

石狩新港バイオマス発電所

B側燃料受入設備爆発・火災事故

第22回電気設備自然災害等対策WG

2024年12月19日

石狩バイオエナジー合同会社

事故調査委員会体制

【委員長】

石狩新港バイオマス発電所長(B/T主任)

【委員】

石狩新港バイオマス発電所 副所長(電気主任)

太平電業 石狩新港バイオマス事業所長(O&M責任者)

奥村組 バイオマス火力発電事業部長(経営管理)
技術本部 環境技術グループ長
(燃料及び粉体技術)

九電みらいエナジー バイオマス事業部長(技術管理)
バイオマス事業部副長(同上)

丸の内インフラストラクチャー 投資本部 ディレクター
(経営管理支援)

シエネギー開発 事業開発本部長(建設時のPM)

【委員(社外)】

東洋エンジニアリング PM

栗本鐵工所 本部長

日本通運 課長

名古屋大学 未来材料・システム研究所 教授

中部電力 再生可能エネルギーカンパニー
プロジェクト推進部 バイオマス・地熱グループ

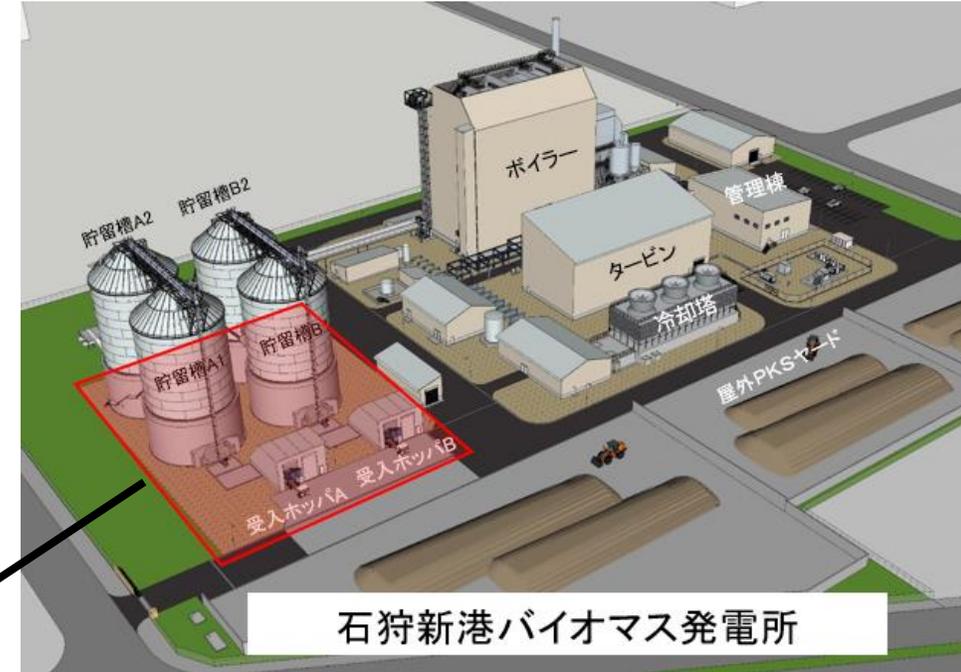
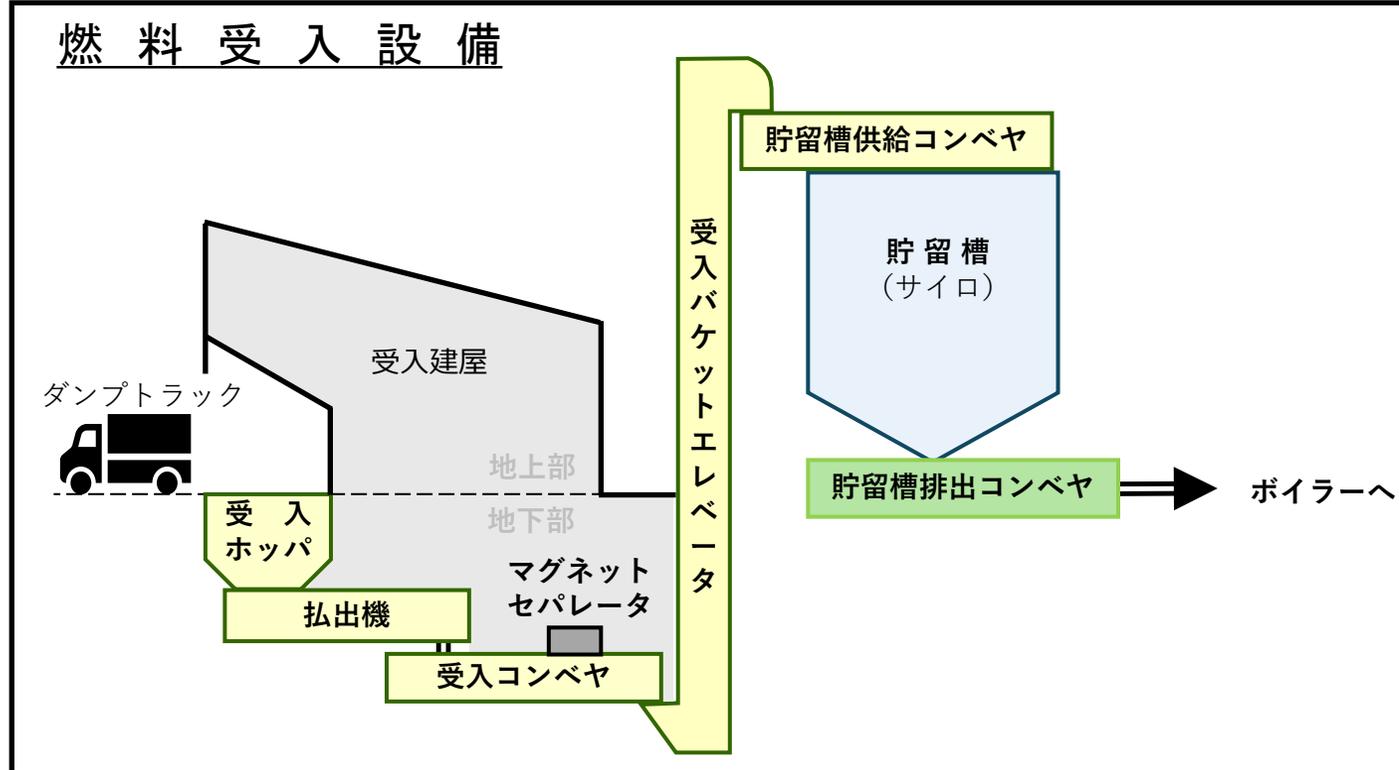
【オブザーバー】

経済産業省 北海道産業保安監督部

電力安全課

発電設備の概要

- 燃料はバイオマス燃料(木質ペレット、PKS)の2種類を使用している。
- 燃料はトラックから荷卸し後、2系統(A/B)ある受入設備の各受入ホッパからコンベヤで搬送して燃料貯留槽へ投入する。



発電所名	石狩新港バイオマス発電所
定格出力	51,500kW
発電方式	汽力(バイオマス専焼)
燃料	木質ペレット、パーム椰子殻(PKS)
運転開始時期	令和5年3月
設置者	石狩バイオエナジー合同会社
出資者	奥村組、九電みらいエナジー、ニューサークルエナジー※

事故の概要

- 現地調査から着火場所は外装板の損傷が激しい受入設備Bバケットエレベータ下部と推定される。
- 爆発事象はバイオマス燃料による粉じん爆発と推定される。
- 燃料受入設備B上屋及びBバケットエレベータで損傷が認められた。
- 爆発・火災により、作業員1名が火傷による重症を負った。



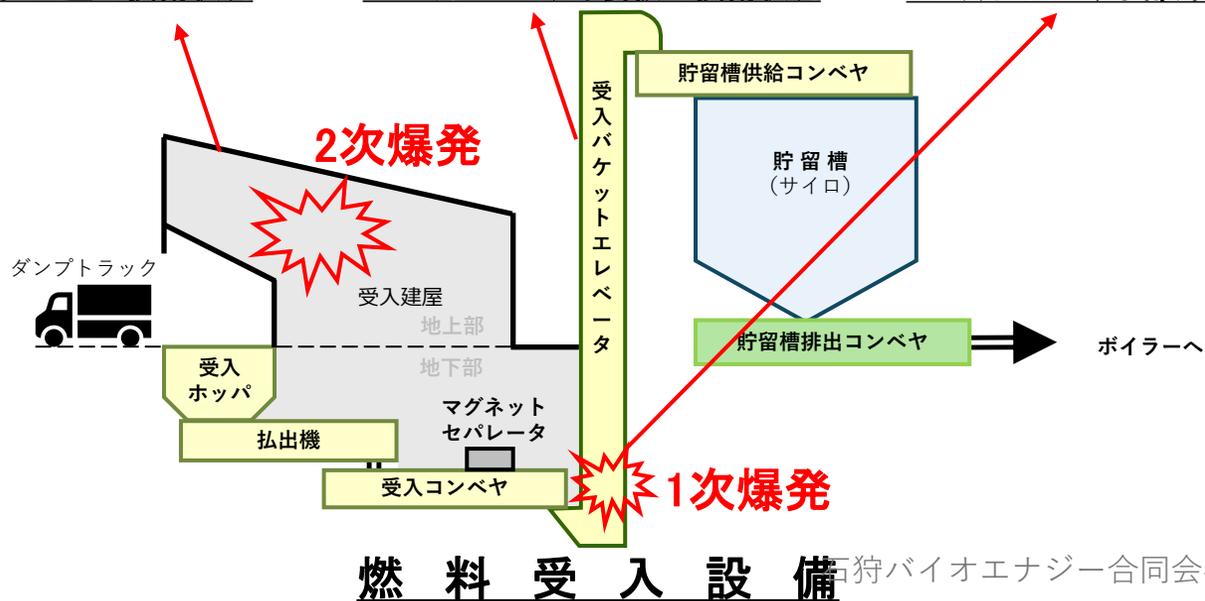
受入設備B上屋の損傷状況



Bバケットエレベータ外装板の損傷状況



Bバケットエレベータ下部外装板の損傷状況



事故発生時の状況

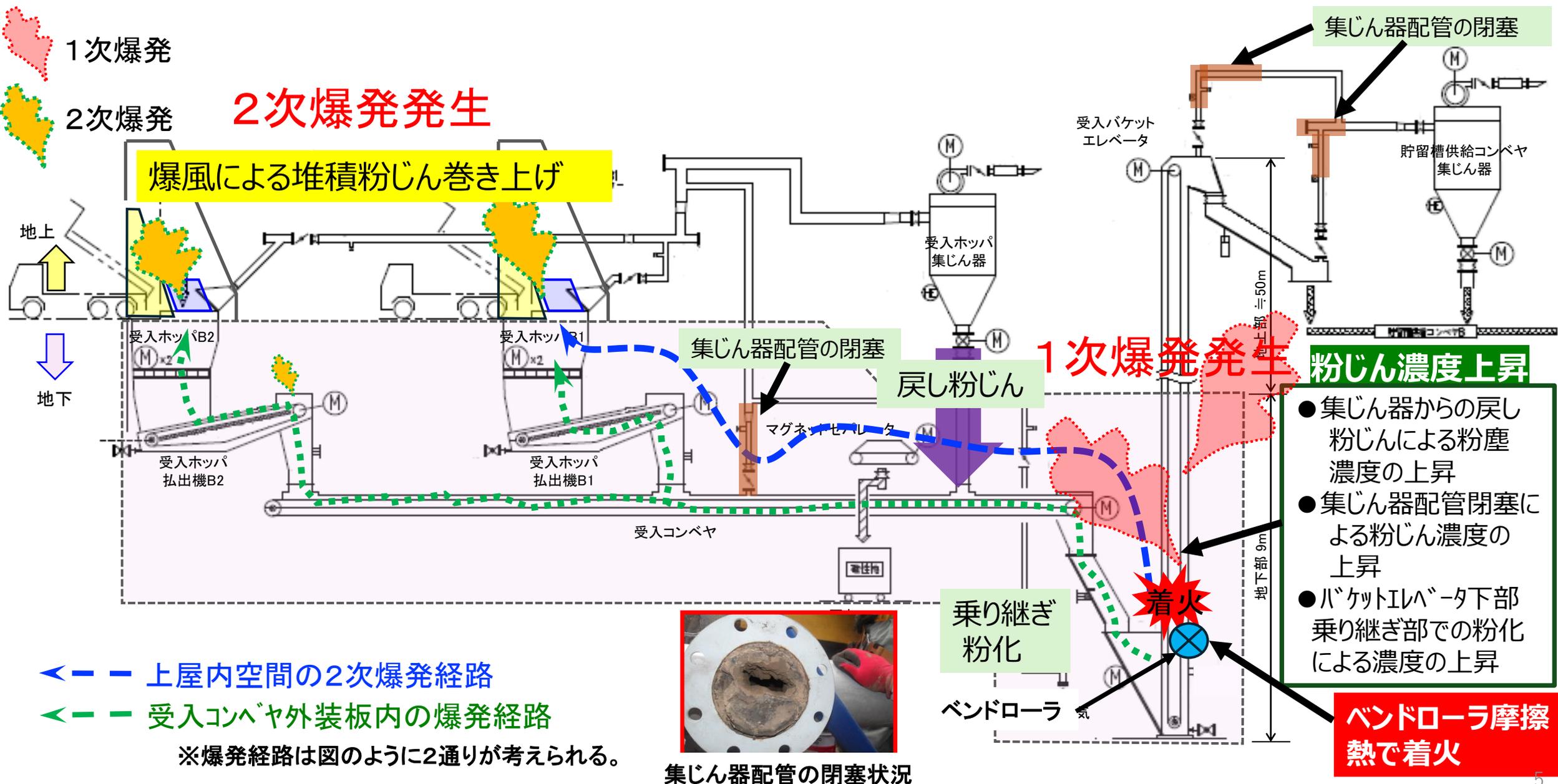
2024年7月19日(金)

- ・ 8:00 木質ペレット受入開始
(7:30～ 受入設備運転中)
- ・ **9:31 事故発生**
受入設備A・Bで燃料受入中
受入設備Bバケットエレベータで爆発発生
受入設備B上屋で爆発発生
ダンプトラック誘導員1名が負傷
- ・ 9:45 消防放水開始
- ・ **19:55 鎮火確認**

2024年7月20日(土)

- ・ 3:17 ボイラー消火

調査結果から推察される爆発のメカニズムの概要



1次爆発
2次爆発

2次爆発発生

爆風による堆積粉じん巻き上げ

集じん器配管の閉塞

戻し粉じん

1次爆発発生

粉じん濃度上昇

- 集じん器からの戻し粉じんによる粉塵濃度の上昇
- 集じん器配管閉塞による粉じん濃度の上昇
- バケットエレベータ下部乗り継ぎ部での粉化による濃度の上昇

← ← 上屋内空間の2次爆発経路

← ← 受入コンベヤ外装板内の爆発経路

※爆発経路は図のように2通りが考えられる。



集じん器配管の閉塞状況

乗り継ぎ粉化

着火

バンドローラ

バンドローラ摩擦熱で着火

調査結果から推察される爆発のメカニズムの概要

着火源

① ベンドローラの軸と外装板の接触による摩擦熱
※7ページ参照

粉じん源

② 集じん器からの戻し粉じんによる粉じん濃度の上昇

③ 集じん器配管閉塞による粉じん濃度の上昇

④ バケットエレベータ下部乗り継ぎ部での粉化による粉じん濃度の上昇

⑤ 受入ホッパ飛散防止シート上の堆積粉じん

※9ページ参照

1次爆発

爆風
・
火炎伝播

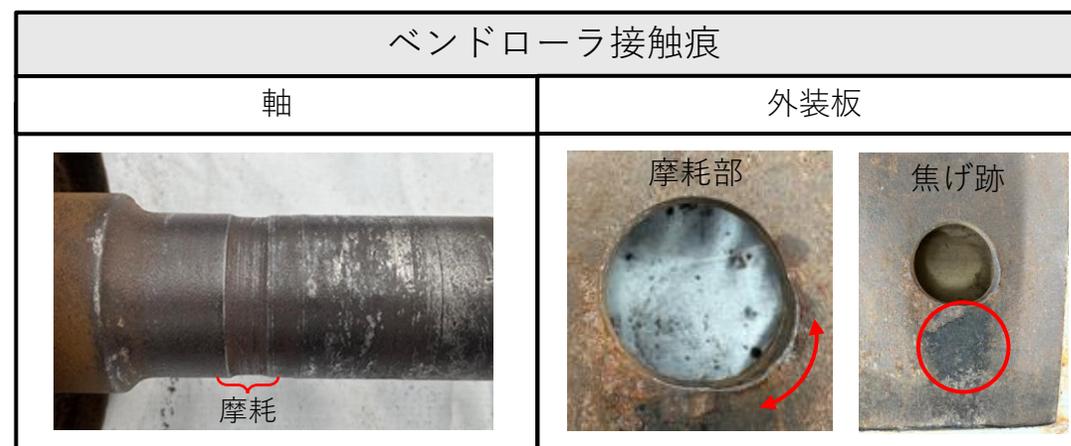
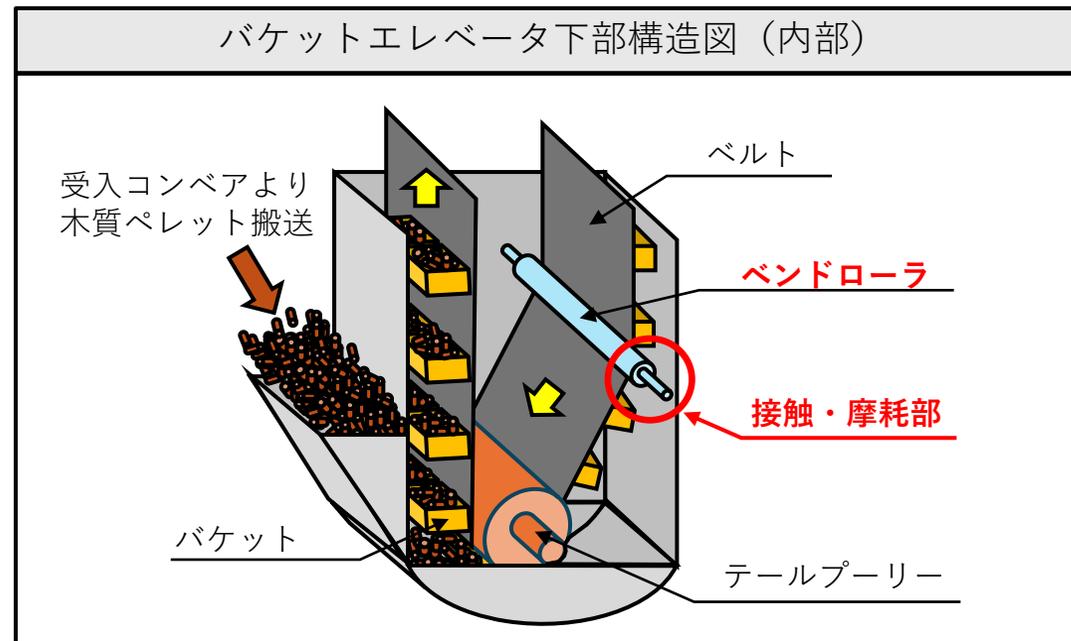
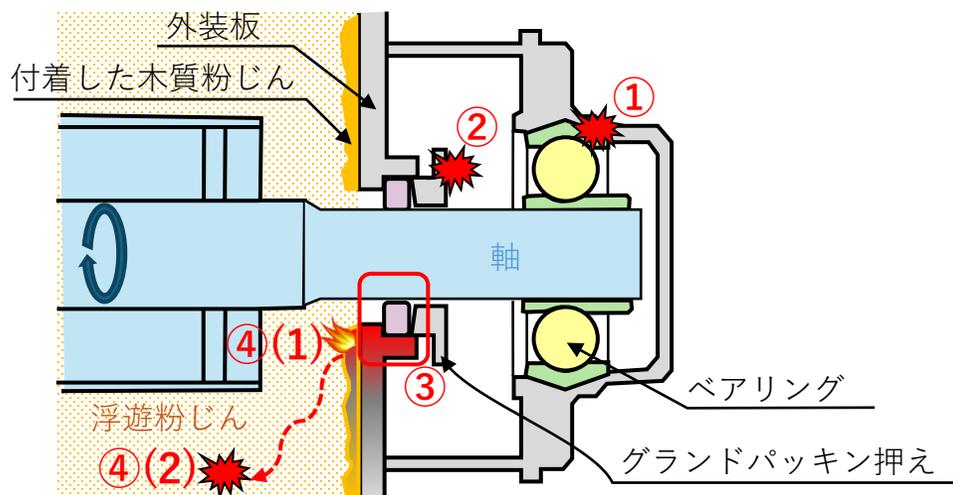
2次爆発

今回の爆発は複合的な要因が重なったことで発生

1次爆発要因：着火源 ①ベンドローラの軸と外装板の接触による摩擦熱

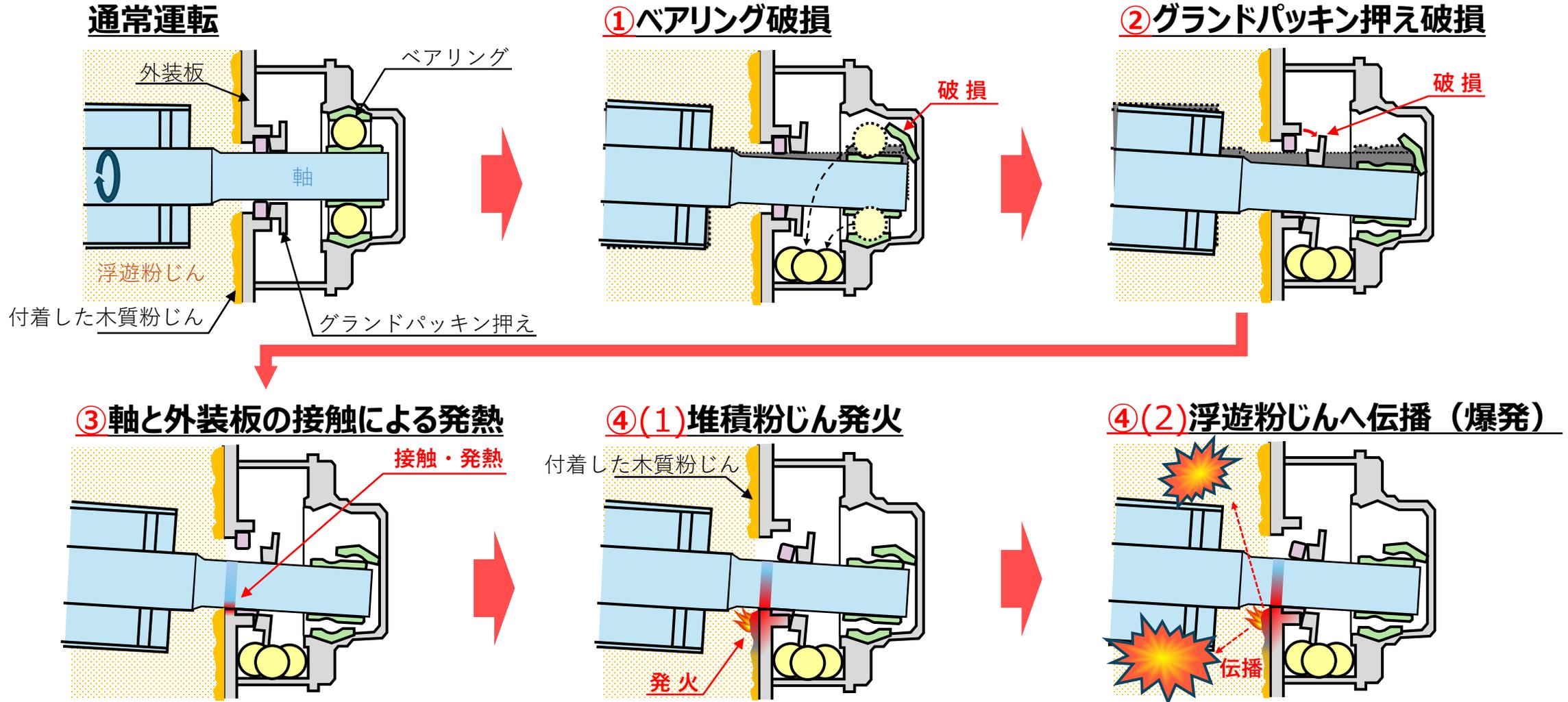
破損・爆発の流れ

- 【①破損】ベアリング破損
↓ (原因は、異物の侵入やグリス不足が想定される。)
- 【②破損】グランドパッキン押えの破損
↓
- 【③接触摩擦】軸と外装板が接触し、金属摩擦熱が発生
↓
- 【④粉じん爆発】以下のいずれかの原因により発生
 - (1) 付着した木質粉じんが発火 (一般的な発火点：260℃以上)
 - (2) 木質浮遊粉じん自体が発火 (一般的な発火点：470℃以上)※ (1)発生後に(2)が起きたと推定される。



【参考】 1次爆発要因：着火源 ①ベンドローラの軸と外装板の接触による摩擦熱

ベンドローラ破損から粉じん爆発までのメカニズムは下記の通り。



2次爆発要因：粉じん源 ⑤受入ホッパ飛散防止シート上の堆積粉じん

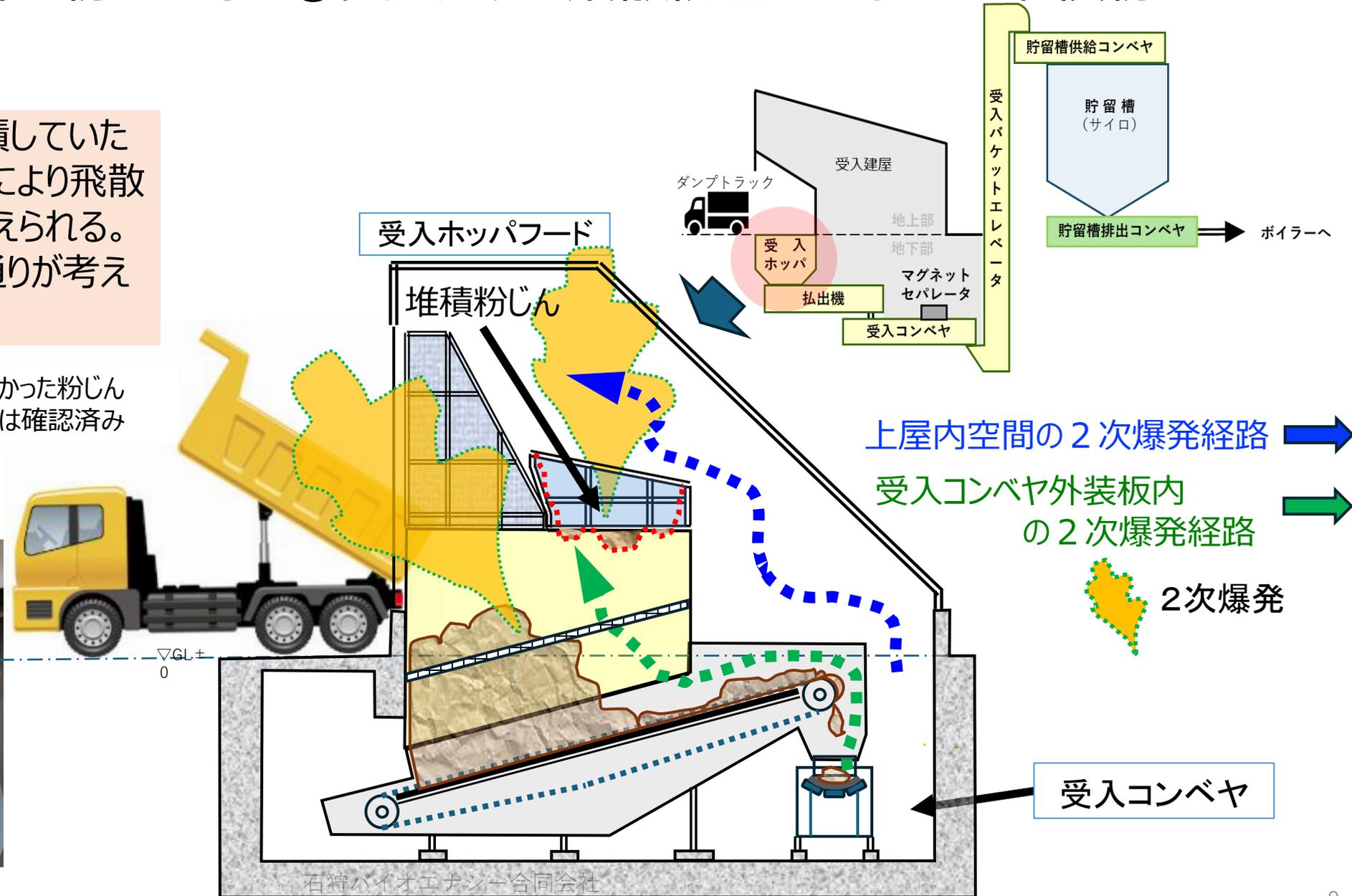
- 飛散防止シートの上に堆積していた粉じんが1次爆発の爆風により飛散し、2次爆発に至ったと考えられる。
- 爆発経路は図のように2通りが考えられる。

※他に清掃できていなかった粉じん堆積箇所がないことは確認済み



堆積粉じんの膨らみ

受入設備A 飛散防止シート



○ 設備（ハード的対策）

再発防止対策まとめ

要因		事象
1次爆発	着火源	・ベンドローラの軸と外装板の 接触による摩擦熱
	粉じん濃度増加	・戻し粉じんをバケットエレベータの手前で投入 ・ 集じん器配管が閉塞 し粉じん濃度が上昇 ・バケットエレベータ下部 乗り継ぎ部での粉化
2次爆発	粉じん堆積	・受入ホッパ飛散防止シート上に 粉じんが堆積

○ 運用（ソフト的対策）

対 策 案
<ul style="list-style-type: none"> ・ベンドローラ軸受箱の仕様を見直し、軸受の防じん力強化を図る。 ・ベンドローラ軸受へ温度計を設置し、不具合の早期発見に努める。（12ページ参照）
<ul style="list-style-type: none"> ・捕集粉じんの回収先方法を系統回収から系統外排出へ変更し、受入設備内の粉じん濃度低下を図る。（13ページ参照） ・集じん器配管に点検口及び作業床を設置し、定期的な清掃※を実施する。 ・集じん器配管に配管閉塞検出装置を設置し、不具合の早期発見に努める。 ・バケットエレベータの速度を低減させ、木質ペレットの粉化率を軽減させる。 ・粉じん濃度が高いバケットエレベータ下部乗り継ぎ部に新たな集じん口を設置し濃度低減を図る。（14ページ参照）
<ul style="list-style-type: none"> ・バケットエレベータに爆発抑制装置を設置して一次爆発を抑止する。
<ul style="list-style-type: none"> ・受入ホッパの飛散防止シートを鋼板製へ変更し清掃性向上を図る。 ・上屋と受入ホッパフードの隙間の気密性を向上させ、上屋内への粉じん侵入防止を図る。（15ページ参照）
<ul style="list-style-type: none"> ・上屋に爆発力放散口を設置し、受入ホッパ側の爆風を緩和させる。

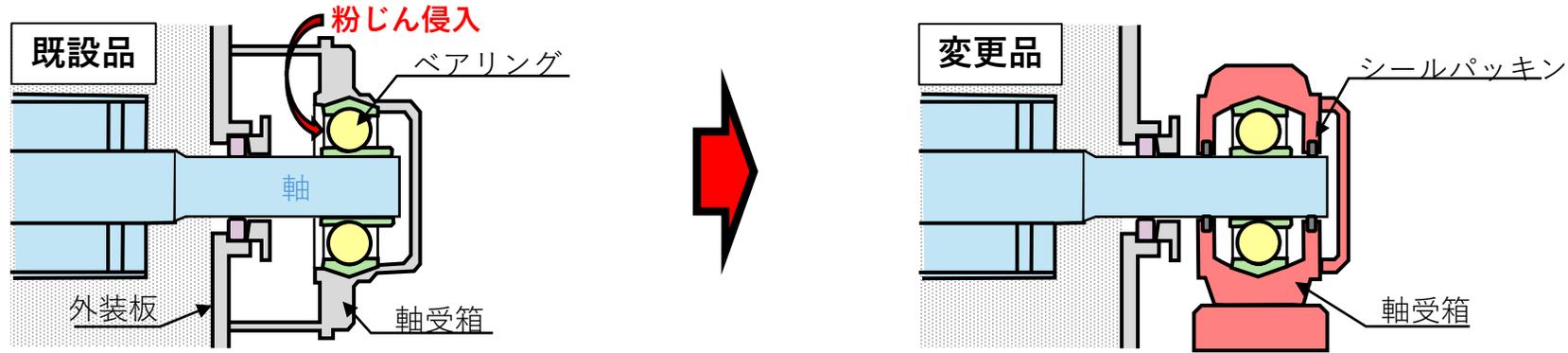
項 目	対 策 案
安全対策	<ul style="list-style-type: none"> ・IT機器を活用した受入誘導員の無人化を実施し、設備から離れた安全な位置に監視員を新たに配置する。 ・以下について、保安規程に紐づいた文書を新たに定める。 <ol style="list-style-type: none"> 1)燃料受入設備の運用・管理の要領（上記「※定期的な清掃」における場所や方法等を含めた各種手順書の作成・見直し） 2)出資者・主任技術者の役割 ・上記で定めた要領書、手順書について定期的に内容を確認し、都度見直しを行う。 ・発電所従事者への定期的な安全教育を実施する。（類似災害事例紹介等含む） ・出資者含めた危機管理体制の見直しを行う。 ・定期的な事故対応訓練を実施し、事故時の体制や初動対応、緊急連絡網等の確認を行う。 <p>上記5つの安全対策に加え、形骸化防止対策として以下の項目を実施する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・出資者および発電所による定期的な安全パトロールを実施する。 ・外部講師による発電所従事者へ安全教育を実施する。

【再発防止策】 着火源(ベンドローラ)

ベンドローラの軸と外装板の接触はベアリング破損の起点となったことから、以下の対策を実施する。

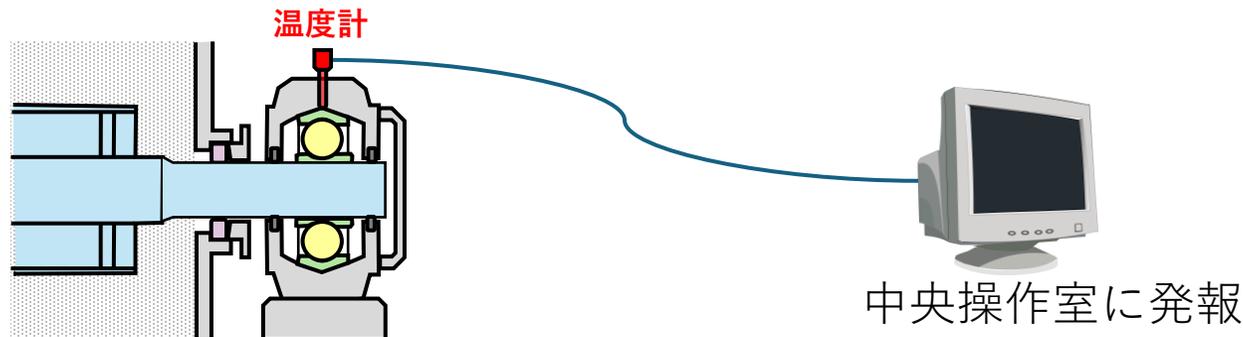
対策：ベンドローラ軸受箱の仕様変更（防じん力強化）

ベアリング軸受内へ侵入する粉じんを防ぐため、防じん力を強化した軸受け箱仕様にする。



対策：軸受に温度計を追設

軸受の不具合を早期発見するため、ベンドローラ軸受へ温度計を設置し、異常時は中央操作室へ発報させる。

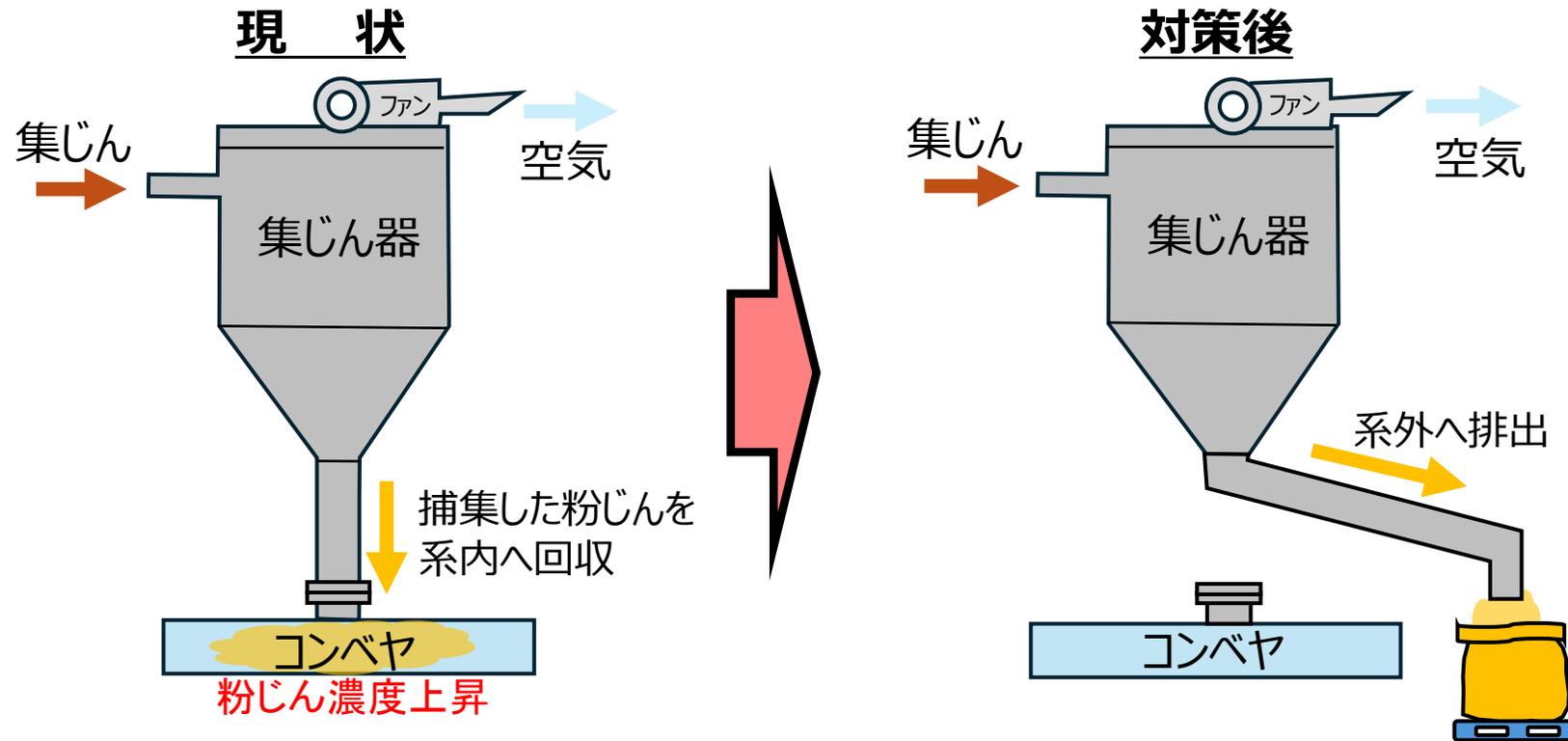


【再発防止策】 粉じん源(集じん器からの戻し粉じん)

バケットエレベータの粉じん量を低減するため、以下の対策を実施する。

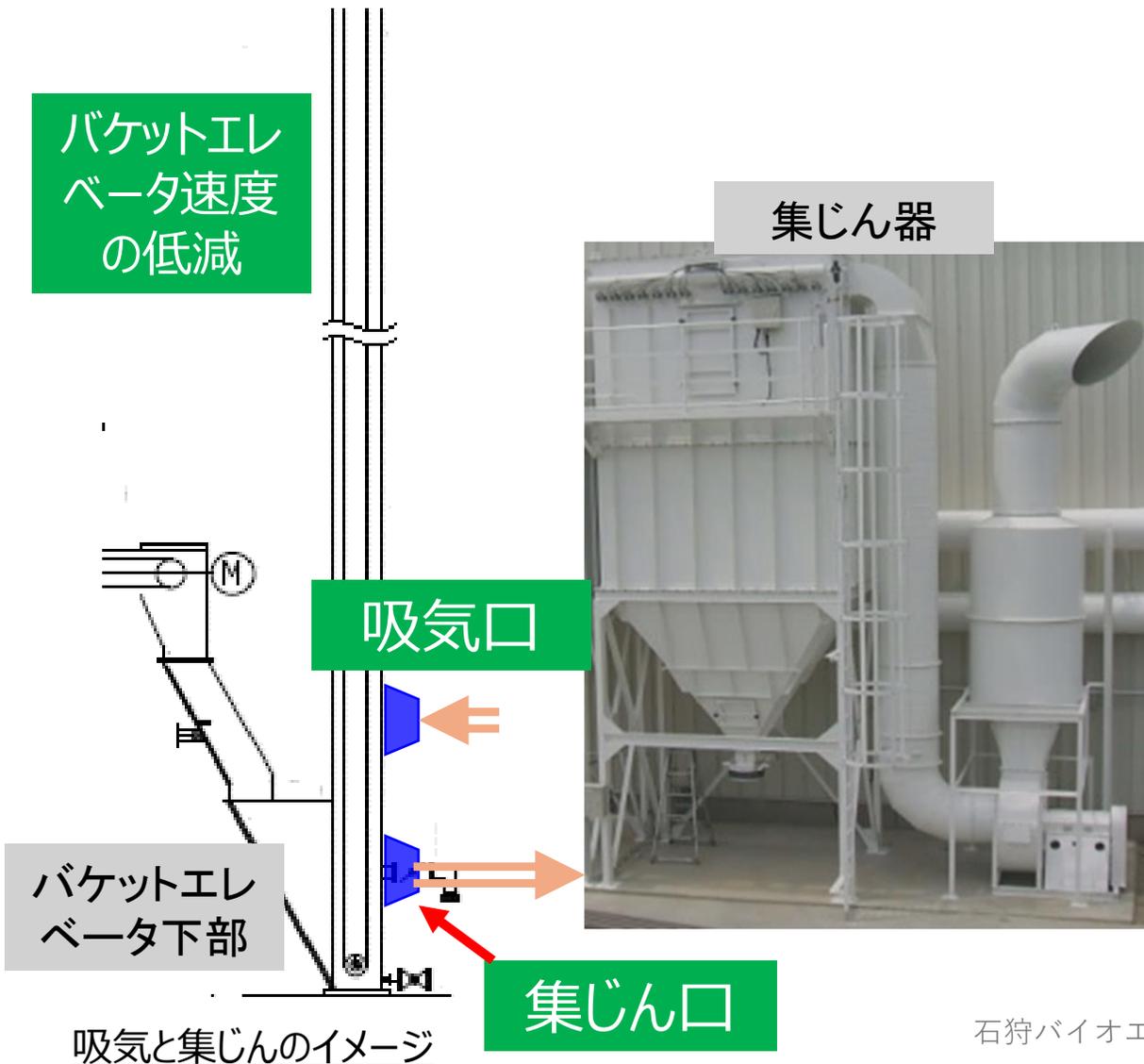
対策：捕集粉じんの系外化

集じん器で捕集した粉じんを系内（コンベヤ）に回収していたため、排出先を系外へ変更することでバケットエレベータ内の粉じん濃度低減を図る。



【再発防止策】 粉じん源（バケットエレベータ下部乗り継ぎ部での粉化）

粉じんが発生しやすいバケットエレベータ下部の粉じん濃度を下げるため、以下の対策を実施する。



対策1：下部集じん口を設置して粉じんを吸引

バケットエレベータ下部に集じん口、吸気口を設けて吸引することで粉じん量を低減させる。

※集じん器は増設する

対策2：バケットエレベータ速度を下げて粉化を低減

速度を下げることで、受入コンベヤから落下する際のバケットとの衝突による粉化量を低減させる。

※速度20%低減を目標に実施予定

【再発防止策】粉じん源（受入ホッパ飛散防止シート上の堆積粉じん）

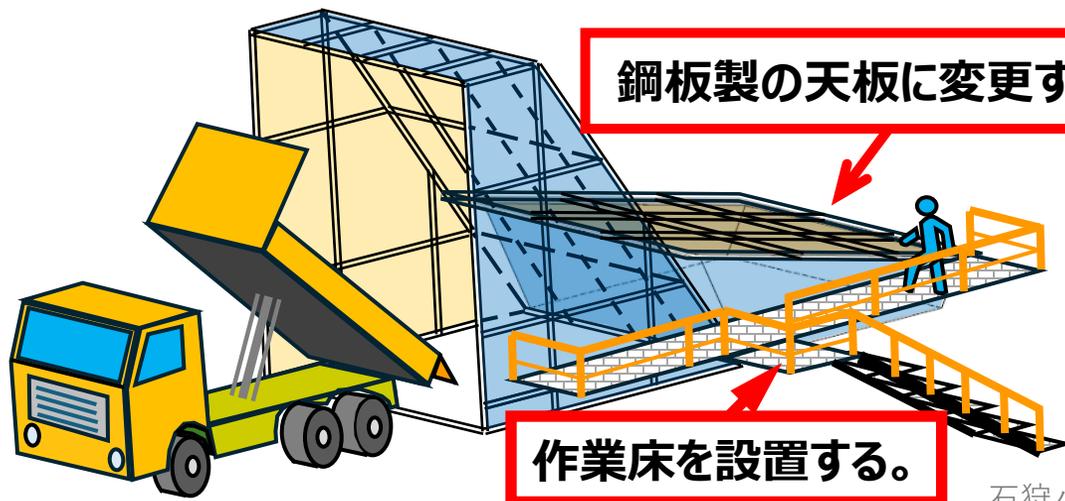
上屋内への粉じんの流入および堆積を防止するため、以下の対策を実施する。



受入ホッパフードと飛散防止シートの間隙を塞ぐ。

対策：上屋内への粉じん侵入を防止

受入ホッパフードと上屋の隙間を塞ぎ、気密性を向上させることで粉じんの上屋への侵入を防止する。



鋼板製の天板に変更する。

作業床を設置する。

対策：清掃しやすい構造への変更

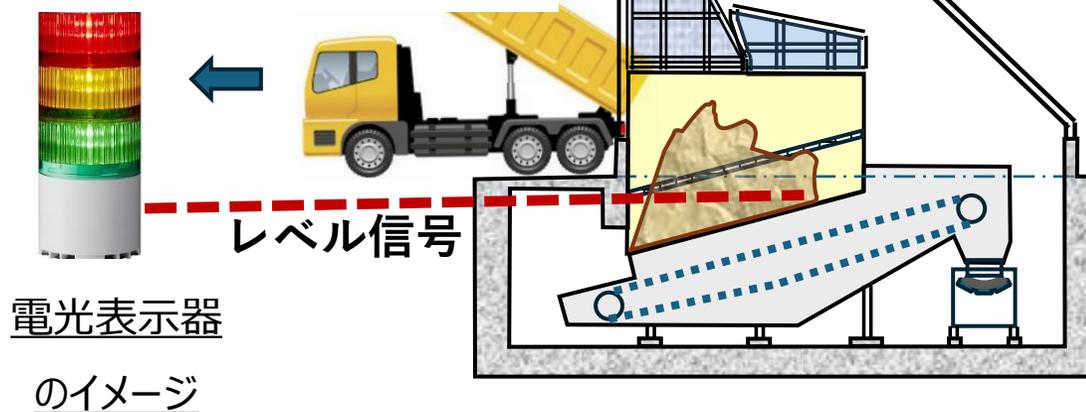
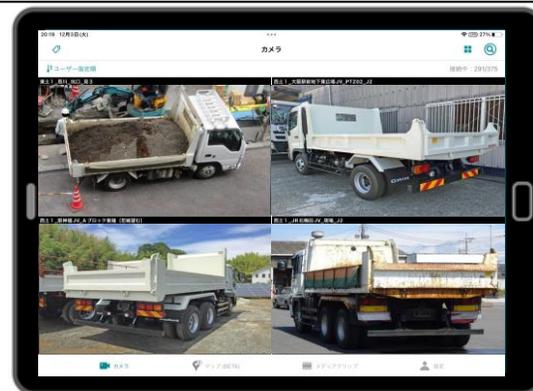
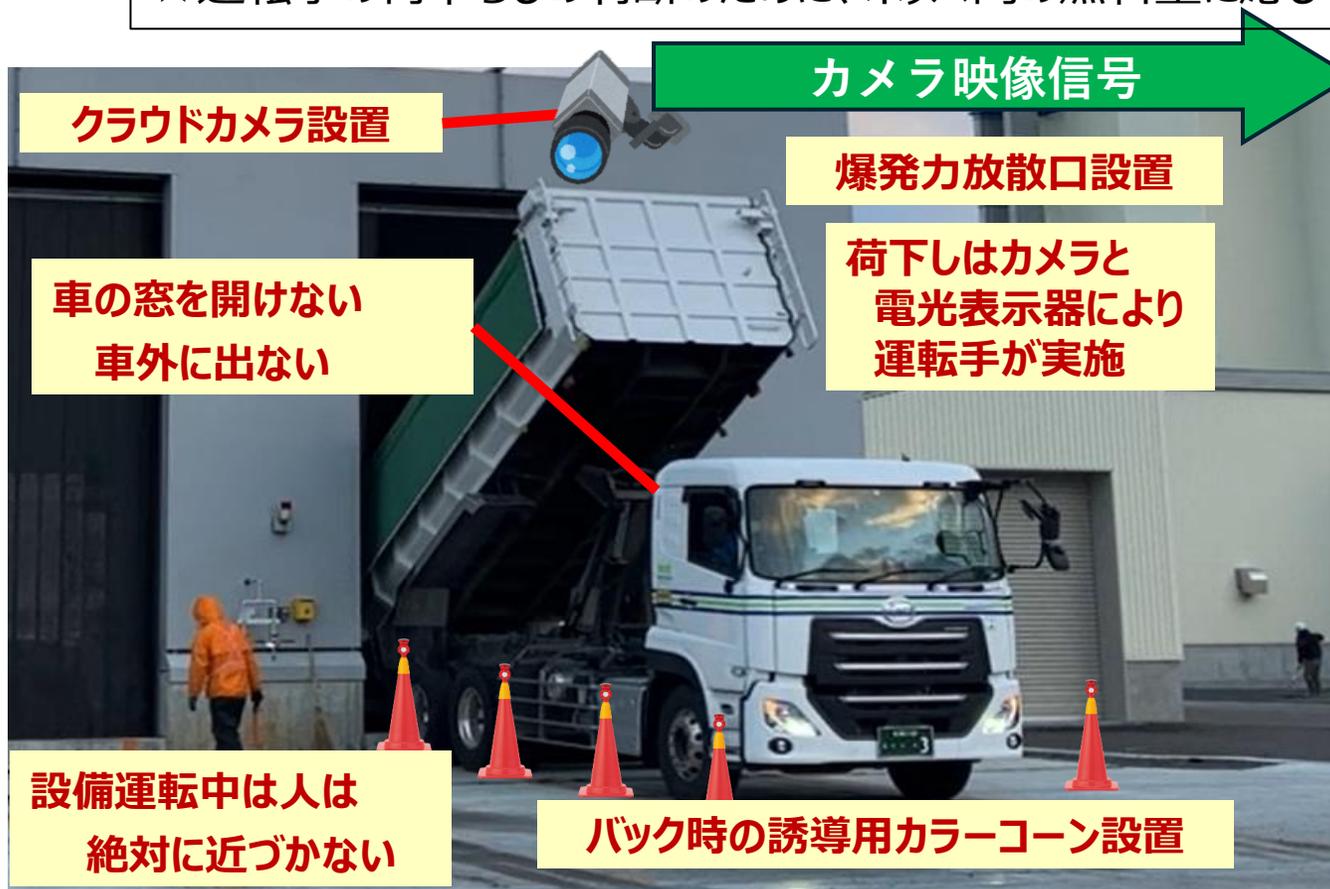
作業床を設置することで清掃しやすい構造へ変更する。
飛散防止シートを鋼板製の天板にして清掃性の向上を図る。

【再発防止策】 人身・予防・防護

対策

- ・受入誘導員を無人化
- ・爆発抑制装置を設置し、1次爆発を抑止（*バケットエレベータ）
- ・爆発力放散口を設置し、爆発力を低減

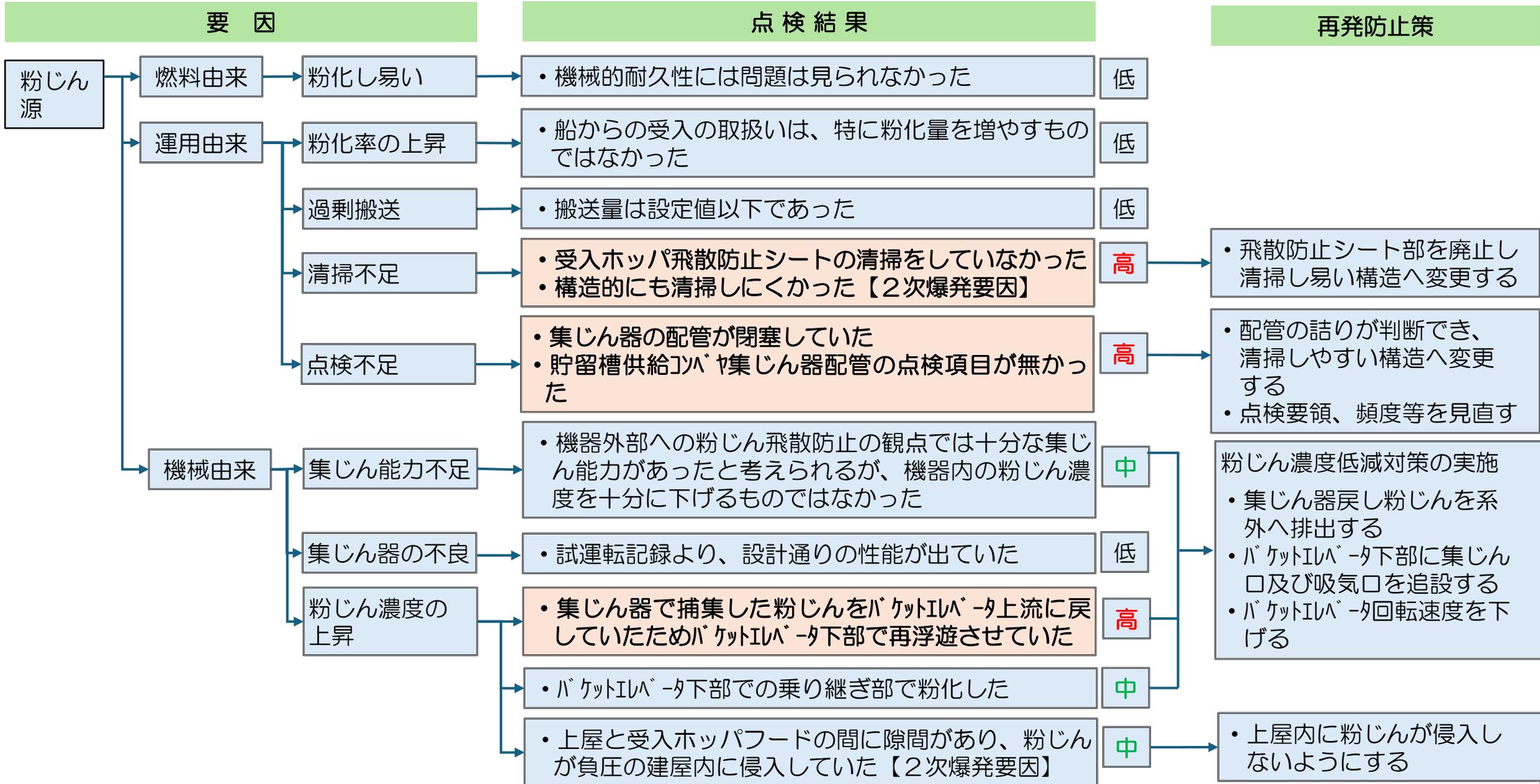
- ★誘導員を置かず離れた安全な位置に監視員を置き、無線機で運転手や中央操作室と情報連絡を行う。
- ★運転手と監視員はタブレット端末でカメラ画像を確認。トラック停止位置確認と荷下ろし操作を行う。
- ★運転手の荷下ろしの判断のために、ホッパ内の燃料量に応じて色が変わる電光表示器を設置する。



要因分析表(着火源)

要因		点検結果		再発防止策	
着火源	燃料由来	自然発熱・発火	燃料分析では要因となるものは確認できなかった	低	
	機械由来	摩擦熱	・サイドローラが錆で固着して回転せず、摩擦痕があった	中	<ul style="list-style-type: none"> 固着しないよう定期的な点検清掃を実施する
			<ul style="list-style-type: none"> ・バンドローラの軸及び外装板が摩耗していた ・グランド押え部の塗装に変色があった 	高	
			・ベルト蛇行による外装板の接触痕は無かった	低	
			・機内回転部と接触する燃料堆積箇所には、摩擦熱による炭化等の形跡は見られなかった	低	
	接触火花	<ul style="list-style-type: none"> ・金属バケットに変形はあったが、打痕傷は無かった ・着火源となる異物は発見されなかった 	中	<ul style="list-style-type: none"> ・燃料と直接接触する金属バケットを樹脂製に変更する 	
	電動機の発熱	・電動機には発熱した痕跡は無かった	低		
	静電気	・筐体は接地され、接地抵抗も正常であった	低		
		・粉じん等に摩擦帯電が起きる可能性を確認した	中	<ul style="list-style-type: none"> ・粉じん源での再発防止策により帯電する粉じん量を軽減する 	
	管理由来	発火物の混入	・燃料中に発火物（電池やライター等）は無かった		低
放火		・監視カメラで不審者及び不審行為は見られなかった	低		

要因分析表(粉じん源)



要因分析表(人身・予防・防護)



事故対応スケジュール

2024年	7月	8月	9月	10月	11月	12月	2025年 1月以降
大工程	<p>▲ 19日 事故発生</p> <p>□ 19日 速報提出 北海道産業保安監督部</p>	<p>□ 23日 立入調査 北海道産業保安監督部</p> <p>□ 14日 事故詳報提出 北海道産業保安監督部</p> <p>● 19日 第1回 事故調査委員会</p>	<p>▽ 10日 第21回電気設備 自然災害等対策WG</p> <p>● 30日 第2回 事故調査委員会</p>		<p>● 1日 第3回 事故調査委員会</p> <p>● 26日 第4回 事故調査委員会</p>	<p>▽ 19日 第22回電気設備 自然災害等対策WG</p>	
原因調査	<p><u>事故現場調査</u></p> <p><u>上屋撤去</u></p>		<p><u>バケットエレベータ調査</u></p> <p><u>バケットエレベータ解体作業</u></p>				
対策検討		<p>燃料分析</p> <p>粉化試験</p> <p>着火源の検証</p> <p>対策の検討</p>					<p>対策の実施</p>
地元対応	<p>事故に関するお詫びとご説明</p> <ul style="list-style-type: none"> 市役所 港管理組合 地元自治会事務局 近隣企業(11社) 		<p>事故調査・WGのご報告</p> <ul style="list-style-type: none"> 市役所 港管理組合 地元自治会事務局 			<p>原因・対策に関するご説明予定</p> <ul style="list-style-type: none"> 市役所・港管理組合 地元自治会事務局 近隣企業 	