

振動技術教育カリキュラム

◎概要

機械装置や製品を稼動させた時、予想もしなかった振動が発生しトラブルとなる事が多々あります。また軽量化や高速化を目指す場合振動問題の発生が危惧されます。その他に製造現場の設備や機械が振動して敷地の外に伝わり振動の公害を発生するケースもあります。このように振動は企業の設計・開発部門や、製造現場で頭を悩ます問題の大きな一因になっています。

しかし振動はその発生原因やメカニズムを理解し、適切な対策を講ずれば充分小さなレベルまで押さえ込むことが可能です。以下振動問題に対して我々シニア会のメンバーが考える最も適切で効率の良い対処の方法を述べたいと思います。

・振動の発生原因

発生原因はさまざまですが何れかの部品や装置が何らかの力を受けて往復動か回転運動を発生し、その動きが振動として現れたり、あるいは他の部分に伝わって新たな振動を発生したりします。

・振動の種類

振動は経過時間に対する波の大きさとして観測されますがその波の形はサイン波形のように整ったものからのこぎり状の三角波や色々の波形が重なり合ったランダム波などさまざまです。

・振動計測・振動データ処理

振動の発生箇所を特定することや、振動の性質を知るために振動計測とそのデータの分析を行います。この時点で振動の発生源や原因を明らかにする事が可能となり対策の見通しが得られます。

・振動解析

対策のための形状や材質の変更や、原因となる入力の低減さらには設計変更までさかのぼる為に振動現象の解析を行うことが重要です。解析は理論的に行う場合とパソコンなどを用いた数値解析による方法があり、問題の性質に応じて取捨選択が可能です。

・振動対策

上記の知見を総合して振動対策を行います。ただし振動現象は機械的入力のみでなく電磁力、回転運動、流体との連成など複数の要因が絡みあって発生しているケースもあり、簡単には対策が見出せない場合もありますが、我々の豊富な経験や積み重ねたノウハウがお役に立つものと信じます。

◎カリキュラム（振動）

以下は、現状のシニア会メンバーが対応できる項目です。企業にあたっては、これらの中から必要不可欠の項目を取捨選択し、企業特有の教育カリキュラムを構築することが重要と考えます。シニア会メンバーは企業の事情を考慮し、カリキュラム構築から教育、効果の確認までを一貫してお手伝いできると自負しています。

○コース一覧【振動】

I. 基礎講座

II. 高度な振動の取扱い

III. 公害防止管理者のための振動技術

IV. 振動による機械の状態監視と診断

V. 振動問題報告書の書き方

・各コースの所要時間と費用（概算）

I. 基礎講座

1. 振動の基礎

- (1)振動の表し方
- (2)1自由度系（自由振動、強制振動、非減衰、減衰の表現）
- (3)多自由度系（同上）
- (4)分布系
- (5)振動基礎の応用
 - a.振動絶縁
 - b.動吸振器
 - c.基礎励振
 - d.振動計の構成

2. 振動計測

- (1)振動計
- (2)振動計の使用法
- (3)振動の表示
- (4)ロータの振動計測

3. データの処理（周波数分析）

- (1)振動波形とスペクトル
- (2)FFT とアナライザ
- (3)フィルタによる処理
- (4)平均化
- (5)特殊なデータ処理（エンベロープ処理など）

II. 高度な振動の取扱い

1. ロータの振動（ロータダイナミクス）

- (1)ロータ振動の特徴
- (2)振動方程式とその解法
- (3)ロータのつりあい振動と自励振動
- (4)つりあわせ（バラ b シング）
- (5)振動設計
- (6)振動対策

2. 構造物の振動

- (1) 構造物の振動特性（固有振動数，減衰比，モードなど）
- (2) 共振現象とトラブル事例
- (3) 構造物の振動対策法
外力低減，共振回避，補強対策，減衰付加，動吸振器設置など
- (4) 対策事例

3. 流体関連振動

- (1) 流体関連振動の分類
- (2) 管内波動理論
- (3) 管内流体の振動問題（圧力脈動，水撃，自動車吸排気音などの事例）
- (4) 外部流れによる振動現象の説明
- (5) 外部流体の振動問題（カルマン渦振動，渦励起振動，管群の振動などの事例）

4. 振動の数値解析

- (1) 固有振動数とモードの解析
 - (a) 固有値解析法
 - (b) 解析事例（計算と振動対策への応用例）
- (2) 周波数応答の解析
 - (a) 周波数解析法
 - (b) 解析事例（計算と振動対策への応用例）
- (3) 時刻歴解析
 - (a) 時刻歴応答解析法
 - (b) 解析事例（計算と振動対策への応用例：地震応答解析など）

5. 高度な振動計測

- (1) ウォータフォール線図、キャンベル線図、フルスペクトル
- (2) 振動モード
 - ・固有モード
 - ・モードの時間推移

6. トラブルシューティング（実機械の振動改善）

- (1) トラブルシューティングの方法
- (2) 過大振動の原因特定
- (3) 振動改善対策
- (4) 機械別対応（タービン、ポンプ、ブローア、ファン、機械要素）
- (5) 現象別対応（共振、自励、その他）
- (6) 振動改善事例（900件）のデータベース

Ⅲ. 公害防止管理者のための振動技術

1. 公害概論

- (1) 公害の現状
- (2) 振動の評価と影響
- (3) 振動発生源
- (4) 低周波振動

2. 振動の性質

- (1)振動の基本知識
- (2)振動の発生と伝搬

3. 振動防止技術

- (1)振動源対策
- (2)伝搬対策
- (3)弾性支持の方式と材料
- (4)主要機械の防振方法

4. 測定技術

- (1)振動測定機器
- (2)振動レベルの測定

5. 公害に関する法律

- (1)公害対策基本法
- (2)振動規制法体系
- (3)公害防止管理者（振動）

IV. 振動による機械の状態監視と診断

1. 状態監視（振動の評価）
2. 精密診断
3. 対策の実行
4. 設備の振動の知識
5. 受入試験
6. 対策の実行
7. ISO 規格など

V. 振動問題の報告書の書き方

1. 計測計画書
2. 状態監視の報告書
3. 振動関連の開発計画と報告書
4. 振動トラブルシューティング報告書

○振動各コースの所要時間と費用（概算）

I. 基礎講座

8 時間（1 日または半日 2 日間）

II. 高度な振動の取扱い

30 時間（5 日間）

（全 1 週間、毎週 1 日を 1 月間、毎月 1 日を半年間など）

（1. ～6. の項目ごとに設定する）

III. 公害防止管理者のための振動技術

10 時間（2 日間）

IV. 振動による機械の状態監視と診断

17 時間 (3 日間)

V. 振動問題報告書の書き方

3 時間 (半日間)

以上は、カリキュラム全項を履修する時の時間の概算で、企業特定カリキュラムが策定されて、改めて詳細に計画し、時間と費用を見積もることになります。なお、教育履修時間は、聴講者のレベルを考慮し、さらに聴講者の各コース履修程度、聴講する人数、企業の要望を考慮して、総合的に判断します。

なお、費用は、1 時間 1.5 万円を見込んでいますが、最終的には、企業と講師で協議して確定すべきものです。また、実習などを追加することも可能ですが、別途、時間と費用が必要です。これについても協議させていただきます。

この他、講師の交通費、会場使用費（備品を含む）は、企業側が用意することを前提としています。