

# ガスリーク箇所を可視化するリーク検知器の製鉄設備への適用について

## Application of Gas Leak Position Visualization Device to Iron- and Steel-making Equipment

高田 基樹 TAKADA Motoki	JFE スチール	東日本製鉄所(千葉地区)設備部 保全技術室 主任部員(副課長)
林 弘治 HAYASHI Koji	JFE スチール	西日本製鉄所(倉敷地区)エネルギー部 エネルギー技術室長(部長)
前川翔之介 MAEKAWA Shounosuke	JFE スチール	西日本製鉄所(倉敷地区)エネルギー部 エネルギー室 主任部員(副課長)
櫛田 靖夫 KUSHIDA Yasuo	JFE アドバンテック	計測診断事業部 技術部 計測技術グループ長

### 要旨

従来、配管からのガスリーク調査は、ガス検知器や指向性マイクを用いた機器等を使用して行ってきた。しかし、機器の特性上正確なリーク位置を特定することは困難であった。そこで、JFE スチールは、JFE アドバンテックと共同でリーク検知器「エアリークビューアー MK-750」を開発し製品化した。本器の特長は、リーク箇所を可視化することでリーク位置を特定しやすい点にある。本稿では、本器の性能検証と製鉄設備で適用した事例について紹介する。

### Abstract:

Conventionally, gas leakage from piping has been investigated by using gas detectors, equipment using directional microphones, etc. However, it has been difficult to specify an accurate leakage position due to the characteristics of these equipment. The equipment introduced in this paper is developed jointly with JFE Advantech, in order to visualize and identify leak points easily. We will introduce examples of using this leak detector on iron- and steel-making equipment.

## 1. はじめに

従来、ガスの輸送配管の劣化や施工不良によるガスリークの調査は、ガス検知器や指向性マイクを用いた機器等を使用して行ってきたが、機器の特性上、ガスの種類が異なると検知自体が不可能な場合があり、また指向性マイクを用いた検知器でも正確なリーク位置を特定することは困難であった。

そこで、JFE スチールでは、前述した問題点を解消するために、JFE アドバンテックと共同で容易にリーク位置を特定できる機器を開発した。本稿では、本器の性能検証と実際の製鉄設備で適用した事例について紹介する。

## 2. 従来のリーク検出技術

### 2.1 ガスを直接検出する方法

従来の気体リークを検出する方法には、いくつかの種類がある。ひとつはセンサーを用いた検出器であり、半導体式や電気化学式のセンサー等を用いガスそのものを検知する。

これは、ガス自体をセンサーに通す事で検知する方式であるため、有毒ガスの場合に安全上の問題が発生しかねず、またガスの種類毎にセンサーが異なるためリークしているガスの種類をあらかじめ特定しないと検知が困難であるという問題があった。

次に、リークを可視化するために、煙や蛍光剤をリークしているガスと混合させて配管内に流し、リーク箇所から煙や蛍光剤を排出させて位置を特定する方法がある。この方法についても、煙を混合させる場合は、屋外設備だと周囲の風に影響されてリーク箇所からのリークが視認できないという欠点があり、蛍光剤の場合は、そもそもガスの種類によりその蛍光剤自体が使用できないケースがあることから、リーク箇所の特定が困難な場合があった。

### 2.2 超音波機器を利用した検出

これらの欠点を解消したリーク検出方法のひとつが、超音波を用いた方法である。圧力を持った気体が配管等から低圧雰囲気側にリークする際に超音波が発生する。この超音波を捉える事でリークを検知できる。さらに、集音パラボラを用いて受信の指向性を上げることで、リーク箇所の絞り込みも可能である。JFE スチールでは、この原理を用いたリー

ク検知器を利用しリーク箇所を特定することで、設備トラブルを抑止してきた。しかしながら、設備が広範囲に及ぶ製鉄所内では、リーク箇所を特定するためにあらゆる方向にセンサーを移動させ、超音波の検出状況から徐々に範囲を絞っていく必要があることから、リーク箇所の特定までに長時間を要していた。また、リーク箇所から発生する超音波の周波数に近いノイズが発生していると、それも同時に検出してしまうため、リーク箇所の特定においては、ノイズの影響を考慮しながら測定箇所を少しずつ変えていき、徐々にリーク箇所範囲を絞っていく方法で検出を行う必要があった。

### 3. リーク検知器エアリークビューアー MK-750

新規に開発した測定器を写真1に示す。本測定器は、ガスリークを遠隔で検出し、かつリーク箇所を容易に特定するため、超音波を検出する素子を平面上に配置し、素子毎に超音波を検出する時間差によって方向を特定するビームフォーミング法を採用している。本測定器の基本技術の開発はJFEスチール西日本製鉄所（倉敷地区）で行い、最終的な測定装置としてJFEアドバンテックがエアリークビューアー（MK-750）<sup>1)</sup>として商品化している。倉敷地区では実配管設備を利用し、繰返しリーク箇所の特定実験を行い、窒素ガス配管のリークを16m離れた位置から検出<sup>2,3)</sup>する等、有効性を確認した上で商品化した。また、千葉地区において、MK-750の基本的なリーク箇所の特定に関する性能、およびリークが検出できる距離とリーク状況の関係について調査を行った。実際の配管からの気体リークを想定し、配管に微小な穴を開け配管内は一定の圧力になるようにして、擬似的に配管から気体をリークさせた。実験装置から検知器までの距離と配管の内圧を変化させることで、実際にどの程度微弱なリークの検出が可能か調査した。実験方法として、まず15Aの配管にピンホールに見立てた直径1.7mmの穴を開けて内部に窒素ガスを流し、擬似的なリーク状態を作る。次いで配管内部圧力およびリーク箇所からMK-750までの測定位置を変化させ、検出可能な圧力と距離の関係を調査した。写真2に実験用の器材を示す。図の中央部に15Aの配管があり、縦方向の中央部が穴を開けたリーク箇所



写真1 エアリークビューアー (MK-750)

Photo 1 Air leak viewer (MK-750)



写真2 実験装置概要

Photo 2 Outline of experimental equipment

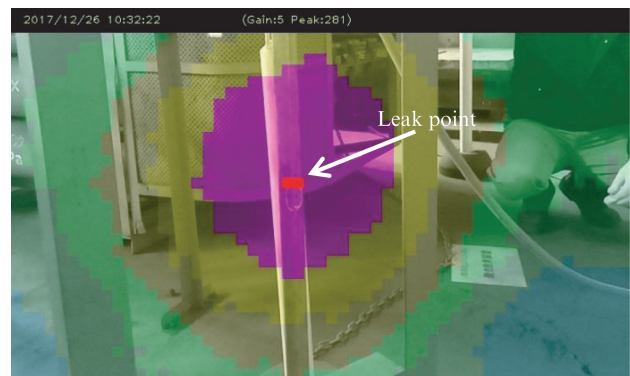


図1 ピンホールからのリーク検出状況

Fig. 1 Detection of leaks from pinholes

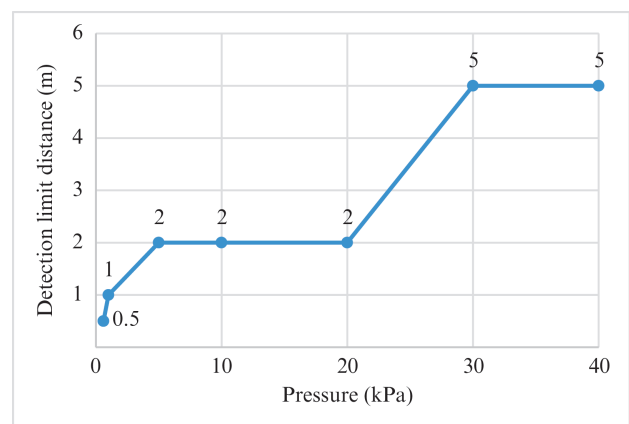


図2 配管圧力と検出限界距離の関係

Fig. 2 Relation between piping pressure and detection limit distance

ある。図1に実際にMK-750を使用しリーク箇所を検出した状況を示す。この時の実験条件は配管圧70kPa、リーク位置から検知器までの距離は5mである。中央部の赤い点が一番音圧の高い場所で、配管のリーク箇所と一致していることからリーク箇所を正しく特定できていると言える。配管内圧とリーク箇所までの距離を変化させながら検証を行い、

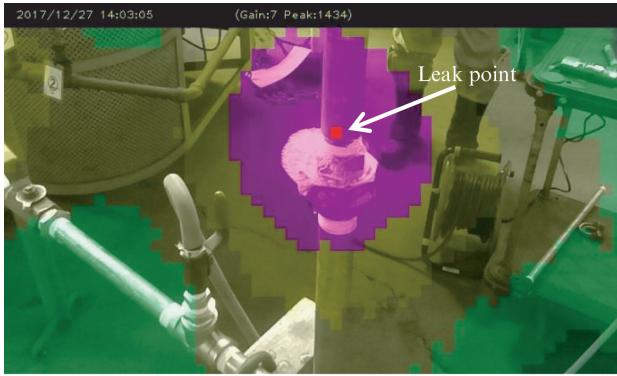


図3 継手部からのリーク検出状況  
Fig. 3 Detection of leaks from joints

配管圧力と検出限界距離の関係を表したものを図2に示す。配管圧力は0.5 kPa から40 kPa まで、リーク箇所から検知器までの距離は0.5 m から6 m まで変化させている。図2の線が各配管圧力におけるリーク箇所から検知器までの距離の限界を表しており、その限界線の右下部分が検出可能な範囲、左上部分が検出不能な範囲である。このことから、配管圧力が低いほど検出できる距離が短くなり、逆に配管圧力が高いほど検出できる距離が長くなるのがわかる。なお、最大距離6 m は試験配置の制約によるものであり、前述のように、MK-750 は距離10 m 以上の遠方からでも検知が可能である。

次に、実際に起こりうるリークを想定し、配管継手部からのリーク検出を行った。図3にリーク検出状況を示す。実験条件は配管内圧34 kPa、リーク箇所からMK-750 までの距離1 m とし、リーク状態を擬似的に作るため、配管継手部を緩めてリークさせた。またリークの可視化のため継手部分に石鹼水を塗布した。実験の結果、配管継手から泡が出ている微小なリークでも、MK-750 で検出する事ができた。

#### 4. 製鉄所における適用事例

##### 4.1 屋外ダクトの漏風（負圧）検出

製鉄所内には、集塵機のダクトや、副生ガスを利用した熱処理の排ガスダクト等、ダクト長数百 m 以上の多くの大型ダクトがある。このダクトにリークが発生すると、集塵機の場合は集塵効率が低下することで、また排ガスダクトで熱交換器等がある場合には熱交換率が下がりエネルギーロスとなることで製造原単位等に影響を及ぼすことがわかっている。このため、大型ダクトは重要設備として管理し、定期的にダクトを点検し、リーク箇所がある場合は補修等の処置をとっている。今回の事例は焼結工場における乾式電気集塵機のダクトで、配管が負圧となるため今までに述べた配管内から外にリークする現象とは異なり、配管内側に外気を吸い込む現象となる。この状況でどの程度のリークを



図4 集塵ダクトにおけるリーク検出状況（焼結工場）  
Fig. 4 Detection of leaks in dust collection ducts (sinter plant)



写真3 集塵ダクトにおけるリーク検出状況（焼結工場）  
Photo 3 Detection of leaks in dust collection ducts (sinter plant)

検出できるか検証した。実際にダクトの繋ぎ込み部分で漏風反応を検出した事例を図4に示す。これより、負圧で吸込むリークも検出可能ながわかった。MK-750 でリークを検出した場所で写真3のように煙幕を焚いたところ、煙幕がダクト内部に吸い込まれ、負圧時の外気の吸い込みも同検知器で検出できることを確認した。

##### 4.2 新設設備のリークチェック

次に、新設設備のリークチェックを行い、リークを検出できた事例を紹介する。新規に気体や流体の配管を設置した場合、試運転等で配管のリークチェックを行うが、従来は、実際に配管内部に気体を充満させ、バルブや継手付近に石鹼水を吹き付けリークが発生していないか確認していた。ここでリークが発生していればボルトの増し締めやパッキンの調整・取替といった手直しを行う。今回、MK-750 でリーク位置を検出したところ、図5のとおり、エアー配管のバルブ付近のバルブの繋ぎ込み部分からリークしていることがわかった。このように、石鹼水を吹き付けることなく、検知器でリークを検出することでリーク箇所を特定できた。

また、配管の敷設場所によっては、容易に人が近づけない高所や、足場が悪く石鹼水を吹き付けられない場合があるが、MK-750 を利用することにより、離れた場所の安全な位置からリークの有無を確認できる。



図5 リーク検出状況 (バルブ繋ぎ込み部)  
Fig. 5 Leak detection status (valve connection)

## 5. おわりに

これまで述べたとおり、エアリークビューアー MK-750 を製鉄所内の実設備に適用して検証した結果、リーク箇所を可視化することで、離れた場所からでも容易にリーク箇所を特定できることがわかった。製鉄所では、副生ガス等人体に有害な気体を使用している場所もあるため、離れた場所からリーク箇所を特定できることは、安全上においても大きな利点であるといえる。

## 参考文献

- 1) 小田将広. 可視化型リーク検出装置「エアリークビューアー MK-750」. 月刊「省エネルギー」. 2018, vol. 70, no. 12, p. 36-38.
- 2) 小田将広, 尾國道弘, 櫛田靖夫, 末長清佳, 前川翔之介, 森谷安幸, 林弘治. 超音波ビームフォーミング技術に基づいた2次元的にリーク箇所を探索可能な可搬型装置の開発. (一社)日本非破壊検査協会 平成30年度秋季講演大会. 2018.
- 3) 小田将広, 櫛田靖夫. 気体漏洩箇所を見える化するエアリークビューアー MK-750. 紙パルプ技術協会 第23回省エネルギーセミナー. 2019.



高田 基樹



林 弘治



前川翔之介



櫛田 靖夫