

倉敷1鋼受銑ピットフード改善

2024年5月30日

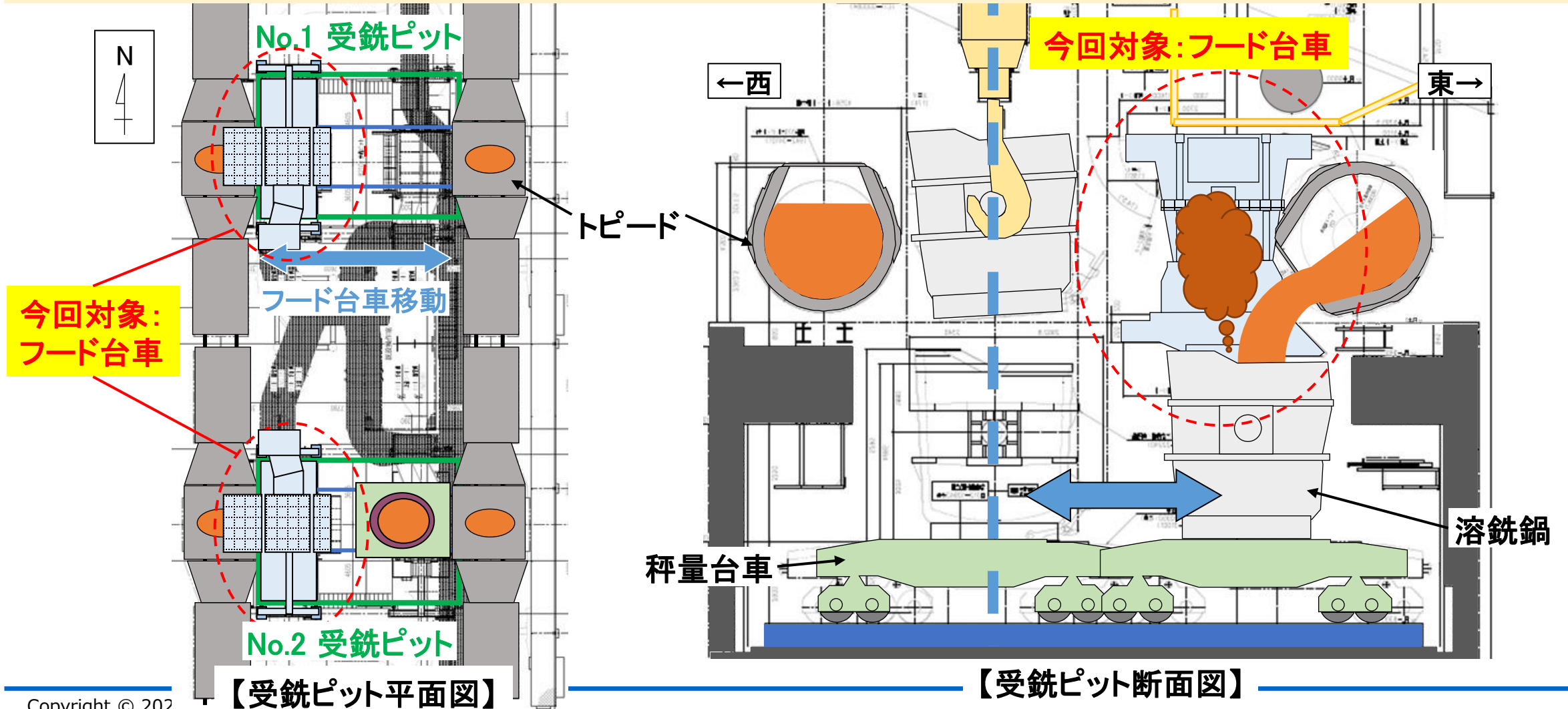
倉敷 開発・設計室

伊井



設備概要①

受鉄フード台車は、トピードからの溶鉄払出時の発塵を抑制するための集塵設備である。
ピット上を東西に移動することで両側からの溶鉄払出を効率的に行う。



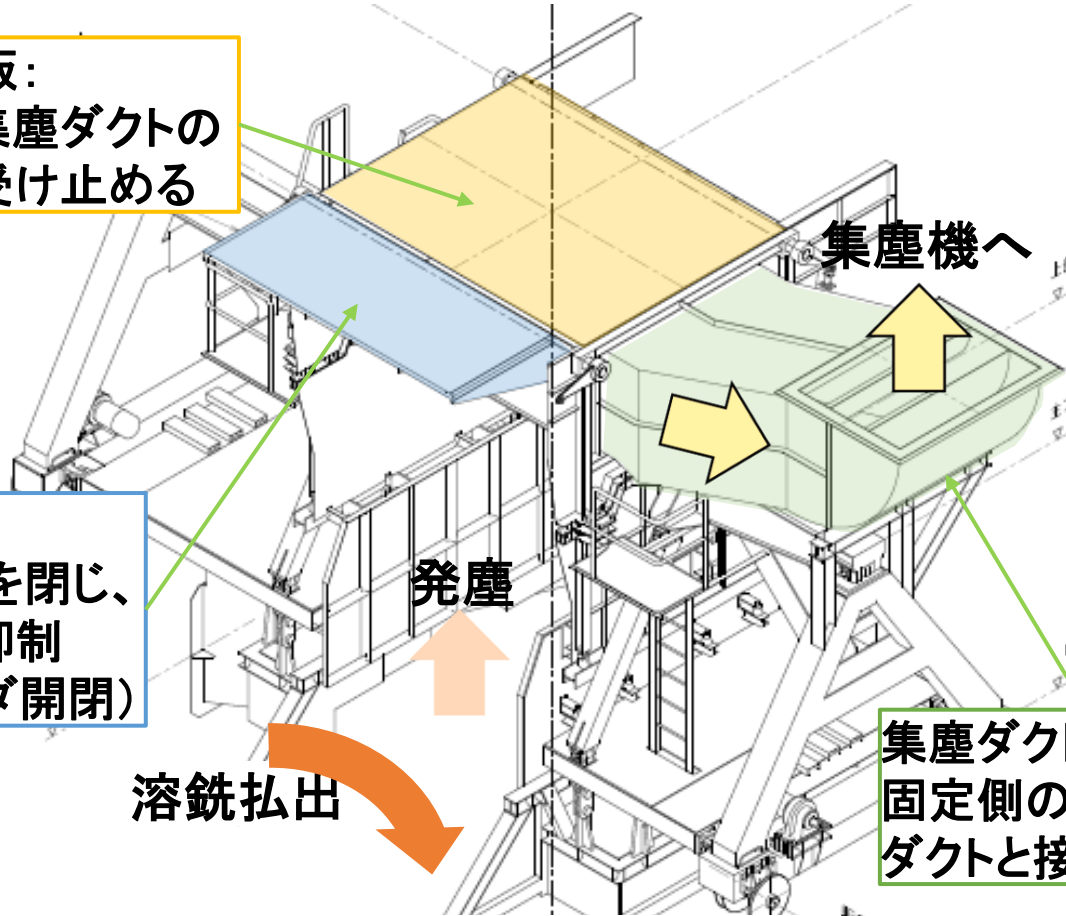


設備概要②

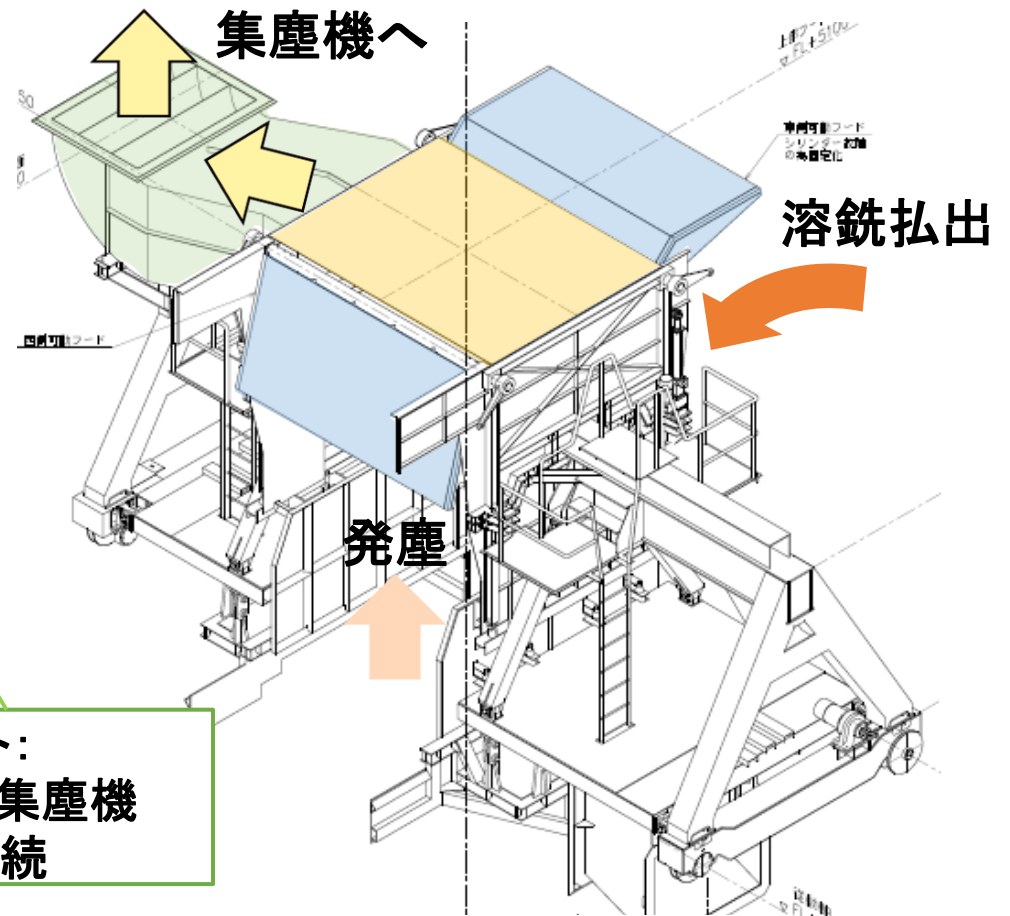
受銑時の発塵は、上昇気流により直上するが、台車天板にて堰止めされ、横引き集塵される仕組みとなっている。この設備には可動フードが付いており、受銑側とは反対側のフードをたたみ集塵漏れを抑える仕組みとなっている。

台車天板：
粉塵を集塵ダクトの
口元で受け止める

可動フード：
反対側を閉じ、
集塵漏れを抑制
(電動シリンダ開閉)



【No.2フード台車鳥瞰図】



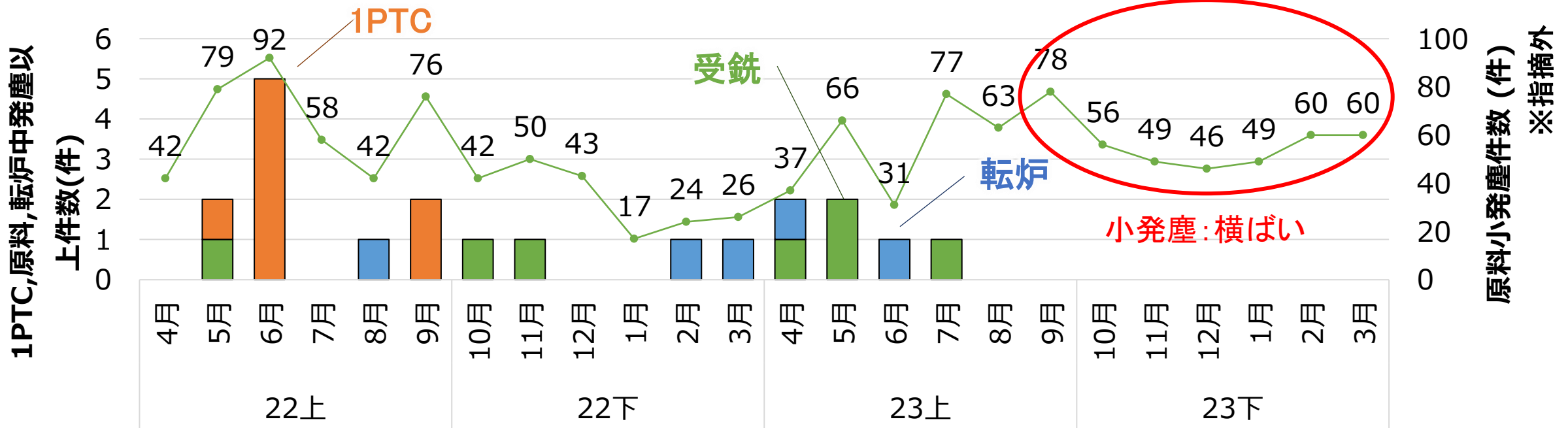
【No.2フード台車鳥瞰図】



倉敷1鋼発塵発生件数の推移

受鉄プロセスでは、中発塵・大発塵は減少傾向にあるが、小発塵は横ばいとなっており、近隣や職場の環境保全の観点から問題となっている。

	1PTC		原料		転炉		合計	
	中大	小	中大	小	中大	小	中大	小
22上	8	0	1	389	1	97	10	486
22下	0	0	2	202	2	49	4	251
23上	0	0	4	352	2	21	6	373
23下	0	0	0	320	0	0	0	320

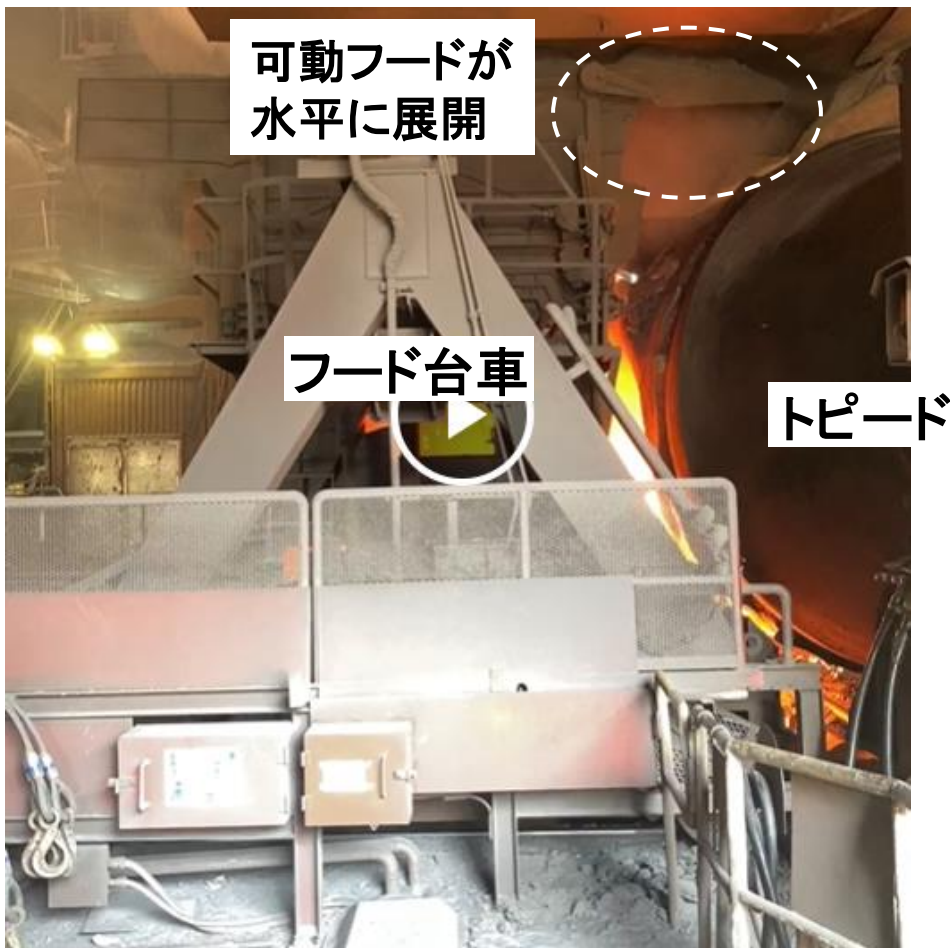




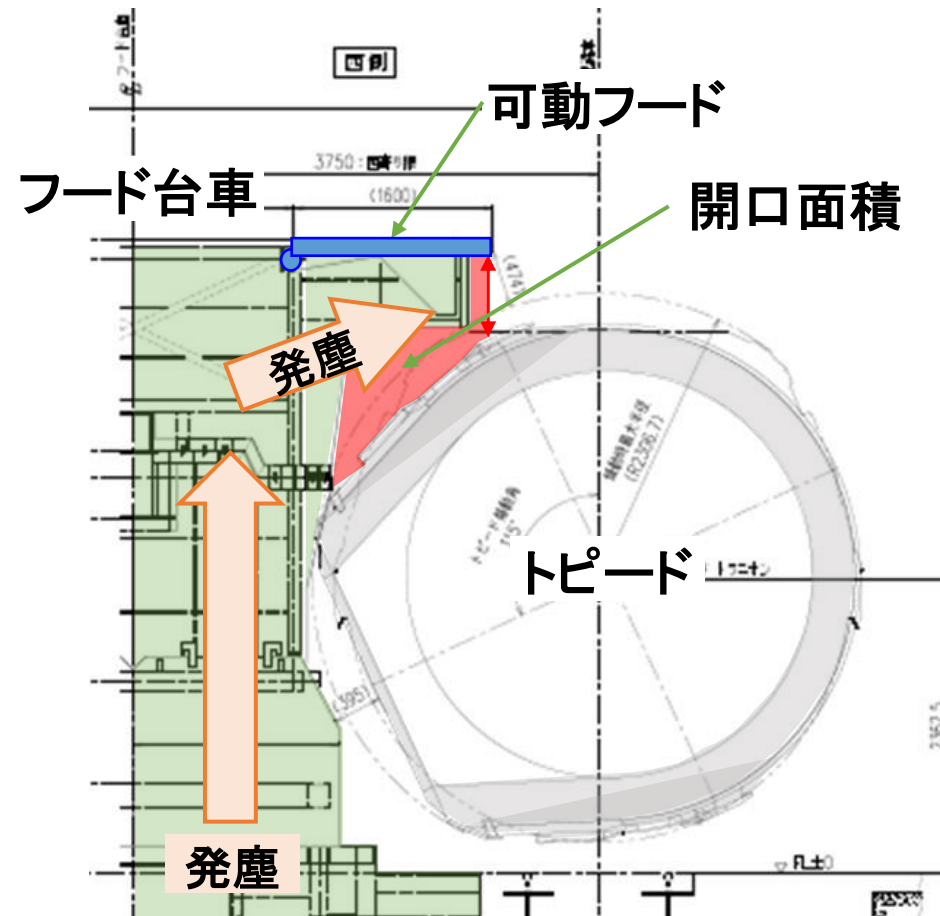
集塵漏れの原因

IFF

払出中、トピード側の可動フードは水平に展開しており、トピードとの隙間が大きいいため、粉塵が漏れやすくなっている。



【溶銑払出時の様子(南から)】



【集塵漏れイメージ(トピード隙間から発塵)】



フード台車可動フードとトピードとの隙間からの集塵漏れを抑制し、集塵率の改善を検討する。(小発塵件数の減少)

数値目標: 集塵率20%UP (既設: 70%→新設: 90%~)

対策案	B案	C案	D案
概要	フード形状を変更		
	エアカーテン追加	可動フードを半分閉じる	整流板を複数取付ける
手法	流動解析		
			実機検証



JFE

解析条件は、高速度カメラや風速計を用いて実現象を測定することで、設定した。

【解析条件】

解析条件	雰囲気流体	発塵条件	集塵条件
物性	空気	酸化鉄/空気	-
温度(°C)	25	1000	-
発生	-	溶銑表面	ダクト断面
流量(流速)	-	4.5m/s	83.33 m ³ /sec
備考		高速度カメラ推定値	風速実測値

【発塵流速測定】



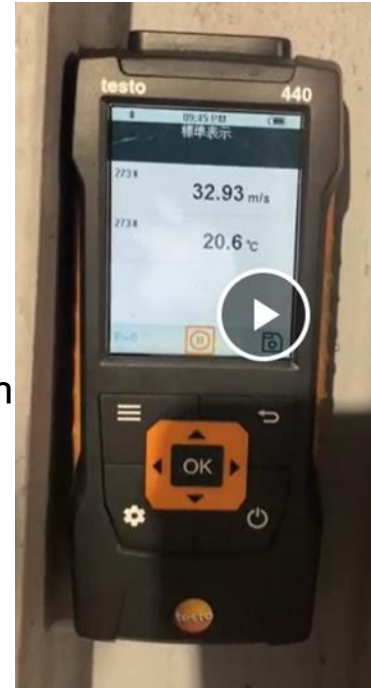
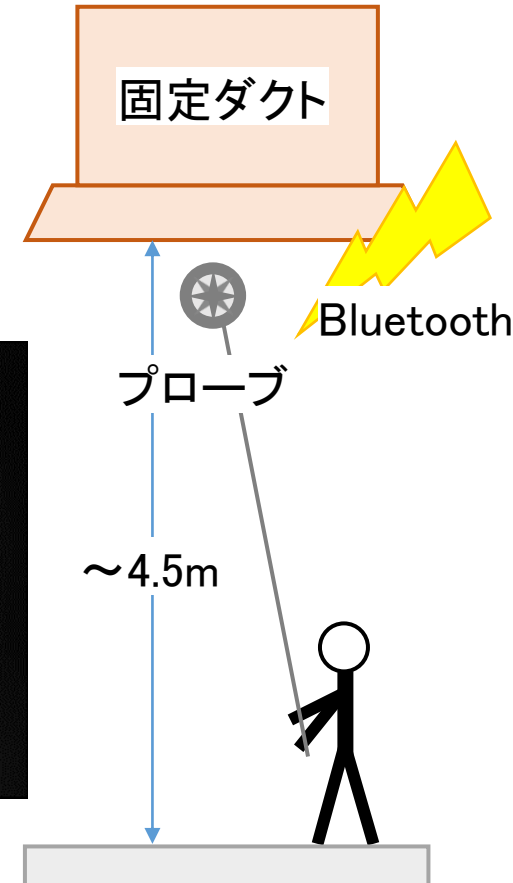
高速度カメラ



上昇する粉塵の速度を推定

発塵の再生動画(コマ送り)

【集塵流速測定】



風速計

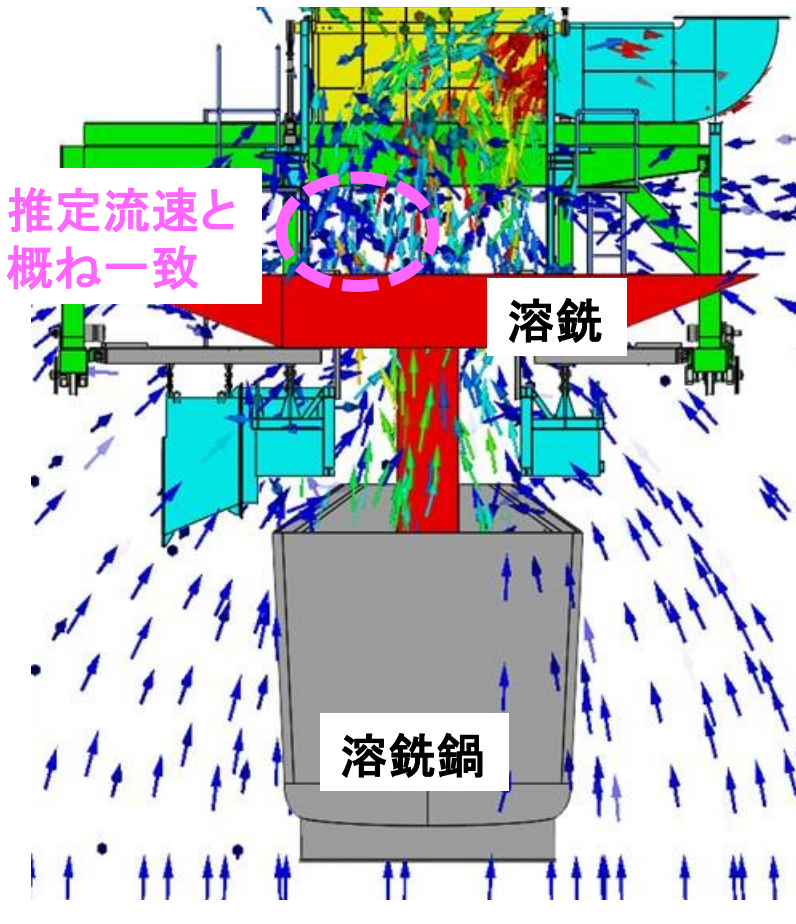


IFF

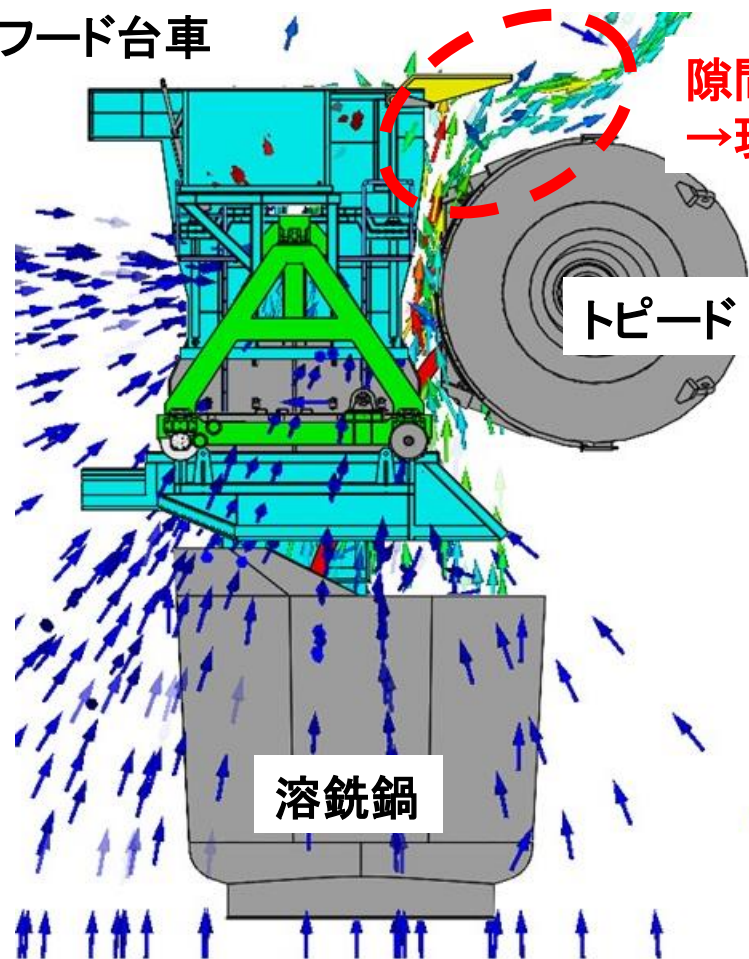
既設フード台車のモデルを作製し、解析を行ったところ、現物と同様の事象が見られた。
この時の集塵率は70%であった。

【解析結果】

フード台車



フード台車



集塵率: 70%

※集塵率:
溶銑表面から粉塵を模擬した
100個の粒子を飛ばし、
集塵できた割合を示す。



対策案

JFE

対策案として以下のA～D案を考えた。今回はB～D案の検討結果について報告する。

今回報告

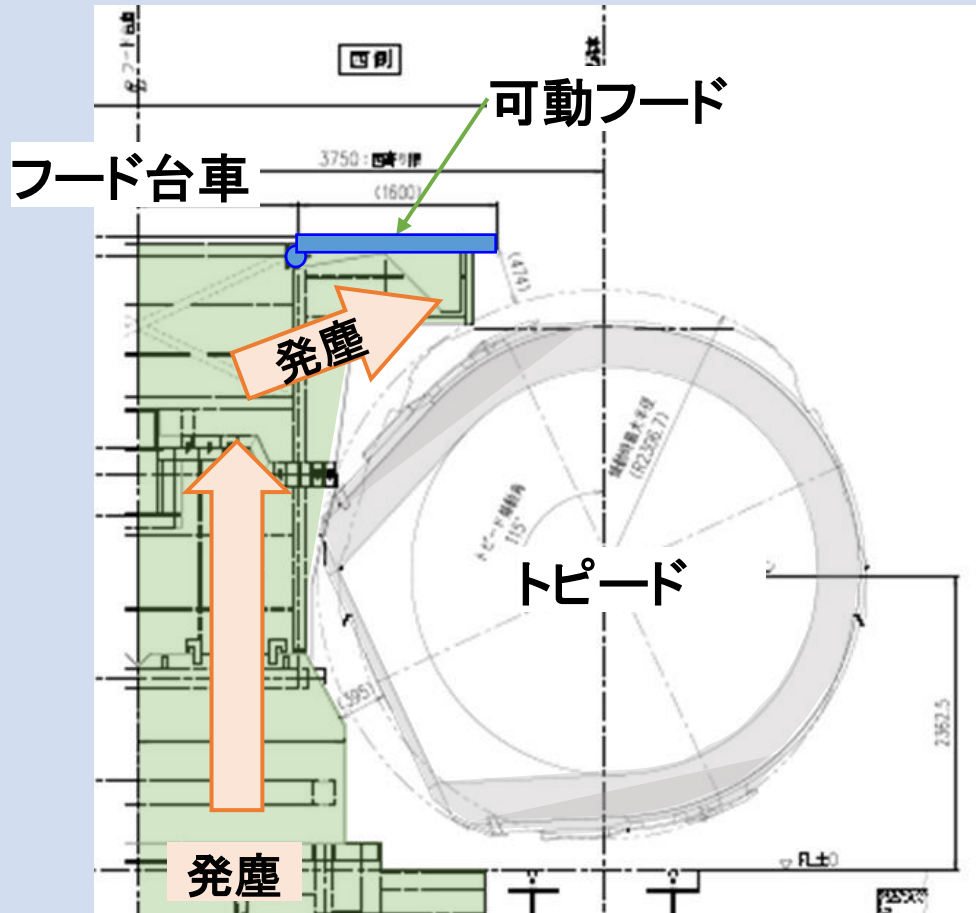
対策案	A案	B案	C案	D案
概要	集塵能力を強化 集塵機増強	フード形状を変更 エアカーテン追加 可動フードを半分閉じる 整流板を複数取付ける		
工事範囲	基礎、集塵機本体、ダクト	フード台車	フード台車	フード台車
コスト	大	大	中	中
集塵改善	大	中	中	小
干渉リスク	小	小	大 (トピード接触)	小
保全負荷	大型機器保全	圧縮機、エアノズル詰まり	変化なし	整流板取替
判定	× (コスト大、建設地なし)	× (コスト大、圧縮機メンテ)	× (トピード干渉リスク)	× (大幅な改善に至らず)



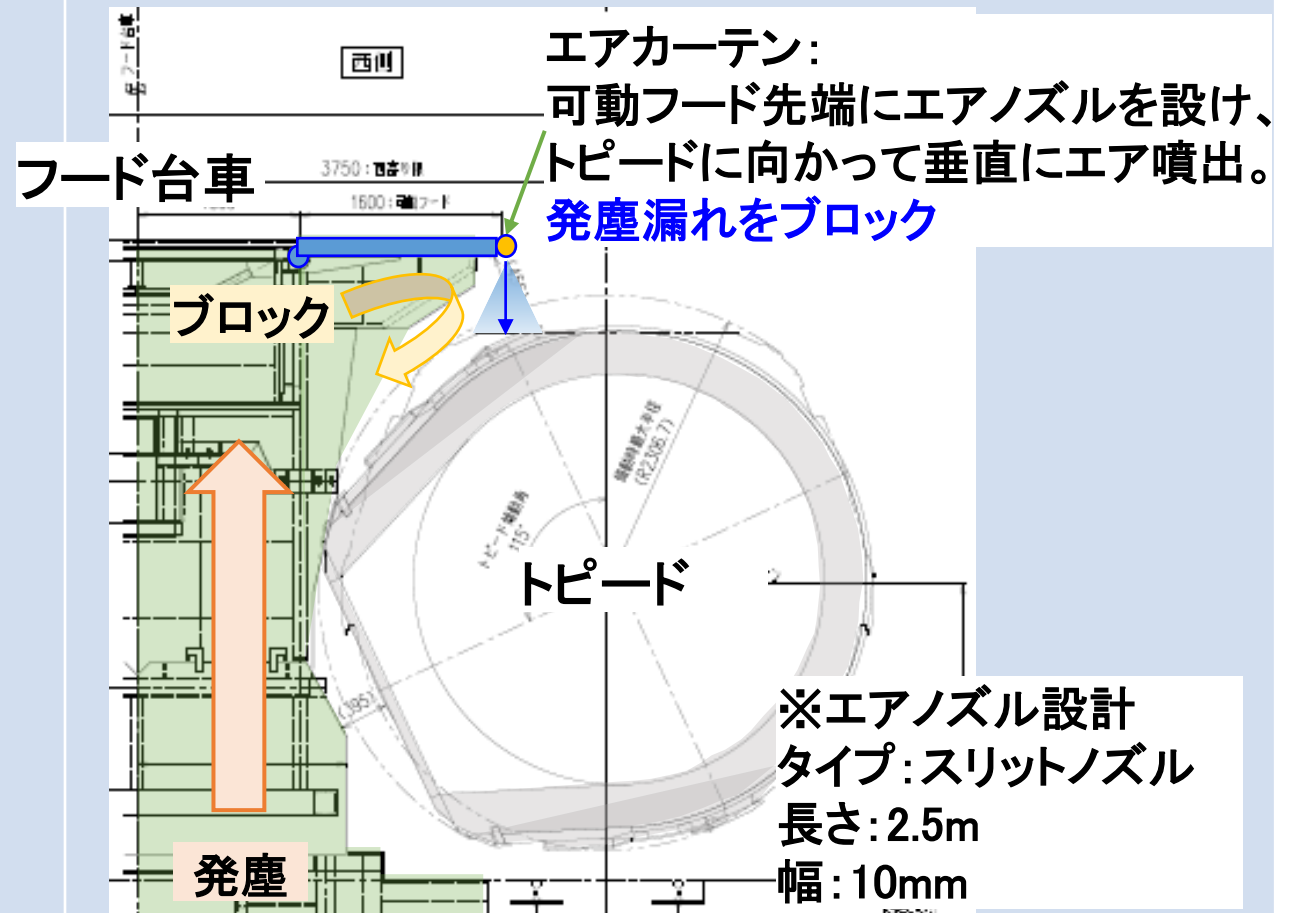
B案：エアカーテン追加

エアカーテンをトピードと可動フードの間に設けることで粉塵漏れをブロックすることを考えた。

既設



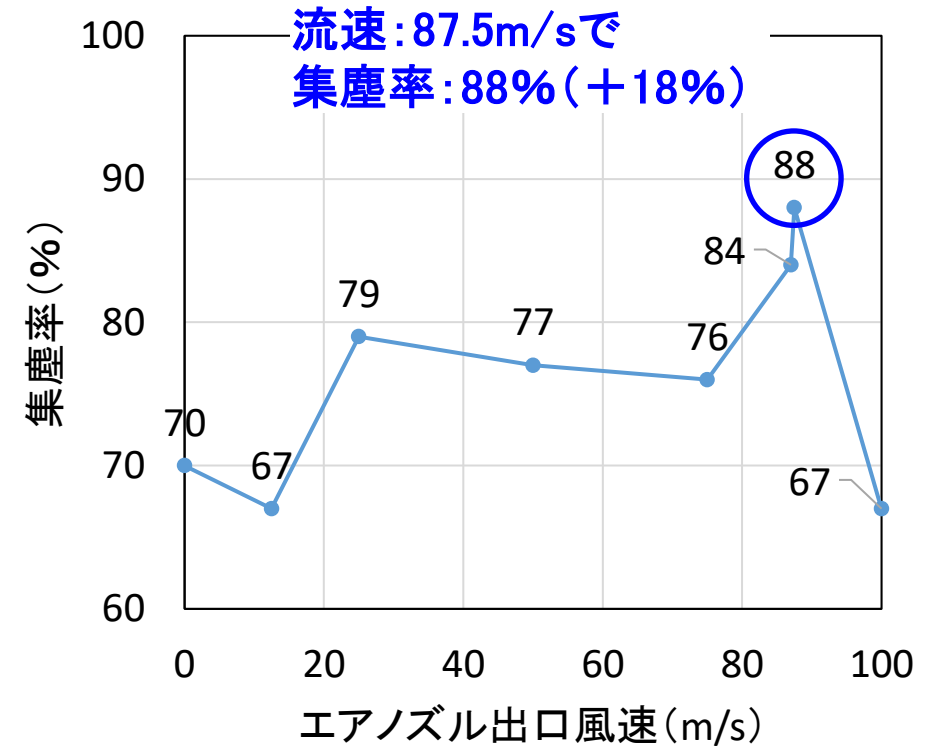
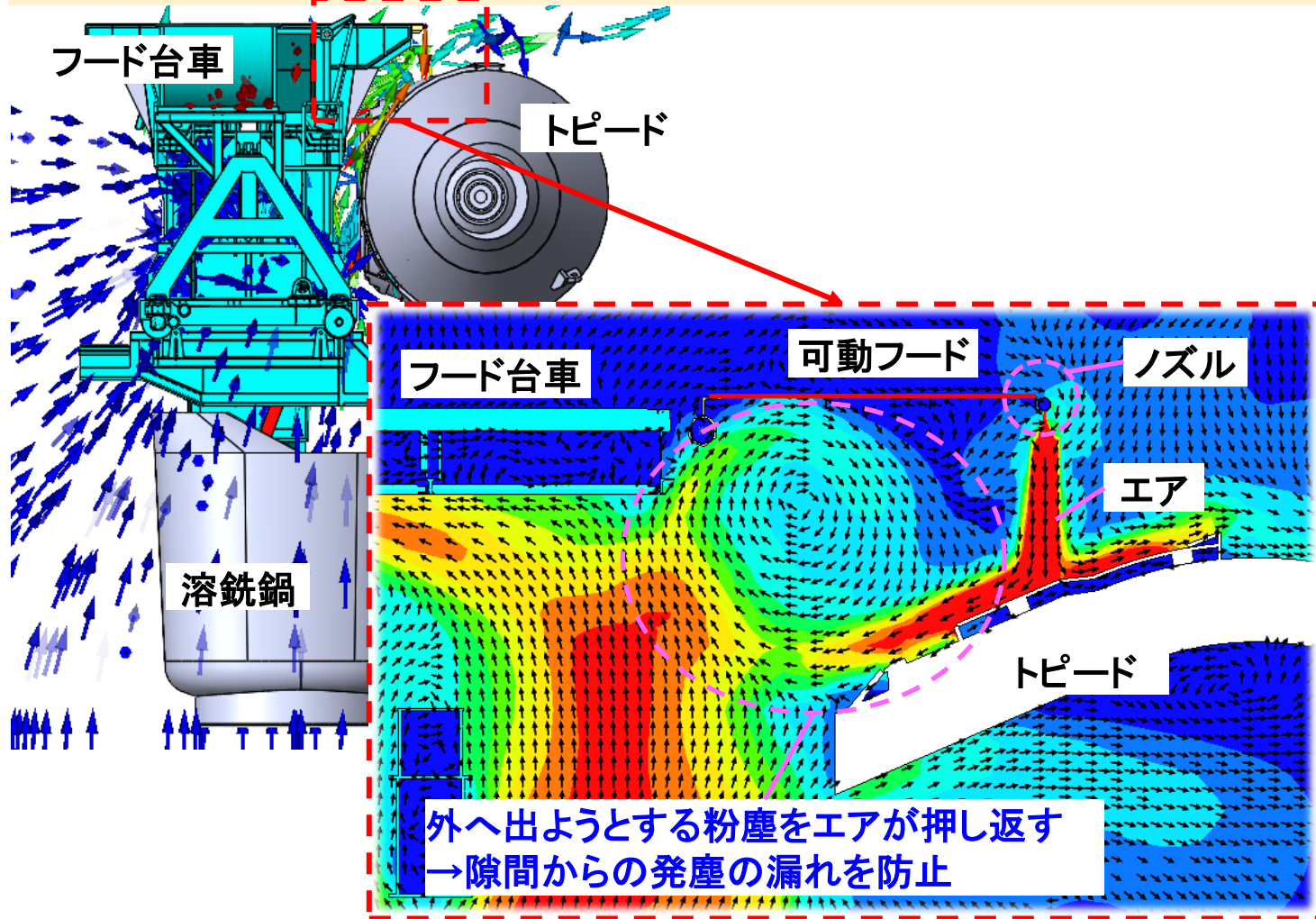
B案





B案解析評価

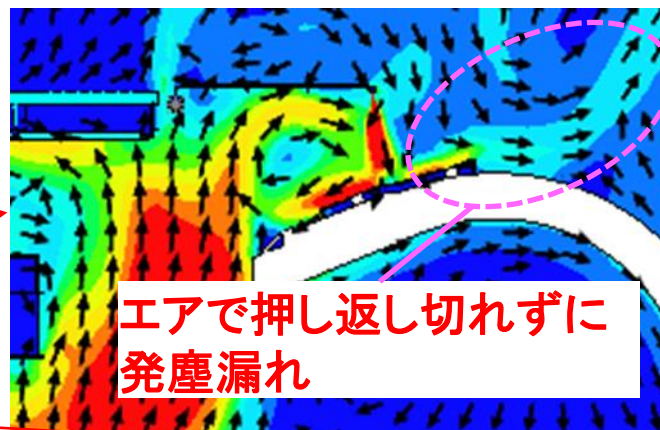
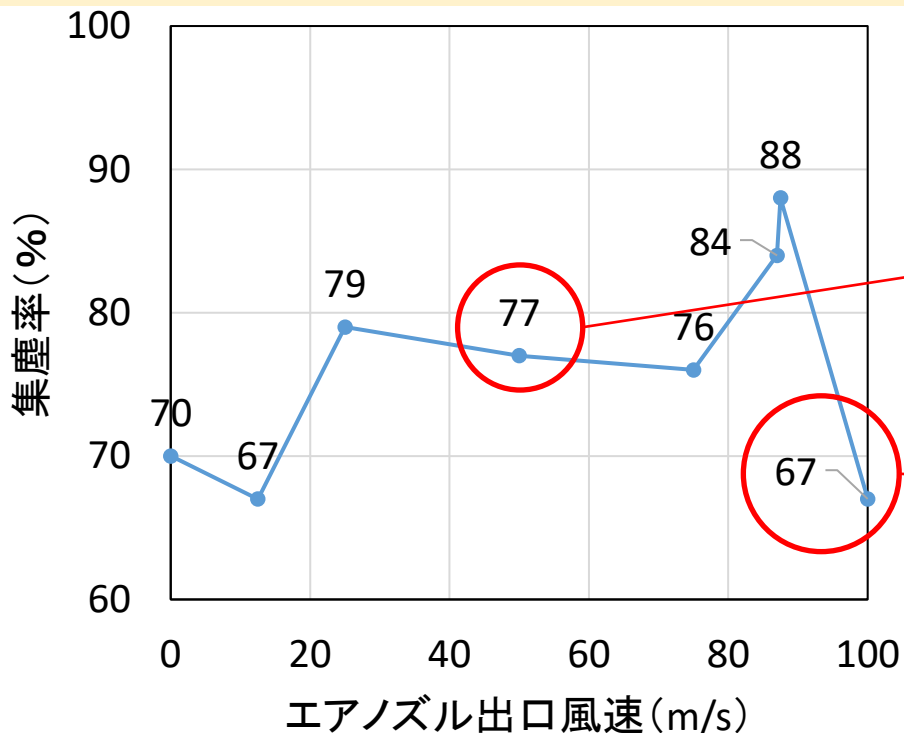
B案にて解析を行ったところ、エアカーテン流速87.5m/sで集塵能力が最大で18%向上することがわかった。対策の方針としてトピードとの隙間からの発塵を防止することが有効であるとわかった。



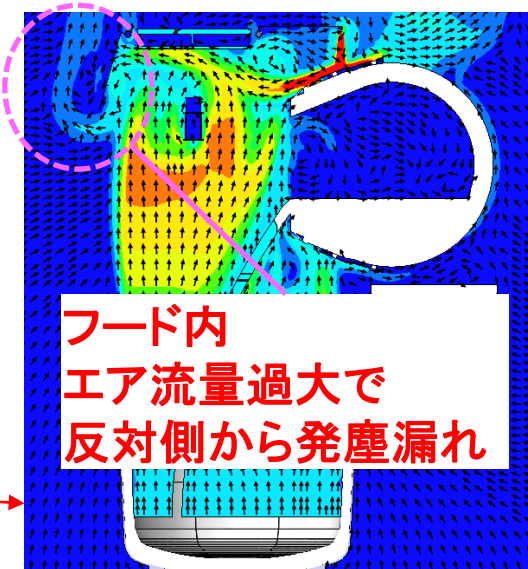


B案解析評価

流速87m/s未満では、発塵を押し切れず、87.5m/s超では反対側から発塵漏れすることがわかった。エアカーテン実装のためには大流量の圧縮機が必要となり、取合いやコスト考慮して不採用となった。



エアノズル出口流速 50m/sの時の解析結果



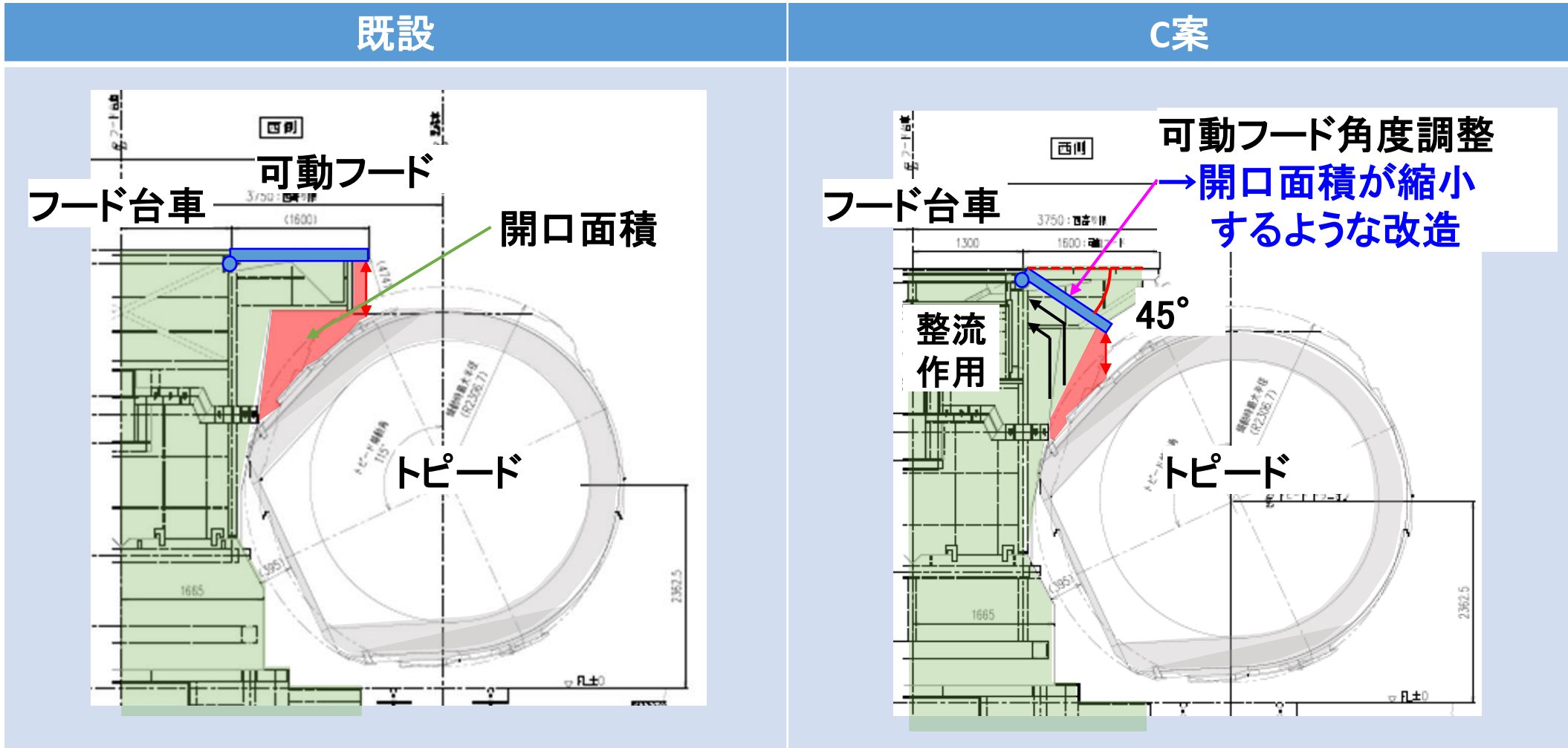
エアノズル出口流速 100m/sの時の解析結果

実装の懸念事項	エアーコンプレッサー	台車上エアホース	課題
風量 (m ³ /Hr)	約8000	-	風量大
配管径 (A)	-	200	台車上のスペース確保
コスト(百万円)	約55	-	高額



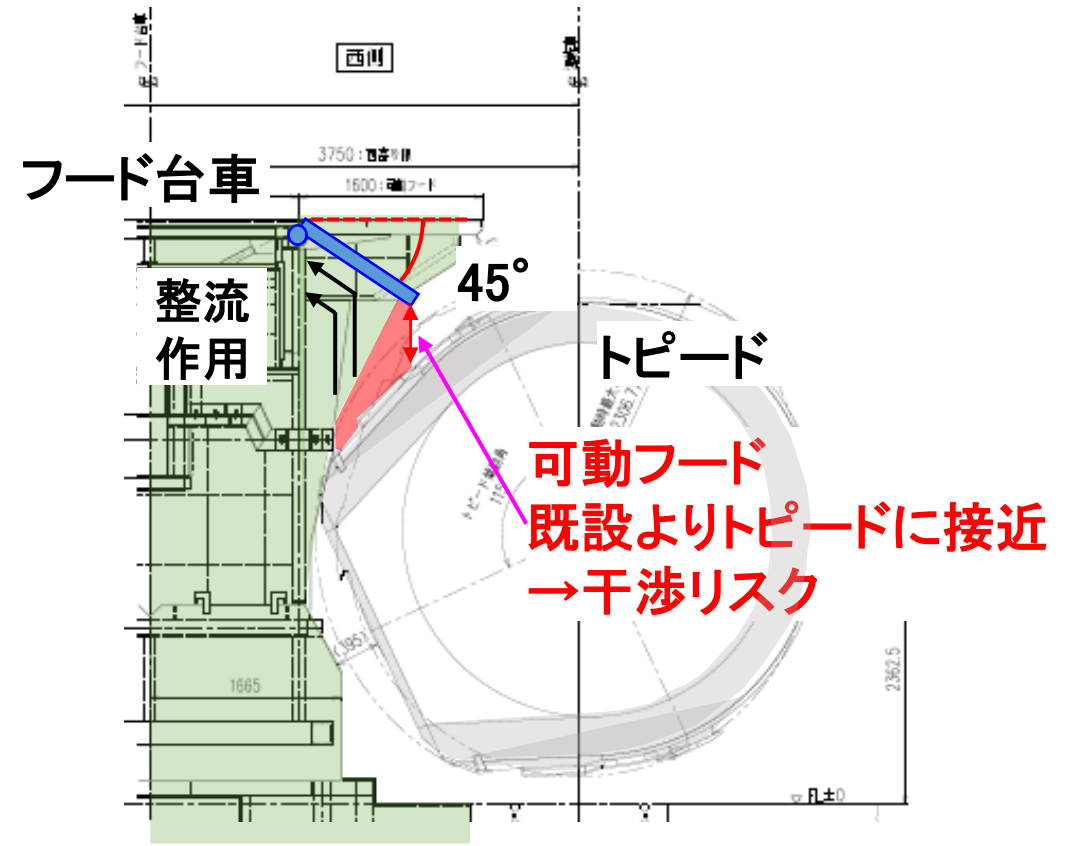
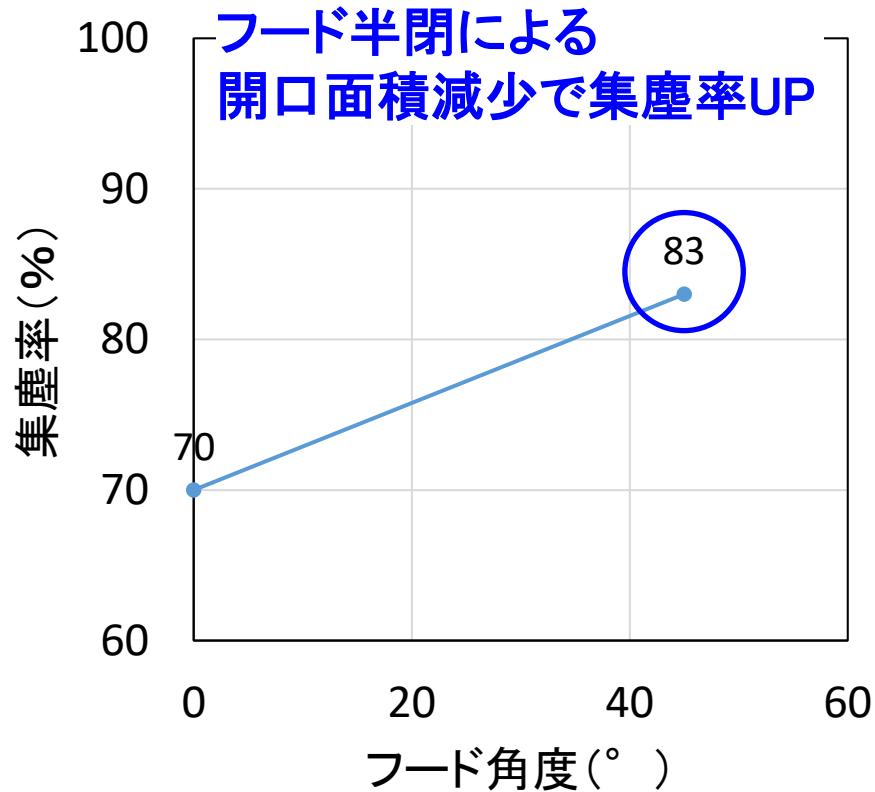
C案：可動フードを半分閉じる

トピード側の可動フードを全開(0°)→半閉(45°)とすることで、粉塵の漏れを物理的にブロックする。





フード半閉(45°)により集塵率は13%上昇したが、トピードとの距離が縮まり干渉リスクが高くなるため不採用となった。



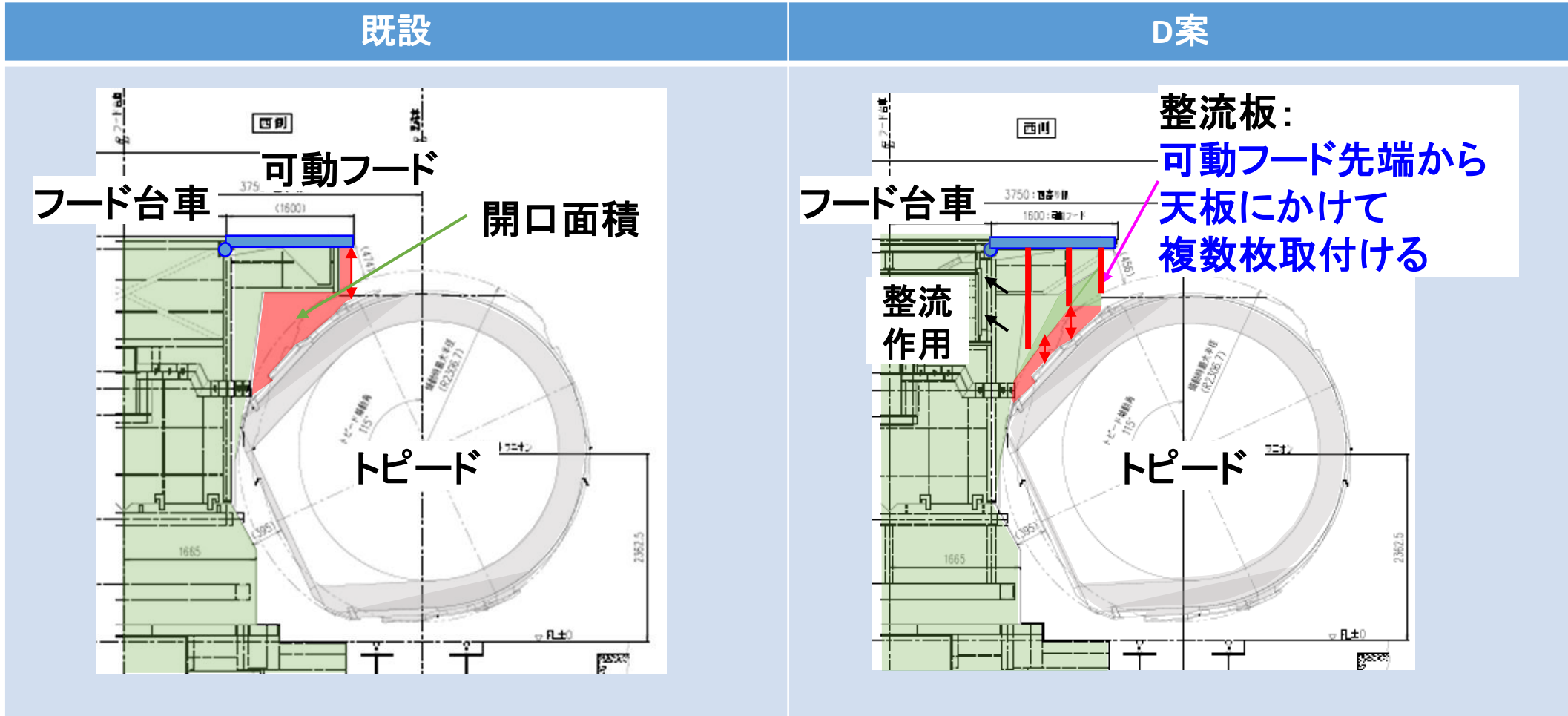
可動フード半閉による干渉リスク



D案：整流板を複数取付ける

JFE

整流板を可動フードや天板に発塵をブロックするように取付けた(0~9枚)。

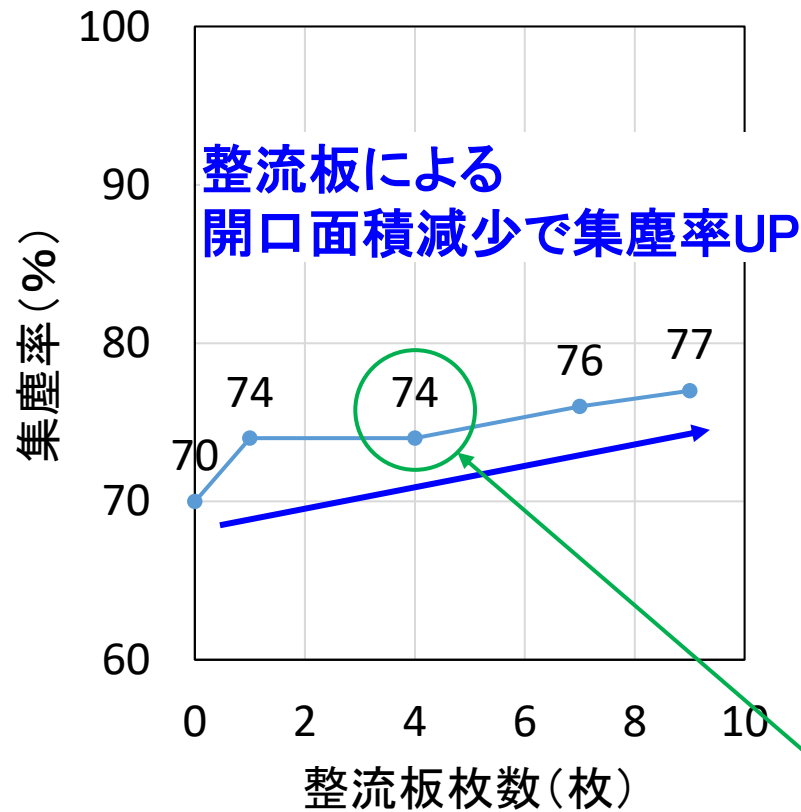
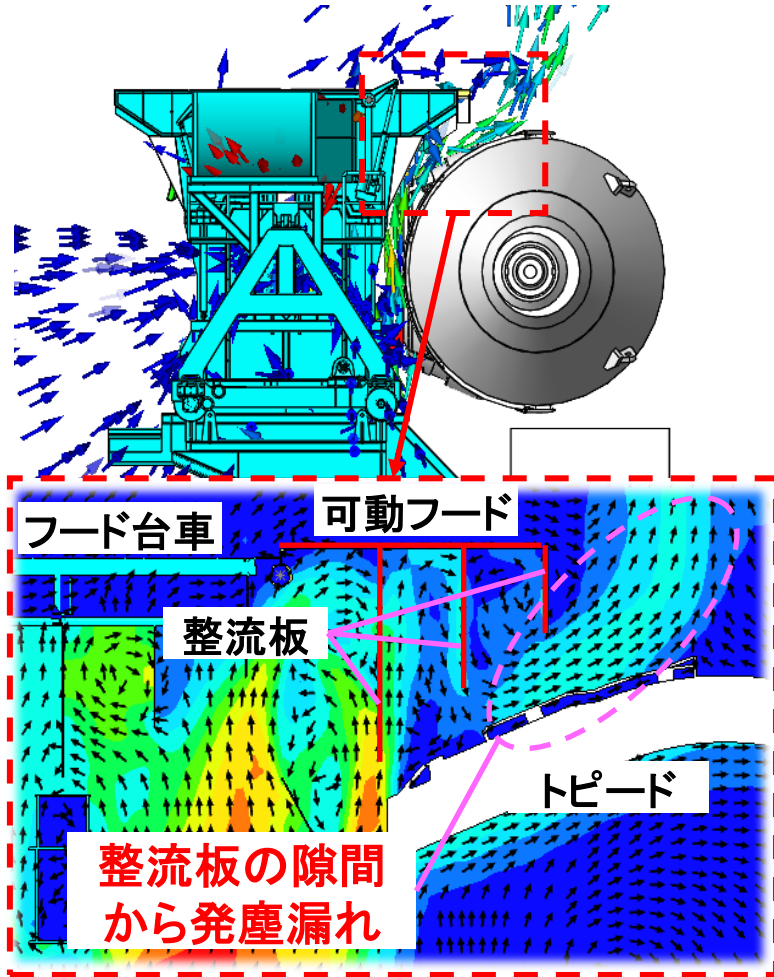




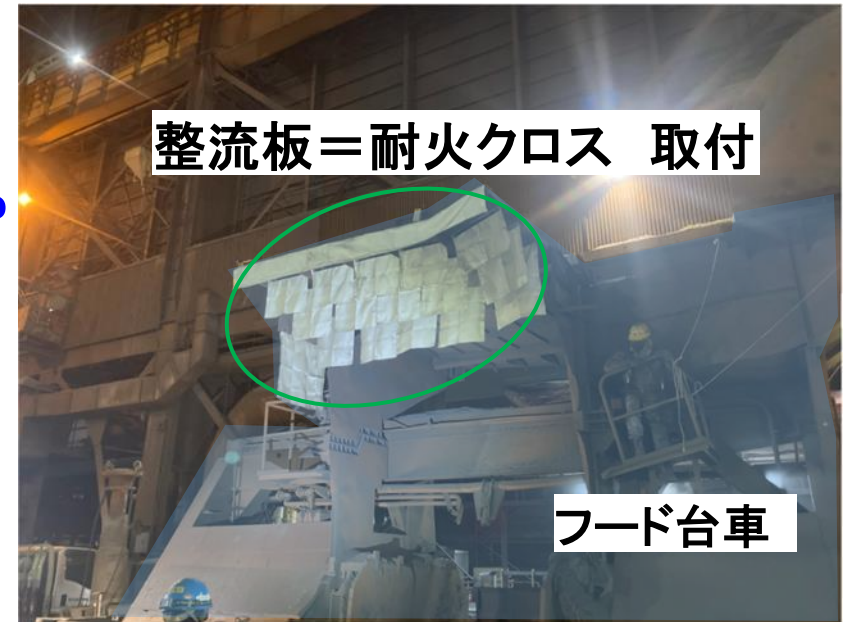
D案解析評価

JFE

整流板取付により集塵率は7%上昇した。
整流板＝耐火クロスとして、トピードとの隙間をクロスで塞ぐ実機検証を行った。



【実機での検証】



耐火クロス取付による集塵効果を評価
※取付け枚数:全16枚
(整流板解析の4枚に相当)

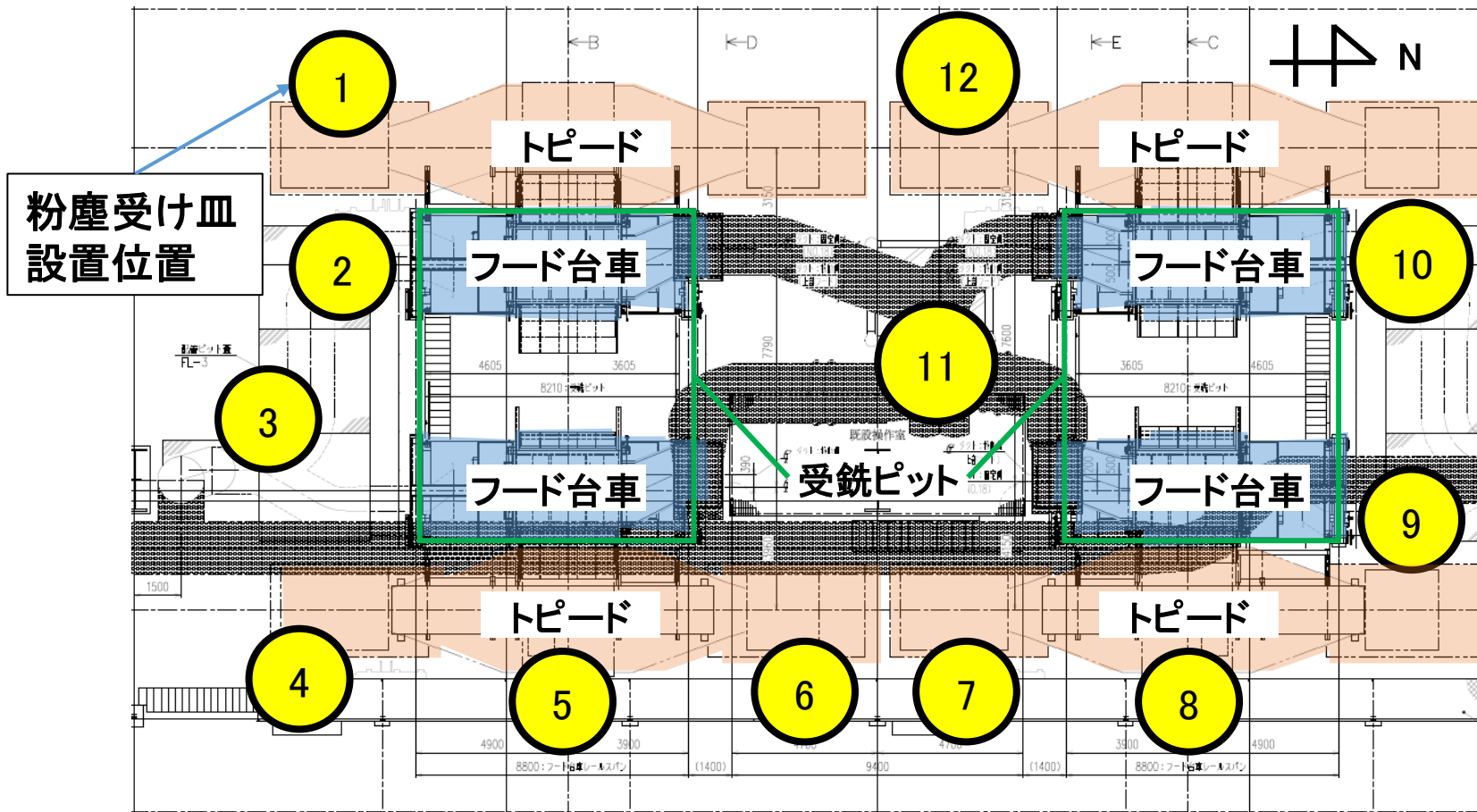


D案実機検証評価①

JFE

受銑ピット周辺全12点に粉塵用の受け皿を設置し、既設とクロスを取付けた際の粉塵の堆積重量を調査し、集塵能力の変化を評価した。

[g/日]



受銑ピット平面図

受け皿 NO	既設	クロス付	既設とクロス付の差
1	0.411	0.467	-0.056
2	0.472	0.370	0.102
3	0.065	0.044	0.020
4	0.021	0.022	-0.001
5	0.046	0.023	0.022
6	0.029	0.023	0.005
7	0.040	0.018	0.022
8	0.041	0.068	-0.027
9	0.063	0.016	0.047
10	0.438	0.266	0.172
11	0.953	0.118	0.835
12	2.161	1.295	0.865
平均	0.395	0.228	0.167



D案実機検証評価②

JFE

既設とクロス付では粉塵堆積量に平均0.167g/日の効果が出ており、解析結果のおよそ3倍の効果が得られた。しかしながら、クロス劣化が著しいため改善が必要である。

NO	既設	クロス付	既設とクロス付の差
1	0.411	0.467	-0.056
2	0.472	0.370	0.102
3	0.065	0.044	0.020
4	0.021	0.022	-0.001
5	0.046	0.023	0.022
6	0.029	0.023	0.005
7	0.040	0.018	0.022
8	0.041	0.068	-0.027
9	0.063	0.016	0.047
10	0.438	0.266	0.172
11	0.953	0.118	0.835
12	2.161	1.295	0.865
平均	0.395	0.228	0.167

[g/日] [クロス取付時/解析時の効果の流量比較]

【発塵量】

(鍋溶銑半径) $2.15^2 \times 3.14 \times$ (発塵流速) $4.5 \times 3,600 = 235,137.3 \text{ m}^3/\text{Hr}$

【集塵漏れ量】

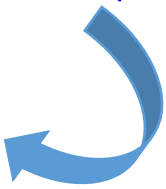
$235137.3 \times (1 - \text{集塵率}) 0.3 = 70,541.2 \text{ m}^3/\text{Hr}$

【クロスによる集塵効果】

$70,541.2 \times \left(\frac{\text{堆積量の差}}{\text{既設堆積量}} \right) \frac{0.167}{0.395} = 29,823.7 \text{ m}^3/\text{Hr}$

【解析による改善効果】

$235,137.3 \times (\text{改善割合}) 0.04 = 9,405.5 \text{ m}^3/\text{Hr}$



【課題】

クロス破れ等の劣化が約2Wで発生
→改善が必要

約3倍の効果が発現
(集塵率約13%UP)



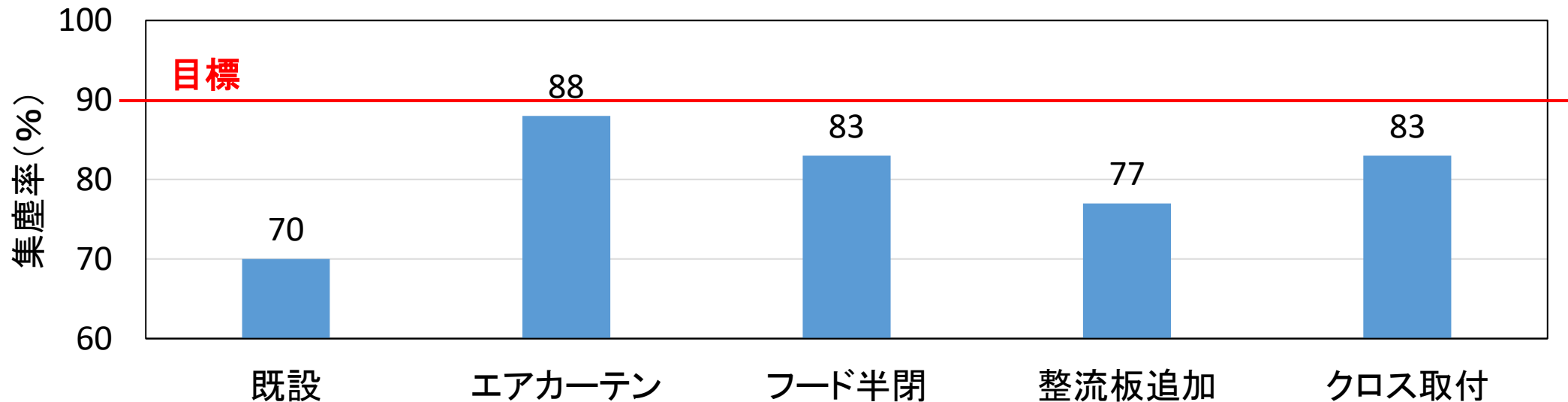
JFE

【まとめ】

- ・集塵漏れが発生している受銑フードについて、集塵改善のための検討を行った。
 - ・B～D案について解析にて評価を実施し、既設の集塵率と比較した。
- 最大で18%集塵率(目標未達)を改善できたが、保全性やコストの観点から実装には至らなかった。

【今後の予定】

- ・クロス取付時の粉塵堆積量のN増しし、集塵効果について精査する。
- ・保全性、集塵率の高い新案を検討し、実機化する。



以上



集塵漏れ概要

JFE

現物の調査を行ったところ、集塵漏れの大部分はトピードと台車の隙間から発生していることがわかった。



【溶銑払出時の様子(東から)】



【溶銑払出時の様子(南から)】



今後の予定

JFE

- ・台車更新案件を2024/8認可目標にて検討中。2025/9稼働予定。その後、No.1フード台車へ展開を計画。
- ・1鋼、CC定修に同期することで操業影響を最小化。

年月	24 4	7	9	12	25 1	4	7	10	26 1
事前調査	調査・検討 ----->								
申請		2024/8/Eまでに認可 ←----->							
設計	製図・解析 ----->								No.1台車更新
発注・契約		発注・契約 ←----->							
新フード製作				フード台車製作(9M) ----->					
着工・稼働							チャンス:2,3CC定修裏 本工事:昼夜連続5D ----->		2026/1 稼働確定 ▽



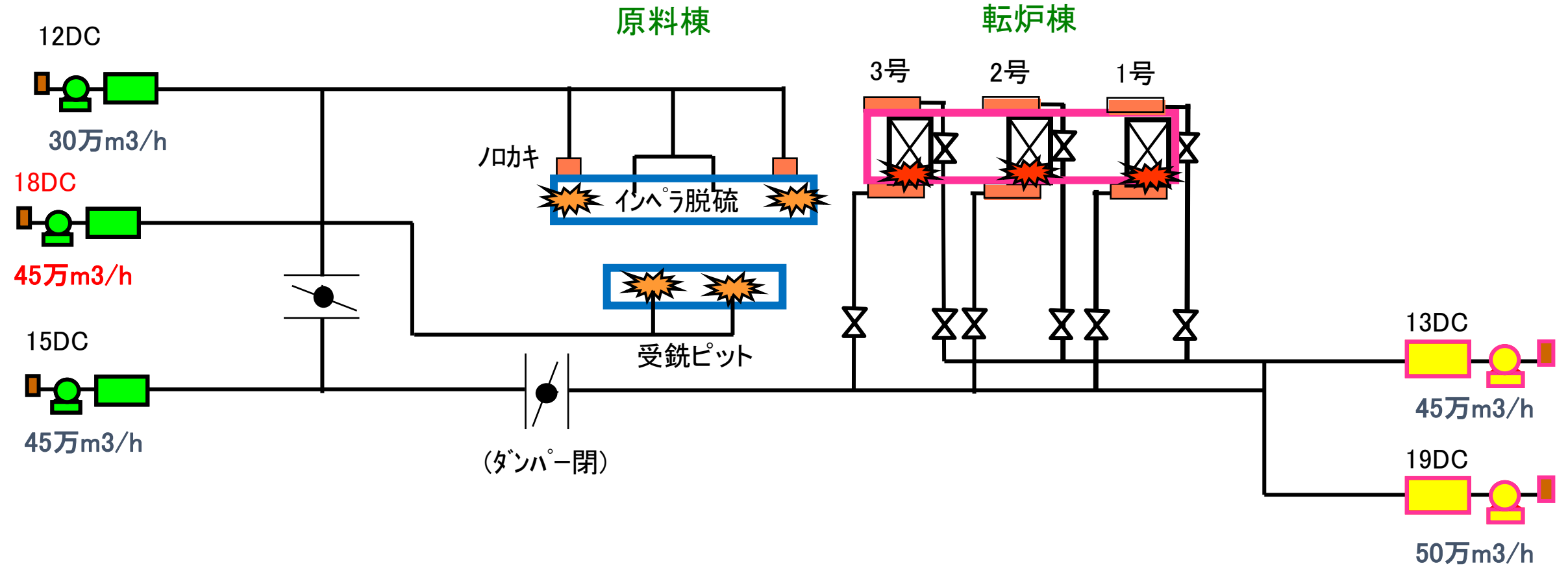
工事名・内容	工事費(百万円)				稼働年月
	建設	ソフトウェア	協力会社投資	経費	
西日本製鉄所 (倉敷地区) 製鋼部 1鋼受銑ピット No.2フード台車 集塵改善	109.0	-	-	15.0	2026年 1月
	総投資額 124.0百万円 (資産計上分) 109.0百万円				
	投資効果				
	粗利益	税後純利益	回収年	IRR(7年)	
	0.0百万円/年	0.0百万円/年	-年	-%	

【概要】

高炉からの出銑、あるいはPTCで処理を行った後の溶銑をトピードから溶銑鍋に払い出す際に粉塵が発生する。この発塵を回収する設備「フード台車」があるが、著しい集塵漏れが発生している。この度、集塵漏れを抑制する台車設計を行い、集塵能力を強化する。



2製鋼原料集塵能力増強 計画(案)





設備の劣化状況

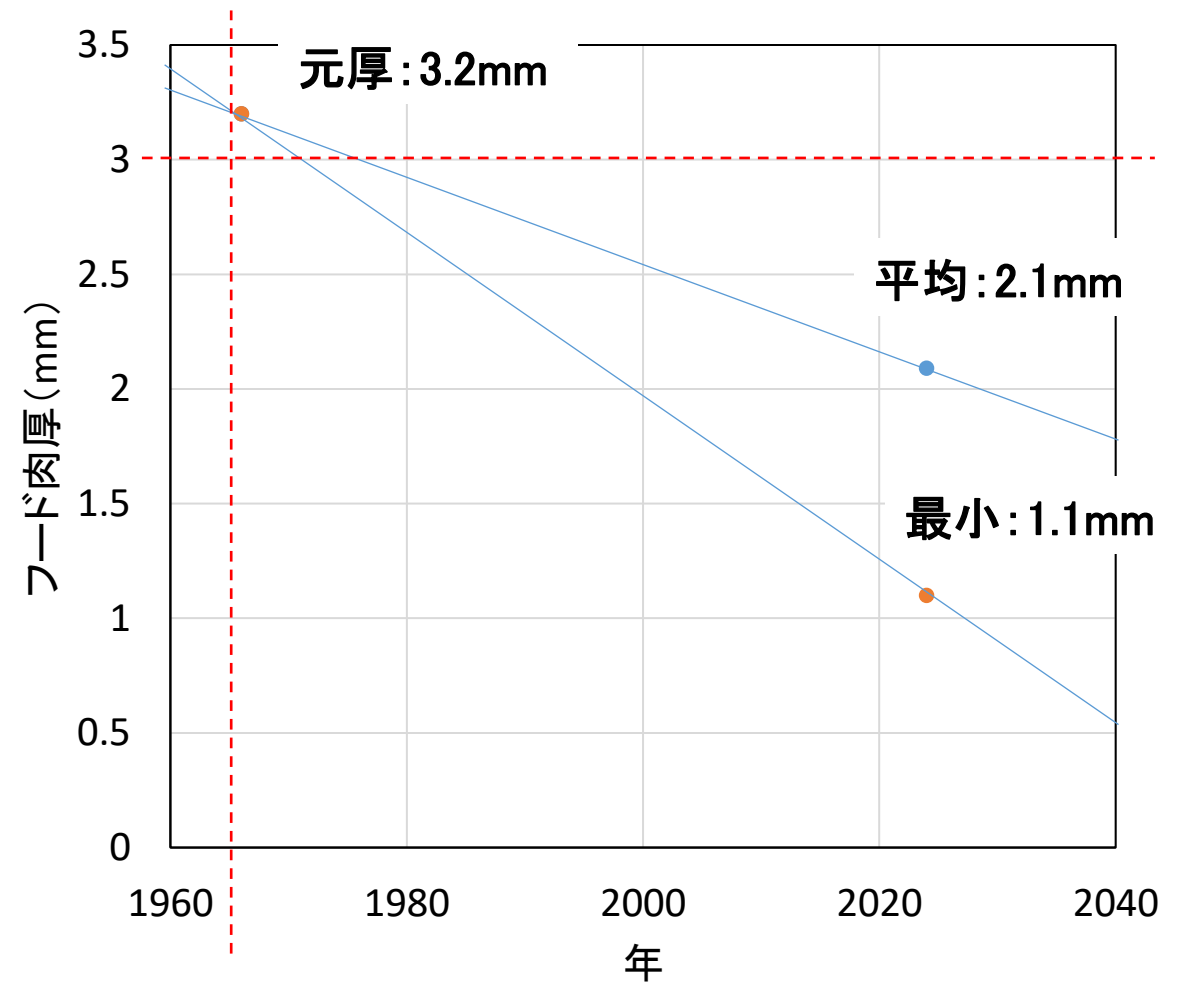
- ・風量、肉厚、ダクト穴あき、インペラ損傷、シリンダ故障、フード切断、モーター単機走行



天板損傷
(落ちかけ)



可動フード損傷



稼働: 1966年



予算の内訳

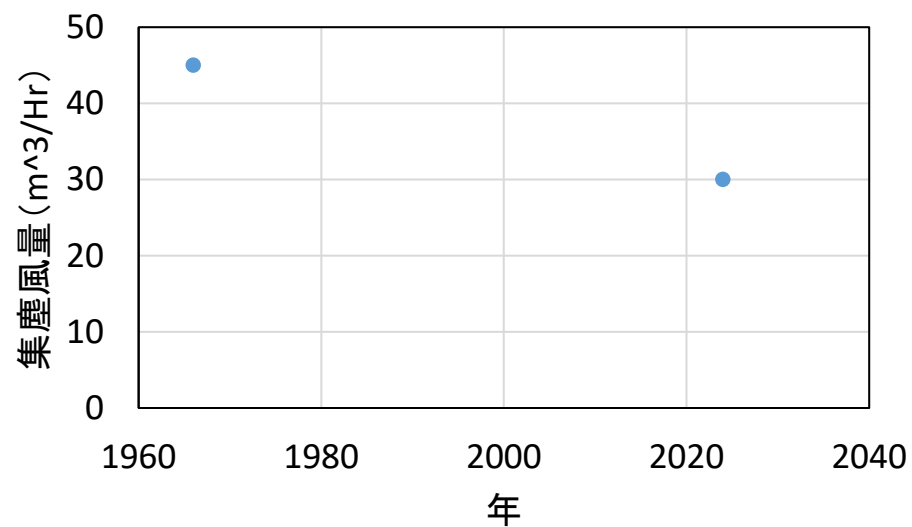
JFE

分類	項目	金額(百万円)	備考
機械	設計費	5.0	製図:興南設計、解析:JFE設計
	製作費	60.0	リックス見積もり
	電動シリンダ	1.5	耐熱仕様:0.75百万円/機×2機
	モーター	1.5	住重製、J商見積もり 0.75百万円×2機
	工事費	25.0	PE見積もり
	安全診断	3.0	
	小計	96.0	
電気	ケーブル・保護管	?	制御さん見積もり待ち
	敷設工事	?	制御さん見積もり待ち
	小計	15.0	
撤去費	台車	10.0	PE見積もり
	ケーブル類	?	制御さん見積もり待ち
	清掃	1.0	瀬戸内物流見積もり
	小計	15.0	
合計		126.0 百万円	

集塵漏れの原因

集塵漏れの原因:

③払出中、トピード側の可動フードは水平に展開しており、トピードとの隙間が大きいため、粉塵が漏れやすくなっている。



濾布の健全性確認、
マノメーターでのチェックと比較



対策案

JFF

以上の原因を踏まえて、下記改造を実施することで、集塵漏れを抑制する。

①構造の変更:天板を整流作用のある形状に変更する。

②エアカーテン追加:可動フード先端部分にエアカーテンを追加し、粉塵の流出をブロックする。

NO	原因	原因深堀	対策	検討方法
1	トピード-フード間の隙間大	フードの欠損	フード台車更新	
		作業上の制約 (地金堆積時の干渉)	フード半閉 エアカーテン 耐火クロス	解析
2	集塵風量低下	濾布交換不足	定量的に 設備室対応	計算
		経年劣化?	どこが? 明確に 更新	現物調査
		外気の吸込み	定量的に すき間調整	3D測定