



JFE

2021年度資源循環・システム表彰

受賞内容説明資料

使用後耐火物クローズドループ リサイクル技術の確立

2021年10月15日

JFE スチール 株式会社

J F Eスチール株式会社 概要

J F Eスチール株式会社

一貫製鉄メーカー

本社 東京
製造拠点 国内4拠点

西日本製鉄所
(福山)

仙台製造所

東日本製鉄所
(京浜)

西宮工場
(東日本製鉄所) 知多製造所

今回の対象：溶鉄鍋

使用地区：

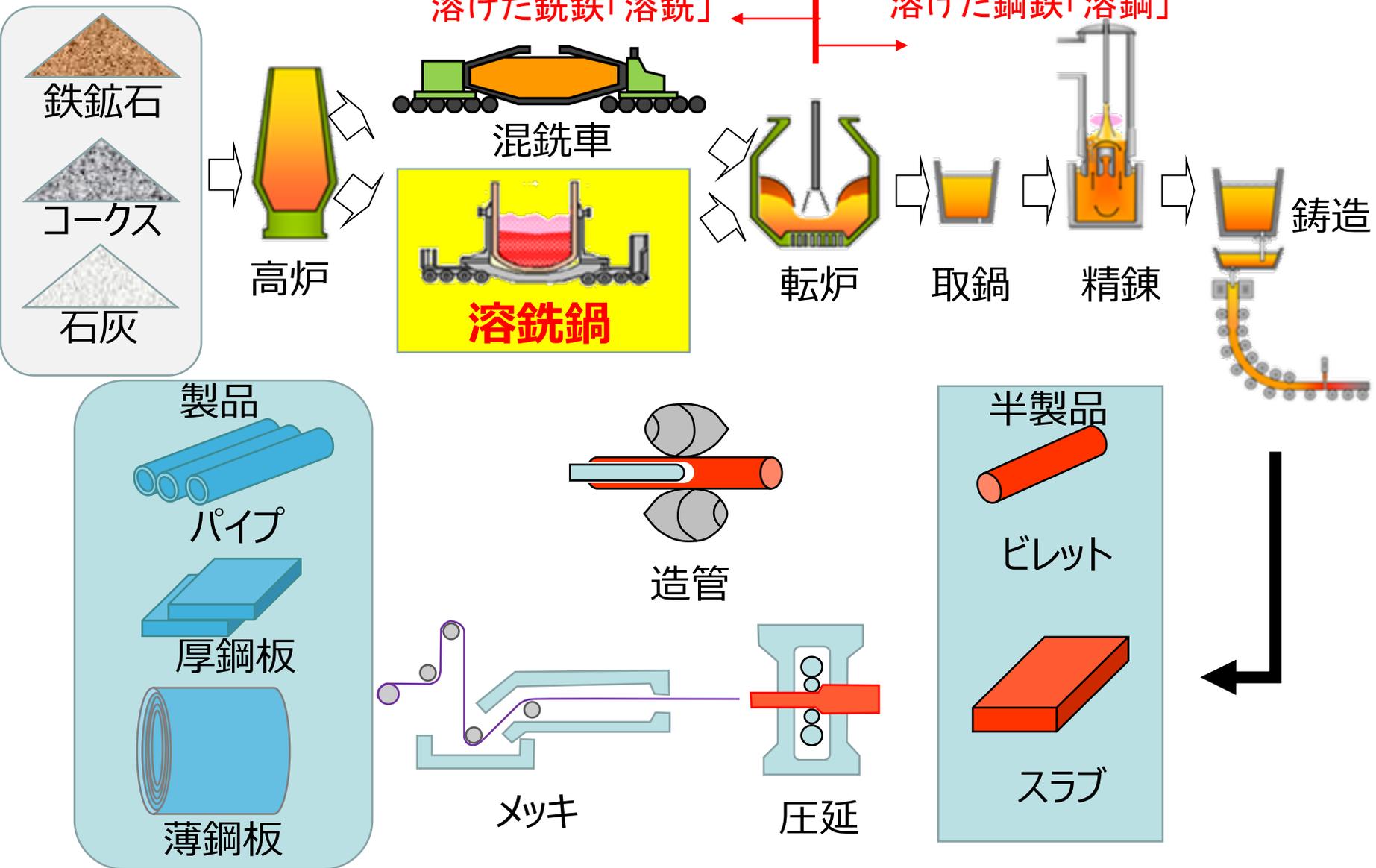
東日本製鉄所京浜地区

西日本製鉄所福山地区



主に京浜地区をベースにご説明

背景 製鉄所の製造フロー

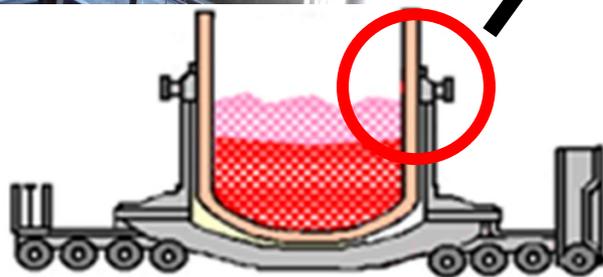


溶銑鍋の耐火物

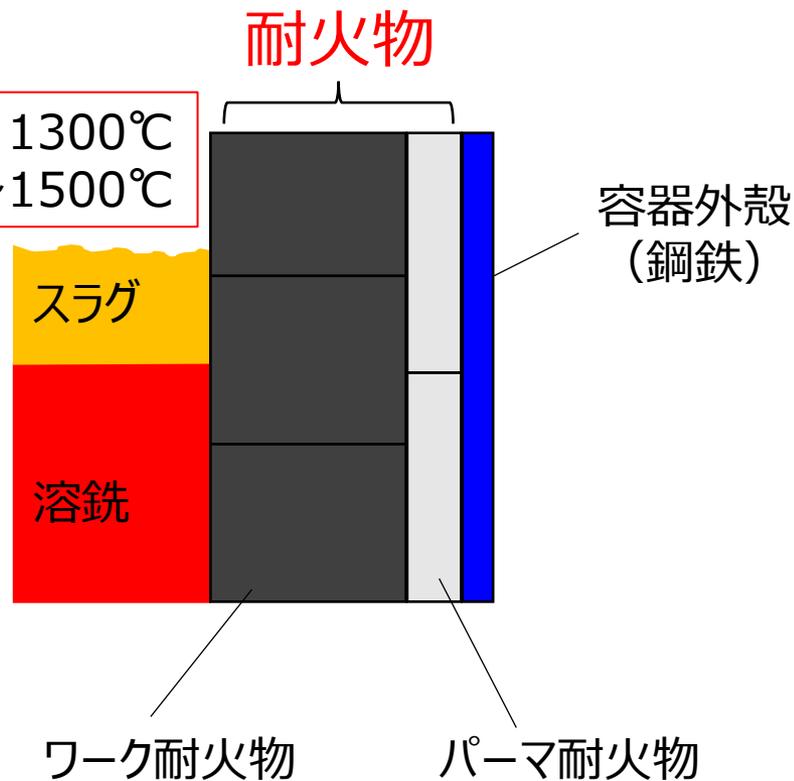


溶銑鍋：直径約5m、高さ約6m

温度：1300℃
～1500℃

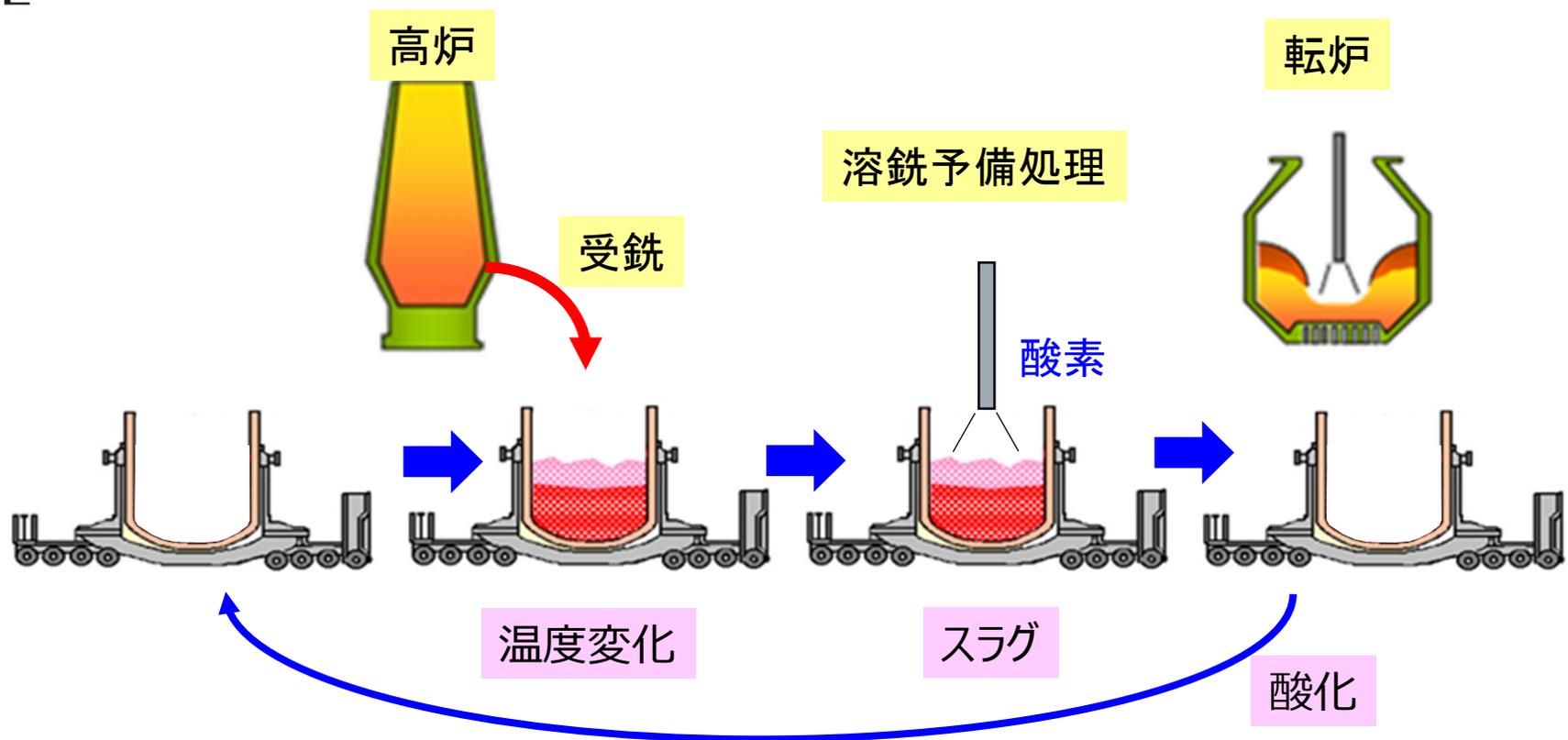


溶銑鍋



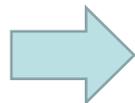
耐火物は、鋼鉄製の容器外殻を高温物から保護している。

溶銑鍋の使い方と耐火物の必要特性



<必要特性>

- ・急激な温度変化に耐える（溶銑を直接受け取る）
- ・高温スラグへの耐食性（溶銑予備処理の容器利用）
+耐酸化性（開放系で長期間使用）



アルミナ-ろう石-SiC（炭化ケイ素）-C（黒鉛）耐火物

溶銑鍋使用後耐火物の従来フロー

<構内>

使用済み耐火物の解体



破碎 (30or40mm以下)



磁力選別



地金（鉄分）を回収

転炉原料として利用

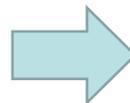
<構外>



産業廃棄物処理

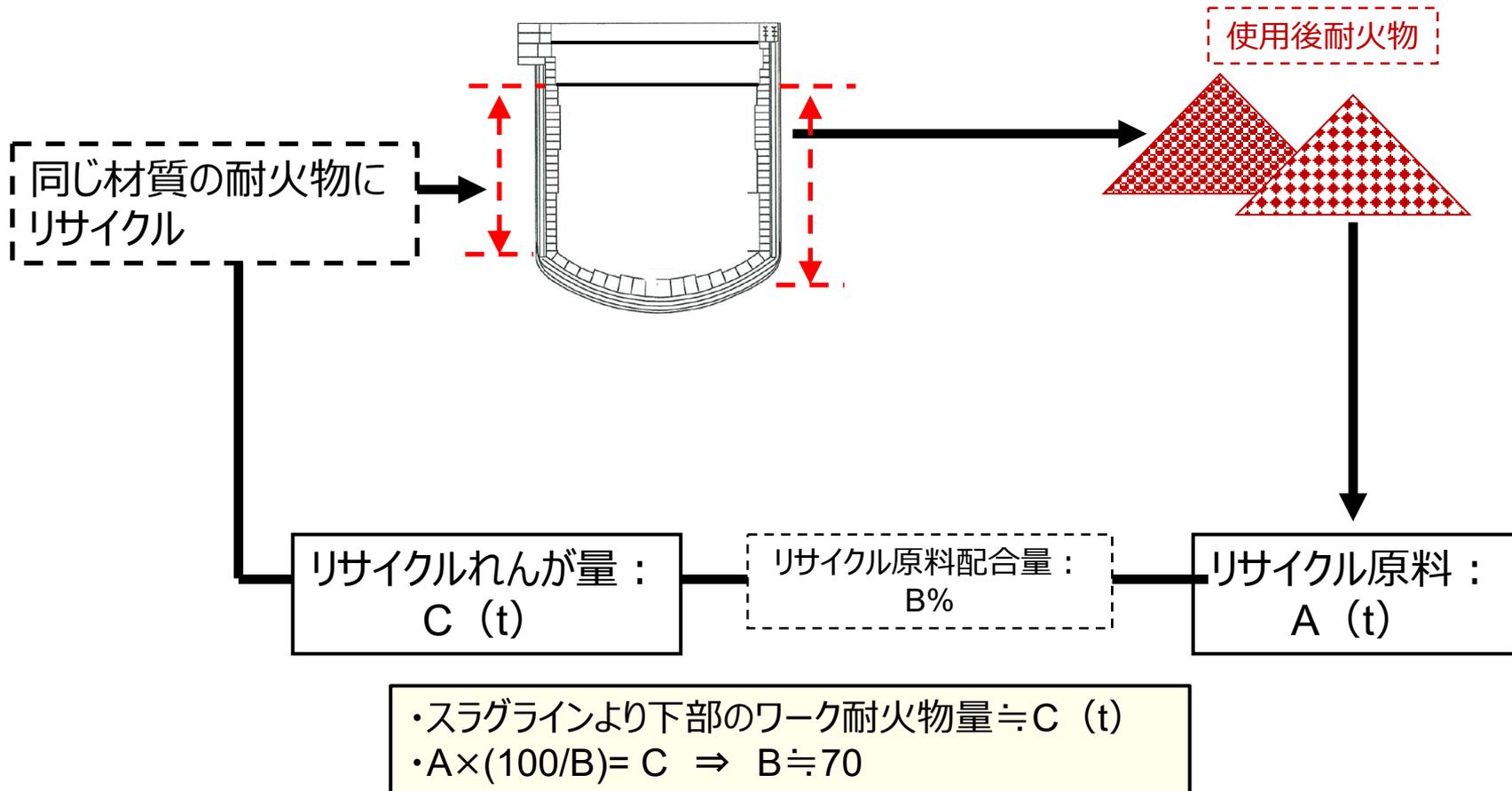
従来の溶銑鍋使用後耐火物処理フロー

製鉄原料となる地金のみを回収利用



耐火物のリサイクルを検討

目標設定



リサイクル原料配合量70%
発生と使用量がバランス

従来から各社でリサイクルを実施中。

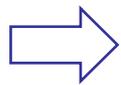
カスケードリサイクル（ほとんどがこの方法） （配合率30 – 50%）

使用後耐火物を、手選別し、よりグレードの低い耐火物原料として利用
（例えば補修材などに利用）

同グレードリサイクル（ごく一部で採用） （配合率10 – 20%）

使用後耐火物を、手選別し、同じグレードの耐火物原料として利用

利用量が限定的



リサイクル原料配合率70%（発生量とバランス）を目標に
溶鉄鍋れんがのクローズドリサイクル技術を開発

耐火物リサイクルの課題

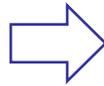
<ポイント>

不純物の混入防止と成分管理

使用後耐火物の特徴

① 不純物

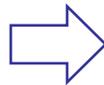
- ・地金
- ・スラグ
- ・異材質



混入抑制
「分別解体」
+ 除去

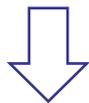
② 組織変化

- ・組織脆化

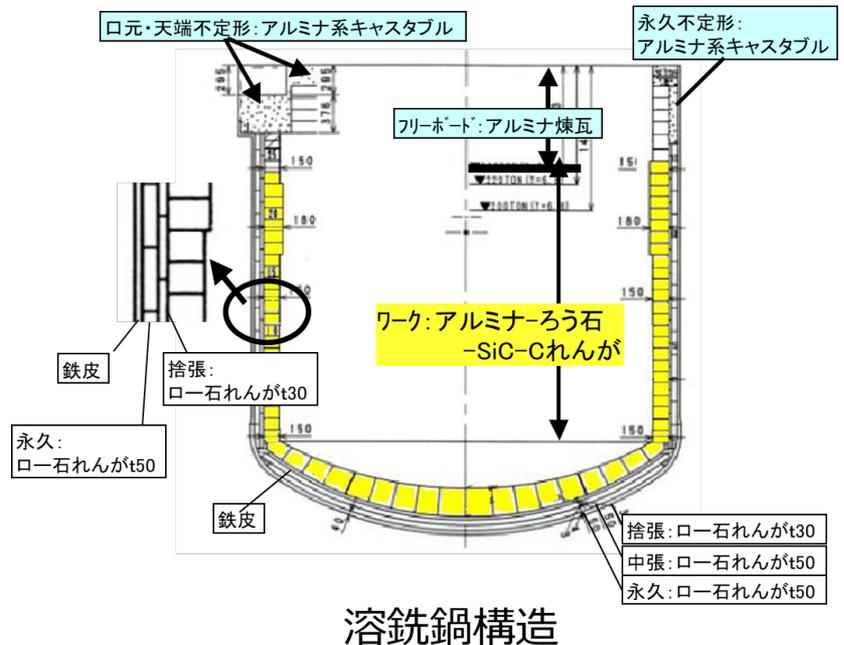


粉碎

不純物混入影響
リサイクル原料配合影響



コスト・メリット試算、実機試験で耐用確認





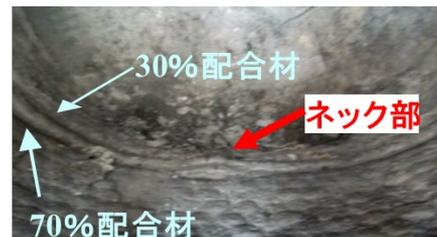
JFE

溶鉄鍋れんがリサイクル検討

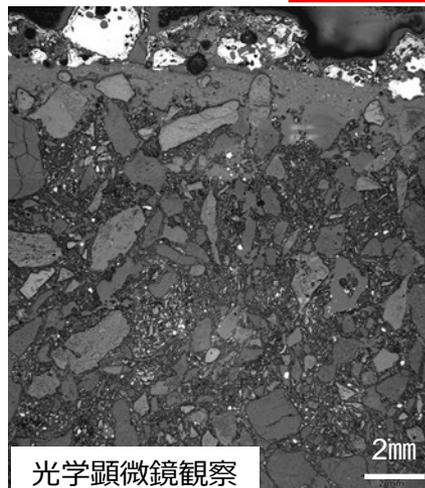
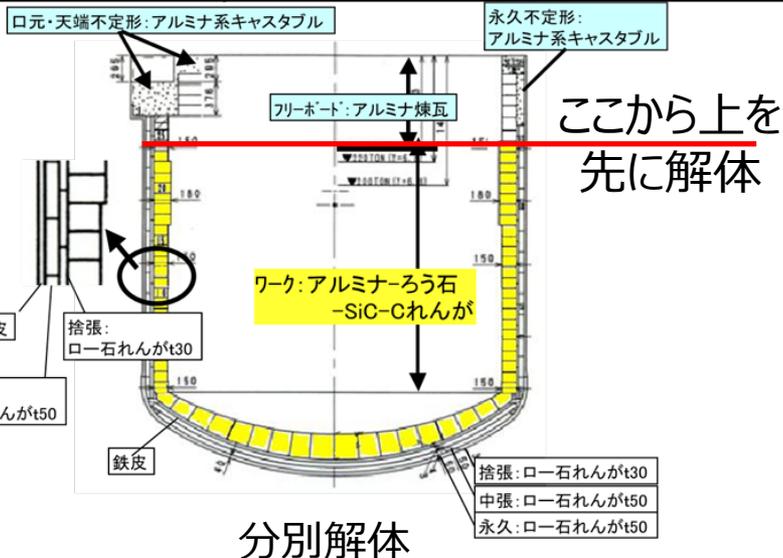
溶鉄鍋使用後耐火物

構成物	材質	分別解体
ワーク	アルミナ-ろう石-SiC-Cれんが	回収
パーマ	ろう石れんが	
フリーボード	アルミナ系れんが	先に解体
口元	アルミナ系不定形	
天端	アルミナ系不定形	
付着物	地金・スラグ	

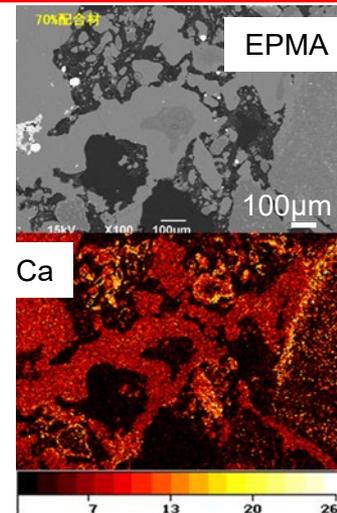
リサイクル原料70%配合れんが
ラボでは良好⇒実機では損耗大



＜使用後解析＞
マトリクス部が溶融
溶融部に不純物Ca多い
⇒分別解体以降に混入



光学顕微鏡観察



実機使用後れんが



JFE

溶銑鍋使用後耐火物の不純物混入対策

不純物混入元と対策

- ①解体屑・破碎屑の**仮置き場**⇨**地面がスラグ**
 ⇒ハンドリング改善（地面を避けて回収）
 置場整備（コンクリート舗装置場設置：京浜）
 「分別管理＋不純物混入防止」

不純物混入量を
リサイクルに問題ないレベルに抑制

- ②**粉体**として回収屑に微量混入
 ⇒回収後、破碎前に篩で粉を除去。「粒度分別」

更なる高純度化
⇒高耐用れんがへもリサイクル可能



不純物混入限界に応じた除去技術確立

地面から離れた場所を回収



福山鍋修理仮置場での回収状況



京浜屋根付リサイクルピット（コンクリート舗装）



篩（グリズリー）



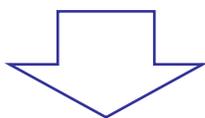
JFE

溶銑鍋リサイクルれんがの耐用安定化

耐食性の安定化

○リサイクルれんがの安定利用のため、原料のロットごとに成分分析を行い、下記の対応を実施。

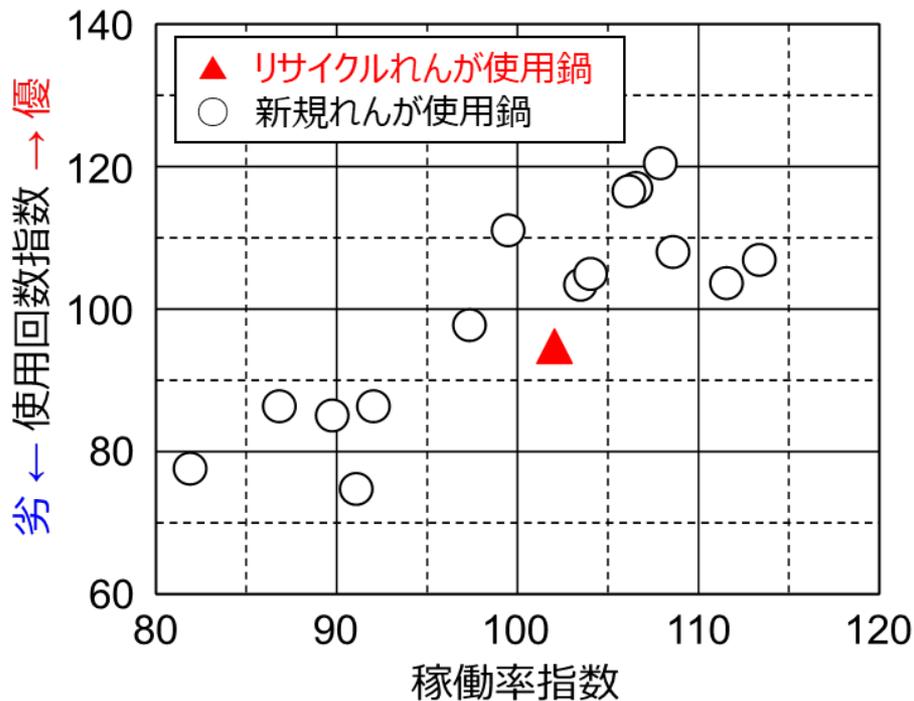
- ①れんが成分の調整
 - ・配合原料を調整し、**アルミナ成分**を一定に保つ。
- ②不純物成分の管理
 - 1mm以下の原料中不純物が耐食性に影響
 - ⇒ **必要耐食性レベル**に応じて、れんが原料中の不純物含有量を管理。



実機試験で耐用を確認

リサイクル原料70%配合のれんがを安定的に工程使用。

**国内最高配合率を達成
(世界最高レベル)**

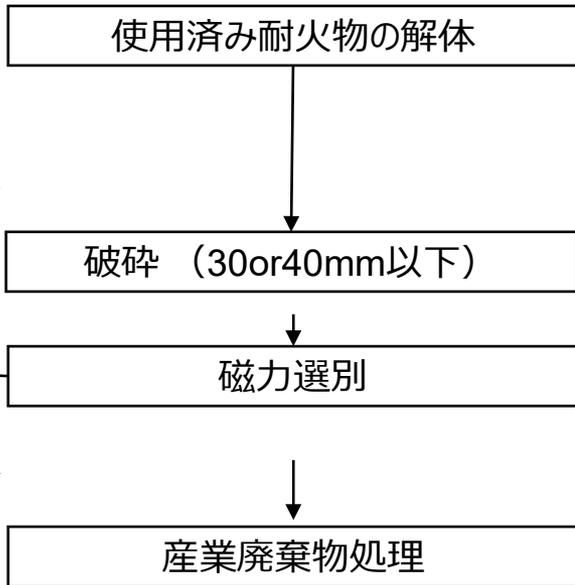


リサイクル原料70%配合れんがの実機耐用試験結果

溶銑鍋使用後耐火物の処理フロー比較

従来の溶銑鍋使用後耐火物 処理フロー

<構内>

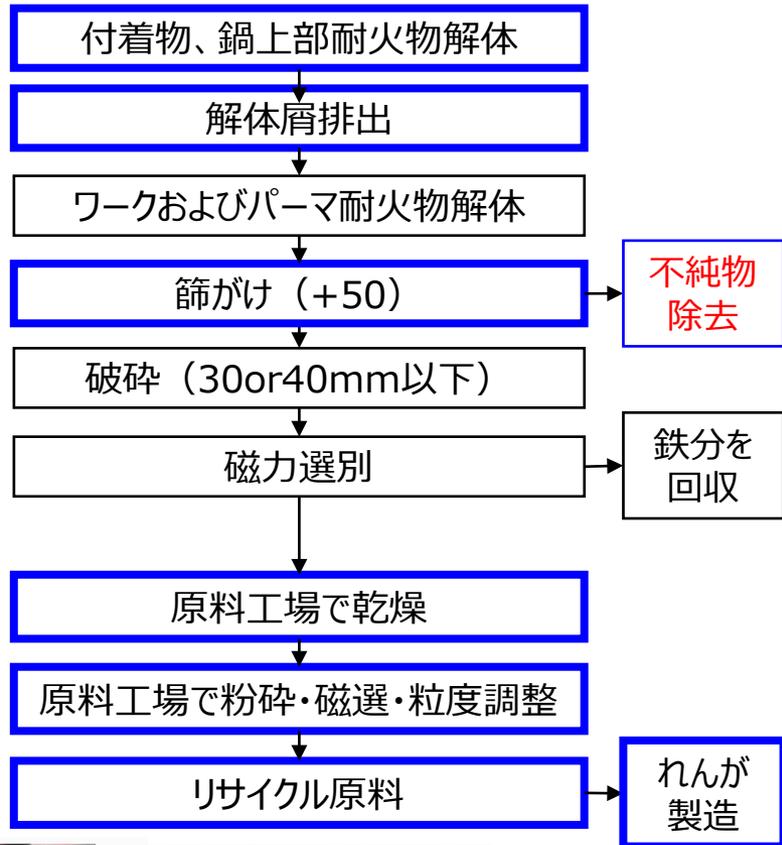


<構外>

資源循環型耐火物処理フロー

<構内>

分別
解体



<構外>



リサイクルれんが

通常れんが

資源循環型耐火物処理フローの確立で、産廃処理することなく、耐火物を原料化することが可能に。



JFE

溶銑鍋リサイクル実績とまとめ

溶銑鍋れんがリサイクル実績

リサイクル量合計 818 t /年

- ・京浜地区 150 t /年
- ・福山地区 668 t /年

※低コストリサイクルにより下記の経済的メリット発生

- ①耐火物購入コスト低減
- ②産廃処理費用低減

経済的にも持続可能なリサイクルスキームを確立

まとめ

溶銑鍋使用後耐火物のクローズドループリサイクル技術を確立

アルミナ-ろう石-SiC（炭化ケイ素）-C（黒鉛）耐火物
溶銑鍋使用後耐火物⇒溶銑鍋耐火物原料

- ・経済的な方法で不純物混入を抑制。
- ・不純物の制御ポイントを明確化（必要耐食性に合わせて不純物量を管理）
- ・リサイクル原料の成分分析により、れんが成分と不純物成分を管理
- ☆リサイクル原料配合率70%を達成。