

フジコーのライナー

1 緒言

フジコーのライナー製造の歴史は古く、昭和30年代に開発された、「鑄掛け肉盛法」にさかのぼります。本法は、多量肉盛に理想的な方法です。10mm以上の極厚のクラッド層を構成する目的で開発された高能率、かつ低コストな当社独自の複合技術です。あらかじめ母材を鋼板にて小ブロックに分割しておき、その一つ一つに所要の成分を有する熔融金属または粒状の溶接材料を注入し、炭素電極のアーケ熱により母材に融接させる複合法です。クラッド材は5%炭素・29%クロムをベースとした白銑鉄が主体で、特に高温雰囲気や土砂摩耗を受けるような部品に、極めて優れた耐用度を示します。対象商品は高炉のウェアリング・プロテクターと呼ばれるアーマープレート、焼結鉍を粉砕するクラッシングブレード・プレートなどです。特に、クラッシングブレード・プレートなどは国内外ともに独占的な実績を誇っております。

このような独創的な材料開発や施工技術を背景に、開発された商品が「ESTライナー」です。厚物で耐摩耗性に優れた、他に類を見ないライナーです。一般に厚物のライナーは鑄造一体品で製造されています。つまり、脆化を恐れて耐摩耗性を左右する炭素量は3%未満に限定されますので、耐摩耗性にはおのずと限界が生じます。これに比べESTライナーは独創的な技術開発により軟鋼材とのクラッド化を実現したため、硬化層も10mm以上と厚く、しかも5%以上の炭素量や合金成分も思いのままに添加できるので、優れた耐摩耗性が実現可能となりました。例えば、

1. 過去に鑄造一体品のライナーで破損事故を起こした。
2. 取付けボルト穴より偏摩耗を起こした経験がある。
3. 取替えにくい個所なので頻繁に工事をしたくない。
4. 取替えに長時間を要するので、この部分だけ耐用を延ばしたい。
5. 特に摩耗の激しい個所である。

このような所には、「ESTライナー」が最適です。

近年、溶接ライナーの「PLA-Tect」、溶射ライナーの「シュールプレート」を相次ぎ開発し、複合ライナーの総合メーカーを目指す当社は商品のラインナップを取り揃えております。

溶接ライナーPLA-Tectは軟鋼ベース板の上に溶接により特殊硬化肉盛を施したライナーです。当社は長年に亘り、溶材の開発から製造までを行って来ております。その背景

のもとに「PLA-Tect」に使用する特殊溶接材料も開発しましたので、アブレーション、エロージョン摩耗に優れた効果を発揮します。また厚みを15mm以下にすることで大幅な軽量化が図れ、持ち運びや取替作業に大変便利です。また曲げ加工も可能で必要に応じたサイズが自由に選択できるので、製品への適用も可能です。

溶射ライナーのシュールプレートは厚さ4.5mmの軟鋼板上に硬化層2mmをクラッドした極薄のライナーです。成分系は前述したライナーとは違いNi-Cr系であるため、より高いレベルの耐熱性とSUS316を凌ぐ耐食性を兼ね備えた耐摩耗複合ライナーとなっています。

一つの設備を考えた時、設備の全体が均一に摩耗することはあり得ません。よって、同一寸法・同一材質のライナーを全面に使用するのではなく、摩耗の程度に応じたグレードのライナーを選定することが、取替え頻度を少なくし、効果的なメンテナンスが実現でき、更に、使用者の大幅な経費節減を可能にします。当社は、このようなニーズに耐えうる、あらゆるライナーを提供することが出来ます。またライナーの提供のみではなく、当社の特徴は、全国の製鉄所に事業所を持ちメンテナンス業務を展開しているため、定修前の取替え部のチェックから始まり、ライナーの選定、準備そして定休日当日の取り替えまで一貫した責任施工が出来ます。また本年10月からは、全国3ヶ所の供給基地に在庫を置き、短納期対応が可能になります。このようなことは、当社のみが出来ることと自負しております。

当社ライナーの、歴史と商品の概要について述べましたが、以下に、各ライナー毎に行った摩耗試験結果、使用実績など詳細に紹介致します。

2 商品構成

製鉄、セメント、石炭火力、鉍山、土木などにおける多量の鉍石原料、セラミック原料を処理する設備において、高クロム鑄鉄などの鑄造品、肉盛溶接品などの各種ライナーが使用されています。複合ライナーの総合メーカーである当社は、長年にわたる各種クラッド技術を駆使してあらゆるニーズに対応出来る複合ライナーを取り揃えております。以下に示すような基本コンセプトで対応を図っております。

- ① 大判サイズのライナーなので各種要望に応じたサイズを提供出来ます。
- ② 全国3ヶ所の供給基地に在庫を持ち短納期対応が可能

表-1 ライナー商品構成

区分	名称	サイズ	厚み (母材+硬化層)	成分系	特長
複合鋳造	EST-1	900×1800	25 (9+16)	高C-高Cr	耐熱耐摩耗 厚い硬化層
	EST-2		30 (12+18)		
	EST- α				
溶接	PLA-Tect 1	400×1000~	7.5 (4.5+3)	高C-高Cr	耐熱耐摩耗 軽量
	PLA-Tect 2		12 (6+6)		
溶射	シュールプレートA	100×1000~	6.5 (4.5+2)	Ni-Cr系	耐熱耐摩耗 耐食・極薄
	シュールプレートB	300×1000		Ni-Cr-WC系	

であります。

- ③ 全てのライナーは軟鋼材とのクラッドのため、設備への取付けが簡単で必要に応じてボルト取付けや溶接止めが選択可能です。
- ④ 硬化層も厚み18mm～2mmまで幅広い範囲の中から選択出来ます。
- 商品構成一覧を表-1に示します。また各々のライナーの詳細については各項目で述べます。

3 耐摩耗性の評価試験

各種ライナーの耐摩耗性はエンドレスエメリー摩耗試験により評価しました。同一条件の試験結果なので、色々な材質との比較ができ、ライナー選定時の参考になります。

表-2 エンドレスエメリー摩耗試験条件

試験機	エンドレスエメリー摩耗試験機
荷重	3,100 g
速度	240m/min
ベルト粗さ	#40 (SiC)
試験時間	2時間
試験片サイズ	50mm×50mm

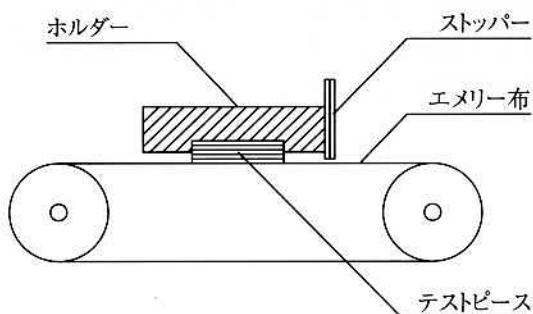


図-1 エンドレスエメリー摩耗試験機概略図

4 ESTライナー

ESTライナーは当社が開発した特殊鋳造方式(クイックスプレッド方式)による大型サイズ(900mm×1800mm)の高Cr鋳鉄と軟鋼材との複合鋳造ライナーです。厚みは表-3に示すようにトータル厚さとして30mm(高Cr鋳鉄層:18mm、鋼板:12mm)及び25mm(高Cr鋳鉄層:16mm、鋼板9mm)の2種類で、その構造から耐摩耗性と耐衝撃性を兼備した高耐久性を有しています。

表-3 ESTライナーの厚み (mm)

ライナー総厚さ	30	25
高Cr鋳鉄層	18	16
鋼板 (SS400)	12	9

特 徴

① 銘柄と材質特性

ESTライナーは耐摩耗性を追求したEST-1、EST-2と高耐衝撃耐摩耗性を有するEST- α の3種類があります。表-4に組成と硬さを示します。

② ミクロ組織

ESTライナーのミクロ組織を図-2～図-4に示します。図-2 (EST-1) 図-3 (EST-2) はマルテンサイト基地組織中に多量のクロム及びその他高硬度炭化物を晶析させた材質であります。また熱処理(焼入れ・焼戻し)を施すことによって炭化物を支える基地組織の強化が図られ炭化物が欠落しにくいことも特徴の一つになっています。図-4 (EST- α) はマルテンサイトの基地中に微量な残留オーステナイト相が見られ、多量のMC炭化物が観察されます。

表-4 化学成分と硬さ

銘柄	化学成分						硬さ (HS)
	C	Cr	Ni	特殊元素X	特殊元素Y	特殊元素Z	
EST-1	4.0~5.0	25~30	—	0.5~2.0	0.5~2.0	—	85±5
EST-2	4.5~5.5	25~30	—	0.5~2.0	3.0~7.0	3.0~7.0	90±5
EST-α	3.0~4.0	15~25	0.5~3.0	2.0~6.0	3.0~7.0	3.0~7.0	90±5

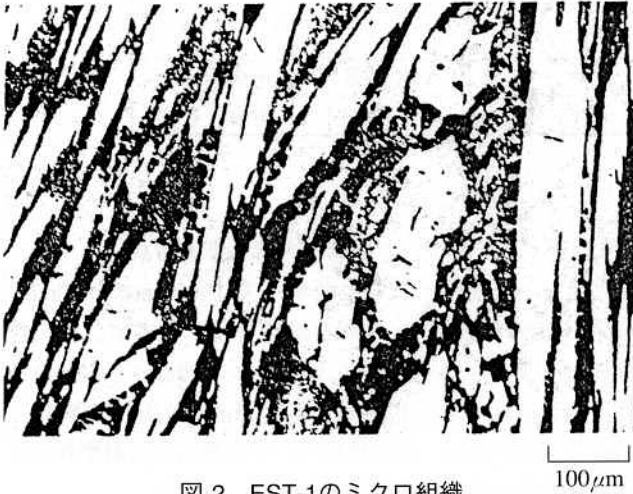


図-2 EST-1のマイクロ組織

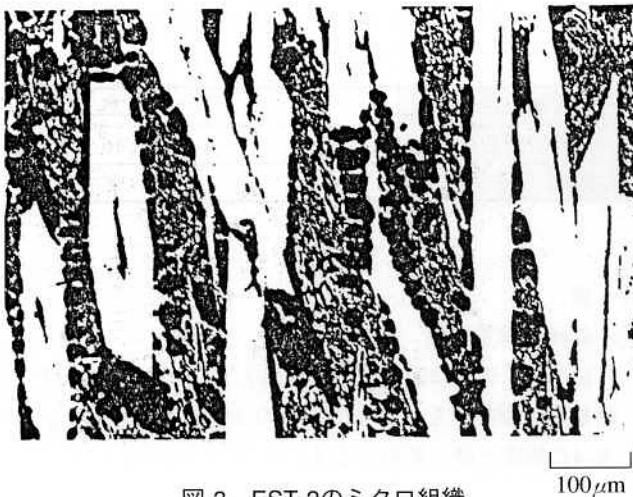


図-3 EST-2のマイクロ組織

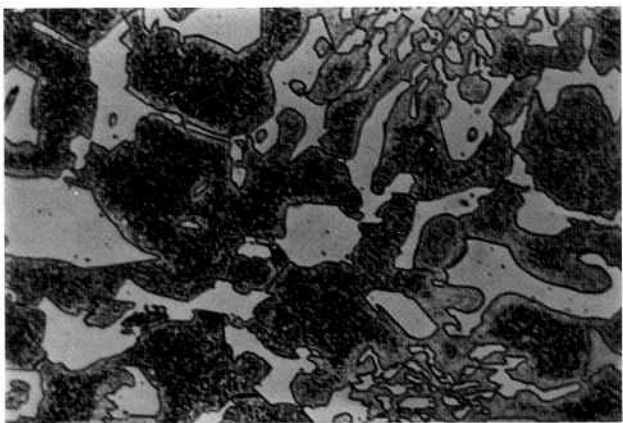


図-4 EST-αのマイクロ組織

③ 耐摩耗性

表-5 エンドレスエメリー摩耗試験結果

試験材	摩耗減量 (g)
EST-1	0.27
EST-2	0.22
EST-α	0.17
SCMnH-11	0.97
高Cr鋳鉄従来材 (2.9C-18Cr)	0.55
他社高Cr鋳鉄材A	0.50
他社高Cr鋳鉄材B	0.38

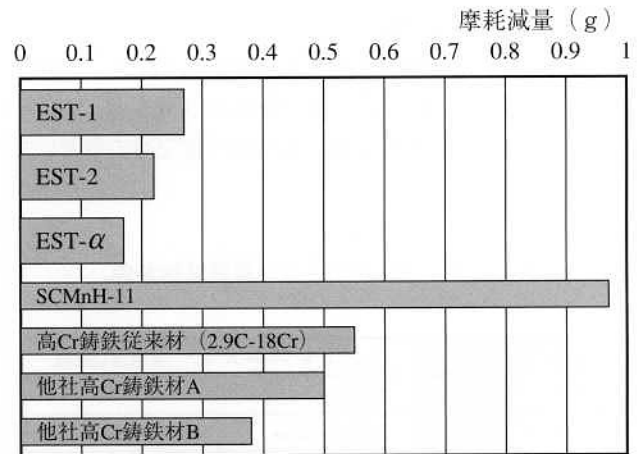


図-5 エンドレスエメリー摩耗試験結果

④ 耐衝撃摩耗性

耐衝撃摩耗用に開発されたEST-αを評価するためにEST-2、13Mn材との比較をインペラー回転式ショットブラスト試験機にて行いました。

表-6 試験条件

試験機	インペラー回転式ショットブラスト試験機
投射速度	63m/s (227km/h)
投射材	#170スチールグリット
サンプル形状	90mm×90mm×30mm
試験角度	40°(サンプル表面と投射方向の角度)
試験時間	30分

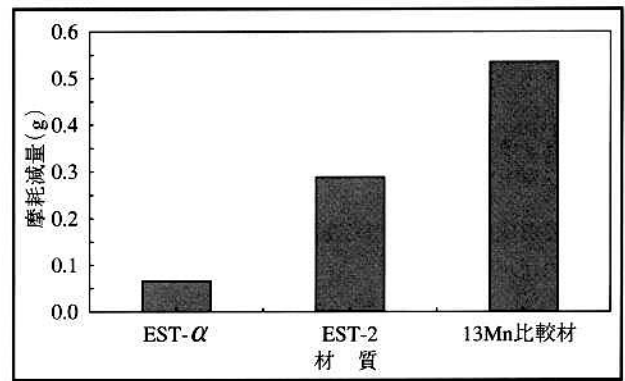


図-6 インペラー回転式ショットブラスト試験結果

使用例

① 原料荷揚げ用連続式アンローダー

連続式アンローダー用ライナーは重量とバランスの観点より12mm~15mmの高Cr鑄鉄系の溶接ライナーを主体とした設計になっています。しかし常時原料が当る個所は溶接ライナーでは十分な耐久性を確保することが出来ないためESTライナーが採用されています。

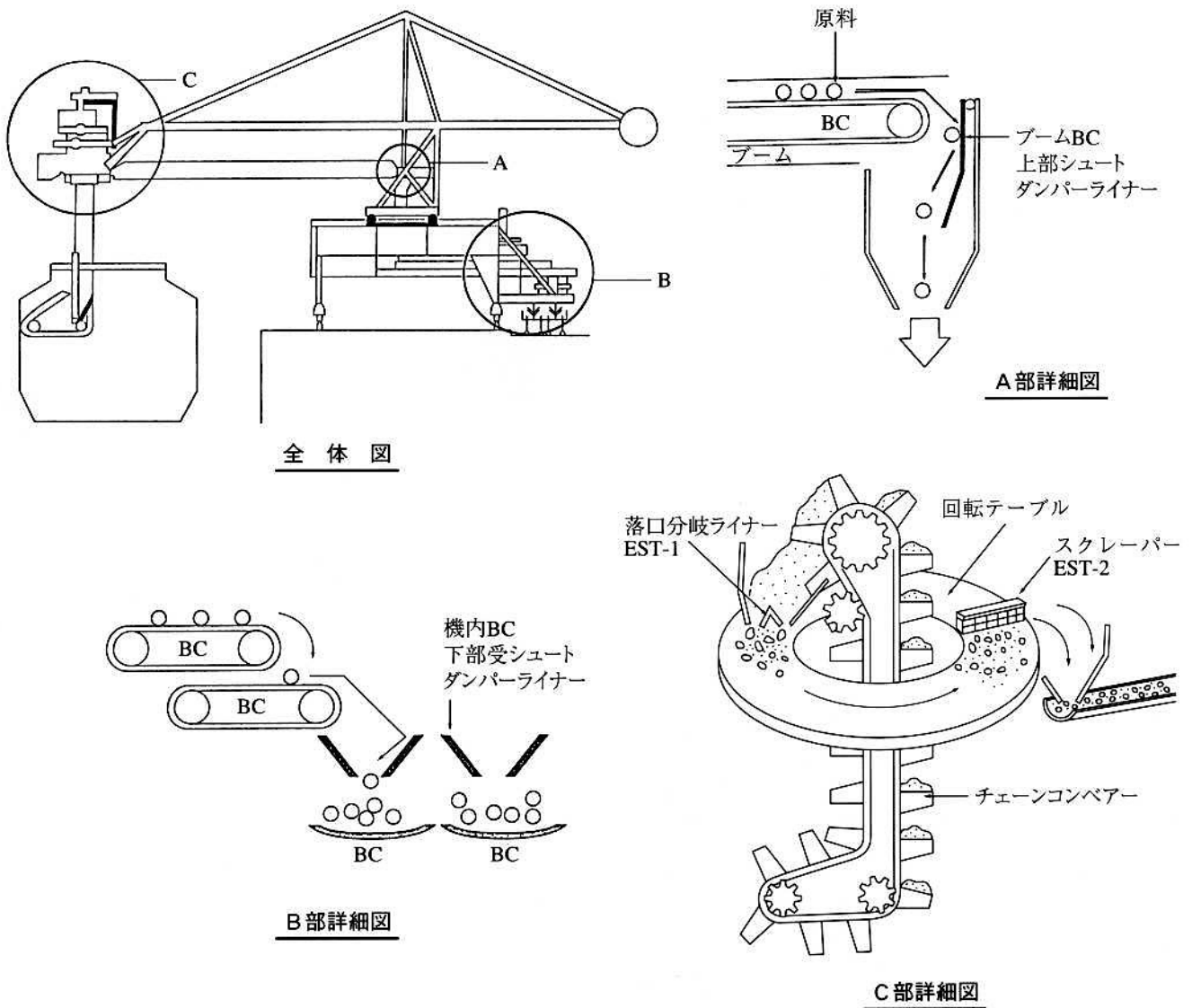


図-7 連続式アンローダーにおけるESTライナー取付け位置

- (1) ブームBC上部シュートダンパーライナー
 使用環境：鉱石が1～2m落下する苛酷な衝撃摩耗環境
 ライナーサイズ：300×400×25mm
 材質：EST-2
 使用成績：下記の使用成績となっています

表-7 使用成績

種類	耐用期間
他社製溶接ライナー	2ヶ月
EST-2	17ヶ月

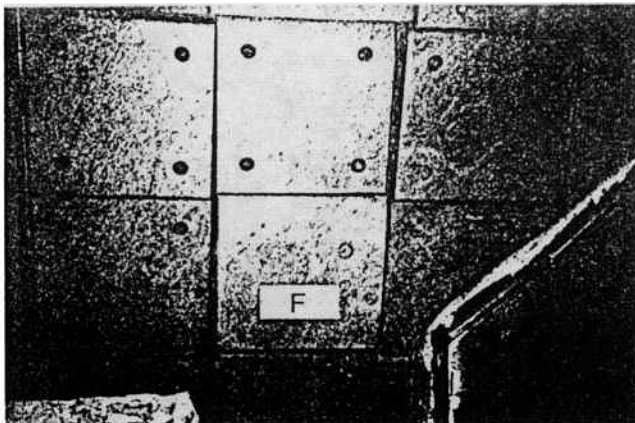
- (2) 機内BC下部受けシュートダンパーライナー
 使用環境：上部から逆ハの字型で5～6m落下してくる鉱石を受け止める部分のライナー
 ライナーサイズ：300×376×25mm他
 材質：EST-2
 使用成績：下記の使用成績となっています

表-8 使用成績

種類	耐用期間
他社製溶接ライナー	2ヶ月
EST-2	12ヶ月

- (3) その他
 落口の分岐ライナー (EST-1)、回転テーブル上にあるスクレーパーで好成績を挙げています。

- ② 焼結機排鉱部ケーシングライナー
 一次クラッシャーによって粉砕された鉄鉱石(約800℃)で激しい土砂摩耗を受ける個所です。取付け後260日で1.5mmの摩耗量で従来品と比較し格段の耐用UPとなっています。



F: ESTライナー

図-8 ケーシングライナー使用状況

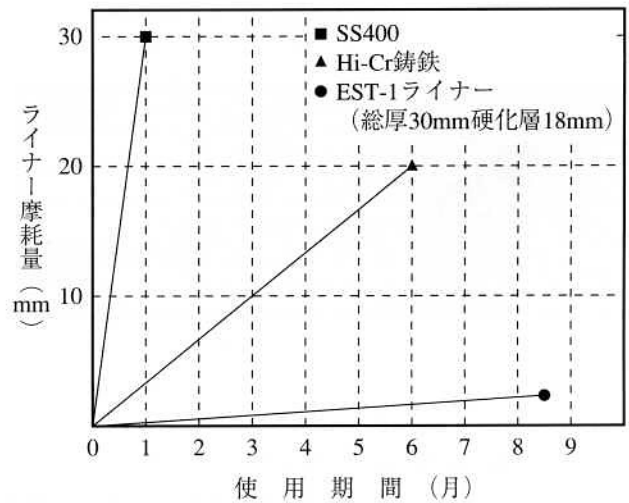


図-9 耐用状況の経過

- ③ クリンカークーラーグリズリーバー
 グリズリーバーは約150℃程度のクリンカー塊を粉砕するハンマークラッシャー前方の位置に設置されたセメント原料の選別シュートライナーです。ライナーはクリンカー塊の衝突による激しい衝撃や原料通過時のアブレーション摩耗を受けます。

耐用はS25C (丸鋼) の18倍、SUS304の約6倍です。また歪などによる施工上の問題のある肉盛溶接品と比較した場合でも製作コスト、耐用面で非常に良好です。

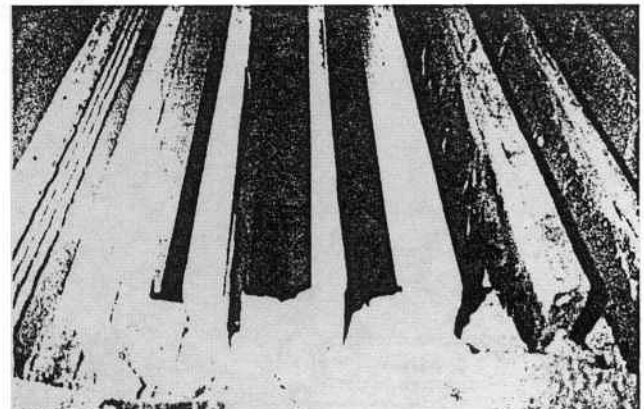


図-10 グリズリーバーの使用状況

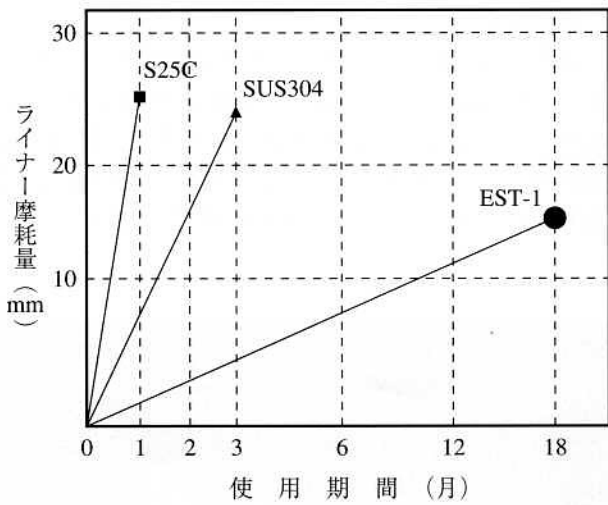


図-11 耐用状況の経過

② 高温硬さ

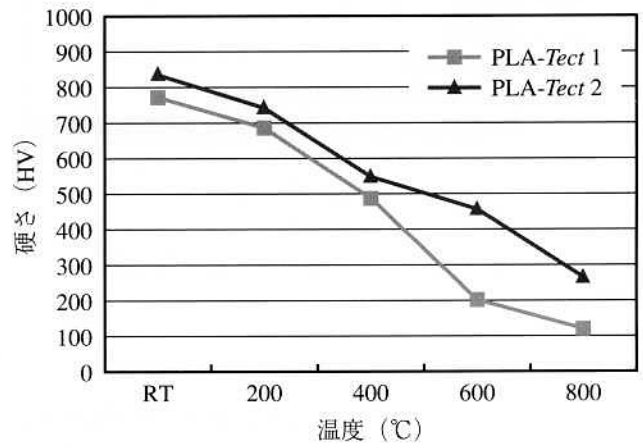


図-12 高温硬さ (HV)

5 PLA-Tect

PLA-Tectは軟鋼ベース板の上に溶接により特殊硬化肉盛を施したクラッドライナーです。

特 徴

- * 硬化肉盛層は高炭素、高Cr鋳鉄系をベースに複合炭化物を多量に晶出させているのでアブレーション、エロージョン摩耗に優れた効果を発揮します。
- * 厚みを15mm以下にすることで鋳造一体品と比べ大幅な軽量化が図れ持ち運びや取替作業に大変便利です。
- * ライナーの表面性状は凹凸が少なくなめらかで、原料の付着などがありません。
- * 鋳造品と異なり金型の必要はなく任意のサイズが自由に選べます。
- * 最小半径150mmまでの内曲げ加工が可能で製品への適用も出来ます。

(ベース板9mm+硬化層6mmの場合)

③ ミクロ組織



図-13 PLA-Tect 2のミクロ組織 (×400)

① 種 類

表-9 PLA-Tectの種類

銘柄	成分系	硬さ (HV)	厚み	
			ベース板	硬化層
PLA-Tect 1	高Cr鋳鉄系	772	9	6
PLA-Tect 2	高Cr鋳鉄系+複合炭化物	835	4.5	3

④ 耐摩耗性

表-10 エンドレスエメリー試験結果

試験材	摩耗減量(g)
SS400	16.971
S55C焼入れ	1.226
他社1	0.460
他社2	0.299
他社3	0.267
PLA-Tect 1	0.309
PLA-Tect 2	0.171

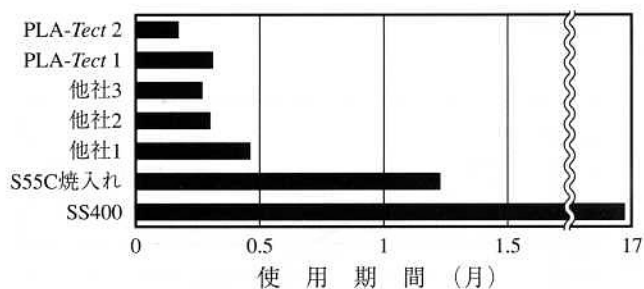


図-14 エンドレスエメリー摩耗試験結果

使用例

① 製鉄地区焼結ウインドレグ内面ライナー

高温になった焼結鉱をバレットに乗せて粉砕機へと送る過程で下部より吸引するためウインドレグ内面は熱風とバレットの隙間から落ちてくる高温になった焼結鉱により摩耗します。そこでウインドレグを製缶構造体で製作し、摩耗を受ける内面半分に溶接ライナーを採用し大幅な寿命延長が図られています。

PLA-Tect 2で軟鋼材 9mm硬化層 6mmで製作。



図-15 ウインドレグの製品外観

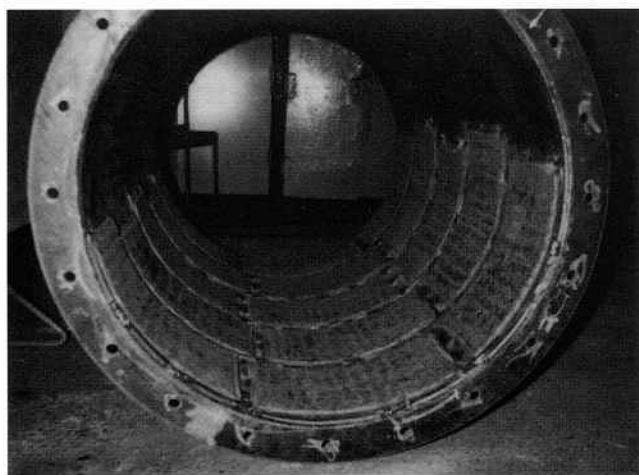


図-16 ウインドレグの製品内面

② 高炉節用グリズリーバー

高炉に装入前の焼結鉱やコークスはグリズリーバーによって粒度調整します。このため激しいアブレーション摩耗をうけます。従来マルテンサイト系の硬化肉盛 (HS70) で処理量45万トンのものが、PLA-Tect 2 (硬化層 6mm) で100万トン以上の耐用が得られました。



図-17 グリズリーバーの使用状況

③ 高炉水砕バンド管内面ライナー

水と粉砕された高炉砕で配管中のバンド管は激しい摩耗にさらされます。また配管の内面であるので点検しにくい水漏れを起こすトラブルもありました。400Aのバンド管と前後の配管内面にPLA-Tect 1 (硬化層 3mm) を取り付け、従来 (硬化層なし) 半年の耐用が1.5年に延長しました。

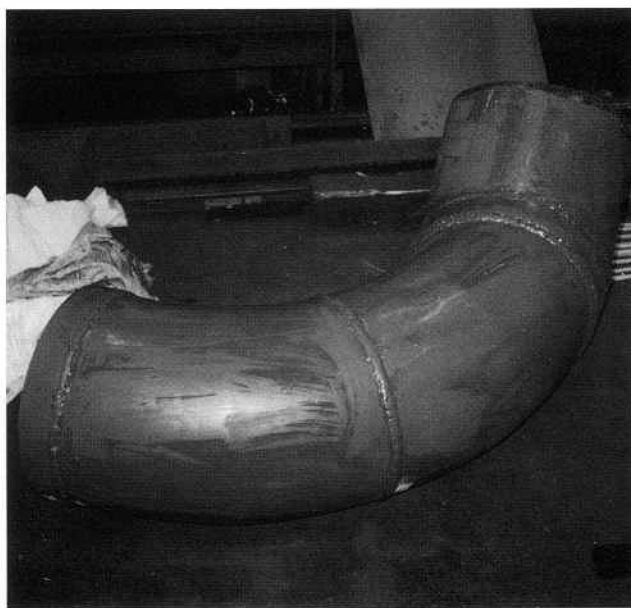


図-18 水砕バンド管の製品外観



図-19 水砕ベンド管の製品内面

- ④ 原料ホッパーライナー
 サイズ：400×400（母材9mm+硬化層6mm）
 材質：PLA-Tect 2
 従来材：高張力鋼
 耐用：従来4～6ヶ月が2～3年に延長

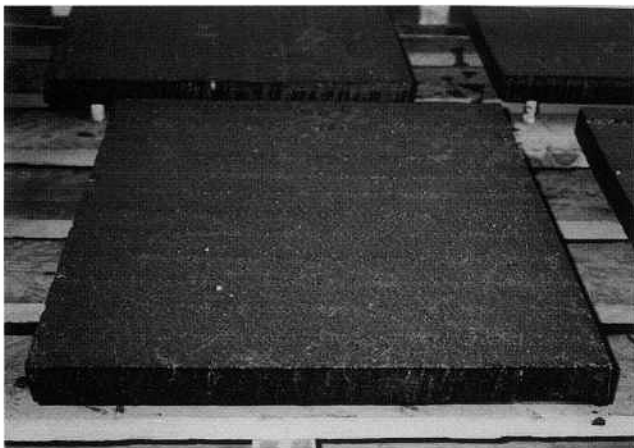


図-20 ホッパーライナーの製品外観

6 シュールプレート（溶射ライナー）

極薄タイプの溶射ライナー「シュールプレート」は靱性の高いSS400鋼板、厚さ4.5mm母材上に厚さ約2mmの耐熱、耐摩耗、耐腐食に優れた溶射硬化層をクラッドしたライナーです。

特徴

- ① 極薄・軽量
 6.5mm 100×1000mm 重さ約5kg
- ② 銘柄
 シュールプレートA Ni-Cr系
 シュールプレートB Ni-Cr-WC系
- ③ 耐摩耗性
 下記の使用成績となっています

表-11 エンドレスエメリー摩耗試験結果

試験材	摩耗減量 (g)
シュールプレートA	0.38
シュールプレートB	0.06
高Cr铸铁2.9C-18C	0.55
SUS-304	11.96
硬質クロムメッキ	1.04
SS400	16.97

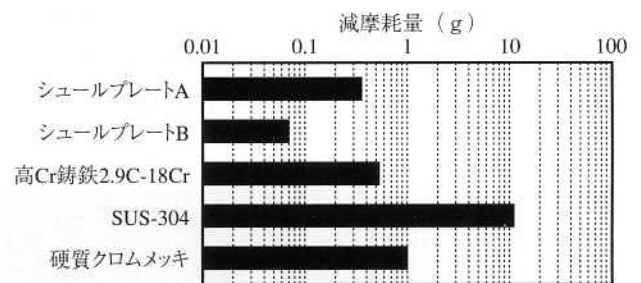


図-21 エンドレスエメリー摩耗試験結果

- ④ 耐腐食性
 SUS316を凌ぐ耐腐食性を有しています。
- ⑤ 加工性
 ガス、プラズマ、高速カッターによる切断可能
 溶接取付け、つなぎ溶接可能
 最小径φ100までの内曲げ可能
- ⑥ 商品サイズ
 下記の規格サイズ（mm）を準備しています。

表-12 シュールプレートの商品サイズ

幅	長さ	厚み
100	1000	6.5
200	1000	6.5
300	1000	6.5

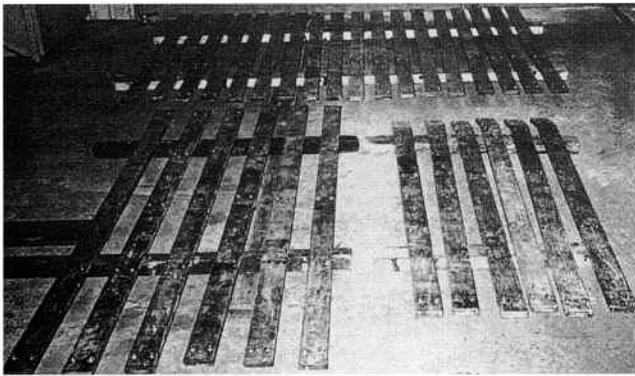


図-22 搬送用チェーンガイドライナー製品外観

使用例

① 搬送用チェーンガイドライナー

ビレット、大形鋼、棒鋼などをチェーンにて搬送するラインにおいてチェーンと接触するチェーンガイドライナーはチェーンの摺動により摩耗します。ガイドライナーの摩耗によりチェーンに負荷がかかりチェーンの切断、モーターの過負荷などが発生し、トラブルの原因となります。

このライナーにシュールプレートAを用いることにより、これらのトラブルを未然に防止し、ガイドライナーの寿命延長を可能にしました。更に摩擦係数が小さいため（滑りやすい）チェーンそのものも摩耗しにくくなりました。

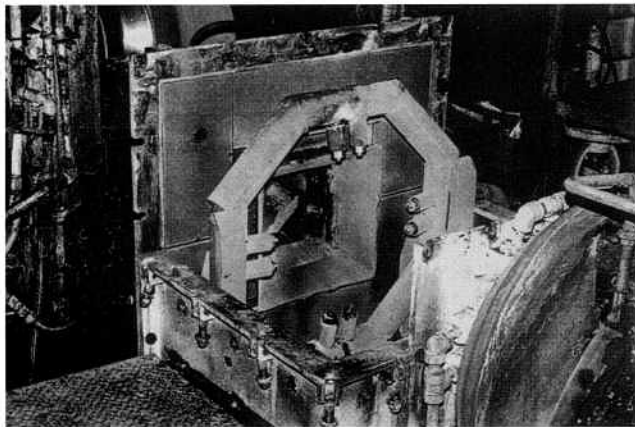


図-23 使用状況

② 棒鋼デスケーリング装置カバー

熱延鋼板、大形鋼、棒鋼などのデスケーリング装置はノズルより高圧水を噴射させ製品表面の酸化スケールを除去する装置であり、その水圧は数100kg/cm²と高圧であり、高速、高圧にて飛散する水及び酸化スケールを防御するために設けられた鋼板製カバーはこれらにより激しいエロージョンを受け、水による腐食と相俟って加速度的に摩耗します。

この鋼板製飛散防止カバー内壁にシュールプレートAを取付けて大幅な寿命延長が可能になりました。

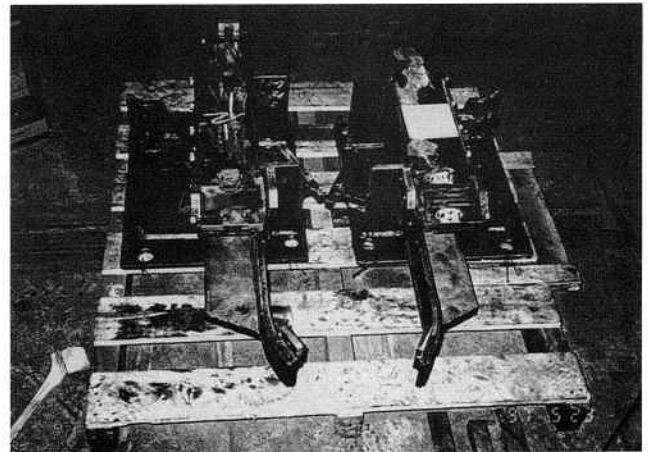


図-24 サイドトリマーシュート製品外観

③ サイドトリマーシュートライナー

冷延などのラインで各板材の幅寸法の調整のためにサイドトリマー（板材の耳切り落とし）が設備されています。本設備では切り落とされた各鋼種の廃棄端材がシュートを通過し、巻き取られて廃棄されます。

シュートは桶状の製缶構造体で製作されるため、直接的な製缶シュートへの溶接や溶射施工が寸法精度確保の上から非常に難題です。また耐摩耗を重視した材料でも割れがあれば極小、鋭角な廃棄端材が差し込んでシュート内に堆積されトラブルとなります。そこでシュールプレートBと特殊溶射を用いて割れやプレート間に隙間のない耐摩耗シュートを製作し、好評を得ています。

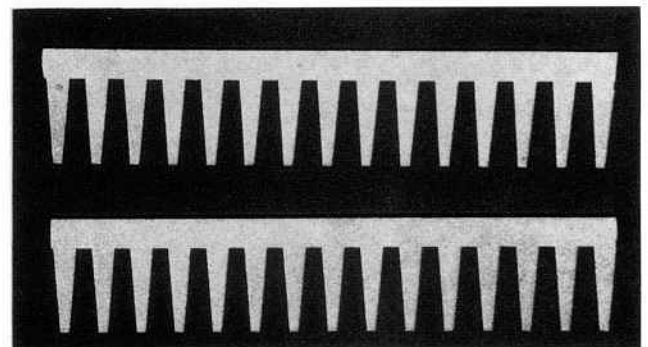


図-25 焼結原料用櫛歯製品外観

④ 焼結原料用櫛歯

製鉄の製鉄原料地区（焼結）では、多量の鉱石原料を粉碎・成形・造粒し高炉地区へ供給しています。高炉操業での安定操業かつ効率化のために供給される原料は各種篩を通過して粒度調整された均一形状の鉱石原料として高炉で溶融還元されます。

当社では焼結地区にて使用される櫛歯をシュールプレートAを写真のように加工して供給しています。また原料粒度調整や配合・混練などに用いられる篩、スクリーンなども製作しています。