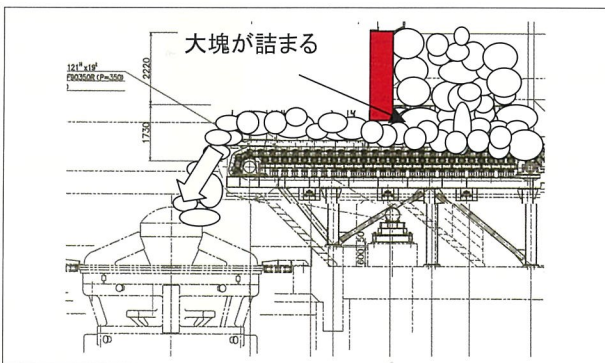


図 25 既設第 1 立坑 減圧ホッパー

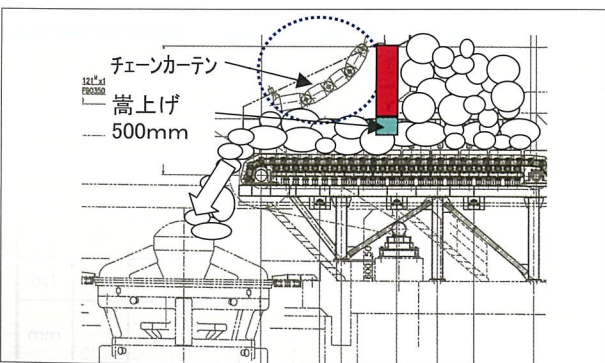


図 26 第 3 立坑 減圧ホッパー

14. おわりに

第 3 立坑の完成により、目的であつた可採鉾量の確
保、運搬コストの低減が達成できた。今後は第 2 立坑
周辺のレベルダウンによる切羽整備を進める。また、
3 本立坑の運用方法の確立することで、更なる出鉾体
制の高効率化、品質管理の向上を図ると共に、石灰石
の製造原価低減に努める。

着工からおよそ 4 年、本工事の完成にあたりご指導
いただきました関係官庁の皆様並びに工事施工業者様
には心より厚くお礼申し上げます。

平成 22 年度石灰石他の生産出荷統計分析

石灰石鉾業協会 調査部

1. はじめに

- 平成 20 年秋のリーマンショックを契機に急速に冷え込んだ日本経済は、表 1 で見られように翌 21 年春には底を打ったものの、鉾工業関係は生産指数でリーマンショック直前の 70.9%と他産業に比して落ち込みが大きく、中でも石灰石需要先の鉄鋼、石灰業界は 60%を下まわった。
- 平成 22 年度に入ると鉾工業関係もキャッチアップして行き同年 10 - 12 月期の鉾工業生産指数はリーマンショック直前の 97.5%、同じくセメント生産量は 93.4%、粗鋼生産量は 90.9%まで回復している。
- 平成 22 年度におけるこの様な需要家業界の回復を反映し石灰石生産量も 90.6%まで回復している。
- しかし、ご承知のように今春 3 月の東日本大震災の影響で鉾工業生産指数は 3、4 月には 80%台前半まで落ちることとなったが、石灰石生産量は 5 月には 20 年 7 - 9 月期の 77.1%へと後退している。輸出比率が 35%を超え

表 1 日本経済全般指標の推移

		20 年 10-12 月	21 年 1-3 月	4-6 月	7-9 月	10-12 月	22 年 1-3 月	4-6 月	7-9 月	10-12 月	23 年 1-3 月
前年比 %	実質 GDP	▲ 4.5	▲ 10.3	▲ 7.0	▲ 6.3	▲ 1.5	5.6	3.1	5.2	2.2	▲ 1.0
	鉾工業生産指数 (H17 年 = 100)	▲ 14.5	▲ 34.6	▲ 27.4	▲ 19.4	▲ 0.4	28.0	21.3	14.0	5.9	▲ 2.5

表 2 経済活動水準比較

	日本経済全般		石灰石 生産量	主要石灰石需要家業界					
	実質 GDP	鉾工業 生産指数		セメント 生産量	セメント 内需	生コン 生産量	粗鋼 生産量	鋼材受注 内需	石灰 生産量
	(兆円)	(平成 17 年 = 100)	百万 t	百万 t	百万 t	百万 m ³	百万 t	百万 t	百万 t
平成 20 年 7-9 月 (A) (リーマンショック直前)	553.6	104.6	39.3	16.5	12.6	25.3	30.4	17.3	2.8
平成 21 年 1-3 月 (B)	510.8	74.2	32.6	15.2	11.6	23.2	18.0	9.4	1.7
B/A	92.3%	70.9%	82.9%	91.9%	92.6%	91.9%	57.8%	54.5%	59.3%
平成 22 年 10-12 月 (C)	539.9	94.2	35.6	15.4	11.9	24.7	27.7	14.3	2.5
C/A	97.5%	90.0%	90.1%	93.4%	94.3%	97.6%	90.9%	82.3%	88.9%
平成 23 年 1-3 月 (D)	535.1	92.3	32.8	13.5	9.9	20.3	27.7	14.5	2.5
DA	96.7%	88.2%	83.3%	81.6%	78.9%	80.3%	91.0%	83.7%	88.2%
平成 23 年 3 月 (E)	-	82.7	11.4	4.6	3.4	7.0	9.1	4.8	0.82
平成 23 年 4 月 (F)	-	84.0	10.7	4.4	3.2	6.7	8.4	4.4	0.77
平成 23 年 5 月 (G)	-	89.2	10.1	4.3	2.9	5.9	9.0	4.1	0.77
D/A	-	78.5%	86.7%	83.4%	80.8%	82.6%	89.8%	83.8%	87.2%
E/A	-	79.7%	82.0%	79.4%	77.4%	79.8%	83.1%	76.2%	81.0%
F/A	-	84.6%	77.1%	77.9%	69.4%	70.2%	89.2%	70.9%	81.6%

(注 1) 網掛け欄はリーマンショック直前に対する当該期間の活動水準比較 (A = 100%)

(注 2) 上表のうち E、F、G は 1 ヶ月分の数値であるので、A に対する比率計算にあたっては鉾工業生産指数を除き A の月平均を採用した。

(注 3) 上表のうち対象月、期間の実績値 (又は速報値) が未公表のところは - で付している。