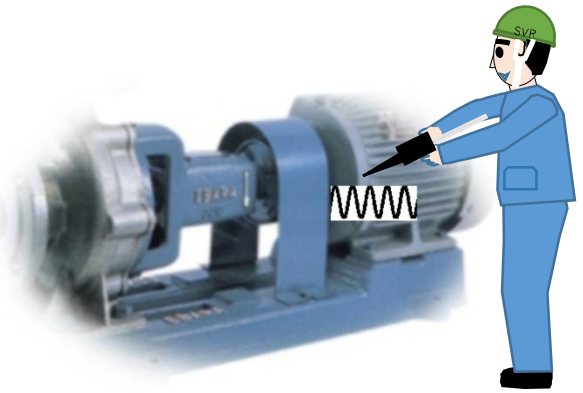
なるほど！シリーズ2

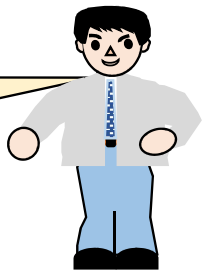
何故、振動を測る必要があるのか？
振動原因の特定はどのようにするか？



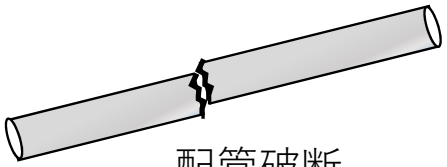
「これだけ知っていれば　ほぼ 大丈夫」

Sound & Vibration Research
国際振音計装株式会社
2017/8 IKE

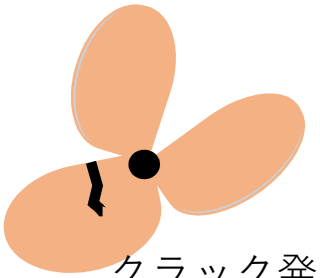
物が壊れたり、クラックが発生したりすると振動を計測しますが、なぜ計測が必要でしょうか？



そうですね。繰返し力を受けている物が疲労損傷などで壊れたと考えられる場合は、振動が主原因だと考えられるので、その振動を計測し、性状を把握することになります。
物が壊れる場合のほかだと考えられる、振動により
(1) 機能が損なわれる。
(2) 物の品質や人体に悪影響を与える。
場合などでもその原因を調査するため振動を計測します。

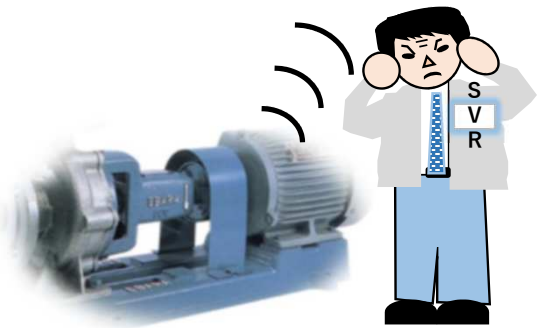


配管破断

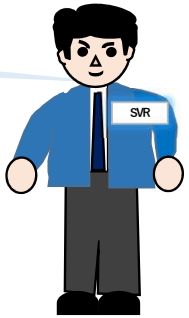


クラック発生

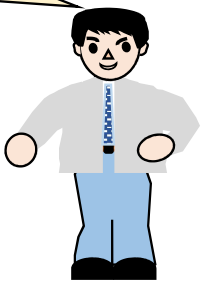
加工機のビビリ



機械の振動・騒音



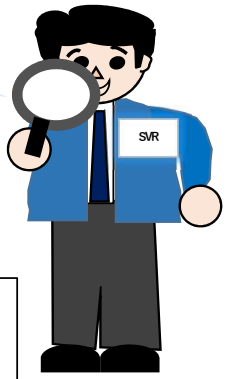
「振動の性状を把握する」とは具体的にどのようなことでしょうか。
また、振動性状が判った後はどのように考え、原因を推定するのでしょうか。



具体的に「振動性状を把握する」と云うことは、
①対象物がどのような振動(卓越振動数、振幅、定常的か非定常的）を
しているか、
②その振動は共振しているのか、共振していないのか、
（共振の可能性を検討するためには、物の固有振動数や減衰比などを測る
必要があります。そのため、振動計測を行う際には必ず固有振動数と減衰比
は必ず計測しましょう。）
③その結果、計測した振幅(変位、速度、加速度、応力などが大きさが許容範囲
内か否か。
を把握することです。

次に、振動性状を把握した上で、
④物を振動させる力(強制力）の振動数と大きさはどれくらいか、
(強制力の大きさを直接測ることは難しいことなので、代わりに加速度や
圧力、変位などを計測することがあります。）
⑤強制力の源は何か
を検討することにより、振動の原因を特定します。

計測から原因究明、対策までの考え方の一例は次のようになります。
詳細な原因究明などを行う場合はFTAなどの要因分析を行うことが望ましい。



計測とデータ分析

稼動状態振動計測
振動数、振幅と負荷、流量、温度、回転数の関係把握

データ突合せ、検討

停止時振動計測
固有振動数(機械的、音響的)、減衰比、振動(音響)モード把握

原因推定

共振
①機械的共振
②音響的共振(共鳴)
③流体的共振

非共振
(振動数比による応答倍率考慮)

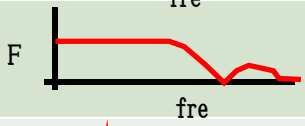
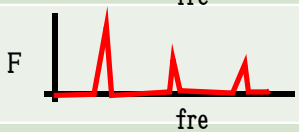
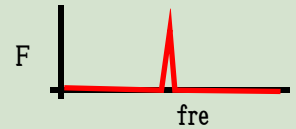
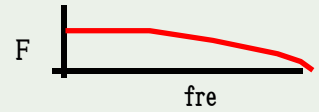
対策検討

共振回避策検討
①固有振動数変更
②強制力振動数変更

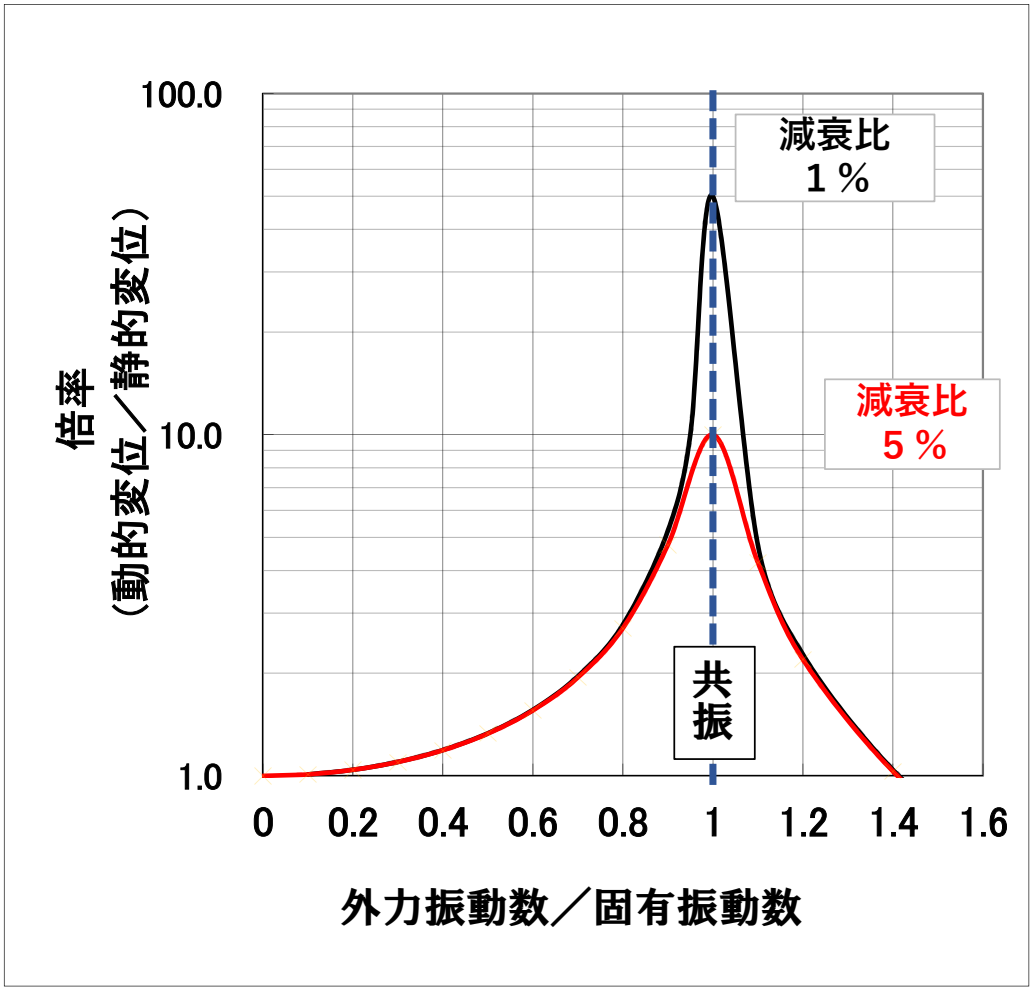
振幅抑制策検討
③減衰比、剛性増加

振幅低減策検討
①剛性変更
(固有振動数も変化)
②強制力振幅低減
③防振や制振法採用

外力(強制力)になり得る要因の代表的なものを以下に示します。
それぞれの力の特性を把握しておくことが振動原因特定に有効です。

外力		力の特徴	力のスペクトル
1.機械的外力	(1)回転体アンバランス力	基本的に機器の回転数成分の振動数が卓越。定回転数では力は一定。	
	(2)往復機関アンバランス力	機関数＊回転数成分＊整数倍の振動数が卓越。定回転数では力は一定。	
	(3)衝撃力	パルス状の力で多くの振動数成分を含む。	
2.流体的外力	(1)配管内脈動	回転数＊羽枚数＊(吐出口数)とその整数倍の振動数が卓越。	
	(2)渦振動(カルマン渦等)	卓越振動数はストローハル数＊流速／代表長とその整数倍。ストローハル数は断面形状などに依存する。	
	(3)流体乱れ	多くの振動数分を持つ。	
	(4)キャビテーション	高振動数域成分の多くの振動数成分	

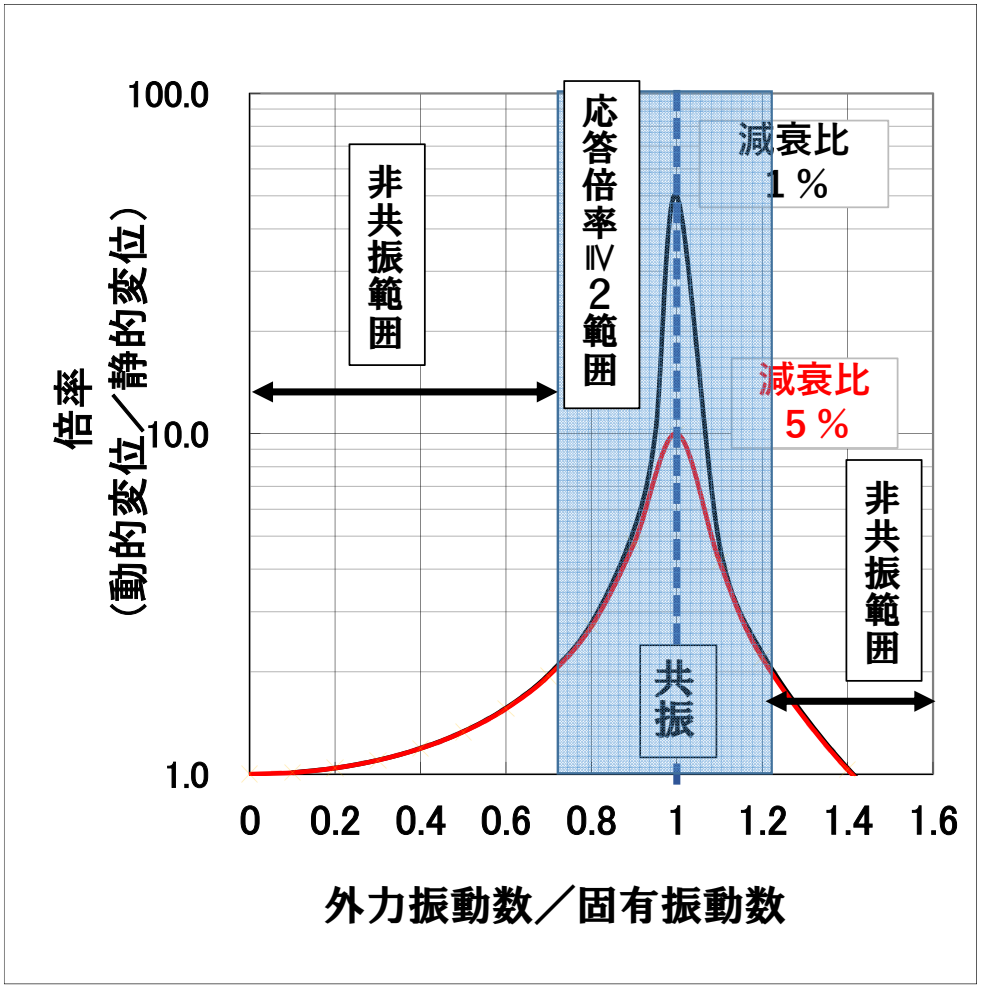
共振している場合の振動低減策に対する効果を説明します。

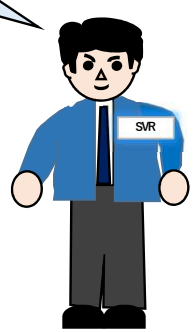


左図（縦軸:振動振幅の相対値）を参考に考えます。
共振状態とは、横軸＝1の状態です。
振幅を低減するためには、
(1)横軸の値を1から下げるか上げる。
(2)減衰比を大きくする。
ことが考えられます。

具体的には
(1)横軸の値を1から下げるか上げるためには、
①外力の振動数か固有振動数を変化させる。
ただし、横軸を1以上にする場合は共振点通過の際振幅が一時的に増加する現象が発生します。
(2)減衰比を大きくするためには、
制振材、各種ダンパーを採用することになります。
ことが考えられます。

非共振の（共振していない）場合の振動低減策に対する効果を説明します。





左図を参考に考えます。完全共振していなくても、振動振幅は増幅されていますので、増幅の倍率を2以下に下げようとすれば、振動数の比率は約1±25%程度以外にする必要があります。ここでは便宜上、倍率＜2の範囲を非共振範囲と仮定します。

この場合、減衰比を増加しても振幅低減の効果は殆どありません。
従って、
①振動数比率を1±25%の範囲よりさらに離調する。
②外力の大きさを小さくする。
③バネ定数を大きく（剛性を上げる）

などの低減策を考えることになります。

外力		振動低減策の具体例	
一. 機械的外力	(1)回転体 アンバランス力	回転数変更(振動数比変更) アンバランス力低減(バランス調整)	
	(2)往復機関 アンバランス力	回転数変更、危険回転数域昇速率アップ アンバランス力低減、	
	(3)衝撃力	衝撃応答スペクトルを考慮し、緩衝材などにより衝撃パルス幅、レベルを変更。	
二. 流体的外力	(1)配管内脈動	回転数、羽根枚数変更 アキュムレータ,1/4波長管設置の設置	
	(2)渦振動 (カルマン渦等)	形状変更(ストローハル数の変化、代表長変更)	
	(3)流体乱れ	乱れ低減	
	(4)キャビテーション	キャビテーション回避(背圧増加、流路変更など)	

振動低減対策に対する健全性を確認することが大事です。

対策案が適切か否かの最終判断は
①材料強度的に大丈夫か（発生最大応力が疲労限度以下であること、
　フレッティングなどを伴う場合は別途摩耗など観点より検討が必要すること）
②機能上許容される振幅か
③物品や人体の悪影響を与えない範囲か
④上記検討項目に対する尤度はどれくらいあるか。
により判定する。

END