

適正化などが課題となっている。JFE グループでは、さまざまな劣化診断技術の開発に成功し、製品の安定供給や設備の長寿命化を実現している。本稿では、コンベアフレームを対象とした開発事例を紹介する。

### Abstract:

Recently, aging of steel structures such as conveyor frames has become a big issue in steelmaking works. It may lead to fatal breakdown of production lines and the increase of maintenance and renovation cost. JFE Group has successfully developed various new diagnosis technologies that enable the group to assess and maintain the steel structures properly. They have greatly contributed to the steady delivery of the products, and extended the life of equipment in the steelworks. This paper introduces their typical examples.

## 1. はじめに

鉄鋼業は、1960年代の高度成長にともなう内外需要の増大に支えられて、この時期に多くの建設が実施されたため、老朽化している設備も少なくない。JFE スチールにおいても、建設後30年以上経過している鋼構造物も多く、安全・安心という観点から、健全性の評価が重要な課題となっている。また、重大故障回避のため保守・老朽更新範囲は拡大傾向にある。中でも総機槌<sup>1)</sup> 1 陵世門 劣化診断技術開

発を行っている。

本稿では、鋼構造物の健全性評価技術を開発・適用した事例としてコンベアフレームを取り上げ、固有振動数測定法(スパン全体の剛性評価)および磁歪応力測定法(フレーム局部の応力評価)による劣化診断について紹介する。

## 2. 固有振動数測定に基づく鋼構造物の劣化診断

一般的なコンベアは、溝形鋼や山形鋼で構成されるトラスフレームの上に、ローラー・ベルトなどの搬送部を有しているが、設備によってはフレーム部の腐食減肉にともなう強度低下により、補修や更新に至っている。

しかし、従来はその判断を保全員の目視(一部残厚測定)による主観的判定に依存していたため、客観的かつ定量的評価が可能な技術が望まれていた。本章では、これを実現すべく開発した固有振動数測定に基づく鋼構造物劣化診断技術: DASH-V ( damage assessment and structural health monitoring by vibration measurement ) について述べる。

### 2.1 基本原理

構造物の振動測定に基づく劣化診断技術については過去にも多くの報告がある。固有振動数や減衰比、モード形などのモーダルパラメータに着目するのが一般的で、Adams<sup>1)</sup>は剛性の低下や減衰の増大で構造物の損傷検鑿<sup>2)</sup>において鋼構造

であるとしている。Aktanら<sup>2)</sup>は橋梁の健全性評価への応用を示している。しかし、これらは基本的に健全状態からの相対的变化で評価をするので、(1)健全時のデータが必要、(2)絶対評価が困難という問題があった。

鋼構造物の腐食減肉にともなう劣化診断の理想は、部材にかかる最大応力値を求め、それが許容範囲内か否かで定量的に絶対評価することである。そこで著者らは構造物の固有振動数から最大応力値を推定する手法を検討した。

前述のとおりトラスで構成されているコンベアフレーム(**Fig 1**)の1スパンを仮に断面(矩形)一様の両端単純支持梁とみなすと、自重による最大曲げ応力 $\sigma_{\max}$ は(1)式、1次曲げ固有振動数 $f_1$ は(2)式で与えられる。ここで、 $L$ :スパン長、 $H$ :フレーム高さ、 $\rho$ :密度、 $E$ :ヤング率である。

$$\sigma_{\max} = \frac{3\rho L^2}{H} \dots\dots\dots (1)$$

$$f_1 = \frac{\pi H}{4L^2} \sqrt{\frac{E}{3}} \dots\dots\dots (2)$$

全確保と安定操業保証,(2)突発的重大故障による機会損失の防止,(3)更新範囲の厳選および補強延命の拡大による保守・更新方法の適正化に大きく貢献している。

### 3. 磁歪応力測定法

維持管理の観点から構造物の安全性を評価するには、応力状態を知ることが有効である。構造物に対する応力測定ではひずみゲージ法によるものが一般的であるが、既設構造物の応力状態をひずみゲージ法で測定するためには、応力解放作業をともなった、いわゆる破壊検査によらないと難しい。しかしながら、供用下の構造物の多くは、このよ

うな破壊検査を行うことは不可能である。なお、このよ

