

SHINAGAWA TECHNICAL REPORT

高性能炉内熱間観察装置

High-performance Periscope System for
High Temperature Furnace Wall Observation

笹 井 洋 一
Yoichi SASAI

小 橋 堯 文
Takafumi KOBASHI

品川技報

高性能炉内熱間観察装置

High-performance Periscope System for High Temperature Furnace Wall Observation

笹 井 洋 一^{*1}
Yoichi SASAI

小 橋 堯 文^{*2}
Takafumi KOBASHI

要 旨

熱風炉やガラス窯など長期的な操業を行う炉では、炉内状況を確認するため熱間観察が実施されている。熱間観察装置は水冷式観察プローブ先端に取り付けられた小型CCDカメラにより炉内を撮影し、画像を記録するものである。今回、より手軽で鮮明な画像を取得できる観察装置を開発した。

Abstract

We have developed an original periscope system for high temperature furnace wall observation. The advantages of the developed system are taking high quality pictures, operating convenience, and operation time saving. These advantages were achieved by adoption of new technology.

1. はじめに

熱風炉やガラス窯のように長期的な操業を行う炉では、簡単に炉が停止できないため、炉内損傷状況を把握するために熱間観察が行われている。熱間観察には、水冷式観察プローブ先端に取り付けられたCCDカメラにより炉内を撮影し記録できる観察装置が使用される。従来の装置は、観察場所の遠近、炉内温度状況により、カメラケースからカメラを取り出し、フォーカスとアイリスの調整を手動で行う必要があったため、撮影と記録までに時間を要していた。今回、撮影時間の大幅な短縮と撮影画像の大幅な改善が可能な熱間観察装置を開発したので、以下に紹介する。

1. Introduction

Furnaces, such as hot stoves for blast furnaces or glass melting furnaces, are required to operate continuously for some decades without cooling. We have been providing an inspection service in order to observe the furnace wall under hot conditions. Hot observation is carried out with our original periscope system. Essentially, the system is comprised of a small CCD camera installed in a water-cooled probe, monitor, and video recorder. The pictures from the CCD camera inserted into the furnace are observed and recorded for inspection. Previously, it took time to take pictures of acceptable quality since the probe required removal from the furnace to

^{*1} 技術研究所 第2研究グループ チームリーダー Team Manager, Unshaped Refractories R&D Group, Research Center

^{*2} 技術研究所 第2研究グループ Unshaped Refractories R&D Group, Research Center

2. 熱間観察装置の概要

本装置のシステム概要図をFig. 1に、本装置の主仕様をTable 1に示す。また、カメラケース部の写真をFig. 2に示す。カメラケースの中に電動ズームレンズと小型CCDカメラが組み込まれ、レンズ先端に鏡が取り付けられた側視タイプの観察装置である。またカメラケース先端には照明用ランプが取り付けられている。カメラケース本体は2重管水冷構造であり、同様に2重管水冷構造の挿入プローブとフランジ接合される。この2重管の外側は冷却水が流れ、内側には冷却エアが流れる構造である。

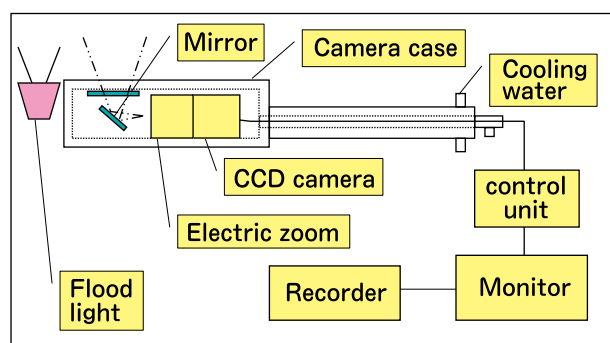


Fig. 1 Schematic diagram of hot observation equipment.



Fig. 2 Appearance of camera case.

adjust focus and / or iris. Since the conventional system was inconvenient, we developed a high performance periscope system which permits taking higher quality pictures instantaneously as well as reducing total operation time.

2. Outline of High-performance Periscope System

A schematic diagram of the system, external appearance of the camera case, and main specifications are shown in Figs. 1, 2 and Table 1, respectively. A small CCD camera in a camera case captures mirror-reflected side view image

Table 1 Main specifications

Item	Specifications
Camera Case, Probe	Water-cooled jacket type Circumference insulation
Camera case Outer diameter	φ 110mm
Probe Insertion hole diameter	Minimum φ 140mm
Temperature	Maximum 1300°C
Camera type	C-mount type Small CCD camera
Image sensor Effective pixel	1/2inch CCD 574H × 489V
Resolution	Horizontally 470TV Vertically 350TV
Lens	Electric zoom lens
Focusing range	1 m ~ ∞
Angle of view	35° × 45°
Adjustment function	Zoom, Focus, Iris
Flood light	650W Halogen bulb It is with an illumination adjustment function
Monitor	14 inches High brightness LCD monitor
Recording media	SD card
Record capacity	Max 2GB (For approximately 2 hours)

3. 開発のコンセプト

3. 1 操作性の向上

炉内温度が1000℃を超えると炉壁の発光によりコントラストがつきにくく観察が困難になる。また、炉壁温度が高くなるに従い、観察可能なアイリスの調整範囲が非常に狭くなる。そこで、炉外からのアイリスとフォーカス調整を可能にすることで、炉内が鮮明に見えるポイントを見つけやすくし、素早く撮影できるようにした。

3. 2 コンパクト化

作業性を考慮し、2重管式でありながらカメラケースの外径を110mmとした。プローブも40Aパイプを採用することで軽量化した。また、カメラ、電動ズーム、照明用の各コントローラをアタッシュケースに組み込み一体化した (Fig. 3)。モニターも専用アタッシュケースに組み込み、搬送時や観察時の故障を防止した。

4. 本装置の特徴

4. 1 照明用ランプの反射鏡

本ランプ反射鏡は反射効率の高いメッキの採用とエア冷却構造により、約1300℃の炉内でも良好な照明効果を得られる。また、1100℃以下の炉



Fig. 3 Camera control unit.

coming through an electrically-powered zoom lens. The wall is illuminated by a floodlight installed on the tip of the camera case. A dual pipe cooling system, in which cooling air flows on the outside and cooling water flows on the inside, was adopted both for camera case and probe.

3. Concept of the Developed System

3. 1 Operation convenience

When the furnace temperature exceeds 1000℃, it is difficult to enhance the contrast on the wall due to strong light emission from the wall. For the same reason, iris adjustment becomes difficult as temperature rises. To carry out such a delicate adjustment, a remote control device was equipped so as to determine the optimum points of the focus and/or iris instantaneously with in-situ operation.

3. 2 Downsizing

Taking both workability and performance into consideration, the most appropriate outer diameter of the dual pipe camera case was determined to be 110mm. Using 40A pipe for the probe assures a reduction of system weight.

The camera, magnification, and illumination controlling devices and the monitor are systematically arranged in a compact shock absorbable control box (see Fig. 3) to prevent failure during operation as well as during transportation.

4. Technologies

4. 1 Special reflector for floodlight

Adoption of a special plated high reflectivity reflector and air cooling structure allows the

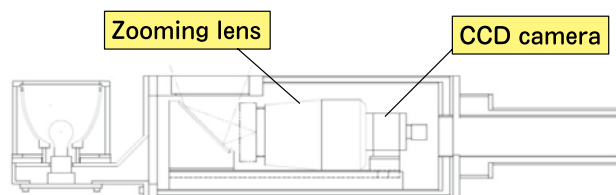


Fig. 4 Camera case.

内ではアイリス調整との併用で非常に鮮明な画像取得が可能となった。

4. 2 電動ズームレンズの採用

小型CCDカメラ先端の電動ズームレンズの取り付け状態をFig. 4に示す。電動ズームレンズは専用コントローラによりフォーカスとアイリス調整の遠隔操作が可能であり、観察時間の大幅な短縮と鮮明画像の取得に効果を発揮している。またズーム操作により自由度の高い観察が可能となり、例えば、炉内が広い熱風炉等の観察に最適となっている。

4. 3 カメラケースとプローブ分離可能構造

熱間観察は熱風炉、ガラス窯、石灰炉などさまざまな場所で実施されており、観察現場によってプローブ長さに制約を受ける場合が多い。そこで本装置はカメラケースとプローブをフランジで接合し、長さの異なるプローブを数種類用意した。これにより、多様な観察条件に迅速に対応可能となった。

4. 4 カメラコントロール部の一体化

カメラコントローラ、電動ズームコントローラ、照明用スライダックが一つのアタッシュケースに組み込まれているため、移動と設置が容易であり、連続して数カ所を観察する場合でも作業性が良好である。また、移動時の衝撃防止や待機時の耐粉塵性も格段に向上している。

4. 5 カメラコントローラのノイズカット

熱間観察において観察画像に斜線が入る場合が

system to illuminate the target with sufficient luminosity even at high temperature ranges (approximately 1300°C). Hence, in association with the convenient iris adjustment tools, extremely clear images can be obtained at the temperature range below 1100°C.

4. 2 Electrically-powered zoom lens

As can be seen in Fig. 4, a zoom lens is connected to the CCD camera in the camera case. Thanks to the electrically-powered remote control technology of the lens, focus and iris can be adjusted by turning knobs installed in the control box with in-situ observation of in-furnace conditions through the monitor. It contributes the reduction of the total operation time. Furthermore, the remote control zoom technology enlarges the observation range. The feature is favorable when the observation is carried out for the large inner volume furnace such as the hot stove of a blast furnace.

4. 3 Probe length variation

In order to apply the high-performance periscope system to various kinds of industrial furnaces, for instance, hot stoves, glass melting furnaces, calcinations furnaces, and so on, the probe length should be variable since geometrical dimensions of the job site varies. Therefore, the camera case and probe are connected with a flange and various lengths of probes are available. Hence, optimum probe length correspond to the local situation can be arranged.

4. 4 Integration of control devices

The integration of camera, zoom, and illumination control devices in one compact shock absorbable dust-proof control box markedly

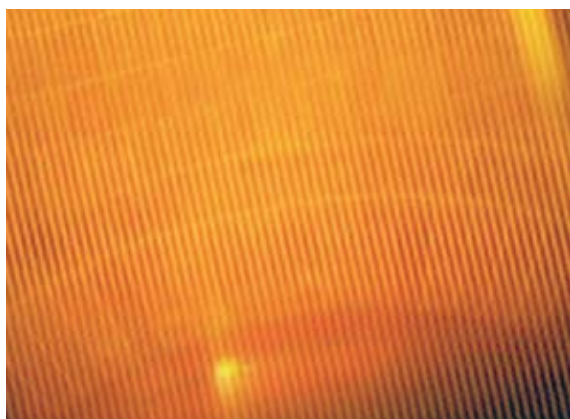


Fig. 5 Appearance of lens outer monitor induced by noise.

ある (Fig. 5)。これは使用している現場の電源に溶接等の影響によるノイズが載っているためで、現場対応で解消することは非常に困難である。そこで、本装置では電源部にノイズカットフィルターを組み込み、ノイズが載った電源でも鮮明な画像取得が可能となった。

5. 観察状況

Fig. 6とFig. 7に従来の観察装置と新装置で撮影した熱風炉燃焼室側壁の画像を示す。従来装置

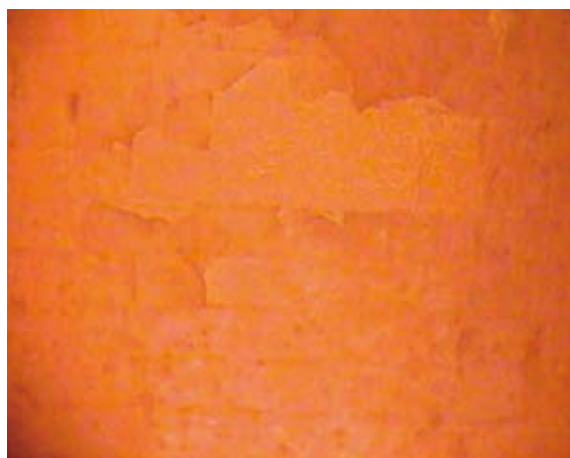


Fig. 6 Picture of hot stove wall taken by conventional periscope system.

improves the mobility of the system. Thus, the continuous observation of several different sections during a short operation time becomes possible. The high durability of the control box, which is attributed to shock absorbable dust-proof characteristics, also contributes to the handiness of the system.

4. 5 Noise reduction of the camera controller

Occasionally, diagonal lines as shown in Fig. 5 appear on the observed images. These lines are caused by the noise of electricity due to the effect of welding, and it is very difficult to reduce the noise. Hence, the system incorporates a noise cut filter in its power supply unit to take clear pictures even at sites which have noise in the power source.

5. Observation Results

Figs. 6 and 7 show pictures of hot stove walls taken by a conventional periscope system and the improved system, respectively. It is obvious

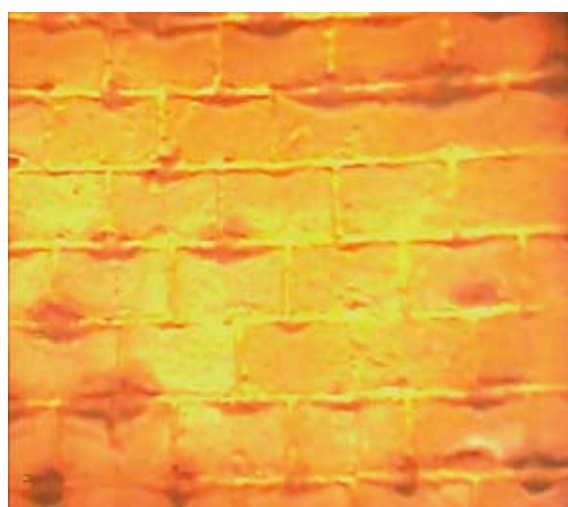


Fig. 7 Picture of hot stove wall taken by improved periscope system.

の画像は照明効果が弱く、アイリス調整も不十分で画像は不鮮明である。新装置の画像は目地部もくっきり確認され非常に鮮明な画像となっている。

6. まとめ

従来と比較して、短い観察時間で鮮明な画像が得られる高性能な炉内熱間観察装置を開発した。これにより、ユーザーの安心度回復、修理計画立案に貢献できれば幸いである。

that a clear picture can be obtained by the newly developed system. The clearness is attributable to high luminosity and fine iris adjustment.

6. Conclusion

A newly developed high-performance periscope system was introduced. This system enables not only high quality pictures but also reduces operation time. We hope that our customers will obtain accurate information about the furnace lining condition and establish a repair schedule with high accuracy.