

## 焼結主排風高層煙突のライニング更新

## Renewal of Chimney Lining for Sintering Waste Gas

新日本製鐵(株)八幡製鐵所 中下裕彦\*

## 1. 緒言

戸畑第3焼結(以下、略称3DL)主排風煙突は、昭和45年8月稼働以来、20年以上も焼結主排ガスによる過酷な酸腐食条件下で通風され、老朽化が進行している。近年、ライニング材であるブロック組立構造のフォームガラスの目地材及び耐酸接着材の劣化により、フォームガラスの部分剥離・脱落が目立ち始め、筒身内面が酸腐食により急速に減肉し始めてきた。このため、遊休筒身(旧1, 2DL用)を鉄皮補修及び内面ライニング材の更新等により復旧し、平成4年10月の3DLの大修繕(7日)を利用して、煙道のルート変更により使用筒身を切り替えた。本文では、これらの対策内容と工事方法について報告する。

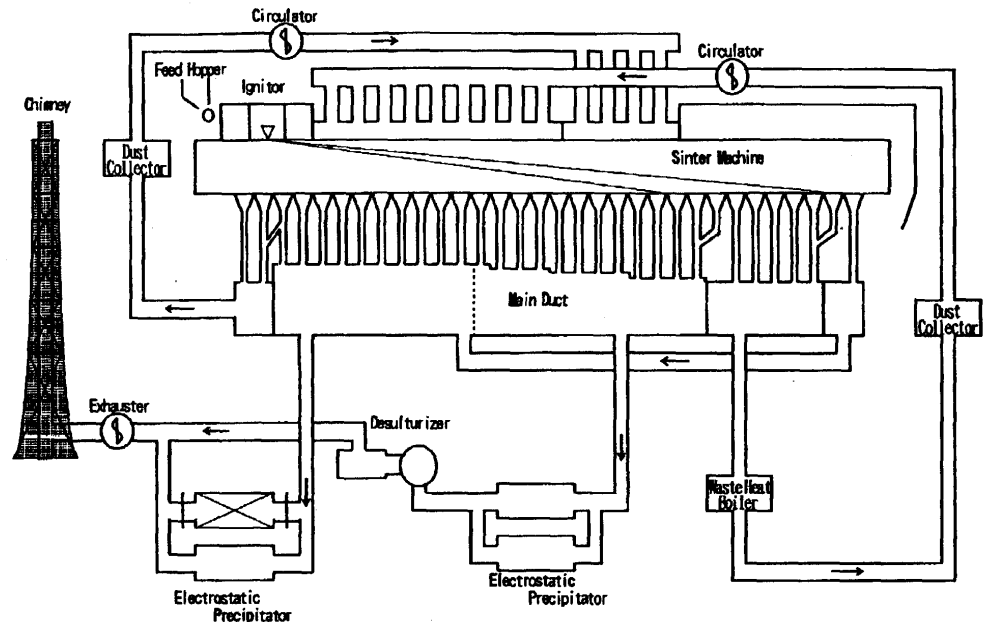


Fig. 1. Sintering waste gas flow of No.3DL in TOBATA.

## 2. 設備概要

Table 1及び Fig. 2に本煙突の設備概要を示す。尚、1, 2DLは昭和51年に休止、4DLは将来構想用で、筒身は設置していない。

Table 1. Specifications of chimney.

	Before	After
Form	Supported Stack	—
Construction	Nozzle:3(set) Cylinder:2	Nozzle:1(independence) Cylinder:2
Building Time	1970.8	1992.10
Height	Nozzle:202m Tower :190m	—
Cylinder Diameter	ID 5.6m	—
Cylinder Thickness	0.006 ~ 0.016m	—
Cylinder Material	YAW-TEN 41	—
Lining Material	Foam-Glass □0.3 × t=0.06m	Glass-Flake Resin t=0.002m
Gas Volume	$1 \times 10^6 \text{ Nm}^3/\text{H}$	$0.7 \times 10^6 \text{ Nm}^3/\text{H}$
Gas Temperature	170 °C under	130 °C under

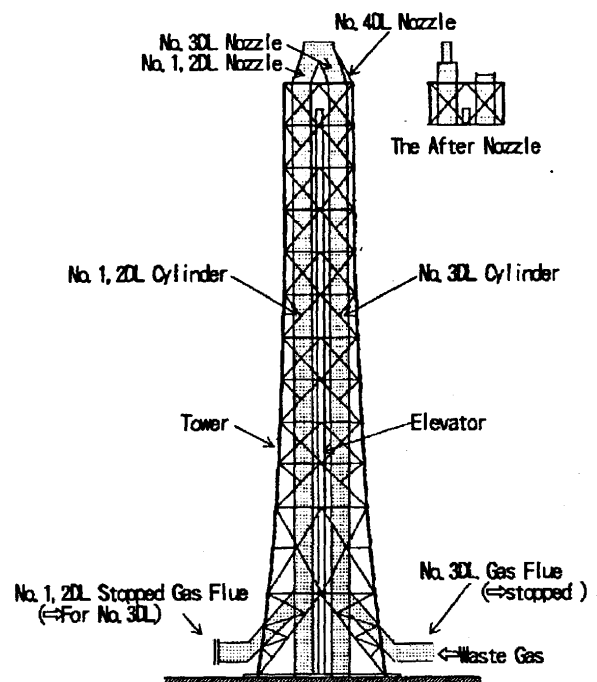


Fig. 2. Outline.

平成6年5月9日受付 (Received on May 9, 1994)

\* Hirohiko Nakashita (Yawata Works, Nippon Steel Corp., 1-1 Tobihata-cho Tobata-ku Kitakyushu 804)

### 3. 鉄皮・ライニングの劣化状況

先ず、鉄皮については、定期的に板厚を筒身外面から超音波厚み計で管理してきた。又、必要に応じてコアサンプリングなどで実測管理してきた。その結果、フォームガラスが剥離し始めたと推定される昭和60年頃までは殆ど減肉がなかったが、それ以降は減肉スピードが0.2~0.3 mm/年と急速に腐食が進行していることが判明した。

次に、フォームガラスについては、3 DL大修繕等を利用してゴンドラを設置し、目視点検等を行ってきた。更に近年、サーマルビデオカメラを用いて煙突外部から平常日に筒身鉄皮温度を測定し、フォームガラス有無での鉄皮温度計算値と比較することで、フォームガラスの剥離状況を把握した。その結果、30~40%が剥離ないしは目地が損傷していることが判明した。

この為、抜本的な鉄皮補修及び内面ライニング材の更新を計画した。

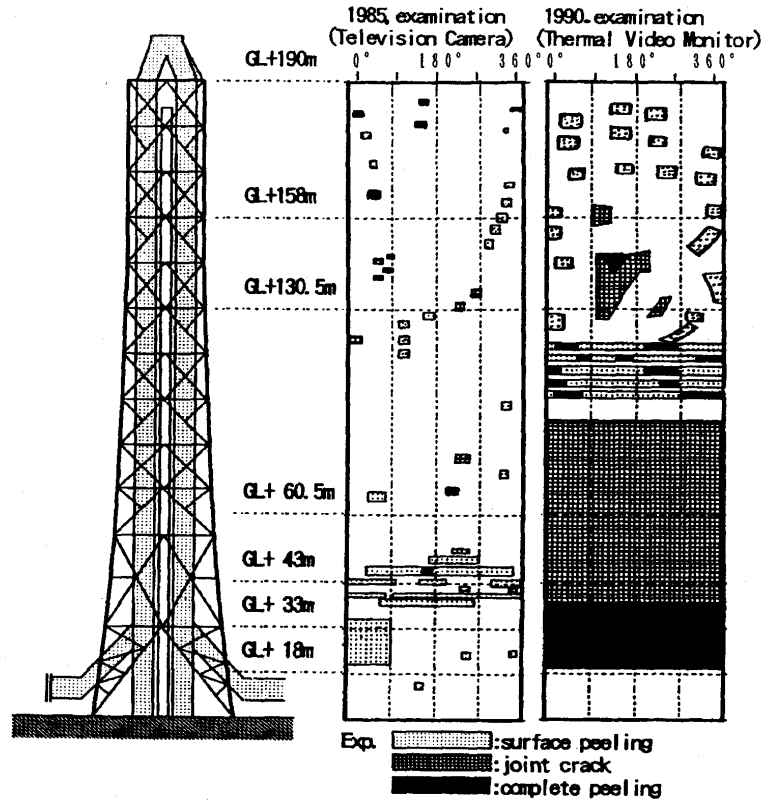


Fig. 3. Peeling development of foam glass.

### 4. 設備対策概要

3 DL用筒身は、稼働率が高く工事のために長期間の休止がとれないので、同煙突の旧1, 2 DL用遊休筒身を事前に復旧し、長期設備休止が必要な煙道の切替え工事を、平成4年10月の3 DLの大修繕(7日)に同調させ、3 DL用筒身と切替えた。以下に、今回工事の概要を述べる。

筒身については、旧1, 2 DL用も劣化が顕著な為、筒身鉄皮を補修後、内面ライニングを更新し、3 DL用は保存対策として塗装のみ実施した。ノズルについては、腐食が最も進行しており、旧1, 2 DL用のみ1本自立型に更新し、他は使用計画がないので撤去した。煙道については、使用筒身切替えに伴いルート変更を実施し、新設部分は筒身と同様なライニングを施工し、既設は流用した。又、煙突全般について、塗装の塗り替えを実施し、航空法の改正を機に、新規デザイン及び色彩で景観を一新した。

### 5. 筒身内面ライニング仕様について

#### 5.1 内面ライニング材の選定

筒身内面ライニング材については、従来の一般的なキャストブルは、本煙突がライニング重量の比較的軽いフォームガラスで設計されている為、筒身強度上で施工が不可能である。又、既設のフォームガラスは長期間使用した場合に剥離脱落等の問題を生じる為適正でない。従って本工事に当たっては、Table 2に示すように種々の面で優れているフレックライニング(ガラスフレック入り樹脂ライニング)を採用した。

更に、フレックライニングであれば、既設のフォームガラスよりも全重量が軽い為、板厚の管理限界値に対して優位な方向に作用す

Table 2. Lining material comparison.

Lining Material		Castable (commonly)	Foam glass (existing)	Flake lining (adoption)
Item				
Specifications	1. Specific Gravity	2.0	0.15	1.4
	2. Thickness (m)	0.06	0.06	0.002
	3. Total Weight(kg)	426,000	32,000	10,000
	4. Way of Sticking	Stud Gunning	Adhesives BlockPattern	Troweling and Spraying
	5. Heat Resist. temp	500 °C	180 °C	150 °C
Comparison	1. Cylinder Load	×	○	◎
	2. Bond Strength	△	△	○
	3. Heat Resistance	◎	○	△
	4. Acid Resistance	○	○	◎
	5. Gas Penetration	△	△ (Joint)	○
	6. Repair	○	○	○
	7. Construction Period	○	○	○
	8. Investment	○	○	○
Valuation		△	△	○

◎ : good ○ : not bad △ : not good × : bad

る。

5・2 フレークライニング仕様

フレークライニングは、耐酸腐食用等のライニング材として広く知られ、戸畑3DLでも脱硫設備や電気集塵機などに使用されており、多くの実績がある。煙突に採用するに当たって、フレークライニング樹脂は、排ガス温度の変動を考慮して、耐熱性の最も優れているノボラック系ビニルエステルを選定した。耐熱温度は150℃であり、昭和63年8月の脱硫設備設置・平成4年10月の排ガス循環操業開始により排ガス温度が低下した為、特に問題は無くなった。又、コーナーや段付き部等は、摩耗や熱衝撃及び変形等を考慮して、FRP(Fiberglass Reinforced Plastics)などで補強し、特に摩耗条件の厳しい筒身の煙道継ぎみ部は、フレークライニング表面にステンレス製の衝突防止板を設置した。尚、フレークライニングの各層は稼働後の摩耗管理の為に色を変えた。

Table 3. Specifications of flake lining.

Generally Parts	Straight Cylinder and Gas Flue Total Thickness : 0.002m																																		
Reinforcing Parts	Corner of Gas Flue, Nozzle Point, Manhole, Measuringhole, Welds etc Total Thickness : 0.002 ~ 0.004m																																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Sign</th> <th>Name</th> <th>Thickness</th> <th>Color</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>Primer</td> <td><math>0.06 \times 10^{-3} \text{m/ply} \times 1 \text{ply}</math></td> <td>Red</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>Intermediate Coat</td> <td><math>1.00 \times 10^{-3} \text{m/ply} \times 1 \text{ply}</math></td> <td>Light Green</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>Over Coat</td> <td><math>1.00 \times 10^{-3} \text{m/ply} \times 1 \text{ply}</math></td> <td>White</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>Top Coat</td> <td><math>0.08 \times 10^{-3} \text{m/ply} \times 1 \text{ply}</math></td> <td>Gray</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>FRP(abrasion resistance)</td> <td><math>1.00 \times 10^{-3} \text{m/ply} \times 1 \text{or} 2 \text{ply}</math></td> <td>Deep Green</td> </tr> <tr> <td>F</td> <td>FRP(corrosion resistance)</td> <td><math>0.20 \times 10^{-3} \text{m/ply} \times 1 \text{ply}</math></td> <td>Deep Green</td> </tr> <tr> <td>G</td> <td>Addition Coat</td> <td><math>0.20 \times 10^{-3} \text{m/ply} \times 1 \sim 3 \text{ply}</math></td> <td>Deep Gray</td> </tr> </tbody> </table>				Sign	Name	Thickness	Color	A	Primer	$0.06 \times 10^{-3} \text{m/ply} \times 1 \text{ply}$	Red	B	Intermediate Coat	$1.00 \times 10^{-3} \text{m/ply} \times 1 \text{ply}$	Light Green	C	Over Coat	$1.00 \times 10^{-3} \text{m/ply} \times 1 \text{ply}$	White	D	Top Coat	$0.08 \times 10^{-3} \text{m/ply} \times 1 \text{ply}$	Gray	E	FRP(abrasion resistance)	$1.00 \times 10^{-3} \text{m/ply} \times 1 \text{or} 2 \text{ply}$	Deep Green	F	FRP(corrosion resistance)	$0.20 \times 10^{-3} \text{m/ply} \times 1 \text{ply}$	Deep Green	G	Addition Coat	$0.20 \times 10^{-3} \text{m/ply} \times 1 \sim 3 \text{ply}$	Deep Gray
Sign	Name	Thickness	Color																																
A	Primer	$0.06 \times 10^{-3} \text{m/ply} \times 1 \text{ply}$	Red																																
B	Intermediate Coat	$1.00 \times 10^{-3} \text{m/ply} \times 1 \text{ply}$	Light Green																																
C	Over Coat	$1.00 \times 10^{-3} \text{m/ply} \times 1 \text{ply}$	White																																
D	Top Coat	$0.08 \times 10^{-3} \text{m/ply} \times 1 \text{ply}$	Gray																																
E	FRP(abrasion resistance)	$1.00 \times 10^{-3} \text{m/ply} \times 1 \text{or} 2 \text{ply}$	Deep Green																																
F	FRP(corrosion resistance)	$0.20 \times 10^{-3} \text{m/ply} \times 1 \text{ply}$	Deep Green																																
G	Addition Coat	$0.20 \times 10^{-3} \text{m/ply} \times 1 \sim 3 \text{ply}$	Deep Gray																																

6. 工事概要

6・1 ライニング工事

筒身内部の工事は、鉄塔頂部よりゴンドラを吊り下げた通常の方法で施工した。

6・2 ノズル更新工事

ノズル関係の鉄塔より上部の工事は、4DL用ノズル下の将来用筒身スペースを利用して、ウインチで上架した。鉄塔より上部の作業につ

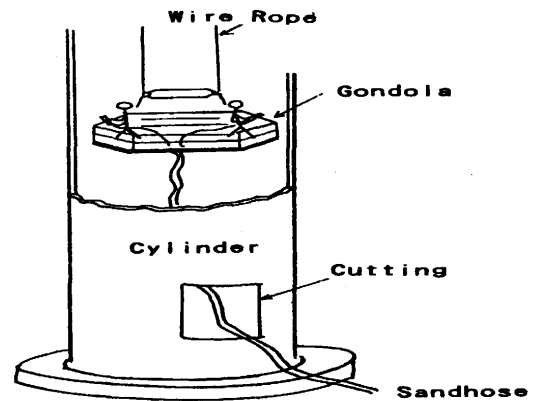


Fig.4. Way of lining changing.

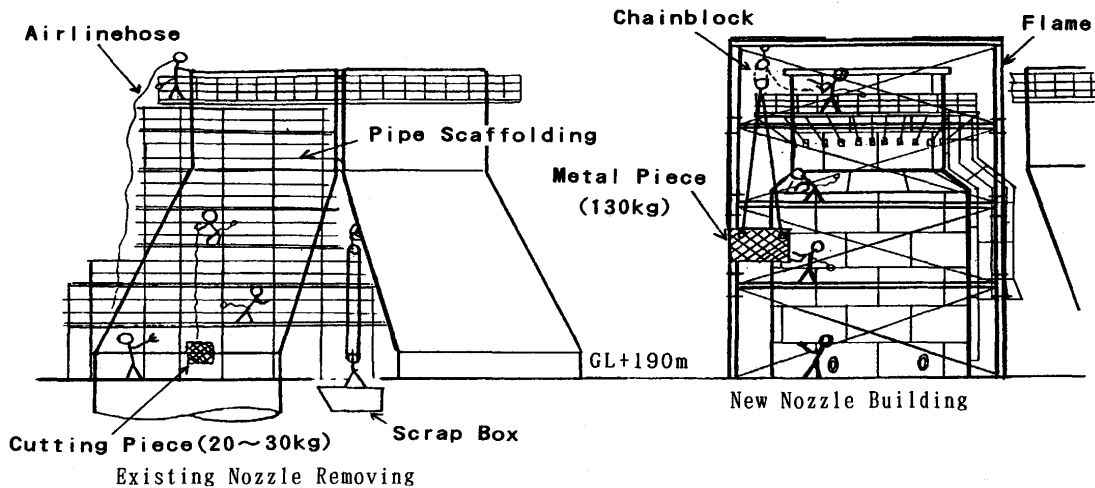


Fig.5. Way of nozzle changing.

いては、既設解体は、パイプ足場を組立て小切りに切断後、人手で吊り降ろした。新ノズルは、架構を組み、チェーンブロックにより上架し、分割で組立てた。

6・3 工事工程

工事は平成3年10月より着工し、先ず遊休筒身である1,2DL用のノズルを更新し、筒身及びノズル内面のフレークライニング施工を、平成4年9月まで行った。この間に、新設部の煙道を1,2DL側に設置・連結させてフレークライニングを同調施工した。その後、平成4年10月の3DL場の大修繕

(7日)の間に、新設煙道を3DL用煙道に継ぎ込み、1,2DL用筒身で作業を開始した。次に、3,4DL用ノズルを撤去後、休止した筒身の内外面塗装、鉄塔及びエレベーターの塗装を実施し、平成5年9月完工した。以上、工事期間は約2年間に及んだ。

Table 4. Construction operation sheet.

	1991 Fy		1992 Fy		1993 Fy
	second half		first half	second half	first half
No. 1, 2DL Cylinder	Provision	Nozzle Change	Flake Lining	No. 3DL Stop(7day) Switch	
No. 3DL Cylinder		Foam Glass Removing	Nozzle and Foam glass Removing	In-Out side Peinting	
Community	Gas Flue	Provision Foundation	Building Flake Lining	Switch	Tower and Elevator Peinting

7. 結言

今後、環境規制が益々厳しくなることが予想されることや、省エネの観点からも、脱硫・脱硝設備の設置及び主排ガス循環操業の適用に伴い、酸腐食等による設備老朽化は重要な課題であり、焼結工程の排ガス処理系統設備のリフレッシュは必須である。

本文では、排ガス処理系統の最終設備である煙突の全面的なリフレッシュについて、平成3年10月から平成5年9月までに実施した鉄皮補修やライニング材更新に関する内容を述べた。

本文に関する工事は、200m付近の高所作業で、且つ操業中に施工した為、墜落やガス中毒などの災害が考えられたが、風速、風向き等を充分考慮し、エアラインマスク使用などの安全対策により、完全無災害で完工した。

今回、筒身内面ライニング材に適用したフレークライニングは、社内の高層構造煙突に於いて、フレークライニング単独では初めて採用した。フレークライニングは、耐食性の優れたライニングであり、比較的重量も軽いことから設備への負荷も軽減される為、更に広く適用されるものと思われる。今後長期的観点からフレークライニングの寿命を見極め探究していきたい。