

コークス炉炭化室炉壁中央部補修技術の実炉適用

Application of Hot Repairing Technology for the Central Region of Commercial Coke Oven Walls

住友金属工業(株) 鉄鋼技術部 伊藤 英邦
 設備設計部 沼澤 誠・山崎 隆雄
 和歌山製鉄所 近藤 俊雄*・大谷 進
 鉄鋼技術研究所 成田 雄司

1. 緒言

コークス炉の炉命は、35年以上が目標とされている。当社コークス炉は、現在、稼働後20年前後の炉を有しており、炉体延命が重要な課題である。

また、従来の診断結果から、炭化室をいかに補修していくかが、延命を図るキーポイントである。

炭化室補修については、目視可能な窯口部は、既存のLPGや金属酸化熱を利用する溶射技術及び部分熱間積替などの補修対応が可能であるが、炉壁中央部については、補修手段が確立されていなかった。

炉体延命施策の一環として、中央部の溶射補修装置の開発に着手し¹⁾、テスト機の実炉使用試験をへて^{2),3)}、実機装置を完成させた⁴⁾。

本報では、実炉補修装置の概要及び和歌山での実炉適用状況について報告する。

2. 開発の変遷

2.1 炭化室中央部損傷状況

和歌山No.3炉炭化室内撮影結果及び休止後のNo.1炉炭化室観察結果に基づく中央部損傷状況をFig.1に示す。

損傷の特徴は以下のとおりであった。

- (1) 目地切れとれんがのき裂が交互につながり、全体として垂直方向にき裂が発生している。
- (2) き裂の幅は2~5mmで、れんが表面付近では、角がとれて、10~20mmとなっている。
- (3) れんがコーナー部では角欠けが予想以上にある。

2.2 補修方式の選定

窯口近傍での補修方式として、溶射補修技術が確立されていたが、中央部への適用には、下記の問題があった。

(1) 従来の溶射補修方式では、大量の粉末を溶射附着させるため、炉中央部の細かいき裂の補修には、押出力の増大、押詰りの危険性もあり適切ではない。

(2) 中央部の補修は、窯口と同様な頻度でおこなうことはできないので、耐久性の良い材料の選定が重要である。

(3) 長時間の補修中、炉内侵入エアによる炉壁冷却を極力少なくする補修方式を考慮する必要がある。

このような問題点を解決するため

- (1) 壁面き裂部を縫うように補修するプラズマ溶射
- (2) 高シリカ質材料の選定
- (3) マニピュレーターを装炭口から挿入する溶射方式の開発に着手した。

以下に特徴を示す。

2.2.1 プラズマ溶射

Fig.2にプラズマ溶射の原理を示す。溶射材料はアルゴンガスを搬送媒体として、パウダーポートからプラズマフレームに供給され、幅の狭いビードの形成が可能である。

2.2.2 溶射材料

溶射材料については、珪石質を基本として、種々の材料テストを行い、接合強度、気孔量や溶射表面の平滑性から高シリカ質の材料を選定した。その主な性状をTable 1に示す。

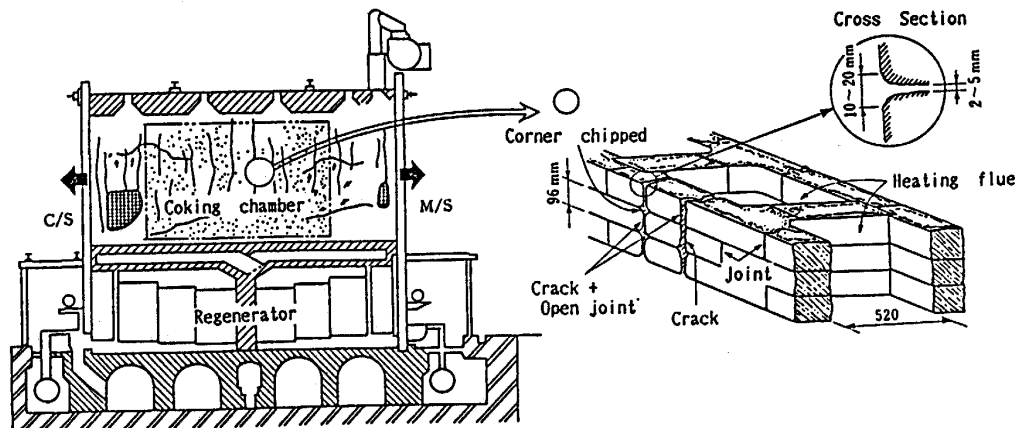


Fig.1 Schematic diagram of damages on coke oven wall

平成4年5月11日受付 (Received on May 11, 1992)

* Toshio Kondo (Wakayama Steel Works, Sumitomo Metal Industries, Ltd., 1850 Minato Wakayama 640)

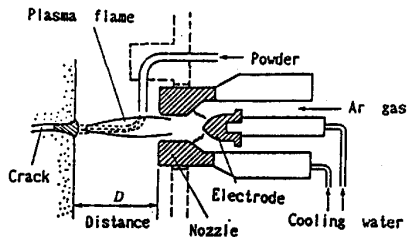


Fig.2 Principle of plasma spray repairing

Table 1 Properties of spray material

Item	Material	Spray-material	Wall-brick
Refractoriness		SK-28	SK-32
Chemical Composition(%)	SiO ₂	78	95
	Al ₂ O ₃	17	0.3
Apparent porosity(%)		10~20	18~21
Hot bending strength (N/cm ² , at 1000°C)		15	10
Thermal expansion (%, at 1000°C)		0.05	1.1

2.2.3 装炭口挿入補修方式

補修中の侵入エアを極力抑制するために、押出機側、ガイド車側両サイドの炉蓋を密閉した状態で補修対応を図れるように、装炭口から挿入可能なマニピュレーターの小径化を図った。

2.3 制御システムの開発

本装置の実炉適用に当っては、高温下での補修を行うため、安定して動作する位置測定法の開発と作業効率と安全性を満足する制御方法の開発が重要課題であり、以下のシステムを開発した。(Fig.3・Fig.4)

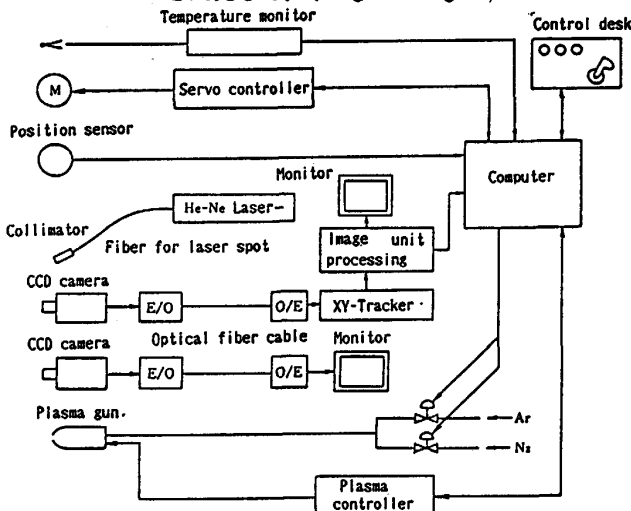


Fig.3 Configuration of control system

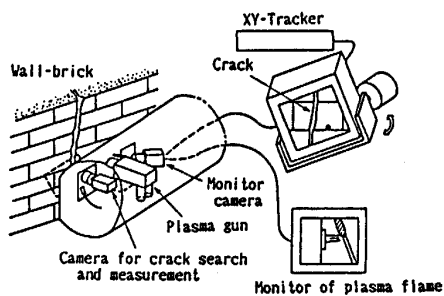


Fig.4 Crack search and measurement system

(1)高温下での位置測定装置としては、光三角法の原理を基に、He-Ne レーザスポット方式を選定し、壁面間距離を測定する。

(2)溶射補修中の状況観察には、適切なフィルターを選定して、マニピュレーター内に小型高感度なTVカメラを内蔵し、モニター画像でき裂の識別と補修要否の判定を行う。

(3)オペレーターの介入が可能な次の操作モードをもつ。

① 自動モード

教示した軌跡に従い、全自動運転で補修を行う。自動溶射中に溶射状況モニターを見て、補修状況の微調整ができる。

② 手動モード

溶射状況モニターを見ながら、手動でジョイスティックを操作すると、昇降旋回方向速度を計算機が求め、対応した方向へ移動する。

3. 補修装置の構成

装置の構成を Fig.5・Fig.6に、主仕様を Table 2・Table 3に示す。

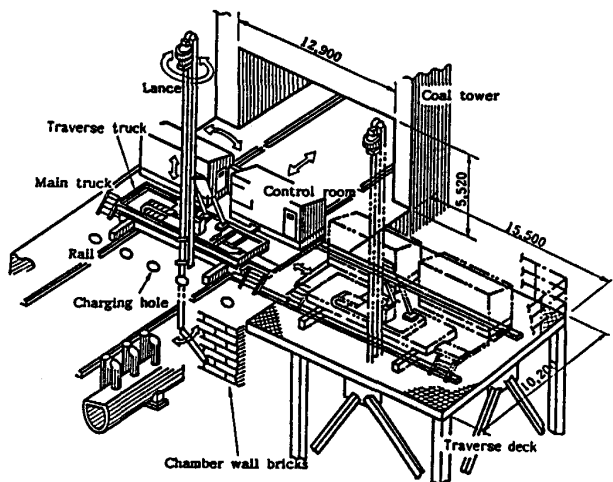


Fig.5 Schematic view of hot repairing machine

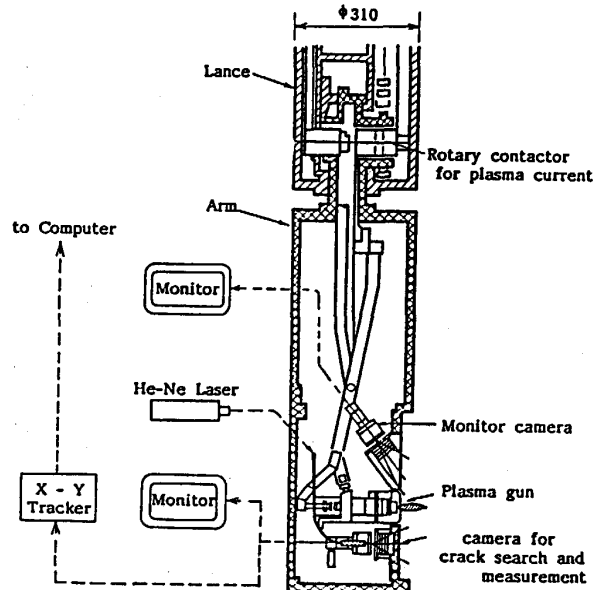


Fig.6 Inside of arm

Table 2 Dimension and repairing speed

Item		Contents
Size	Outer size	10.8mL×8.2mW×5.7mH
	Manipulator	Lance:8.6mL,Arm:1.6mL
Repairing speed	Main truck	2m/min. ~30m/min.
	Traverse truck	0.7m/min.
	Lance lift	max. 3m/min.
	Arm swing	max.140deg./min.
	Plasma gun	max. 90mm/min.

Table 3 Main specification of hot repairing machine

Item	Main specification	
Lance	Length/ Weight	: 8.6m/ Approx.2tons
	Cooling system	: Water jacket structure
Arm	Length/ Weight	: 1.6m/ Approx.200 kg
	Cooling system	: Water jacket structure
Plasma gun	Power source	: SCR type 80V/1000A DC output
	Carrier gas	: Ar+H
	Spray material	: High SiO content Additioning of Ca-Si
	Capacity	: max.200g/min.
Drive motor	Lance lift	: 7.5 KV, DC
	Arm swing	: 0.3 KV, AC
	Plasma gun moving	: 1.5 V
Control unit	Control computer	: Pana Facom U-1200
Measurement System	Plasma spray distance measurement	: Laser spot location detection method
	Plasma spray monitor	: CCD camera × 1set
	Crack search and monitor	: CCD camera × 1set
	Lance and arm position detection	: Pulse encoder × 2set

3.1 型式

本補修装置の型式は以下に要約される。

- (1)装炭口挿入補修方式
- (2)プラズマ溶射方式
- (3)熱間観察・計測・制御方式

3.2 構成

3.2.1 マニピュレーター (ランス及びアーム)

水冷ジャケット構造のマニピュレーターは、400 mm φ 装炭口から挿入可能で、三軸・三次元動作で溶射作業を行う。特にランス及びアームの小径化とジャケット冷却水路の構造を工夫している。

3.2.2 移動装置

装炭車のレールを自走する走行台車とその上の横行台車とにより、窯間移動及び装炭口の位置合せを行う。また、退避装置により、本体を任意の装炭車間に配置させ、マニピュレーターを水平に傾転し、石炭塔を通過させることにより、炉団間の移動が可能である。(Fig.7)

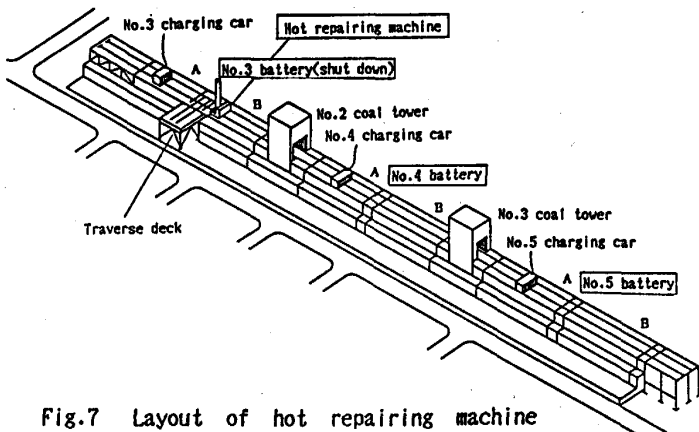


Fig.7 Layout of hot repairing machine

4. コークス炉での補修状況

本補修装置は、1990年8月から、和歌山 No.4・5 炉で実炉補修をスタートした。

Photo.1に本装置の全景、Photo.2に炭化室内での補修状況を示す。

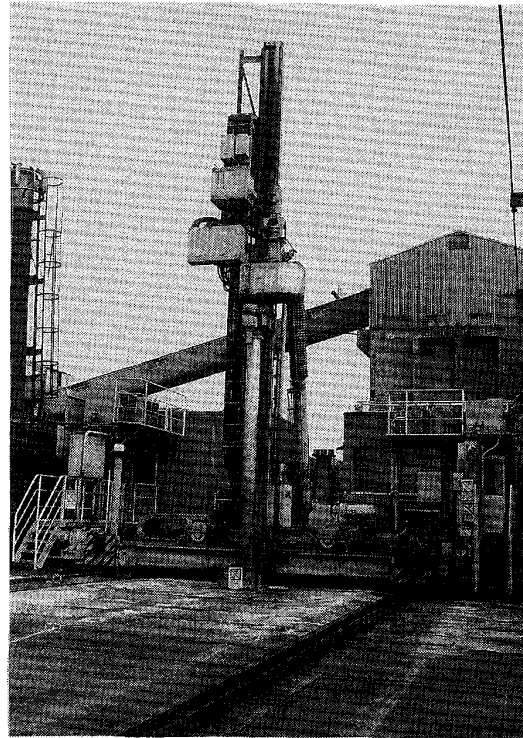


Photo.1 View of hot repairing machine

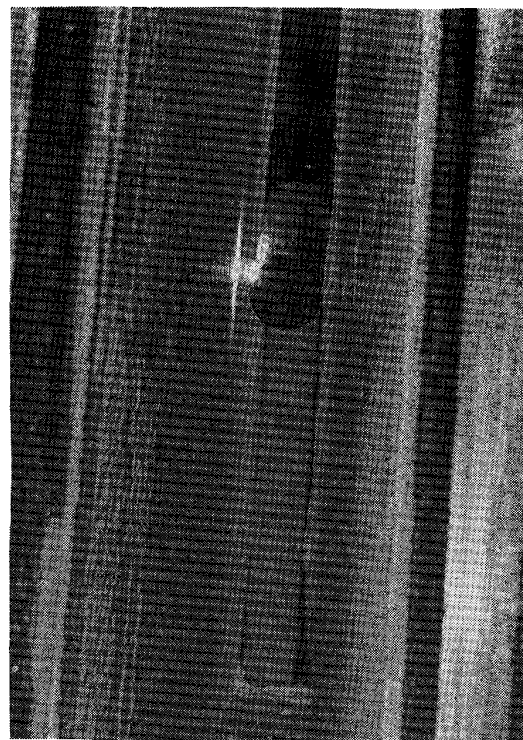


Photo.2 Repairing on coke oven wall

4.1 装置性能

以下の性能を実炉にて確認した。

4.1.1 耐熱性

1000℃の炉内雰囲気温度で3時間以上の連続使用ができる。

4.1.2 溶射精度

±3mmの位置精度で、き裂部の溶射ができる。溶射距離40～50mm、プラズマ溶射速度1m/分で良好な補修を行えることを確認した。Photo.3に補修前後の壁面状況を示す。

4.1.3 操作性

運転室内で、オペレーターが溶射作業を行っている状況をPhoto.4に示す。溶射状況観察用モニターに溶射中の壁面の鮮明な画像が得られたことで、補修実績が増すにつれ、オペレーターの習熟度も増し、れんがコーナー角欠け部などの複雑な形状には、手動モードでの補修が、効率的であることが確認された。

4.2 補修実績

補修実績は以下のとおりである。

(1)現在、6～7門/月のペースで、安定した補修を実施している。(Fig.8)

(2)補修後の窯内調査の結果、中央部補修箇所のガスリークは止っており、溶射体により充てん接合されている。また、補修窯については、煙突からの黒煙も減少した。

(3)壁面き裂・目地切れ部を縫うように補修しており、その結果、補修後の押し抵抗の増加もみられず、壁面の平滑性を十分維持している。

(4)補修作業及び本体、付帯設備点検、調整、炉団間移動を含め、常昼2名要員で補修対応を行っている。

(5)退避装置及びマニピュレーター傾転装置による石炭塔通過機能により、連続した炉団間補修を効率よく行っている。

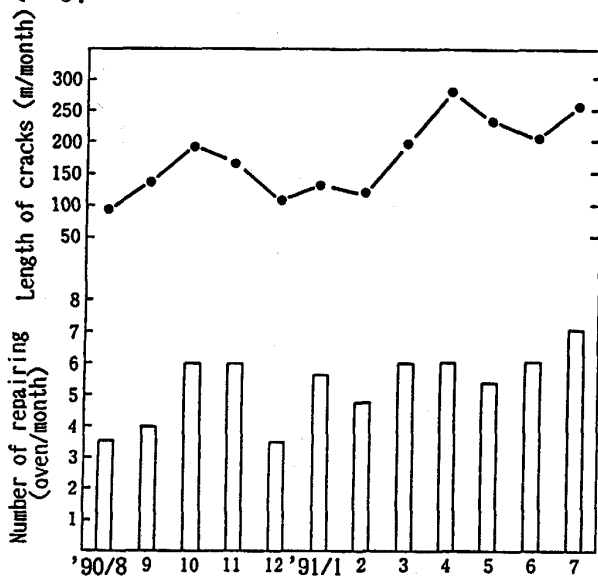
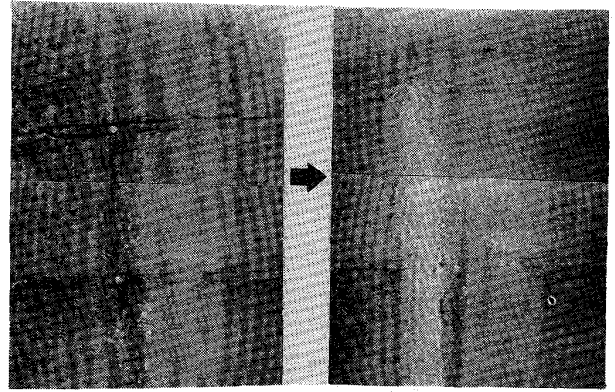


Fig.8 Performance of repairing



(a) Before repairing (b) After repairing
Photo.3 Wall surface before and after repairing

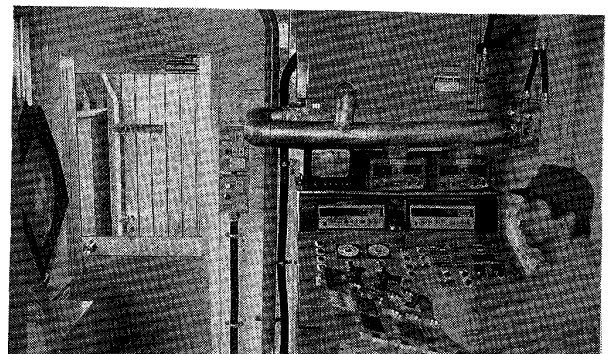


Photo.4 Control room

5. 結 言

今回、実機化したコークス炉炉壁中央部補修装置は、1990年8月以来、順調に稼働している。本補修装置のもたらした成果は、下記のごとくである。

(1)従来補修不可能であった炉壁中央部の補修が、実炉で安定して可能となった。

(2)炉壁中央部のき裂、目地切れを補修することで、今後の炉体膨張抑制に寄与すると評価できる。

今後は、本装置を有効活用し、炉命の更なる延長に努めるとともに、更なる高効率補修を目指す予定である。

参 考 文 献

- 1) 酒井俊彦：鉄と鋼，72 (1986) S 847～S 849
- 2) 近藤俊雄：CAMP-ISIJ 2, (1989) 1016
- 3) 成田雄司：CAMP-ISIJ 3, (1990) 35
- 4) 沼澤 誠：CAMP-ISIJ 4, (1991) 154