

# エアリーク・放電ビューアー「MK-770」

## Gas Leak & Discharge Viewer MK-770

### 1. はじめに

製鉄所内では、圧縮空気や蒸気、燃料ガスなどのさまざまな気体を使用されており、多数の輸送配管が敷設されている。これらの配管は、経年劣化や設計・施工上の問題により穴や亀裂、隙間が生じることがあり、その結果、内部の気体が大気中へ漏れ出す（以下「リーク」と呼ぶ）場合がある。予期しないリークの発生は、エネルギーロスや設備稼働率の低下を招くため、配管からのリークを速やかに発見し、場所を特定して補修することが重要である。

JFE アドバンテックでは、広範囲からリークを検出し、その箇所を特定できる「超音波ビームフォーミング法」を用いた気体漏れ可視化装置「エアリークビューアー MK-750ST」（以下「MK-750ST」）を販売している。さらに、新たな機能を搭載した最上位機種「エアリーク・放電ビューアー MK-770」（以下「MK-770」）を製品化したので、ここで紹介する。

### 2. 超音波ビームフォーミング法<sup>1,2)</sup>

#### 2.1 超音波を利用したリーク検出

リーク検出方法の一つとして、超音波を用いる方法がある。配管などの穴からリークが発生すると、乱流によって超音波を含む噴出音が発生する（図 1）。耳では聞こえないほどの微量なリークでも超音波が発生しており、この超音波を超音波センサーで検知することで、非接触かつ気体の種類を問わずリークを検出できる。

この技術を応用した当社の製品としては、パラボラマイク

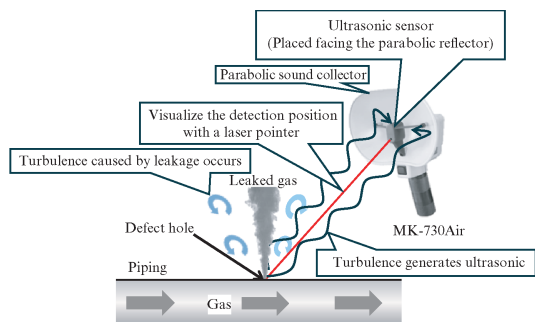


図 1 超音波発生概念図

Fig. 1 Conceptual diagram of ultrasonic generation

で超音波を集音し、リークの有無をチェックする「エアリークチェッカー MK-730Air」がある（図 1）。しかし、リーク箇所を特定するには配管を走査する必要があり、時間がかかる。

この課題を解決する方法として、複数の超音波センサーを用いて一度に広範囲を探索し、超音波の発生箇所であるリーク箇所を特定する「超音波ビームフォーミング法」がある。この方法を活用することで、リーク箇所の特定にかかる時間を大幅に短縮できる。

#### 2.2 超音波ビームフォーミング法の原理

超音波ビームフォーミング法では、任意に配置した複数の超音波センサーでリーク源からの超音波を受信する。

図 2 に示すように、センサー面と超音波の到達面がなす角  $\theta$  は、センサー面から見た超音波音源方位  $\theta$  と同じである。間隔  $d$  で隣り合う超音波センサーへ超音波が到達する時間差  $\Delta t$  は音速を  $c$  とすると式 (1) で表される。

$$\Delta t = (d \sin \theta) / c \dots\dots\dots (1)$$

音速  $c$  およびセンサー間隔  $d$  は一定であるため、到達時間差  $\Delta t$  は音源方位  $\theta$  によって決まる。この到達時間差  $\Delta t$  を調整し、各超音波センサーの受信波形を重ね合わせることで、複数の超音波センサー全体が  $\theta$  方向に鋭い指向性を持つ仮想的なセンサーとなり、 $\theta$  方向における音圧がわかる。このように、複数の超音波センサーを用いて指向性の鋭い仮想的な超音波センサーを構成する方法を超音波ビームフォーミング法と呼ぶ。図 2 ではセンサー配置が 1 次元だが、MK-770 ではセンサーを 2 次元に配置することで、探索範囲内の各方位における音圧の 2 次元分布（以下「音圧マップ」）を

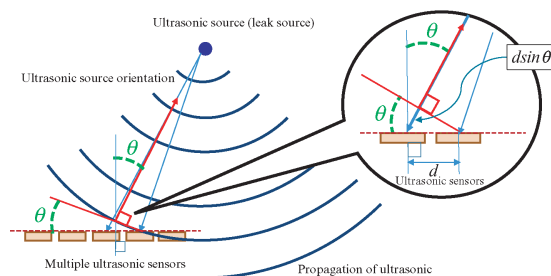


図 2 超音波源方位と周波数到達面の角度

Fig. 2 Ultrasonic source orientation and frequency reach plane angle

2025 年 3 月 19 日受付



写真1 MK-770の外観とリーク検出事例

Photo 1 Exterior of MK-770 and leak detection example

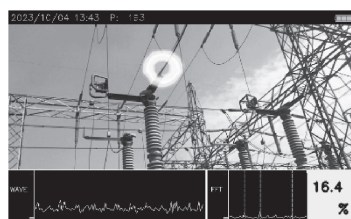


写真2 部分放電検出事例

Photo 2 Partial discharge detection example

得ることができる。

### 3. MK-770の特長

#### 3.1 MK-770の概要

当社では、2016年に世界に先駆けて、携帯型気体漏洩可視化装置「エアリークビューアー MK-750」を販売開始した<sup>3)</sup>。その後、MK-750で得られた知見や利用者の声をもとに、視認性の向上、さらなるコンパクト化、操作性の改善を図った「MK-750ST」を2021年2月に発売した。さらに、MK-750STの形状や基本機能を維持しつつ、追加機能を搭載した改良モデル「MK-770」を開発した（写真1）。

#### 3.2 MK-770の追加機能<sup>4)</sup>

##### 3.2.1 音源自動判別機能

エア駆動機器を多用している工場では、超音波が至る所で発生し、その背景ノイズがMK-750STの画面に干渉する場合があります。この課題を解決するため、当社は独自のアルゴリズムを用いて音源の有無を自動判別し、音源があると判断した場合のみ画面に表示する機能を追加した。

##### 3.2.2 動画撮影機能

間欠運転する設備や稼働間隔が長い設備など、静止画では把握しにくい状況を記録できるよう、動画記録機能を追加した。後述するコロナ放電現象は間欠的な現象であり、動画記録機能を活用することで、情報共有がより容易になる。

##### 3.2.3 省エネ効果算出機能

原単価と設備の稼働時間を入力し、測定画面で測定対象物までの距離を設定することで、推定漏れ量に基づく1年間の概算損失コストを算出する機能を追加した。この機能により、損失コストをより明確に把握できるようになった。

##### 3.2.4 コロナ放電検出機能

高圧電気設備の絶縁劣化に伴い発生する部分放電の一種である気中放電（コロナ放電）では、気体リークの発生時と同様に数十kHzの超音波が発生することが知られている。しかし、部分放電は交流電源電圧の周期に応じて生じる間欠的な現象であり、超音波も間欠的に発生する。このため、MK-750STによる検出は可能であるものの、サンプリングの

タイミングによっては検出漏れが発生する場合があった。

そこで、部分放電現象を確実に検出するため、交流電源の周期（東日本など電源周波数が50Hz地域の場合は20ms）に放電発生時間のばらつき（4ms）を考慮し、サンプリング時間を24msに変更することで、検出性能を向上させた。さらに、検出した超音波をリアルタイムで周波数解析し、放電現象に起因する周波数成分の比率を表示する機能を追加し、放電に起因する超音波であるかを分析できるようにした（写真2）。

これらの改良を受変電所設備の定期点検に活用することで、絶縁劣化に起因する放電現象の有無を確認し、効率的な保全活動を推進できるようになった。

### 4. おわりに

気体漏洩箇所を可視化する製品「エアリークビューアーシリーズ」の最新機種である「MK-770」の概要と新機能について紹介した。

なお、エアリークビューアーシリーズは令和6年度「気候変動アクション環境大臣表彰」の開発・製品化部門を受賞しており、これらの装置を保全活動や省エネ活動で広く活用することが期待されている。

#### 参考文献

- 1) 田村有為. 超音波による気体リーク箇所の可視化. 配管技術. 2021, vol. 63, no. 5, p. 47-50.
- 2) 浅野太. 音のアレイ信号処理—音源の定位・追跡と分離—. コロナ社. 2011. 288p.
- 3) 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. 日本非破壊検査協会 平成30年度秋季講演大会講演概要集. 2018, p. 149-150.
- 4) 中村亮太. 超音波を使った気体漏洩箇所の可視化技術とその製品化への適用. 検査技術. 2025, vol. 30, no. 4, p. 58-62.

#### 〈問い合わせ先〉

JFEアドバンテック 東京支社  
 TEL: 03-5825-7362 FAX: 03-5825-5591  
 ホームページ: <https://www.jfe-advantech.co.jp>