



# ワイヤレス状態監視センサーによる キャビテーション診断事例

株式会社 西島製作所  
スマートメンテナンス推進部  
野呂 貴之

## 目次

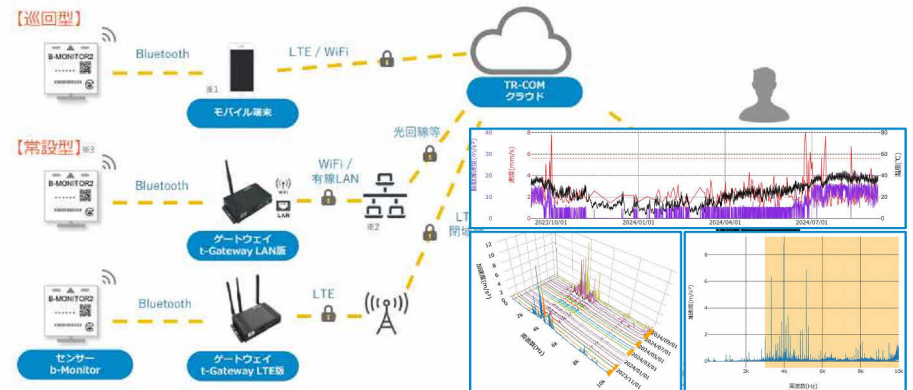
1. はじめに
2. TR-COM概要
3. 発生した事象と振動データ
4. キャビテーション発生メカニズム
5. 考察とまとめ

## 1. はじめに

- 弊社が開発したワイヤレス状態監視センサー「TR-COM」による簡易診断事例
- 振動による傾向管理を目的としたセンサーで、ころがり軸受を有する比較的小型の回転機械が対象。
- 周波数レンジ10000HzのFFTに現れるキャビテーション・エロージョン発生時の特徴と、その発生メカニズムに基づいた診断事例についての解説

## 2. TR-COM概要

### TR-COMシステム



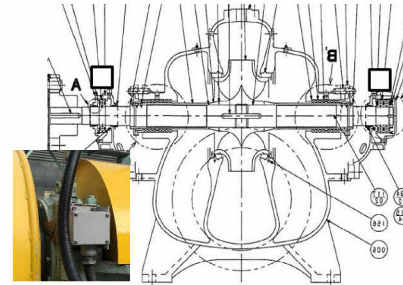
## 2. TR-COM概要

### TR-COMセンサー



名称	b-Monitor 2
外形寸法・質量	L:38mm, W:24mm, H:38mm 約50g(電池含む)
測定データ	1軸振動加速度RMS、振動速度RMS、温度 加速度・速度FFT
計測仕様	1軸加速度計：Max.30G 周波数レンジ：8~10,000Hz 周波数分解能：1Hz
無線特性	Bluetooth low energy 周波数：2.4GHz
適用環境	周囲温度：-20~60℃ 設置面温度：-20~85℃ 防塵・防水保護等級：IP66
電源	専用リチウム金属電池（交換可能）

## 3. 発生した事象



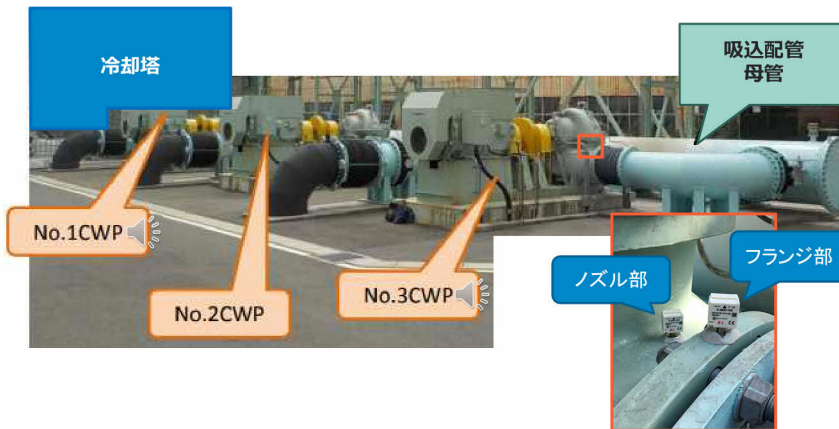
両吸込渦巻ポンプ  
流量：100 m<sup>3</sup>/min, 全揚程：32 m  
回転速度：890 min<sup>-1</sup>, 790kW  
軸受：深溝玉軸受（油浴）



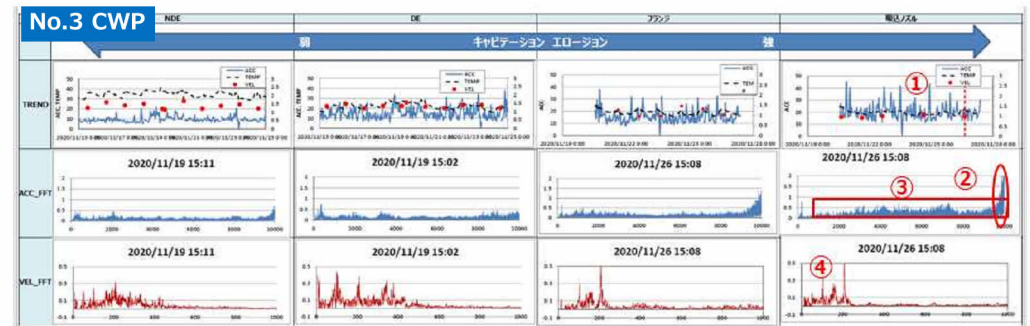
No.3冷却水ポンプにてキャビテーションと思われる異音が発生しており、分解点検の結果、インペラに最大深さ5mm程度のエロージョンが確認された。

軸受付近に設置したTR-COMの加速度FFTで特徴的なスペクトルが見られており、これがキャビテーションの影響によるものと考え、測定位置を変えてデータの取得を行った。

## 3. 発生した事象



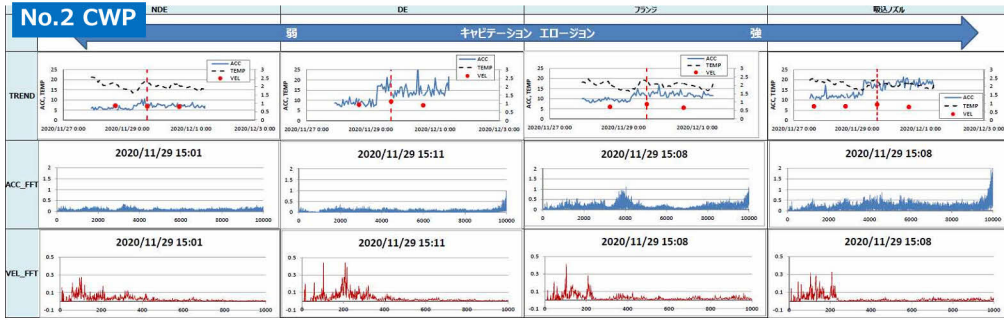
## 3. 発生した事象



吸込ノズルに近い程、下記のような傾向が見られる。

- ①トレンドにおける加速度RMSの変動が大。
  - ②加速度FFTの高周波側のスペクトル(10kHz付近)が大。
- また、測定位置にはあまり依存していないが、下記の特徴が見られる。
- ③加速度FFTの広帯域でスペクトルが上昇。(ノイズ状)
  - ④速度FFTでは羽根通過周波数成分 (NZ成分) とその整数倍成分が卓越。

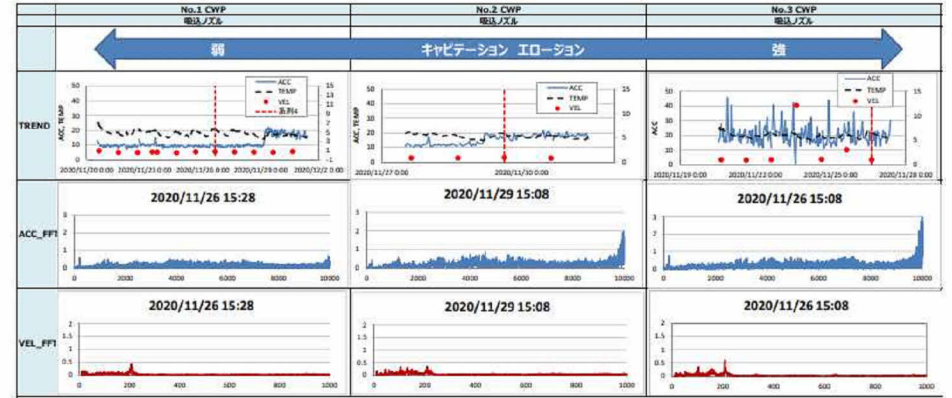
### 3. 発生した事象



No.3 CWPと同様の傾向が見られる。  
 No.3よりも軽度ではあるが、No.2のインペラにもエロージョン跡が確認されており、No.2の軸受は新品（整備直後）なので、この傾向は純粋にキャビテーション特有のものと考えられる。

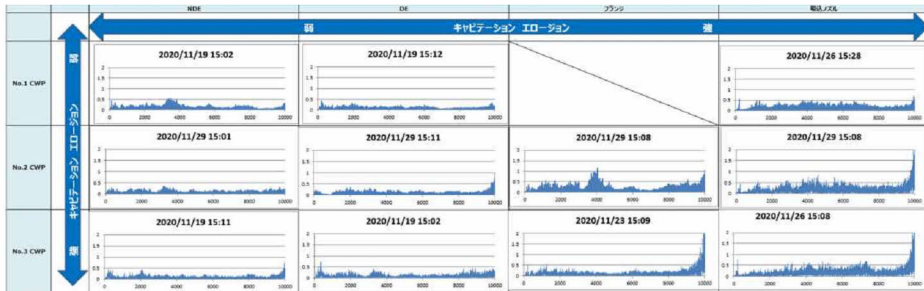
### 3. 発生した事象

#### 号機間の比較 (@吸込ノズル)



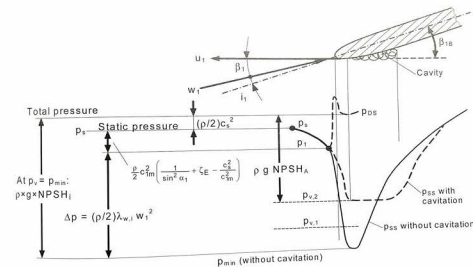
### 3. 発生した事象

#### 加速度FFT比較



### 4. キャビテーション発生メカニズム

#### ポンプにおけるキャビテーション・エロージョン

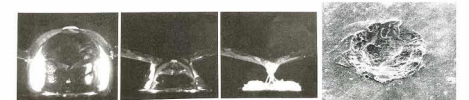


吸込圧力、液温、ポンプの回転速度、流量によって変化

#### キャビテーションの影響

・大規模なキャビテーションは性能（揚程）を低下させる。

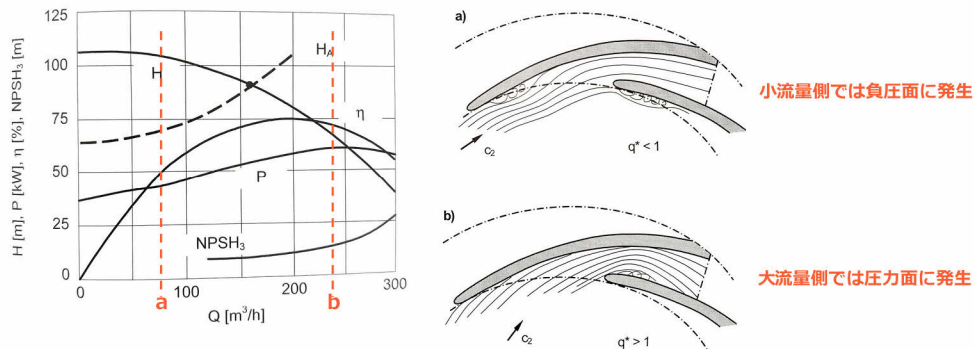
・翼面付近で発生した気泡は静圧の高い所で急激に圧縮されつづれ、衝撃波が発生する。翼表面で発生した衝撃波は翼表面にエロージョン（壊食）をもたらす。





### 4. キャビテーション発生メカニズム

#### 流量とキャビテーション発生箇所との関係



### 5. 考察とまとめ

キャビテーション発生時のTR-COM測定データについて、キャビテーションの影響が強くなる程下記の傾向が見られた。従って、下記特徴が見られた場合はキャビテーションが起きている可能性が高いと言える。

- ① トレンドにおける加速度RMSの変動が大きくなる。
- ② 加速度FFTの高周波側のスペクトル(10kHz付近)が大きくなる。
- ③ 加速度FFTの広帯域でスペクトルが上昇する。(ノイズ状)
- ④ 速度FFTでは羽根通過周波数成分(NZ成分)とその整数倍成分が卓越する。

#### 考察

- ① 振動加速度が高くなるのは、キャビテーションの気泡崩壊時の衝撃波や金属表面と衝突した際の衝撃を拾っているからと考えられる。気泡の崩壊はランダムであり、キャビテーションが強い程、値も大きくなるので変動幅も大きくなる。この傾向が強い程、エロージョンも激しい可能性が高い。
- ② 上記①を表す周波数成分であり、金属衝突や金属摺動と同じ10kHz以上の高周波によるもの。また、微小なキャビテーション気泡の膨張・収縮によるもの(下記③の高周波部分)。
- ③ ランダムな衝撃振動なので、広帯域のノイズ様のFFTスペクトルとなる。気泡が小さく、数が多い(エロージョンリスクが高い)ほど高周波側に寄る。高周波ほど減衰が大きいため、測定位置が離れる程高周波は拾いにくくなる(逆に、脈動などの低周波は測定位置の影響が少ない)。
- ④ 小流量側では逆流が発生して圧力分布が乱れ、脈動が発生しやすい。NZ成分を伴うキャビテーションは小流量運転によるものと推測できる。

### 補足

