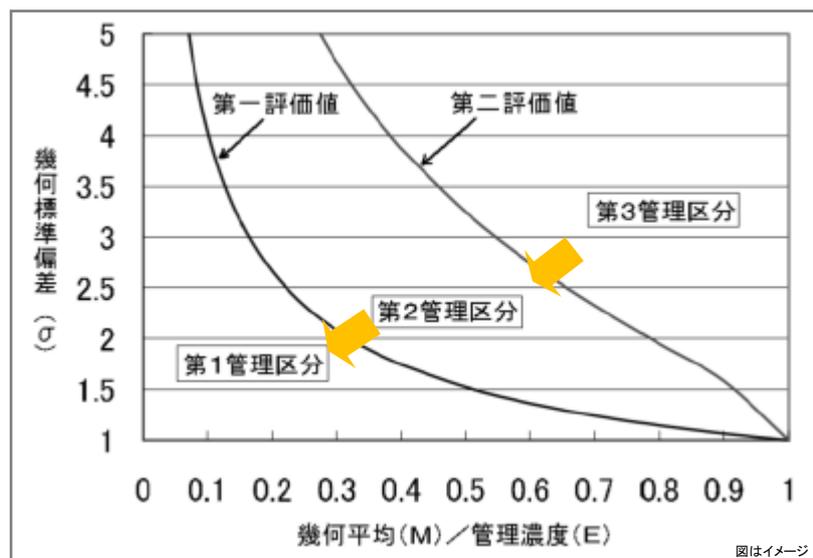


# 粉じんに関する作業環境改善事例集

(第2版)



平成27年3月

経済産業省 商務流通保安G 鉱山・火薬類監理官付

各産業保安監督部（支部・事務所）

# ま え が き

我が国の鉱山における粉じん対策について、これまで「鉱山保安法」（昭和24年法律第70号）に基づき、さく岩機の湿式化（昭和27年）、坑外の屋内作業場の粉じん濃度の測定（昭和48年）、散水及び防じんマスクの使用（昭和54年）、金属鉱山及び石炭鉱山の坑内作業場の粉じん濃度の測定（金属鉱山は昭和63年、石炭鉱山は平成3年）、坑外の屋内作業場の粉じん濃度の測定結果の評価及び改善措置（平成4年）、坑内作業場の粉じん濃度の測定結果の評価及び努力義務による改善措置（平成17年）等を義務付けてきました。

また、この間に、鉱山保安法の大改正を平成16年に行い、国の関与（規制）を最小限のものとし、保安確保に当たって民間の自主性を主体とするとの考え方から、リスクマネジメントの手法を法体系の中に導入し、鉱山の現況を最も熟知している鉱業権者に保安確保措置の立案等を行わせることとしました。

これらの結果、鉱山における作業環境は改善してきておりますが、依然として十分であるとは言えず、引き続き関係者のたゆまぬ努力により改善を図っていく必要があります。

こうした状況を踏まえ、今回、各鉱山における作業環境改善のための保安確保措置の立案等の参考となるよう、粉じんに関する作業環境改善事例集をまとめました。

ここで紹介している内容については、事例を提供いただいた鉱山の状況に応じたものとなっておりますので、今後、本事例集を参考に、各鉱山においてさらに検討され、各々の状況に応じた粉じん対策が適切に行われ、作業環境の一層の改善向上に役立つことを期待する次第です。

なお、事例に関しまして、ご関心やご質問等がある場合には最寄りの産業保安監督部までお問い合わせください。

最後に、本事例集の作成に当たり、事例を提供いただきました鉱山の関係者に対し、心から感謝申し上げます。

平成26年3月

冒頭に「本事例集の利用に当たって（有効な対策を検討するためのヒント）」を記すとともに、事例を1件追加し13件として、第2版を作成しました。

ご活用いただければ幸いです。

平成27年3月

経済産業省商務流通保安グループ鉱山・火薬類監理官付  
各産業保安監督部（支部・事務所）

# 目 次

本事例集の利用に当たって（有効な対策を検討するためのヒント）・・・ 1

## 1. 坑内の事例

- 【改善事例 1】 発じん防止対策改善事例  
ダストシールの施工・・・・・・・・ 5
- 【改善事例 2】 集じん対策改善事例  
防じんフードカバーを設置・・・・・・・・ 6
- 【改善事例 3】 発じん抑制対策改善事例 その1  
開口部の閉塞措置（管理区分Ⅱ→Ⅰ）・・・・・・・・ 7
- 【改善事例 4】 発じん抑制対策改善事例 その2  
散水ノズルへ変更（管理区分Ⅱ→Ⅰ）・・・・・・・・ 9
- 【改善事例 5】 発じん抑制対策改善事例 その3  
Vクリーナー変更及び新規クリーナーの設置  
（管理区分Ⅱ→Ⅰ）・・・・・・・・ 10
- 【改善事例 6】 たい積粉じん巻き上げ防止改善事例  
ロードスイーパーの導入（管理区分Ⅲ→Ⅱ）・・・・・・・・ 11
- 【改善事例 7】 防じん対策改善事例  
ネットの設置及びミストの噴霧（管理区分Ⅱ→Ⅰ）・・・ 12
- 【改善事例 8】 穿孔機械改善事例  
穿孔機械の改善（管理区分Ⅲ→Ⅱ）・・・・・・・・ 13

## 2. 坑外（屋内）の事例

- 【改善事例 9】 局所集じん装置の設置による改善事例  
局所集じん装置の設置（管理区分Ⅲ→Ⅱ）・・・・・・・・ 14
- 【改善事例 10】 局所集じん対策による改善事例  
ジョイント部の改善（管理区分Ⅱ→Ⅰ）・・・・・・・・ 15
- 【改善事例 11】 局所排気対策による改善事例  
換気扇の設置（管理区分Ⅲ→Ⅱ）・・・・・・・・ 16
- 【改善事例 12】 防じん対策による改善事例  
防じんシート及び局所排気装置の設置・・・・・・・・ 17
- 【改善事例 13】 全体換気対策による改善事例  
吹き込み型換気装置の追加設置（管理区分Ⅲ→Ⅰ）・・・ 19

## 本事例集の利用に当たって（有効な対策を検討するためのヒント）

粉じんに関する作業環境改善は、粉じん環境の現況（発生源や発生の状態）の把握と、粉じん環境の実態に即した対策を検討し実施することが、有効な改善対策を講じる上で大切です。

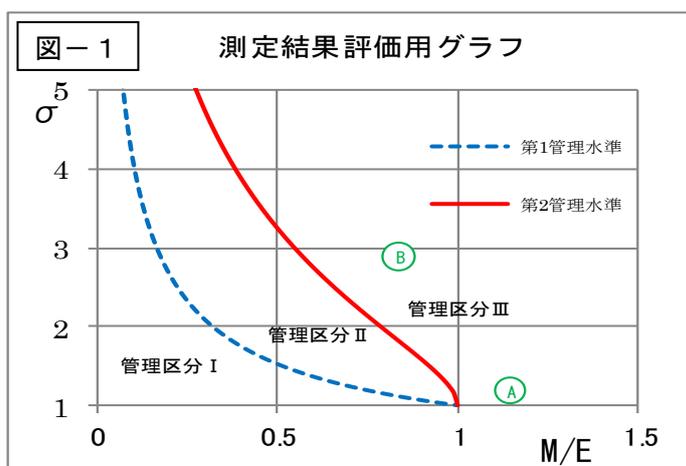
本事例集で紹介している改善事例はあくまで一例にすぎません、自鉦山の粉じん作業場の実態を踏まえた上で、紹介事例を参考にしつつ、自鉦山の粉じん作業場にマッチした有効な対策を試行錯誤しながら実施してゆくことが大切です。

このため、具体的な対策事例の紹介の前に、粉じん環境の現況把握の方法について触れておきます。

### 【粉じん環境の現況把握】

粉じん環境の現況は、粉じん測定を行う事により把握します。粉じん測定については最終的な評価結果（作業場の管理区分）に目が向きがちですが、管理区分だけでは現況の把握には繋がりません。大切なのは、発生源の位置・稼働状況、粉じん濃度の分布（相対濃度計を使用した測定では各測定点のカウント数の分布）、粉じん発生状態の時間変化、作業者の作業位置、作業場の外からの影響など、粉じん測定時に集めるデータです。鉦山で独自に測定する場合は「鉦山における粉じん濃度測定マニュアル」を熟読し、上記データを積極的に記録するようにしておくことが粉じん環境の現況把握の第1歩です。なお、測定事業者に測定を外注した場合は上記のデータが測定報告書にまとめられています。

次に集められたデータを読み解く作業を行います。効率的な方法としては測定結果をプロットした評価用グラフを利用する方法があります。



左図（図－1）が評価用グラフです。

縦軸 $\sigma$ は粉じん作業場の測定点毎の粉じん濃度のばらつきを表しています。（ $\sigma = 1$ はばらつきが無い状態つまり全ての測定点で粉じん濃度が同じ状態であり、 $\sigma$ の値が増えると粉じん濃度の高いところと低いところの差が大きいことを表します。）

横軸 $M/E$ は粉じん作業場の

粉じん濃度（幾何平均値： $M$ ）と管理濃度（ $E$ ）の比を表しています。（ $M/E = 1$ は、作業場の粉じん濃度の幾何平均値と管理濃度が等しいことを示し、 $M/E > 1$ は作業場粉じん濃度の幾何平均値が管理濃度よりも高いことを表します。）

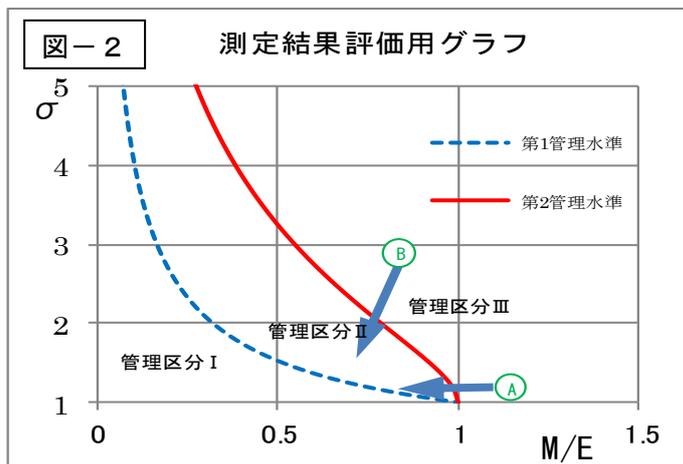
例えば、測定結果が㊸の位置にプロットされる作業場の場合は、 $\sigma$ の値が十分に低い（1に近い）ことから、作業場内にほぼ均一に粉じんが浮遊しており、M/Eの値が1より大きいことから、作業場のほとんどの場所で粉じん濃度が管理濃度より高い状態であることが分かります。これは、作業場全体にわたって粉じん発生源があるか、作業場に入ってくる空気そのものに粉じんが多く含まれている可能性などを想像させます。

測定結果が㊹の位置にプロットされる作業場の場合は、 $\sigma$ の値が大きいことから、作業場内に粉じん濃度の特に高いところと、そうでないところとが混在しており、M/Eの値が1より小さく第3管理区分と評価されていることから、粉じん濃度の特に高いところを筆頭に作業場の半分を超える場所の粉じん濃度が管理濃度より高い状態であることが分かります。これは、作業場内のどこか特定の場所に粉じんを発生させ、又は飛散させる原因が偏って存在していることを想像させます。（管理区分の意味については「鉱山における粉じん濃度測定マニュアル」の48ページから50ページを参照。）

以上のように、粉じん測定結果の評価グラフから、粉じんの発生源の状況（粉じん濃度のほか、発生源が作業場全体に分布しているのか局所的に偏っているのかなど）を大まかに把握します。またこれに引き続き、必要に応じて測定結果を精査し、場合によっては現場を確認し、粉じんの発生源及び発生原因などをしっかり把握することが重要です。

#### 【作業環境改善の検討】

粉じん測定の結果から特定された発じん源などに対し対策を行うわけですが、単位作業場の発じん源が特定の施設に起因し局地的に存在する場合と発じん源が作業場全域に分散して存在する場合では効果的な対策方法が多少異なります。



※ 発じん源が局地的に存在する場合（図-2の㊹の場合）は、特定の発生源に対する対策を行うだけでも $\sigma$ の値を下げることで改善効果を得られる場合があります。また、作業場全域に分散して存在する場合（図-2の㊸の場合）では、作業場全域に渡って粉じん濃度を減らさないと改善効果が現れません。

局地的発生源に対する具体的対策方法としては、粉じんの発生・飛散を抑制する方法として、「散水、噴霧、集じん、湿式化、密閉、囲い込み（カバー）」などの方法があります。

また、作業場全域にわたる粉じん濃度低減のための具体的対策方法としては、粉じんの発生・飛散を抑制する方法として「散水、清掃」があるほか、人が呼吸する気流中の

浮遊粉じんを減少させる方法として「噴霧、集じん、通気制御」などの方法があります。  
 なお、これらの対策は、個々の作業場の現状によっては複数の方法を組み合わせて実施することもあります。

【作業環境改善の検討：補足】

補足にはなりますが、個々の対策方法には一長一短があります。例えば「散水」を例にすると、散水により発生した泥水・泥（特に施設からの落泥）などの処理が適切に行われていないと、乾燥した後これが粉じんの二次的発生源になってしまうことなどです。

対策を検討するときは、対策の実施により新たな粉じん発生源や保安上のリスクが生じないか、また、鉱山周辺への悪影響などは無いか等も合わせて検討することが望ましいものと考えられます。

もちろん、対策実施後の改善効果を確認する場合も、改善効果を確認する事に併せて、改善により新たな発じん源が生じていないか、新たな保安上のリスクが生じていないか、また、鉱山周辺へ悪影響をおよぼしていないか等を確認することが必要です。

以上のことから、粉じん作業場の改善についてもPDCAの取り組みを行ってください。

【鉱山における作業環境改善事例の紹介】

作業環境改善対策方法のうち鉱山において用いられる主な改善方法としては次のものがあり、その中でも参考になると考えられる対策を事例紹介します。

方法	具体的対策	対策の対象
① 発じん抑制	・ 噴霧、(散水)	発生源 [局所] 作業場 (たい積粉じん) [全体]
② 飛散抑制	・ 噴霧、(散水)	発生源 [局所] 作業場 [全体]
	・ 発生源の囲い込み	発生源 [局所]
③ 通気制御	・ 通気管理、換気	作業場 [全体・局所]
④ 除塵	・ 集じん (集塵機)	発生源 [局所]
	・ 集じん (防じんネット)	作業場 (入気側) [全体]
	・ 清掃	作業場 (たい積粉じん等) [全体]

①発じん抑制 (噴霧・散水) . . . . . [改善事例4]

鉱山において最も多用される方法の一つです。噴霧・散水方法の工夫で効果を向上させた事例があります。

②飛散抑制 (噴霧) . . . . . [改善事例7]

気流中の浮遊粉じんをミスト噴霧により速やかに沈降させる対策事例です。

②飛散抑制 (発生源の囲い込み) . . . . . [改善事例1, 2, 3, 10, 12]

発生源 (施設・箇所) をダストシール、アクリル板、ビニルシートなどで囲い込

み飛散抑制を図った対策事例です。また、集塵機や換気扇などの対策と併用し、集じん効率・換気効率の向上を図った事例もあります。

③通気制御（通気管理・換気）・・・・・・・・・・ [改善事例 11, 12, 13]

換気扇による局所排気や、作業場全体換気の対策事例です。ビニルシートによる発生源の囲い込みを併用し換気効率を向上させた事例もあります。

④除塵（集じん：集塵機）・・・・・・・・・・ [改善事例 2, 9]

業務用掃除機を利用した小型集塵機の設置事例や、アクリル板による発生源の囲い込みを併用し集じん効率を向上させた事例があります

④除塵（集じん：防じんネット）・・・・・・・・・・ [改善事例 7]

気流（通気）中の浮遊粉じんを減少させるために、防じんネットを使用した事例です。

④除塵（清掃）・・・・・・・・・・ [改善事例 5, 6]

たい積粉じんの清掃対策のほか、ベルトコンベアに付着した泥水の処理対策の事例があります。

その他・・・・・・・・・・ [改善事例 8]

正確な粉じん濃度測定を行うための改善事例があります。（測定阻害要因であるオイルミストの排除事例です。）

発じん防止対策改善事例

【鉋 種】 石灰石

【作業場所及び作業内容】

地下破碎室における碎鉋作業。

【改善事例の内容】

<ダストシールの施工>

地下破碎設備において、発じん防止対策として、以下を実施。

- ①クラッシャー部にダストシールを施工し、隙間を密閉した。
- ②2次スクリーンにダストシール及び押さえゴムを施工し、開口部に蓋をした。

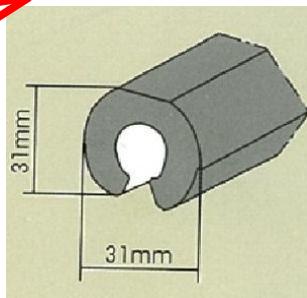
<必要な材料等>

ダストシール（材質；ゴム t=3mm）、押さえゴム；直径31mm(下図参照)

① クラッシャー

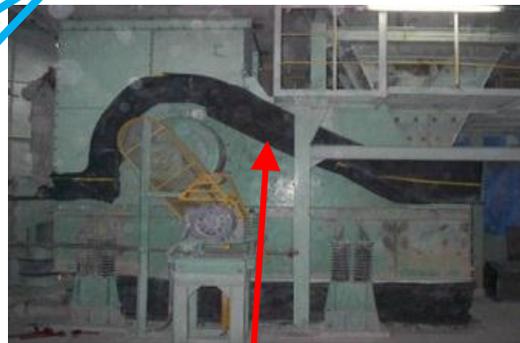
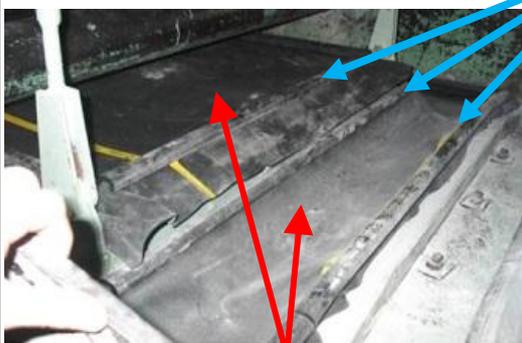


ダストシール(黒色の部分)



② 2次スクリーン

押さえゴム



上蓋部ダストシール(黒色の部分)

ダストシール(黒色の部分)

## 集じん対策改善事例

【鉱種】 石灰石

## 【作業場所及び作業内容】

地下破碎室における碎鉱作業。

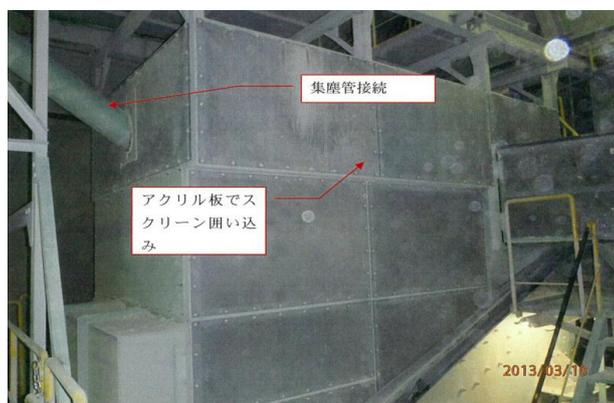
## 【改善事例の内容】

## &lt;防じんフードカバーを設置&gt;

地下破碎設備において、集じん対策として、1次スクリーンに防じんフードカバーを設置（囲い込み）することにより、集じん効率が上昇した。

## &lt;必要な材料等&gt;

アクリル板(8 mm)、接着材



※スクリーンをアクリル板で囲い込むことにより集じん効率が上がり、職場環境改善につながった。

## 発じん抑制対策改善事例 その1 (管理区分Ⅱ→Ⅰ)

【鉱種】 石灰石

## 【作業場所及び作業内容】

地下施設 (長距離ベルトコンベア) 積替え箇所での作業。

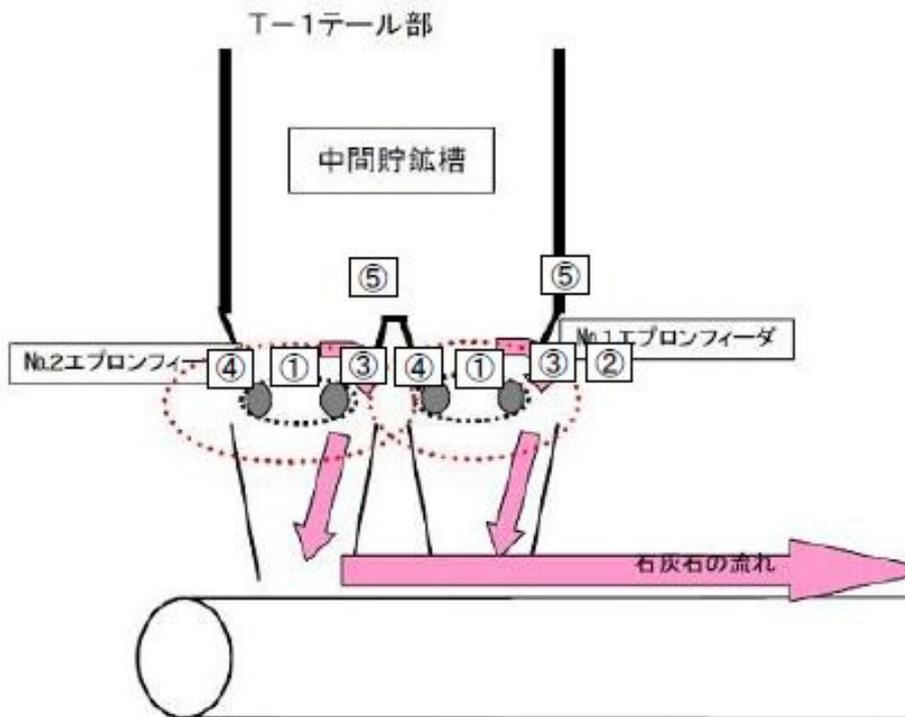
## 【改善事例の内容】

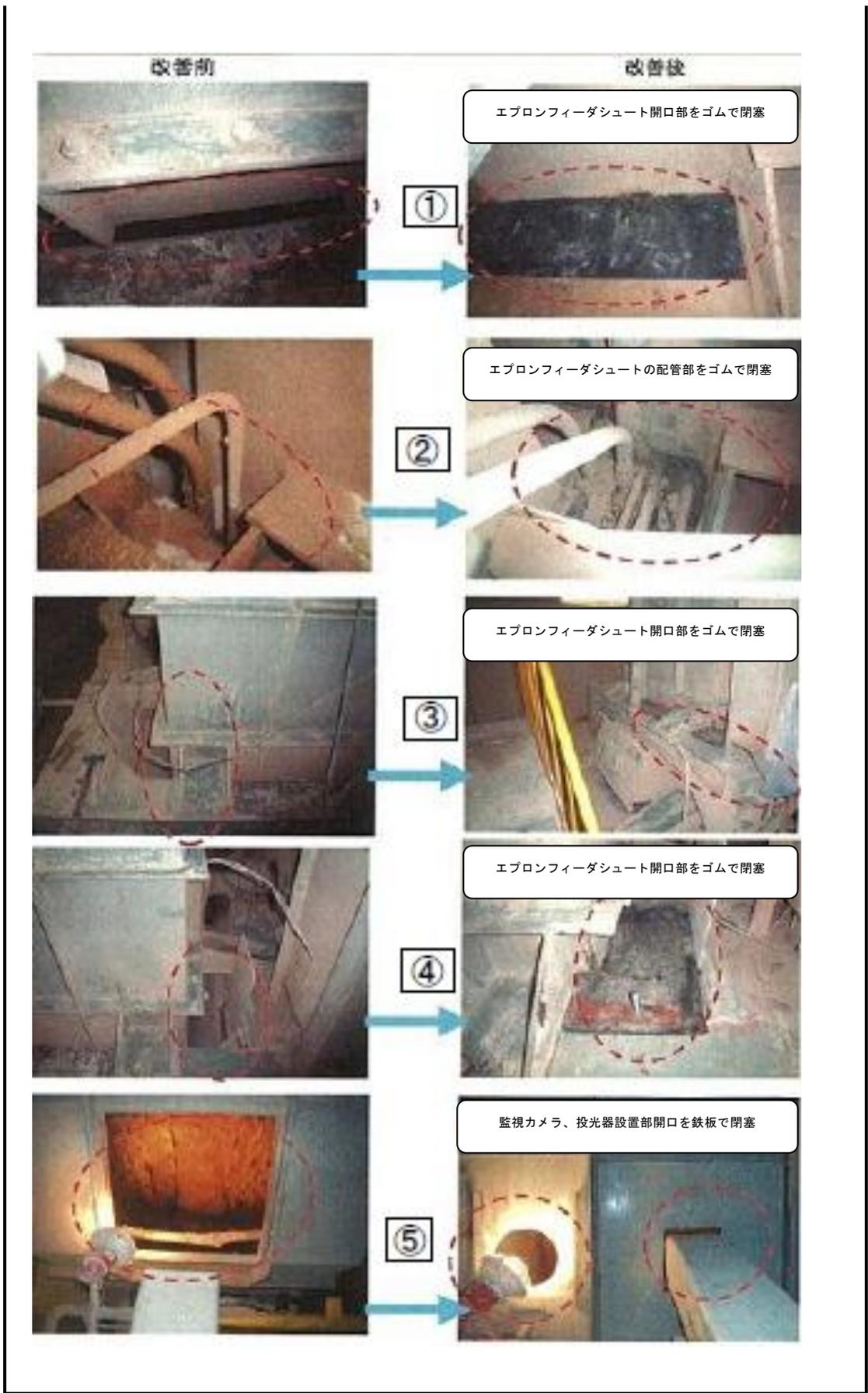
&lt;開口部の閉塞措置 (管理区分Ⅱ→Ⅰ) &gt;

中間貯鉱槽下の2箇所のエプロンフィーダにおいて原石が落下してくるシュート部の開口部を塞ぎ発じんを防止している。(図中番号の各箇所)

①～④は古ベルトもしくはスカートゴムをボルトナットで取り付けた。

⑤は監視カメラに支障ないように、鉄板で開口部を狭めたもの。





## 発じん抑制対策改善事例 その2（管理区分Ⅱ→Ⅰ）

【鉱種】 石灰石

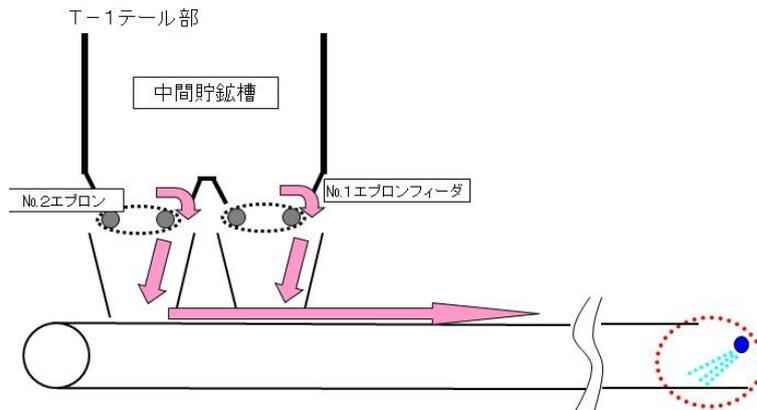
## 【作業場所及び作業内容】

地下施設 LBC（長距離ベルトコンベア）積替え箇所での作業。

## 【改善事例の内容】

&lt;散水ノズルへ変更（管理区分Ⅱ→Ⅰ）&gt;

以前から反転前のリターンベルト上へ散水していたが、5箇所穴あきの散水配管（塩ビパイプ）からの放水のためベルト全体が濡らされず、結果、乾いた部分からローラー、プーリー接触時に発じんしていた。そこで散水ノズルへ変更し、霧状にすることでベルト全体に散水することが可能となり、そのことでクリーナーによる水切り時に、乾いたときの発じん源である泥分も効率よく取り除くことができるようになった。



改善前



改善後



※ 取り除いた泥分は乾燥すると粉じんの二次発生源となるため、その処理は十分考慮すること。

## 発じん抑制対策改善事例 その3 (管理区分Ⅱ→Ⅰ)

【鉱種】 石灰石

## 【作業場所及び作業内容】

地下施設 LBC (長距離ベルトコンベア) 積替え箇所での作業。

## 【改善事例の内容】

&lt;Vクリーナー変更及び新規クリーナーの設置 (管理区分Ⅱ→Ⅰ)&gt;

T-1テール リターンベルトVクリーナーの変更 (変更前: 写真左上、変更後: 写真右上) と新規クリーナー設置 (写真左下、右下) により散水後の水をきれいに取り除くことでプーリーや周辺設備への泥水飛散を防止し、粉じん飛散が改善した。

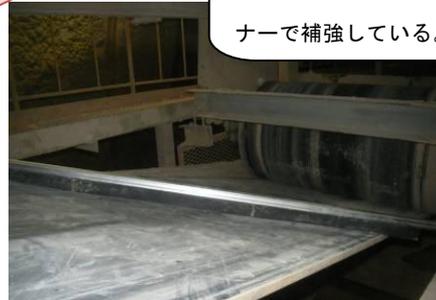
Vクリーナーについては、当初スカートゴムであったものをブルーライナーと高分子ライナーの2重とした。また、Vクリーナー本体取り付け位置をベルト面に近付け、その上にウエイトを取り付けることで、ベルトから離れることのないようにした。

丸型のものがウエイトとなる分銅  
で、赤色金具は分銅がV字型の重  
心にくるようにするためのもの



青色部がブルーライナーで裏側を高分子ライナーで補強している。

- ・リターンベルトへの散水を広角化したことで、泥水除去の効率が改善された。(散水とセット)
- ・散水した水がプーリーやベアリングに泥水として付着すると乾燥後に発じんの原因となるため、水切りが重要。
- ・クリーナーの改善に関しては現在も材質・形状等を試行錯誤中。



※ 取り除いた泥分は乾燥すると粉じんの二次発生源となるため、その処理は十分考慮すること。

## たい積粉じん巻き上げ防止改善事例（管理区分Ⅲ→Ⅱ）

【鉱 種】 金属

## 【作業場所及び作業内容】

坑内外（坑道路面）におけるたい積粉じんの回収。

## 【改善事例の内容】

&lt;路盤たい積粉じん巻き上げ改善事例（管理区分Ⅲ→Ⅱ）&gt;

ディーゼルエンジン駆動の全輪駆動トラックタイプで、車体に清掃装置を装備した構造で路面のたい積粉じんに散水しながら回転ブラシで3.4 m<sup>3</sup>ホッパーに回収するロードスイーパーを導入。



※ 車両の運転者に対する粉じん防護については十分留意すること。

## 防じん対策改善事例（管理区分Ⅱ→Ⅰ）

【鉱種】 石灰石

## 【作業場所及び作業内容】

坑道における掘削作業。

## 【改善事例の内容】

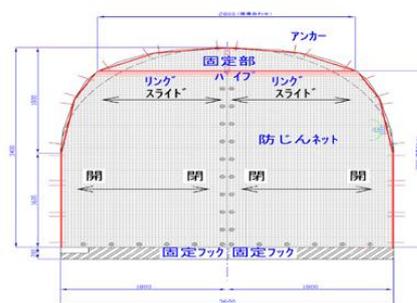
## &lt;ネットの設置及びミストの噴霧（管理区分Ⅱ→Ⅰ）&gt;

坑内の坑道掘削作業において、粉じん予防対策として、

- ① ネット（防じん網）を設置し、粉じんを遮断捕集。
- ② ミストを噴霧し、浮遊粉じんに付着させ粉じんを降下。

## &lt;必要な材料等&gt;

2mm目の網、カーテンレール代わりのワイヤー、観音開きを止めるマジック、追突防止の反射テープ



- ・坑道断面に1.5mm口の網を設置し、浮遊する粉じんの移動を遮る。
- ・網状であるので通気は確保されるが、目詰まり時は清掃が必要。



- ・霧状にミストを噴射し、ファンで拡散。
- ・浮遊粉じんに付着させ落下させる。
- ・水源を必要とする。

## 穿孔機械改善事例（管理区分Ⅲ→Ⅱ）

【鉋種】 金属

## 【作業場所及び作業内容】

坑内における穿孔作業。

## 【改善事例の内容】

&lt;穿孔機械の変更（管理区分Ⅲ→Ⅱ）&gt;

空圧式穿孔機タイプから油圧式穿孔機タイプへの変更により、駆動部からのオイルミストの発生が減少したことで、粉じん濃度測定においてより正確な評価につながった。



## 局所集じん装置の設置による改善事例（管理区分Ⅲ→Ⅱ）

【鉦種】 非金属

## 【作業場所及び作業内容】

包装室作業場における製品のフレコン詰め作業。

## 【改善事例の内容】

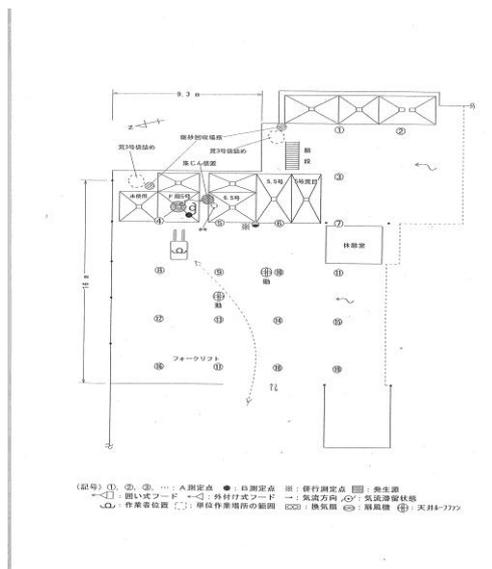
&lt;局所集じん装置を設置（管理区分Ⅲ→Ⅱ）&gt;

フレコン詰め作業時には開口部を密閉するよう指示してしたが、袋の開口部にわずかな隙間があったため発じんが確認された。

改善策としては、製品投入口に2インチのホースをつけて業務用掃除機で粉じんを吸い込むこととした（写真右下）。その後、包装室内にフレコン充填機が4台ある一方で業務用掃除機が1台であるため、4本のホースをつなげることによって1台の業務用掃除機で吸い込むことができるようにした。その際、ホースごとにバルブを取り付け、吸込流量を調整できるように改良を行った。

&lt;必要な材料等&gt;

業務用掃除機、VUパイプ、ソケット、バルソケ、エルボー、ボールバルブ、ゴムホース



包装室



局所排気装置

## 局所集じん対策による改善事例（管理区分Ⅱ→Ⅰ）

【鉱種】 非金属

## 【作業場所及び作業内容】

選鉱場プラントの製品ホッパーにおける耐火物のフレコン詰作業。

## 【改善事例の内容】

&lt;ジョイント部の改善による対策（管理区分Ⅱ→Ⅰ）&gt;

製品ホッパーからのフレコンの投入は、フレコンバックが直径 1,000 mm の円筒形であったため飛散していた。このため、フレコンバックの口を直径 400 mm まで絞り、ゴムバンドでとめてからフレコンバックへの投入を行うことにより飛散防止を図った。

&lt;必要な材料等&gt;

ゴムバンド

ゴムバンド



製品ホッパーの投入口

## 局所排気対策による改善事例（管理区分Ⅲ→Ⅱ）

【鉱種】 石灰石

## 【作業場所及び作業内容】

製粉工場の処理品ミキサー周辺での作業。

## 【改善事例の内容】

&lt;局所排気対策（換気扇の設置）（管理区分Ⅲ→Ⅱ）&gt;

新設した処理品ミキサーからの粉じんの飛散が多く、壁面だけの換気扇だけでは不十分なので、天井にも換気扇※を設置した。



壁面の換気扇



増設した天井の換気扇

※ 屋外に排気することによる鉱山労働者及び周辺環境等への影響を十分に考慮すること。

## 防じん対策による改善事例

【鉱種】 非金属

## 【作業場所及び作業内容】

スクリーン、クーラー、貯鉱槽周辺での作業。

## 【改善事例の内容】

## ＜防じんシート及び局所排気装置の設置＞

屋内に乾燥炉からスクリーン、クーラー、貯鉱槽の順に至る生産ラインがあり、防じん対策が行われていたが、発じんが見られるため、乾燥炉バーナー部～スクリーン～クーラー間及び貯鉱槽の2箇所について、周囲をビニールシートで覆い、屋根に増設した専用排気ファン（各1基）※で吸い出して、屋内の環境整備を図っている。

材料としては、ビニールハウス部材である鉄パイプを使用し、天井付近でビニールシートを固定している。なお、粉じんが付着するため、年1回程度、ビニールシートの交換が行われている。



乾燥炉

スクリーン・クーラー

貯鉱槽





貯鉱槽上部のビニールシート状況



屋根排気ファン（2基）



屋根排気ファン（拡大）

※ 屋外に排気することによる鉱山労働者及び周辺環境等への影響を十分に考慮すること。

全体換気対策による改善事例（管理区分Ⅲ→Ⅰ）

【鉱種】 非金属

【作業場所及び作業内容】

包装室における粉末状製品の紙袋詰め作業。

【改善事例の内容】

<吹き込み型換気装置を追加設置（管理区分Ⅲ→Ⅰ）>

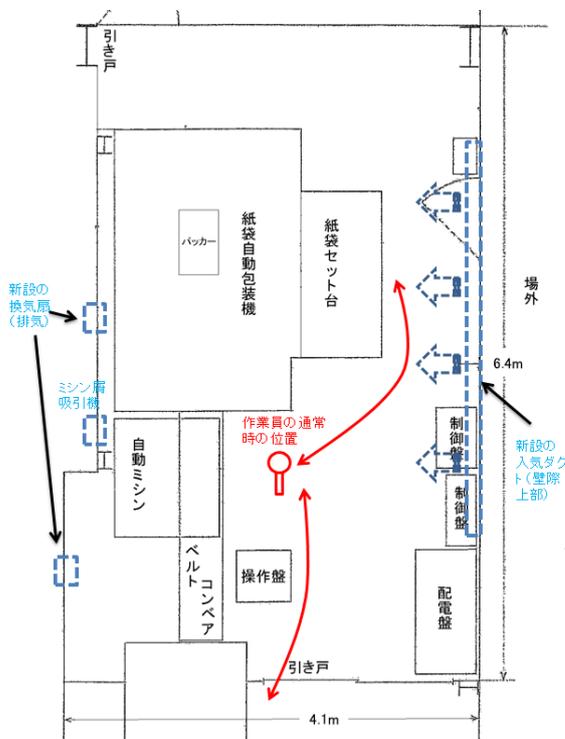
屋内の包装室において、遊離ケイ酸分が高い粉末状製品の紙袋詰め作業を実施しているため、わずかの発じんであっても管理区分が悪くなっていた。

従前から対策として、袋詰機側に換気扇を設け排気※していたが、作業環境の改善に苦勞していた。

改善策として、排気用換気扇を増強した上、換気扇の反対側（作業者の移動範囲）にエア入気ダクトを設け、吹き込み・吸い出し併用換気とした。

<必要な材料等>

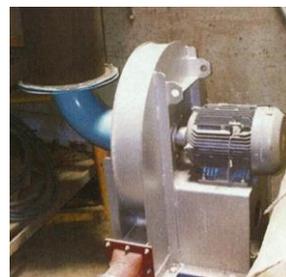
ファン、塩ビパイプ・エルボー、換気扇



包装室平面図



入気ダクト



ファン（室外）

※ 屋外に排気することによる鉱山労働者及び周辺環境等への影響を十分に考慮すること。

