

振動診断の方法

振動事例と心得ておくべきこと

2016.7.15

岡山大学 研究推進産学官連携機構

古池 治孝

1

◎振動設計

振動の小さな機械の設計支援
(メーカーの立場)



◎振動診断

安全・信頼性の高い機械の運転
振動トラブルの解決
(ユーザーの支援)



・技術者支援(生涯教育)
・技術伝承

技術伝承と生涯教育

1. 事例の活用
2. 技術者教育

- ①振動改善事例データベース
- ②教育と技術者の認証
- ③Webラーニング

社会における技術者生涯教育のシステムが不可欠！

振動診断で心得ておくべきこと

- v_BASEデータベース
 - ・自励振動の事例紹介
- 事例に沿った診断技術の俯瞰
- 自己啓発のツールは有効か
 - ・Webラーニングの紹介

振動改善事例データベース



振動・騒音のトラブル改善事例のデータベース



日本機械学会:機械力学・計測制御部門
A-TS10-13
振動工学データベース研究会
Technical Section on Data-Base of Vibration
Problems
v_BASE
1994.4~

新しい機器(高密度化、高エネルギー化、コンパクト化)の開発・設計にあたっての振動関連問題への対応

v_BASEデータベース



【第3版】

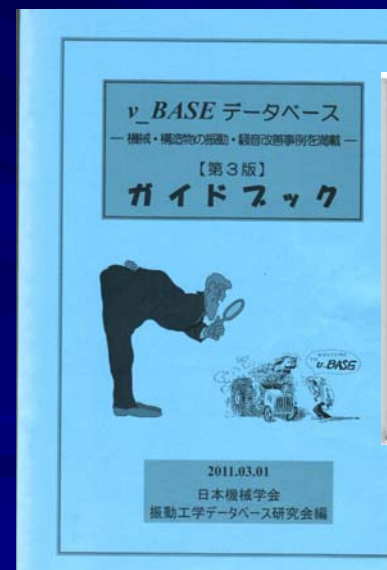
2010年11月

—機械・構造物の振動・騒音改善事例を満載—

790件の事例と検索プログラム



CD & GUIDE BOOK



v_BASE研究会の資料

分類ワード

【トラブルの現象からの分類】

- ・強制 : 強制振動の事例
- ・共振 : 強制振動のうち、共振の事例
- ・共鳴 : 騒音のうち、共鳴の事例
- ・自励 : 自励振動の事例
- ・非線形 : 非線形振動の事例
- ・騒音 : 騒音問題の全般
- ・燃焼振動 : 燃焼時の振動、騒音の事例
- ・制御 : 振動、騒音のアクティブ制御の事例
- ・計測 : 計測ミス、センサー不良などの事例
- ・その他 : 上記に分類できない事例

分類ワード

【トラブルの現象からの分類】

- ・強制 : 175
- ・共振、共鳴 : 246
- ・自励 : 207
- ・非線形 : 36
- ・騒音 : 76
- ・燃焼振動 : 17
- ・制御 : 29
- ・計測 : 24
- ・その他 : 14

計 525(7件重複)

機械の種類

【対象の機械ごとの分類】

- ・回転機械 : タービン、ファン、モータ、コンプレッサ、機器要素（減速装置など）も含む
- ・往復動機械 : ガソリン、ディーゼルエンジン、コンプレッサなど
- ・プラント機器 : 配管、ボイラ、構成機器、他
- ・交通機械 : 自動車、鉄道、船舶、エレベータなど
- ・建設機械 : ホイールローダなど
- ・情報機器 : ハードディスクなど
- ・一般機械 : 橋梁、構造物、家電、ロボット、工作機械、他

機械の種類

【対象の機械ごとの分類】

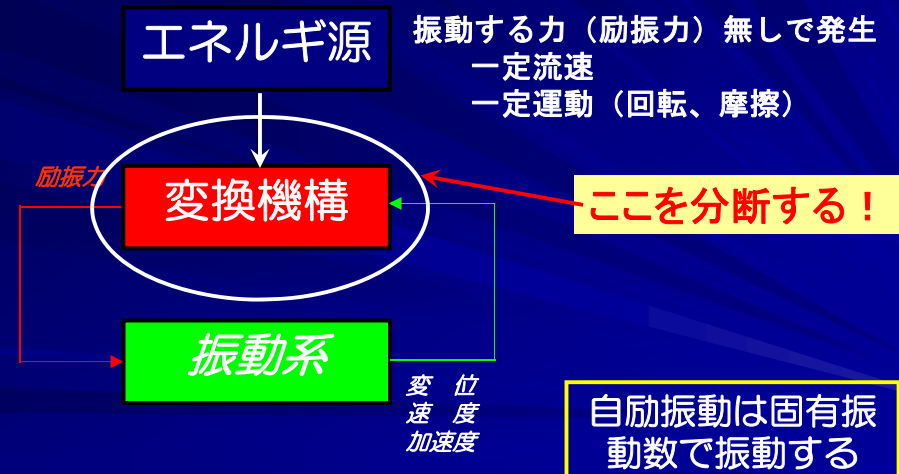
- ・回転機械 387件
- ・往復動機械 31件
- ・プラント機器 152件
- ・交通機械 81件
- ・建設機械 11件
- ・情報機器 25件
- ・一般機械（上記に分類し難いデータ） 103件

計790件

実機の異常(自励)振動への対応

- ・蒸気タービン発電機
回転機械のオイルホイップ
v_BASE No.001
- ・軽油捕集設備
気液二相流による機器の振動
v_BASE No.145
- ・斜張橋
風と雨によるロープの振動
(レインバイブレーション)
v_BASE No.446

自励振動の発生機構



自励振動の発生予測

(困難)

【事後対策:発生メカニズム排除】

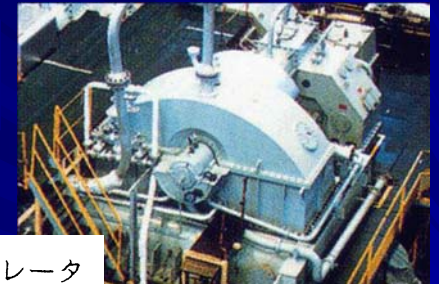
ほとんどの振動系 → 減衰の予測が困難

【すべり軸受の特性(ばね、減衰)は定式化】

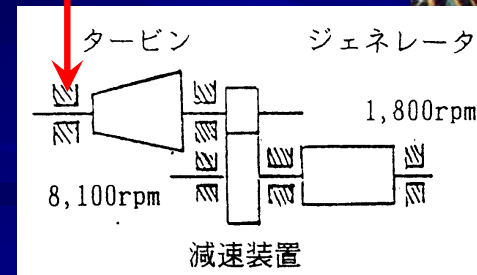
ロータ・軸受系の発生は解析可能

v_BASE No.001 オイルホイップ

発電用蒸気タービン



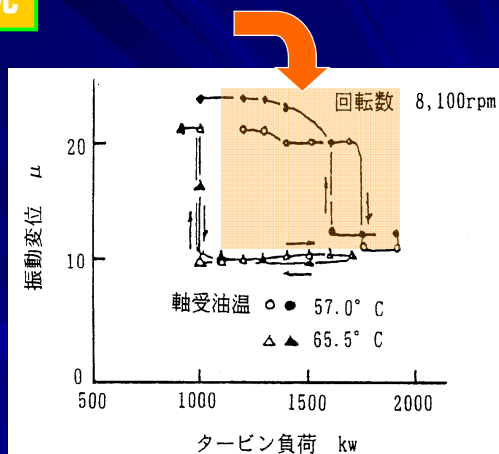
振動測定



8,100rpm
6,000kW

過大振動の発生状況

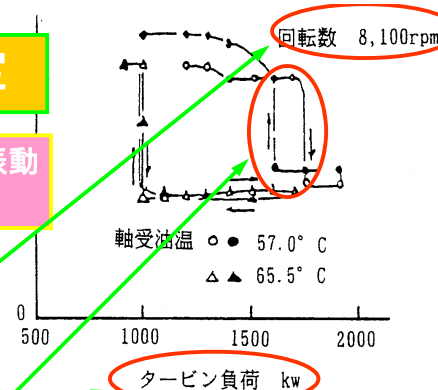
定格運転
(8,100rpm,6,000kw)
から、負荷を下げ、40%
以下の負荷になると、
振動が大きくなった。



タービン負荷と振動の関係
(タービン前部軸受台)

過大振動の原因推定

本件は、現場の振動監視計器（振動
レベルのみ出力）のみで対応



- キーポイント
1. 回転数一定
 2. 負荷が関与
 3. 振動の増減にヒステリシス
 4. 真円ジャーナル軸受

自励振動！？
(オイルホイップ)

確認が必要

推定原因の確認方法を考える

ここでは、
「軸受特性を変えれば、発生する負荷が変わるはず」
に目をつけた。

軸受潤滑油の温度を上げる
(冷却水流量を減少)

発生状況の変化を観察

発生する負荷が変わる

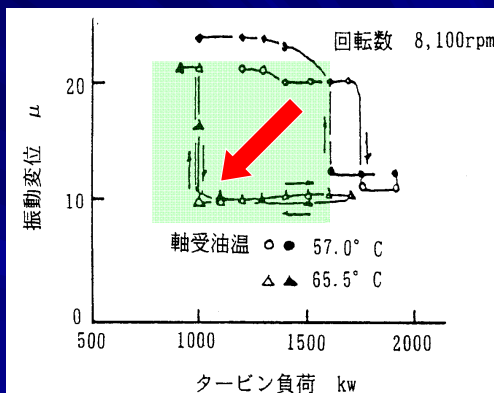
オイルホイップ

オイルホイップの発生確認

確認運転：
(8,100rpm,6,000kw)
から、負荷を下げ、
過大振動が発生する事を
確認した。

発生する負荷は明らかに
変わった。

推定は正しい！



タービン負荷と振動の関係
(タービン前部軸受台)

防止対策と確認

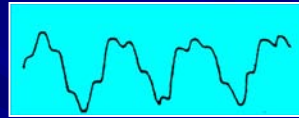
振動波形による現象の確認

応急対策：軸受幅を小さくする
(ジャーナルの偏心を大きくする)

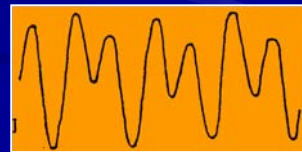
恒久対策：運転条件を考慮して、不安定域に入らないような軸受を設計、製作し取り替える。
(ジャーナルの偏心を大きくする)

仕様条件で運転して、発生しないことを確認

通常振動
135Hz (タービン回転数) 振幅小
30Hz (発電機回転数) 振幅大



過大振動
135Hz (タービン回転数) 振幅小
64Hz (約1/2回転数) 振幅大



発生原因を考える

低負荷でなぜオイルホイップが発生したのか？

- (1)タービン仕様では、低負荷で蒸気が部分的に注入
- (2)注入蒸気でジャーナルを押し上げ
- (3)ジャーナルの偏心が小さくなった

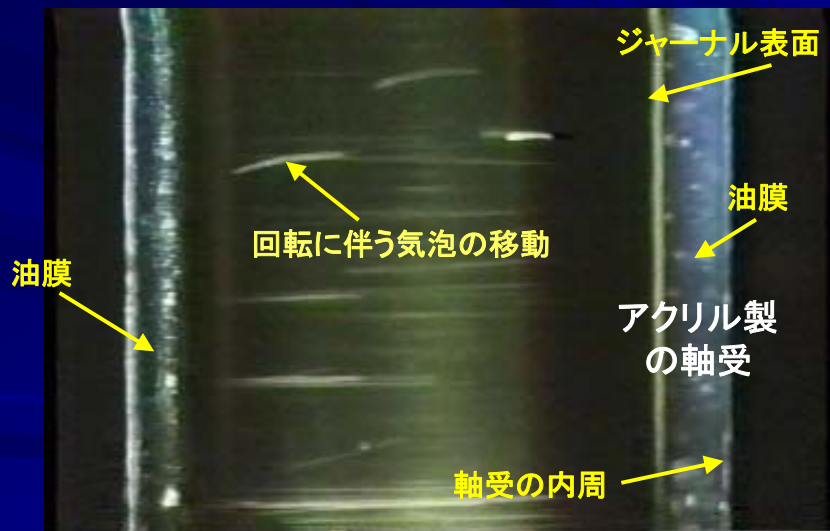
オイルホイップ発生領域
(不安定域)

オイルホイップを判定し、防止するためには、以下の知識が必要

- ・ 発生状況
- ・ 現象
- ・ 予測法
- ・ 防止対策

オイルホイップの基本知識

オイルホイップ 【すべり軸受による不安定振動】



v_BASE No.145 気液二相流励振

軽油捕集設備の振動過大
【自励振動発生メカニズムの排除】

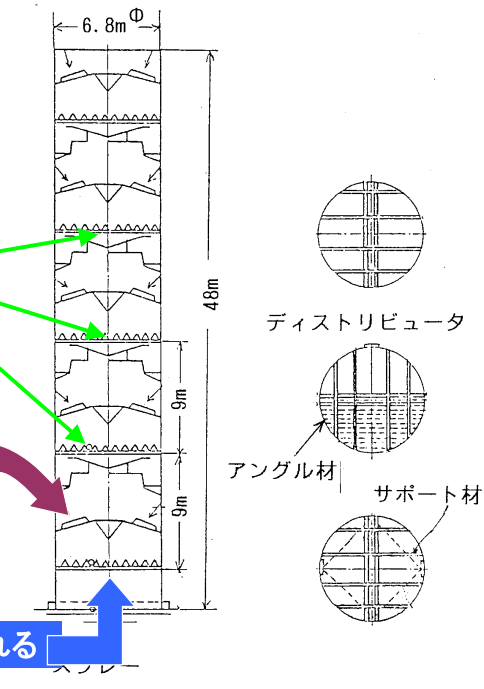


設備の構造

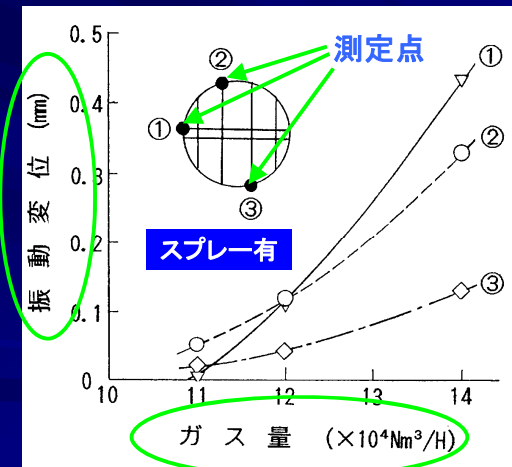
ディストリビュータが上下に激しく振動

液をスプレー

廃ガスが流れる



振動現象の把握



ガス流量と共に振動はどんどん大きくなる

発生メカニズムの推定

・当時、どう考えても判らなかった

【未知の問題であった】

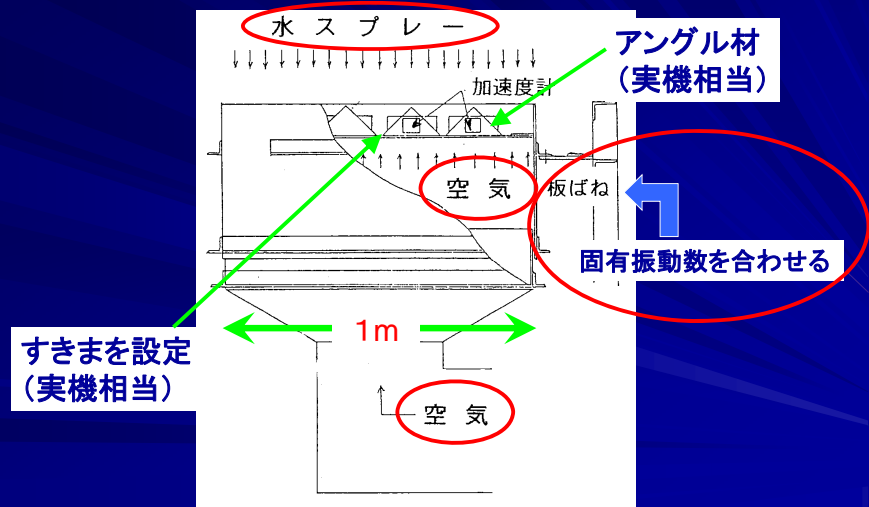
・水と空気の実験で再現

(水と空気、果たして、振動が発生するか)

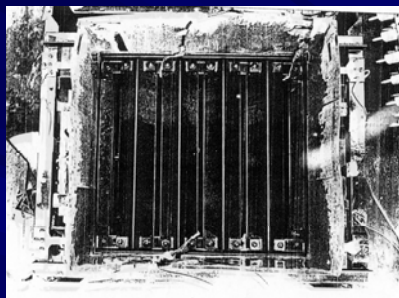
【振動すれば、対策も立案できる】

実験装置

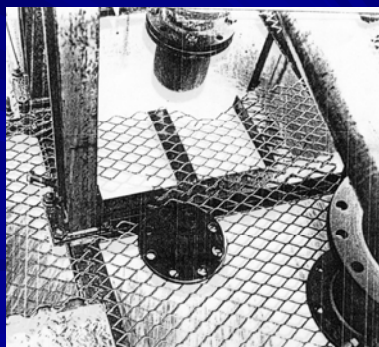
(部分モデル)



実験の概要



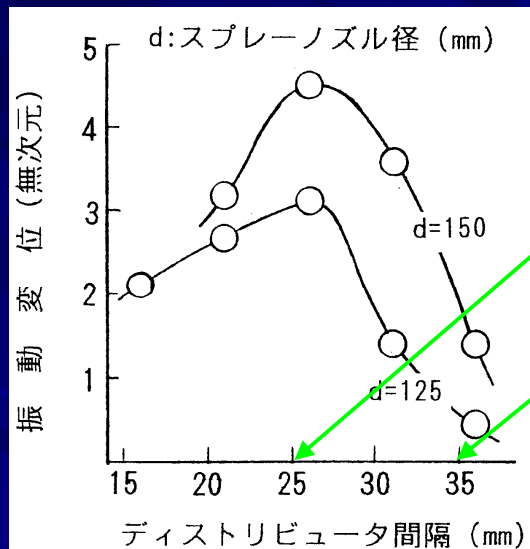
モデルを上から見たところ



水スプレーの様子

実験結果

【見事、振動発生】



初期設計はここでやっていた

これくらいにすれば、大丈夫かしかし、機能は？

確認すべきこと & 何故発生した？

1. 設計変更

振動が発生しないすきまの設定
ただし、機能が十分か？

【専門家が確認】

2. 発生のメカニズムは？

【水と空気の流れだけで、どうして？】

振動発生メカニズム



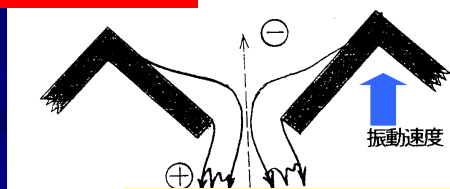
下向きに振動

上側圧力 > 下側圧力

どの場合でも、すきまを確保すればOK!

振動を後押し

振動は止まらない。慣性で、液体はとどまり、すきまが開いて、気体は流れる増大する!!!



上向きに振動

上側圧力 < 下側圧力

振動を後押し

慣性で、液体は流れ、すきまが閉じて、気体は流れにくい

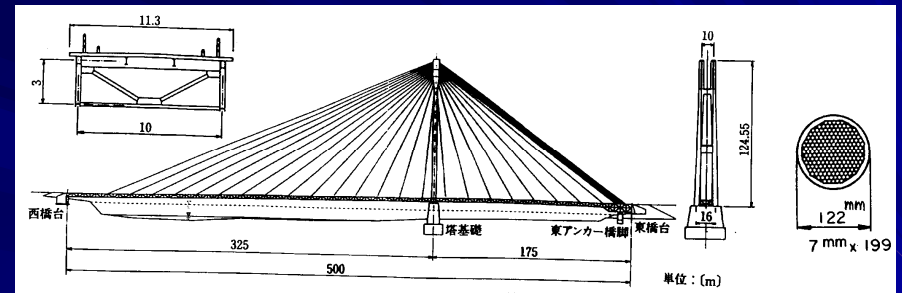
v_BASE No.446 レインバイブレーション

斜張橋ロープのレインバイブレーション



ネパールの奥地に建設
『カルナリ川橋』

橋の構造

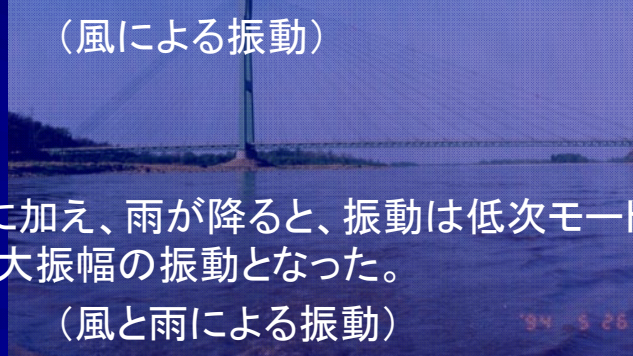


支間長: 325 + 175m ケーブル: 30本 × 2列
(ケーブル最大長さ: 320m、最大径: 122mm)
【ポリエチレンParallel Wire Strand】

振動現象

- 橋軸直角方向から毎日吹く風で、ケーブルが常時、高次モードで振動した。

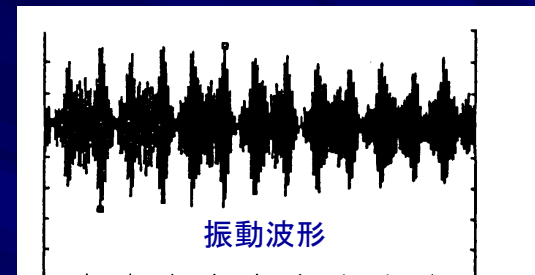
(風による振動)



- 風に加え、雨が降ると、振動は低次モードの大振幅の振動となった。

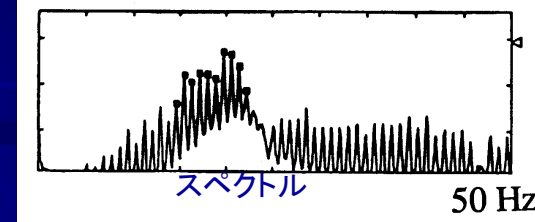
(風と雨による振動)

風による振動



振動波形

8 sec



スペクトル

50 Hz

15~22Hz 1mm

(風速5~12m/s)

振動数は風速に比例

設計時に対策を考慮
【カルマン渦励振】
(強制振動)

風による強制振動の対策



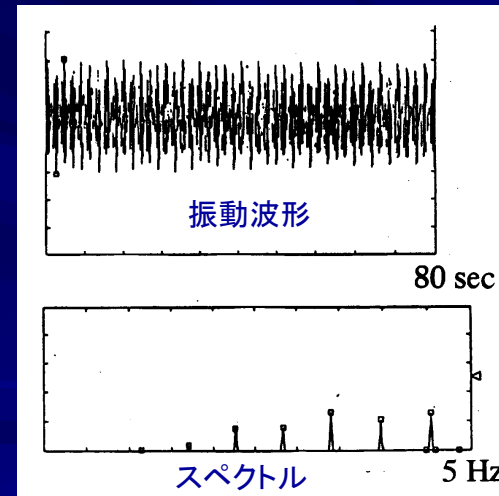
ケーブル支持部

Elastmeric Washer
(ゴム封入)



ダンパ挿入部の拡大

風と雨による振動!

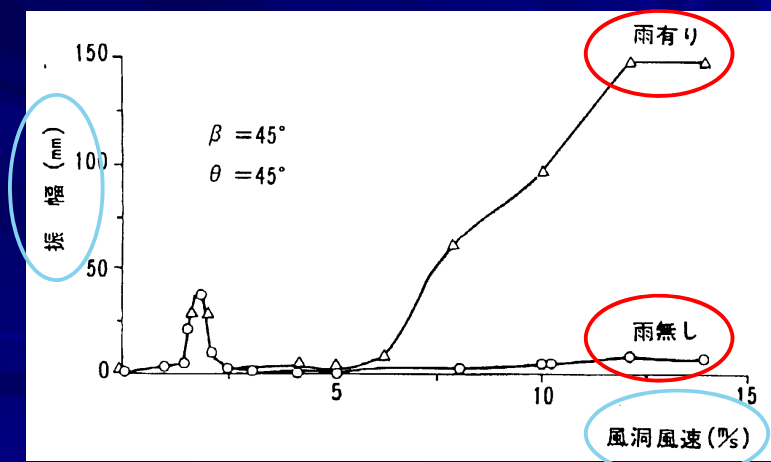


2~5Hz 20cm
(風速4~20m/s)
(激しい降雨)
ものさしでも測れる

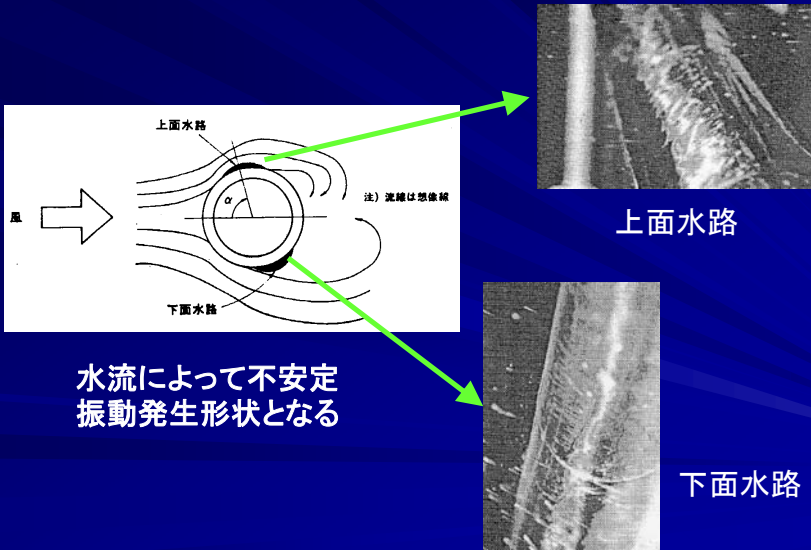
レインバイブレーション(動画)



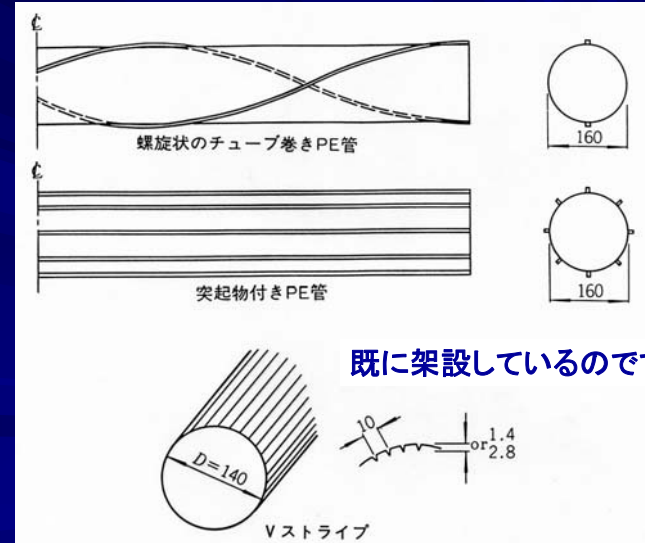
モデルによる風洞振動実験



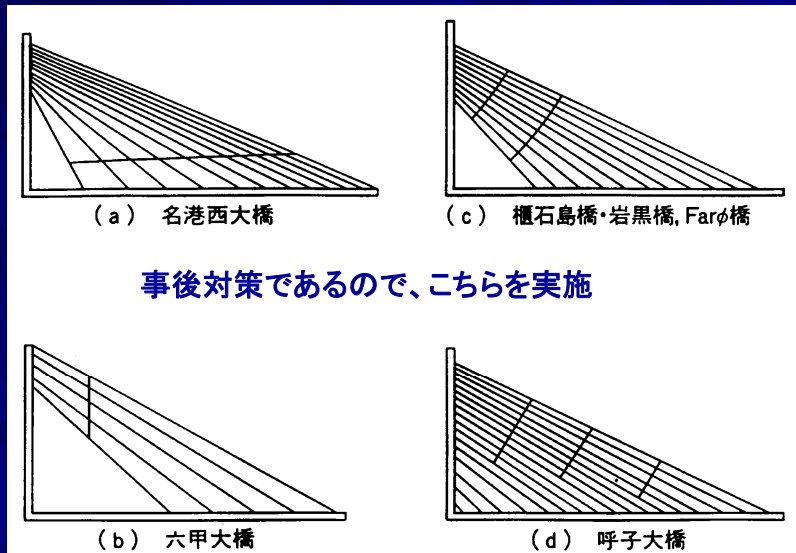
振動発生メカニズム



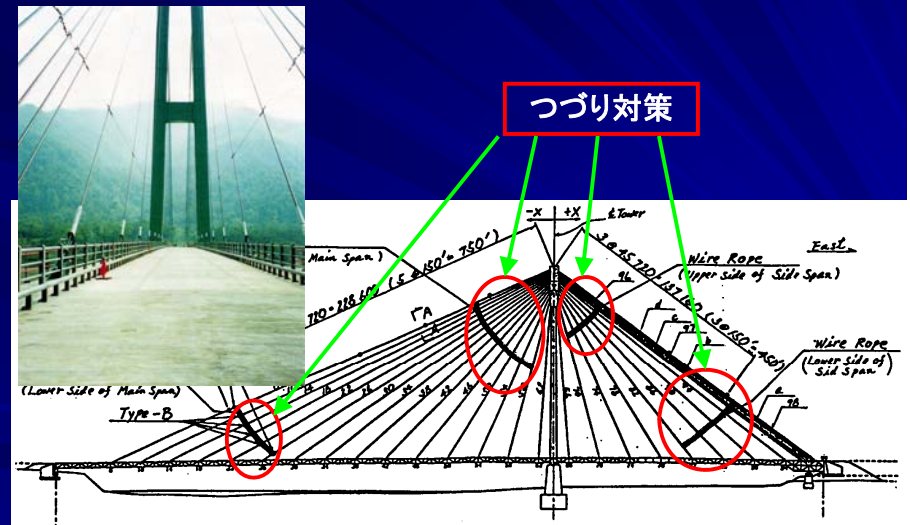
レインバイブレーションの対策(1) 【ケーブル表面の加工】



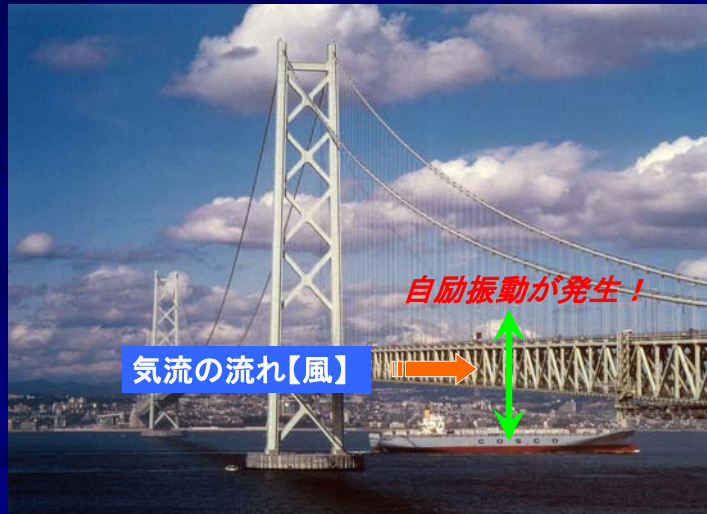
レインバイブレーションの対策(2) 【ケーブルつづり】



カルナリ川橋の対策



風による振動



明石海峡大橋(パールブリッジ)

タコマ橋の崩壊

【季節風による橋の振動】



耐風橋梁



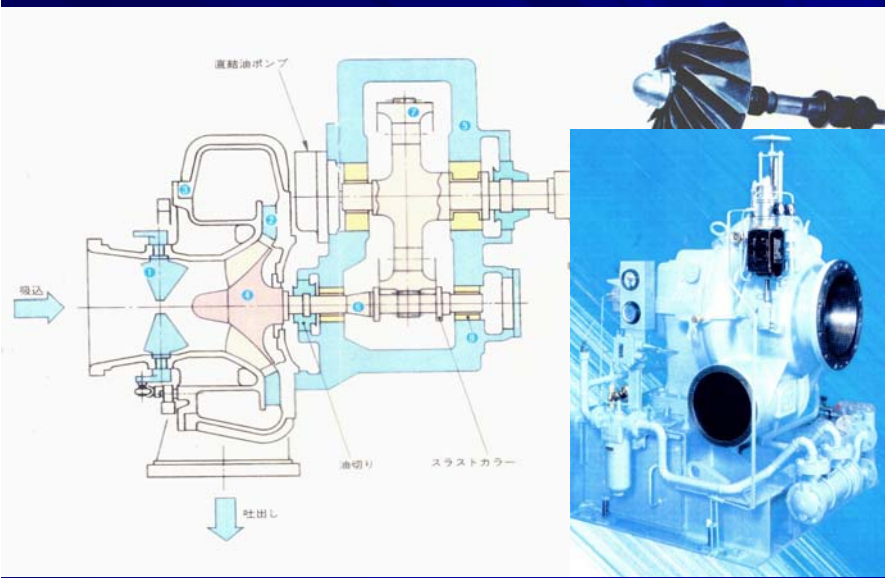
明石海峡大橋(パールブリッジ)

振動の事例を通じて、 診断、対策 の周辺技術を鳥瞰する

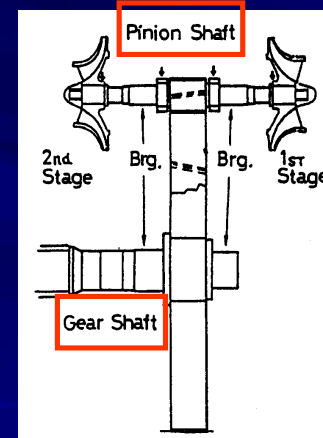
強制振動の事例
小型遠心圧縮機 (ブロー)



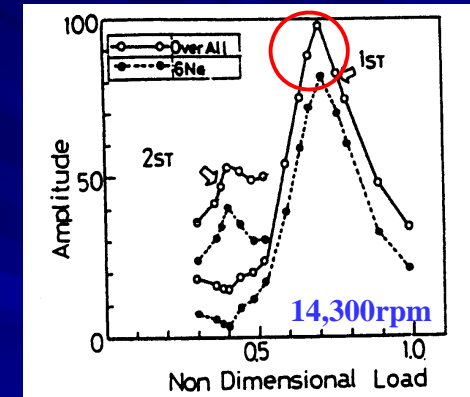
v_BASE No.120 小型プロアの過大振動



振動の発生



小型遠心圧縮機のロータ系
14,300rpm、2,700kW



無次元負荷0.7くらいで振動が急増、ピークとなる

トラブルシューティング 【系統的に振動診断が可能か】

- 振動現象の特徴、分類
- 振動系(構成要素)の同定
- 振動の原因推定
- 振動対策立案
- 現象、対策効果の確認

振動診断の手順 【経験に基づいた設定】

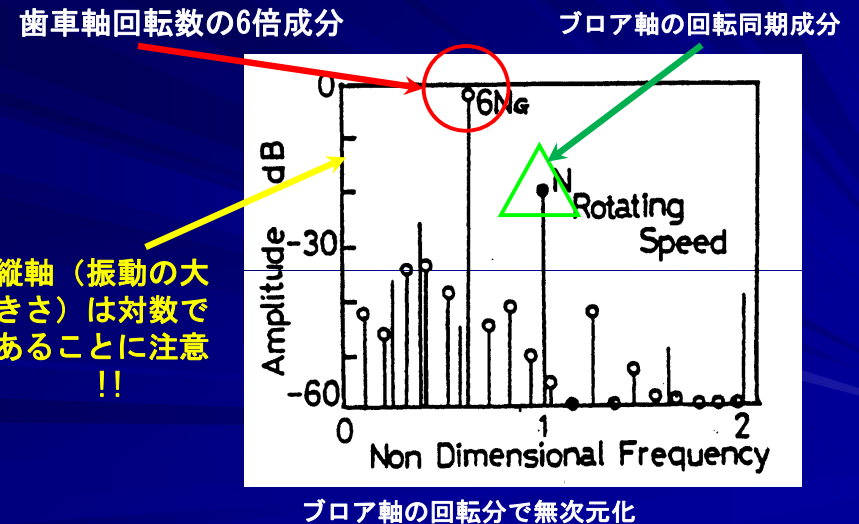
- ①機械のメカニズム、構造を把握せよ！
- ②励振力の種類と周波数を把握せよ！
- ③発生振動の時刻歴波形を観察せよ！（発生条件も）
- ④発生振動の周波数を調べよ！
- ⑤各部の固有振動数を調べよ！
- ⑥振動のモード、位相、タイミングを把握せよ！
- ⑦運転条件、機械の構造を変えて発生振動の変化を見よ！
- ⑧対策後の運転で、結果(振動原因同定、対策効果)を確認せよ！

【現場の状況に基づきアクションの結果も並び換える】

振動診断の手順①~④

- ①機械のメカニズム、構造を把握せよ！⇒OK
- ②励振力の種類と周波数を把握せよ！
ロータの回転周波数(増速機があるので、2種類)
プロア回転周波数とモータ(大歯車)回転周波数
- ③発生振動の時刻歴波形を観察せよ！(発生条件も)
特別な負荷でピークとなる
- ④発生振動の周波数を調べよ！
FFTによる周波数分析

振動発生状況の調査 【周波数分析】



振動因果マトリクス

原因	振動数 X: 回転振動数 Z: 翼枚数、歯数など	回転数成分							軸系危険速度			損傷関連振動数	変調	位相変動		
		低回転数	(0.3~0.5)X	0.5X	(0.5~1.0)X	X	2X	3X	nZX	Nc1	Nc2				Nc3	
ロータ異常	ふつりあい	**			***											
	軸曲がり				***											
据付不具合	非対称剛性				***	***	*									
	クラック				***	***	*									
ころがり軸受	軸受ミスアライメント			(*)	**	**	*									
	ミスカップリング	**			***	**	*									***
接触	接触	*	*	*	***	*	*		*	*	*					***
	潤滑不良	*	*	*	*	*	*									
	外輪傷														***	**
	内輪傷														***	**
歯車	転動体傷														***	**
	保持器傷														***	**
	潤滑不良				*	*	*	***								
	かみ合い異常				*	*	*	***								
流体機械	取付偏心				**	**	**	***							**	
	取付偏角				**	**	**	***							**	
	ピッチ誤差				**	**	**	***							***	
	ブレード通過							***								
不安定発生	インペラ通過							***								
	旋回失速							***								
ゆるみ、ガタ	ドラフトコア	***	**	**	*	*	*									**
	オイルホワール	**	**	**	*	*	*									**
	オイルホイップ	*	*	*	*	*	*									**
	シール不安定	*	*	*	*	*	*									**
	ラビリンス不安定	*	*	*	*	*	*									**
	ブレード不安定	*	*	*	*	*	*									**
スチームホワール	スチームホワール	*	*	*	*	*	*									**

●回転機械の振動が大きくなる理由

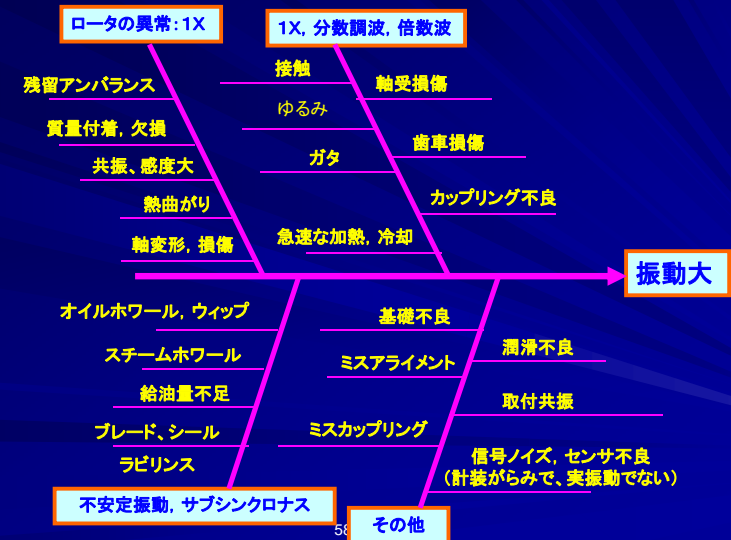
- ロータ自体の異常
残留ふつりあい、曲がり、軸剛性非対称、翼飛散、ごみ剥れ、熱不平衡、クラック、
- ロータの特性が悪い
共振、ふつりあい感度大
- 設置の仕方が悪い
軸受ミスアライメント、ミスカップリング
- 接触している
接触熱曲がり、フリクションホイップ、Hit&Bounce
- 軸受や歯車の損傷
ころがり軸受損傷周波数、変調、かみ合い異常、変調、潤滑悪い
- 機械の不具合
ゆるみ、がた、はめあい、精度不良、電氣的不具合
- 不安定(自励振動)の発生
すべり軸受、シール、ラビリンス、インペラ

振動診断ツール

- 振動因果マトリクス
- フィッシュボーン線図
- 波形・スペクトル図表
- 振動が大きくなる理由一覧
- オービット
- ロータ振動の特徴

フィッシュボーン線図

【機械に発生する振動が大きくなる理由】

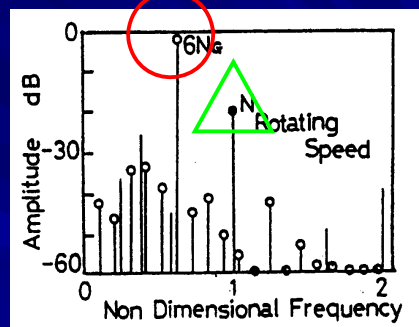


振動発生状況の調査 【周波数分析】

大歯車軸回転数の
6倍

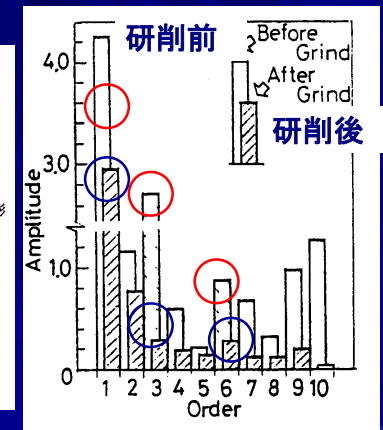
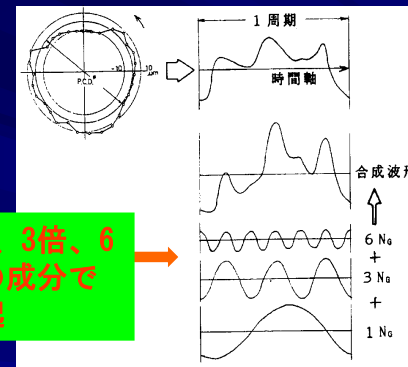
原因推定
ギヤの歯形誤差?

歯車の製作誤差を調べる



ピッチ円誤差

1倍、3倍、6
倍の成分で
励起

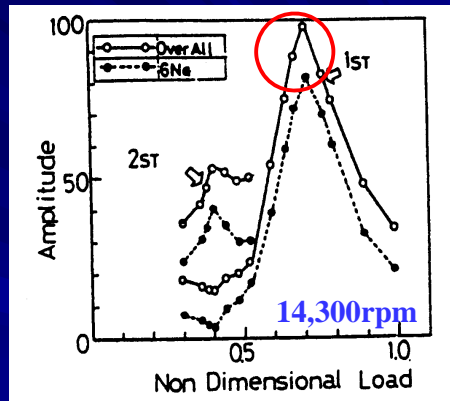


ギヤの研削

何故、 $6N_G$ が大きくなったのか？

励振力は、

$$1N_G > 3N_G > 6N_G$$



無次元負荷0.7くらいで振動が急増、ピークとなる

振動診断の手順⑤~⑥

⑤各部の固有振動数を調べよ！

加振実験(固有振動数、減衰)

振動解析(固有振動数、危険速度、減衰)

⑥振動のモード、位相、タイミングを把握せよ！

振動解析：ロータの振動の特徴

- ①励振力の代表である**不釣りあい**は**回転励振力**であり、変動力ではない。
- ②軸が回転(**自転**)するので、**ジャイロ効果**が作用する。
- ③すべり軸受の油膜のばね定数と減衰係数に**連成項**が存在する場合が多い。
- ④上の3つは回転数や負荷など運転条件と共に変化する。

複素固有値の解

$$\lambda = \sigma \pm j\omega$$

固有減衰

固有振動数

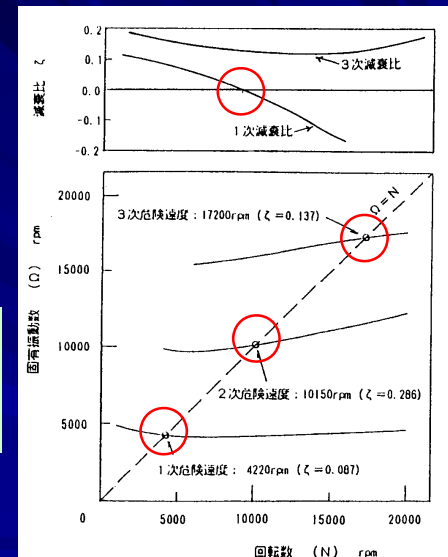
減衰比

$$\zeta = \frac{C}{C_c} = \pm \frac{1}{\sqrt{1 + (\omega/\sigma)^2}}$$

($\sigma < 0$ の時+, $\sigma > 0$ の時-)

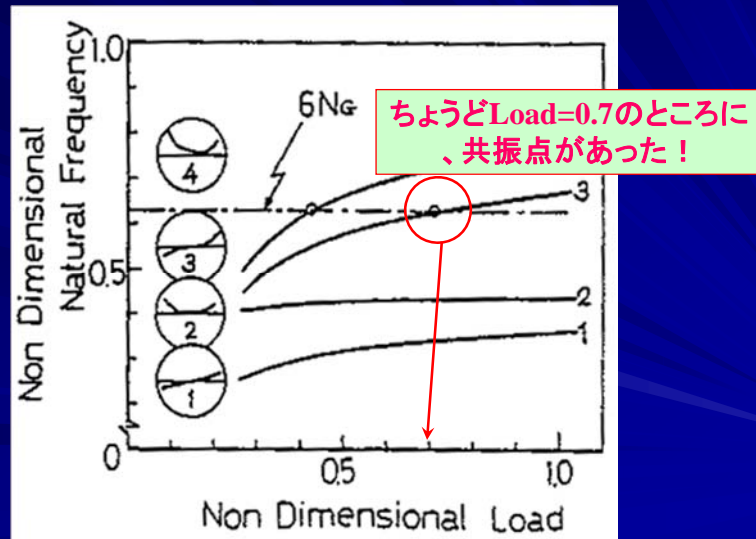
共振倍率

$$\frac{1}{2\zeta}$$



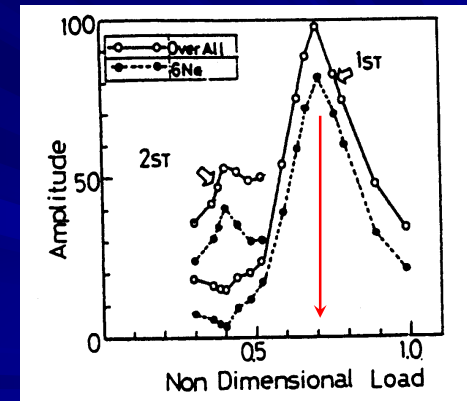
危険速度と不安定発生速度を求める

ブロー軸径の危険速度



ちょうどLoad=0.7のところに、共振点があった！

励振力は、
 $1N_G > 3N_G > 6N_G$
 にもかかわらず、
 共振すると、
 その周波数で、
 振動は大きくなる



無次元負荷0.7くらいで振動が急増、ピークとなる

振動ピーク発生 の理由

- 負荷が変わる
 - 歯車接線力が変わる
 - 軸受荷重が変わる
 - 軸受特性(バネ定数など)が変わる
- ↓
- 負荷によって固有振動数が変わる
- ↓
- 歯車6倍成分と共振 → 振動過大
- 対策: ロータ・軸受系の改良

振動が大きくなるのは どういうときか？

- ①共振
 - ②励振力が大
 - ③減衰が小
 - ④自励振動発生
- } 強制振動

- ・ 強制振動の振動周波数 = 励振力の振動数
- ・ 自励振動の振動周波数 = 固有振動数

【診断の決め手】

ロータ・軸受系の改良
【形状、すきま、など】
解析による確認

危険速度のコントロール

複素固有値の虚部

モード減衰の向上

共振感度の向上

複素固有値の実部

対策

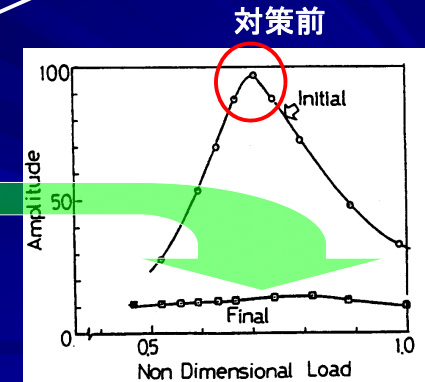
1. 大歯車の再研削
2. 軸受の変更

励振力の削減

共振回避

対策後

大きな振動無し



ロータの振動対策

実機では、様々な要因がからみ合っている。



トラブルシューティング

安全を考えて、
複数の対策が採用されることが多い。

振動対策

- **ロータへの対策**
つりあわせ【フィールドバランス】
ロータ改修
- **共振回避(共振制御)**
ロータ・軸受系の改善
【危険速度回避、ふつりあい感度改善】
- **アライメント改善**
軸心調整【シムアップなど】、カップリング改善
- **自励振動対策**
ロータ・軸受系の改善、シール改善、
スワールブレーカ設置など
- **機械、機械要素の不具合是正**
据付改善、要素交換

振動診断の手順⑦~⑧

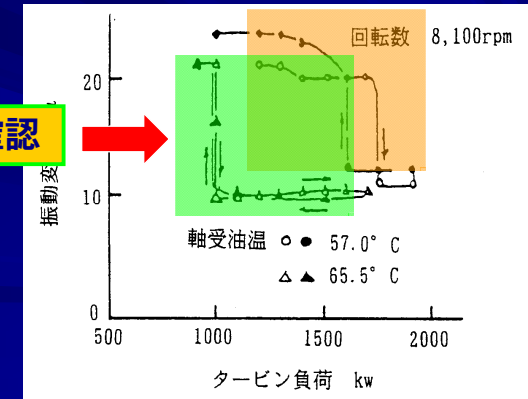
⑦ 運転条件、機械の構造を変えて発生振動の変化を見よ！
 負荷、潤滑油温度、潤滑油の種類、軸受隙間、など

⑧ 対策後の運転で、結果(振動原因同定、対策効果)を確認せよ！

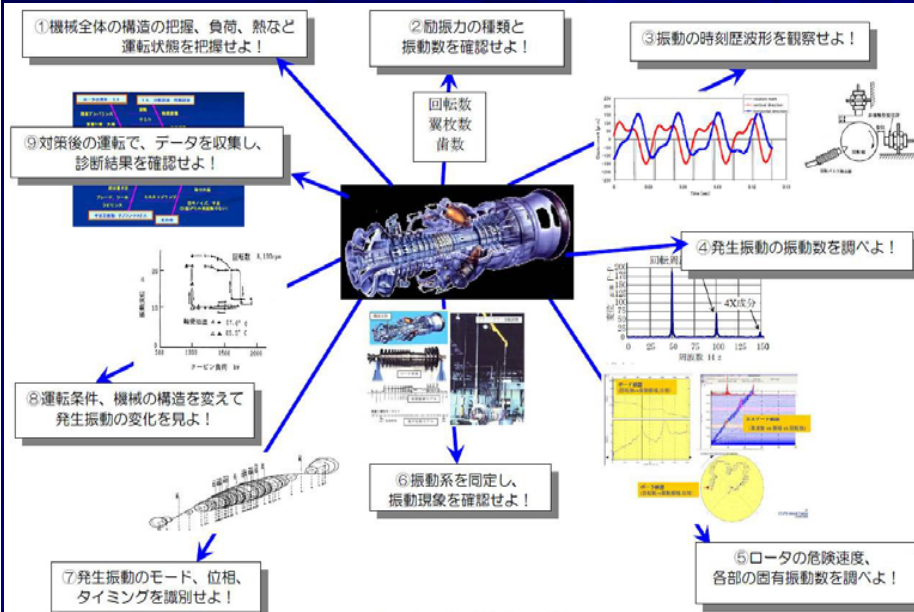
振動の変化を見る

過大振動の発生状況

オイルヒップの確認



振動診断の経路



トラブルシューティングから学ぶこと

- ・現場での経験
【機械の叫びを聴く】
- ・振動学的背景
【振動、騒音】
- ・全方位的視点
【潤滑、流体、熱、他】
- ・徹底して「みる」
【見る、視る、観る、診る、.....】
- ・現場での診断
【機械の叫びを把握、「かん」養成】

技術伝承と生涯教育

- 1. 事例の活用
- 2. 技術者教育

- ①振動改善事例データベース
- ②教育と技術者の認証
- ③Webラーニング

社会における技術者生涯教育のシステムが不可欠！

③. Web Learning Plaza

JST 独立行政法人
科学技術振興機構 Japan Science and Technology Agency
科学技術振興機構（略称 JST）は、イノベーションの創造を推進します。
知の創出から研究成果の社会還元とその基盤整備を担うのが国の中核的機関です。

<http://WebLearningPlaza.jst.go.jp/>

日本機械学会のHOME PAGEからもLINK

Webラーニングプラザ 技術者 eラーニング

技術者向けeラーニング

教材を探す！

コース レッスン 用語集

全てを含む いずれかを含む

Webラーニングプラザを知りたい！

Webラーニングプラザ詳細 サイトマップ リンク

学習履歴を詳しく！

Mv nameを指定する(ログイン)

分科・映像から選ぶ

教材マップから選ぶ

学習者登録する

教材を選ぶ！

分科・映像から選ぶ

教材マップから選ぶ

Webラーニングプラザとは？

技術者の継続的能力開発や再教育の支援を目的とし、科学技術振興機構が無料にて提供する、技術者向けeラーニングサービスです。ライセンス、情報通信、環境、ナノテクノロジー・材料、電気電子、機械、化学、社会基盤、安全、科学技術史、総合技術監理、技術者倫理、知財に関する教材を学習できます。

教材を選ぶ

ライフサイエンス(11) 情報通信(10) 環境(17) 映像型(14)

ナノテクノロジー・材料(13) 電気電子(8) 機械(16)

化学(10) 社会基盤(8) 安全(17)

科学技術史(1) 総合技術監理(20) 技術者倫理(2)

知財(2)

Webラーニングプラザ 技術者 eラーニング

事例に学ぶ動力学コース

事例に学ぶ動力学コース

- 振動計トラブル
- アンバランス振動
- 管路系の流体関連振動
- 動吸振器による振動低減
- 高速回転機械のオイルホイップとその防止
- 時間遅れによる目録振動
- 曲げ固有振動スビルオーバによる自動振動
- フラッタ振動
- 摩擦振動の発生メカニズムと対策
- 電磁騒音

科学技術振興機構 All Rights Reserved. Copyright (C) 2002-2008 JST
科学技術振興機構 研究基盤情報部 情報整備課
ご質問・ご意見・ご要望は、tech-cpd@jst.go.jp

http://weblearningplaza.jst.go.jp - 高速回転機械のオイルホイップとその防止 - Microsoft Internet Explorer

事例に学ぶ動力学

高速回転機械のオイルホイップとその防止

コース名称 事例に学ぶ動力学

レッスン名称 高速回転機械のオイルホイップとその防止

学習目標 事例を通じて、高速回転機械に発生するオイルホイップの現象を理解させ、発生防止策を立案させる。

対象者 興味のある技術者

前提知識 振動の基礎を学んだことのある人

関連するレッスン

最短学習時間 17分

キーワード 高速回転機械、サベリ軸受、危険速度、ヒステリシス、オイルホイップ、オイルホール、自励振動

プラグイン Macromedia Flashplayer ver.5.0 [詳しくはこちら](#)

企画 財団法人日本機械学会

執筆 古池 治孝

制作 財団法人日本機械学会

監修 齊藤 忍

ナレーション文 目次

レッスン開始画面

- 1 オイルホイップとは
- 2 事例(1): 振動トラブルの発生と機械の構成
- 3 振動の発生状況と現象の確認
- 4 振動原因の推定と運転による確認
- 5 振動波形による現象の確認と防止対策
- 6 発生原因を考える
- 7 基本的なロータの振動の発生
- 8 オイルホイップの特徴
- 9 オイルホイップの発生メカニズム
- 10 オイルホイップの発生予測-1
- 11 オイルホイップの発生予測-2
- 12 オイルホイップの防止対策

http://weblearningplaza.jst.go.jp - 高速回転機械のオイルホイップとその防止 - Microsoft Internet Explorer

事例(1): 振動トラブルの発生と機械の構成

オイルホイップとは

高速回転機械

オイルホイップ

フィールドバランス

大きな振動

振動が収まらず現場では対応できない

6,000Kv 発電機

タービン

500Kv 発電機

1,200rpm

8,100rpm

減速機

ジェネレータ

制御

運用時必ずベリジャーナル検査

レッスン開始画面

- 1 オイルホイップとは
- 2 事例(1): 振動トラブルの発生と機械の構成
- 3 振動の発生状況と現象の確認
- 4 振動原因の推定と運転による確認
- 5 振動波形による現象の確認と防止対策
- 6 発生原因を考える
- 7 基本的なロータの振動の発生
- 8 オイルホイップの特徴
- 9 オイルホイップの発生メカニズム
- 10 オイルホイップの発生予測-1
- 11 オイルホイップの発生予測-2
- 12 オイルホイップの防止対策

フィールドバランスとは？

A5-2

ロータ製造時に、工場での試運転(ランニングマシン)でつりあわせ(ランニング)するものが通常である。つりあわせによる振動が大きい場合には、現場で、バランス筒の計測器や一時的な振動計を使ったデータに基づき、現場で修正し、ふたたび振動を小さくすること、フィールドバランスと呼んでいる。

Q5-3

低負荷の場合にのみオイルホイップが起こるのか？

A5-3

どの機械でも負荷が小さいとオイルホイップが起こり易い、とはいえない。機械のメカニズムが違えば発生しやすい。一般的に、振幅は定常(最大に近い)使用で能力が設定されている。低負荷では無理なようなことが起こることも多い。これについては、後述する。

事例に学ぶ動力学 - Microsoft Internet Explorer

自己診断テスト

問1. ある機械で過大振動が発生したが、この時、オイルホイップと判定する記述として、採用できるのはどれか？(複数可)

1 過大振動はロータの回転速度が危険速度近辺で発生した

2 振動波形が回転同期であった

3 回転速度は変わらないが、他のパラメータを変えると発生した

4 過大振動の発生や消滅の回転速度がはっきりしなかった

5 機械を高速用に改造した時、玉軸受からすべり軸受に変更していた

6 危険速度の2倍の速度近辺で発生し、さらに速度を上げると小さくなった

不正解です。

【解説】

(1)、(2)、(6)はいずれも、ふつりあいが大きい場合など、強制振動の共振の特徴である。共振では、共振点(危険速度)を過ぎれば、振動は小さくなる。

レッスン開始画面

- 1 オイルホイップとは
- 2 事例(1): 振動トラブルの発生と機械の構成
- 3 振動の発生状況と現象の確認
- 4 振動原因の推定と運転による確認
- 5 振動波形による現象の確認と防止対策
- 6 発生原因を考える
- 7 基本的なロータの振動の発生
- 8 オイルホイップの特徴
- 9 オイルホイップの発生メカニズム
- 10 オイルホイップの発生予測-1

事例に学ぶ動力学 - Microsoft Internet Explorer

自己診断テスト

問1. ある機械で過大振動が発生したが、この時、オイルホイップと判定する記述として、採用できるのはどれか？(複数可)

1 過大振動はロータの回転速度が危険速度近辺で発生した

2 振動波形が回転同期であった

3 回転速度は変わらないが、他のパラメータを変えると発生した

4 過大振動の発生や消滅の回転速度がはっきりしなかった

5 機械を高速用に改造した時、玉軸受からすべり軸受に変更していた

6 危険速度の2倍の速度近辺で発生し、さらに速度を上げると小さくなった

正解です。

【解説】

(1)、(2)、(6)はいずれも、ふつりあいが大きい場合など、強制振動の共振の特徴である。共振では、共振点(危険速度)を過ぎれば、振動は小さくなる。

レッスン開始画面

- 1 オイルホイップとは
- 2 事例(1): 振動トラブルの発生と機械の構成
- 3 振動の発生状況と現象の確認
- 4 振動原因の推定と運転による確認
- 5 振動波形による現象の確認と防止対策
- 6 発生原因を考える
- 7 基本的なロータの振動の発生
- 8 オイルホイップの特徴
- 9 オイルホイップの発生メカニズム

Webラーニングブラウザ 技術者 eラーニング - Windows Internet Explorer

http://weblearningplaza.jst.go.jp/

検索

Webラーニングブラウザ 技術者 eラーニ

機械

- 材料力学基礎知識コース
- 機械力学基礎知識コース
- 熱力学基礎知識コース
- 塑性加工コース
- レーザー加工技術コース
- 事例に学ぶ機械要素コース
- 事例に学ぶ生産工学コース
- 事例に学ぶ設計コース
- 事例に学ぶロボティクスコース
- 事例に学ぶ動力学コース
- 振動による機械の状態監視と診断コース**
- ライト兄弟に見る航空技術コース

振動による機械の状態監視と診断コース

振動による機械の状態監視と診断 コース

振動による機械の状態監視と診断

1. 機械の状態監視診断とは
2. 振動データの収集と分析
3. ISO規格による振動評価と診断
4. 回転機械の不具合振動
5. 回転機械の不具合による振動
6. すべり軸受等が関連した振動
7. 歯車、転がり軸受の異常振動
8. モーター・発電機・ドライブの振動
9. ポンプ、コンプレッサー等の振動
10. 振動試験による特性評価

科学技術振興機構 All Rights Reserved. Copyright (C) 2002-2008 JST
科学技術振興機構 研究基盤情報部 情報整備課
ご質問・ご意見・ご要望は、tech-cpd@jst.go.jp

振動による機械の状態監視と診断 - Wind

http://weblearningplaza.jst.go.jp/taikei/694/5508/lect/about.html

科学技術振興機構

著者・制作 科学技術振興機構

企画・制作 社団法人 日本機械学会
古池 治孝(岡山大学)

監修 神戸大学名誉教授 岩壺 卓三(関西大学)
古池 治孝(岡山大学)
藤川 猛(芦屋大学)

制作年月 2008年2月

はじめに

学習目標 機械設備の監視について学ぶ、また、認証の動向を踏まえて振動のおおよそと。

前視知識

最短学習時間 13分

プラットフォーム Macromedia Flash

企画・制作・監修 科学技術振興機構

動作確認済み 5.1(Mac OS)

科学技術振興機構

ページが表示されました インターネット 100%

① 機械設備のトラブルとその影響

事故によるプラント・工場の破損例

7

公開ネット講義

- 京都大学
- 東京大学
- edX (MIT)
- Coursera (Stanford Univ.)

88

**学ぶ機会あり！
ポテンシャルアップする
機会あり！**



無限にある

THE END

***Thank you for your
attention!***