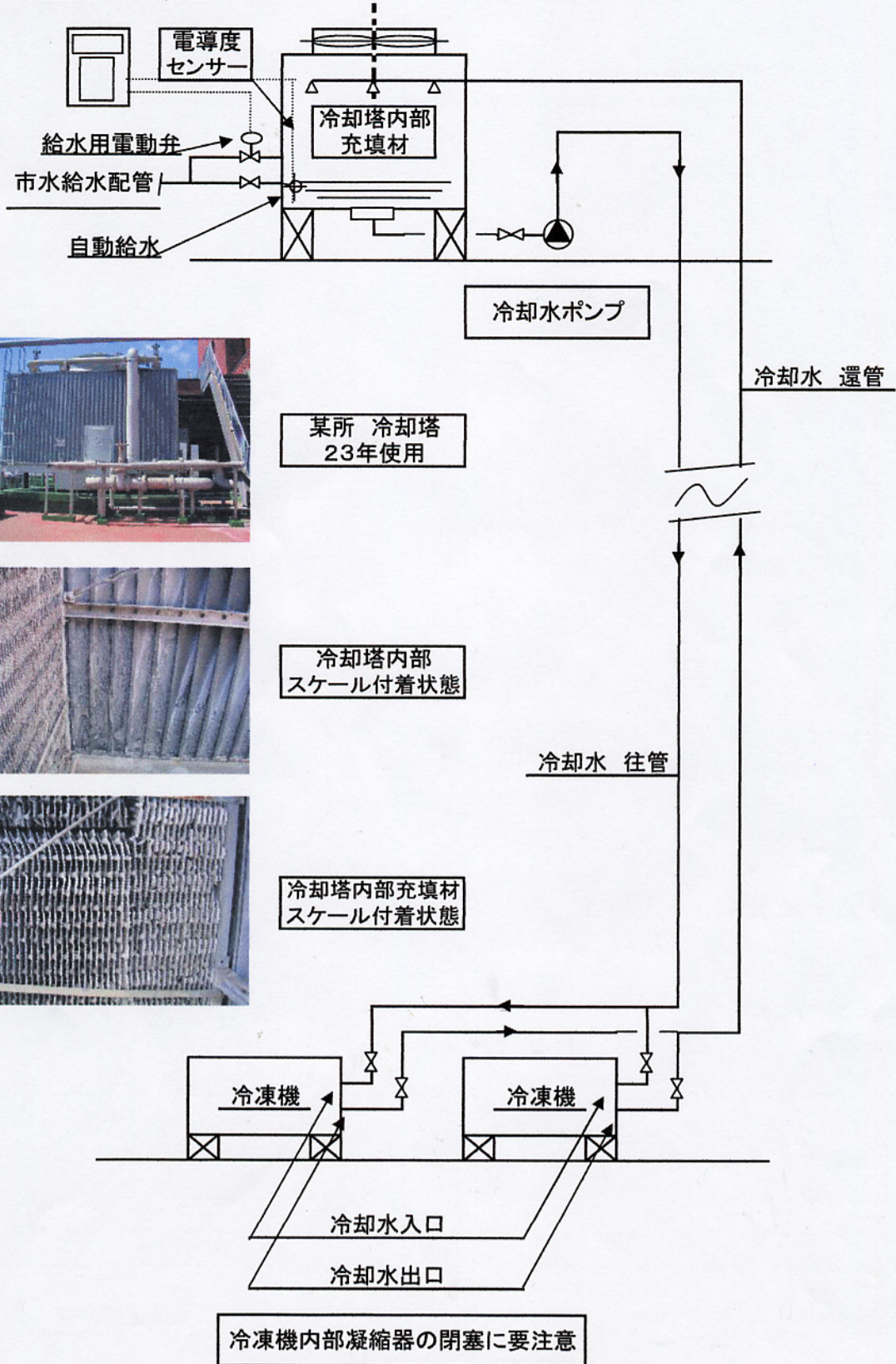


冷却塔

電導度自動ブロー装置



某所 冷却塔  
23年使用

冷却塔内部  
スケール付着状態

冷却塔内部充填材  
スケール付着状態

冷凍機内部凝縮器の閉塞に要注意

## 冷却水の障害とその発生要因

## 設備機器、管材の耐用年数比較 (抜粋) (旧建設省官庁営繕部資料による)

機器類、管材	設置者によるメンテナンスの有無		実耐用年数
	メンテナンス実施	メンテナンス無	
冷却水管(白瓦斯管)	—	—	12, 6
冷凍機(ターボ式)	16, 4	10, 0	11, 2
冷却塔	13, 0	6, 0	9, 8
空調機(パッケージ型)	13, 3	7, 5	7, 9

※ 実耐用年数とは、老朽化により機器類を取替えた時期の年数

## 冷却水、使用中の障害及び発生原因

※ 冷却水における障害の発生要因は下記の通りである

## 1 金属の腐食

鋼、銅などの金属は冷却水中にイオンとして溶出し、腐食生成物を生成する。腐食はPH、他のイオンの共存、水温、流速などに影響を受けるが、特に金属表面にスライム土砂、腐食生成物などの汚れが付着すると表面が不均一になり、汚れの下部で孔食が発生しやすくなる。

## 2 スケール

スケールは水中の溶存物質などが、金属表面に析出または沈殿し、付着したもので、主として炭酸カルシウム、けい酸マグネシウムなどである。スケールの付着により熱交換率の低下や冷却水の流量の低下の原因となり、生産量の低下、操業運転中の冷凍機等の故障停止の原因となる。

## 3 スライムの付着・スラッジの堆積

スライムは、細菌、かび、藻類などが土砂、塵などと混ざりあって形成される軟泥性の汚濁物で、熱効率の低下、流量の低下、機器類・配管の局部的腐食の原因となる。

※ これらの要因は外気との直接の接触があり、又冷却水の蒸発に伴う水の凝縮を生じる開放型冷却塔において、より起こりやすい傾向にある。

障害の要因	冷却水系の形式		
	一過式	密閉循環式	開放循環式
腐食	○	◎	◎
スケール	△	△	◎
スライム・スラッジ	○	△	◎

障害発生の度合 ◎ (多い) ← ○ → (少ない) △

障害に対する対策
----------

※ 冷却水、及び冷却塔施設を正常に保つ為に下記の方法が一般的に行われる。

1 冷却水に対する薬液注入による水質管理

冷却水処理剤の種類(某薬品製造メーカーによる)

- |             |                |
|-------------|----------------|
| ① 総合処理剤     | (防食、防スケール、殺藻用) |
| ② 複合水処理剤    | (防食、防スケール)     |
| ③ 防食剤       |                |
| ④ 防スケール剤    |                |
| ⑤ 防スライム剤    | (防菌・殺藻用)       |
| ⑥ 防食剤       | (密閉系冷却水用)      |
| ⑦ レジオネラ用処理剤 | (レジオネラ菌対策に使用)  |

2 電導度自動ブロー装置による水質管理

- ・ 電導度自動ブロー装置は、冷却水の伝導度により水質が汚染され伝導率が上昇すると自動的に給水配管に取付けられた電磁弁を開き、強制的に給水し冷却水の水質を正常に保つ装置である。

3 冷却塔内部の定期的な清掃によるメンテナンス

- ・ 定期的に冷却水をブローし作業員による内部の清掃を行う。

4 冷凍機の定期的メンテナンス

- ・ 冷凍機の運転を取りやめ、凝縮器等の解体を行い、熱交換部分のコンデンサー内部のコイルを清掃、状態によってはブラシ等にてスケールを取り除く。
- ・ 同時に 3 の作業も行い冷却水配管系統の機器類のメンテナンスを行う。

冷却水用薬品の使用量の試算、例 (某メーカー資料参考)
-----------------------------

1 条件 冷却塔 ~ 100RT として試算

N :	濃縮倍数	~ 4倍	L :	循環水量	1,300L/mim
E :	蒸発損失水量	(L/mim)	W :	飛散損失水量	(L/mim)
B :	強制ブロー量		M :	補給水量	
tW1	入口温度	37°C	tW2	出口温度	32°C
	運転時間	10HR/日			

$$a \text{ 蒸発損失水量 } E = \frac{tW1 - tW2}{600} \times L = \frac{37^\circ\text{C} - 32^\circ\text{C}}{600} \times 1300\text{L/mim} = \underline{10.8\text{L/mim}}$$

b 飛散損失水量(W) (冷却塔の構造、様式によりますが、一般的に循環水量の0.1%とします)

$$W = 1300\text{L/mim} \times 0.001 \doteq \underline{1.3\text{L/mim}}$$

$$c \text{ 強制ブロー量 } B = \frac{E}{N - 1} - W = \frac{10.8\text{L/mim}}{4 - 1} - 1.3\text{L/mim} \doteq \underline{2.3\text{L/mim}}$$

$$d \text{ 補給水量 } M = E + W + B = 10.8\text{L/mim} + 1.3\text{L/mim} + 2.3\text{L/mim} \\ \doteq \underline{14.4\text{L/mim}}$$

## 2 冷却水用薬品使用量(総合水処理剤使用とする)

### ※ 薬品使用量 (冷房期間、3ヶ月とした場合)

- ・ 薬品使用量は 補給水量 (M)の水量と同じとする。

$$14.4\text{L/mim} \times 60\text{mim/H} \times 10\text{H/日} \times 90\text{日} \times 50\text{mg/L} \doteq \underline{38.8 \text{ kg}} \\ 50\text{mg/L} \text{ (薬品濃度 } \sim \text{ 基準値200PPMを保つ為の濃縮倍数を4倍とした場合)}$$

- ・ 上記使用量算出は計算上の数値なので実際の使用量は補正数値にて算出する。  
(補正数値 = 1.4%を乗ずる・薬品メーカーによる)

### ※ 薬品使用金額 (冷房期間、3ヶ月の場合)

$$\cdot 38.8 \text{ kg} \times 1.4\% = \underline{54.3\text{Kg}} \quad (10\text{Kg}/60,000.-)$$

$$\cdot \frac{54.3\text{Kg}}{10\text{kg}} \times \frac{60,000.-}{(\text{定価})} = \boxed{325,800.-/3\text{ヶ月}} \\ (\text{1ヶ月あたり } \doteq 108,000.-)$$

- ※ 実際の冷房期間は通常5ヶ月程度(5月～9月頃)と思われるので薬品使用量は 5ヶ月 × 108,000.-/月 = 540,000.- の冷却水処理剤の費用がかかる。  
(年間使用の冷凍機の場合は薬品使用費用は約 1,296,000.- となる。)

- ※ 薬品の使用量については、冷却塔 100冷凍トンにての概算値である。

### その他、冷却塔のメンテナンス

#### ※ 冷房運転開始時の冷却塔整備、及び運転停止時の冷却塔の整備

- ・ 運転開始時のメンテナンス ~ 冷却水の水張り・エア抜き・冷却水槽内部の清掃
- ・ 運転停止時のメンテナンス ~ 冷却水の水抜き(凍結防止対策)・冷却水槽の清掃  
冷凍機、凝縮機コイル部分の点検・冷却塔の養生

#### ※ 冷房運転中のメンテナンス

- ・ 冷房期間中に冷却水の入替え、冷却塔水槽内部の点検、清掃
- ・ 水処理薬剤の補充
- ・ その他、冷却水水質分析等、の維持管理

スケール固着等による、冷却水水量減少の効率低下と電力消費の上昇について

冷却塔及び冷却水配管にスケールが固着する事により、冷凍機の冷却性能が低下し、高圧カットを原因とし、冷凍機が停止してしまいます。

例として、冷却塔、冷凍機の冷却水配管が閉塞を起こしかけている時の運転状態と通常運転時の消費電力量を冷却水流量低下の観点から試算し、比較すると以下ようになります。但し熱交換器の固着スケールによる熱伝導率の低下は無いものとして考えます。

※ 約100冷凍トン(USRT)の冷却能力を持つ機器の場合  
ターボ式冷凍機の使用による定格能力より算出

※ 正常運転時、冷却水(出口)温度35℃冷水出口温度7℃とする  
(定格消費電力 87kw/HR(メーカー基準数値)  
(下記、算定数値は標準数値にて算出)

性能曲線(図1)より

消費電力: 87kw / HR (上記温度条件の毎時消費電力)  
冷却能力: 355kw (冷却能力 ~ 100USRT)

管閉塞等により冷却水量の低下により冷却水が使用範囲の上限である45℃まで上昇したとすると、閉塞時運転の性能は同様に冷却水(出口)温度45℃となり冷水出口温度7℃性能曲線から、以下の数値となる。

消費電力: 100kw (100kw / 87kw = 114.9425%)  
冷却能力: 319kw (319kw / 355kw = 89.8592%)

ここで正常運転時を100とした場合、消費電力と冷却能力を比較すると閉塞運転時では以下のように数値は悪化する。

消費電力 : 114.9425 % 過剰電流/HR  
冷却能力 : 89.8592 % 能力低下

このように消費電力は上昇し冷却能力は低下する。閉塞運転時に正常運転時と同じ能力分だけ運転時に低下した冷却性能(冷却能力)の延長等に対応したと仮定して、消費電力の上昇に換算すると以下ようになる。

$$114.9425 / 89.85915 = 1.279141 \quad \approx 128\%$$

つまり28%余分に電力が消費される事となる。ここで正常運転時の消費電力は87kwであるので、閉塞時運転は以下ようになる。

$$87\text{kw} \times 1.28 = 111.36\text{kw}$$

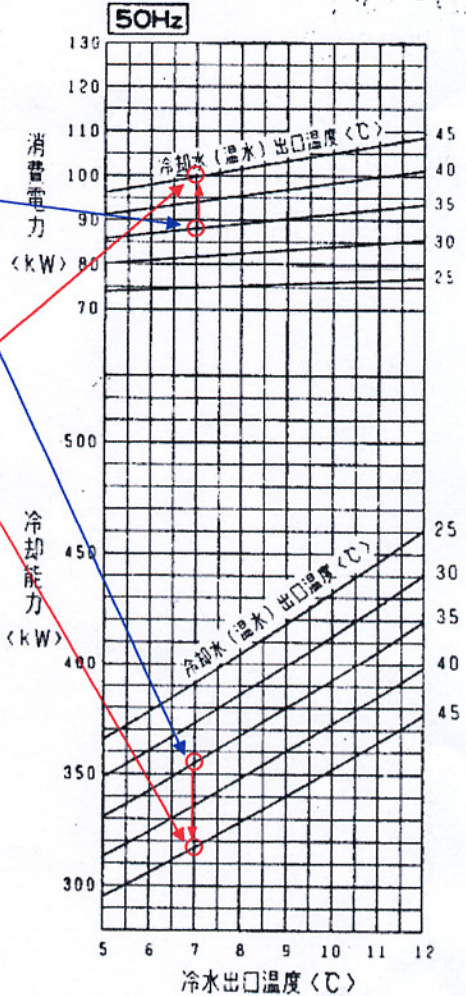
よって正常運転時と比較して以下の電力(毎時)が多く消費される。  
(過剰消費電力 111.36kw - 87kw = 24.36kw / HR

$$24.36\text{kw} \times (1\text{kw } 10.59\text{円として}) = 257.97\text{円 / HR} (\approx 258\text{円/HR})$$

※ 仮に冷却水配管及び冷凍機凝縮機コイル部分をスケールの閉塞状態のまま運転を続けると

運転時間(10時間/日 × 258. - × 30日 = 77,400.-/月 (冷房期間 5ヶ月として ≈ 390,000.-の損失となる。))

水冷式チリングユニット 性能曲線  
(某メーカー資料参考)



(図. 1)

**電磁気装置 アリオレスを取付ける事による費用対効果**

※ 冷却水設備の正常な維持管理は、冷却水の水質管理にあると思われます。

※ 冷却水配管及び冷却塔、冷凍機における弊害は NO-2 頁にも記述しましたが、金属の腐食による配管の劣化、スケール、スライム・スラッジの堆積による能力の低下があります。

※ これらの弊害を、電磁気装置アリオレス によって解決する事が出来ます。

※ 冷却能力100RTの冷却塔にアリオレスを取付た場合の費用対効果を算出してみます。

- 1 アリオレスを取付ける事により、冷却水処理剤は不要になります。  
(電気伝導度自動ブロー装置は必要です)  
冷却水処理剤 冷房期間 5ヶ月として 540,000.- (1ヶ月あたり  $\approx$ 108,000.-)
- 2 冷却水設備が正常な運転をする事による、動力の消費電力の過剰運転電力費  
冷房期間 5ヶ月として 390,000.- (1ヶ月あたり  $\approx$ 77,400.-)
- 3 冷却塔等の運転期間中の人為的メンテナンス費用  
冷房期間 5ヶ月として 200,000.- (1ヶ月あたり一人工  $\approx$ 40,000.-)
- 4 合計 約 1,130,000.-(1ヶ月226,00.-) の費用が無駄に使用されています。  
(冷却能力 100RTの冷却等の場合)

※ 電磁気装置アリオレスを取付た場合

- 1 冷却能力 100RTの場合の配管口径  $\sim$  125Aとする。

電磁気装置 アリオレス 定価 アリオレス L-125A  $\sim$  2,500,000.-

- 2 電磁気装置 アリオレスを取付ける事による投資メリット  
単純に、金銭効果だけだと、冷房期間 5ヶ月間・冷凍能力100RTの場合は  
2,500,000.- / 1,130,000.- = 2.21シーズンにて機器の償却となる。

(仮に年間使用の冷却塔の場合は  $226,000.- \times 12 = 2,712,000.-$ となる)  
2,500,000.- / 2,712,000.- = 0.92シーズンにて機器の償却となる。

- 3 電磁気装置 アリオレスを取付ける事による、他のメリットとして
  - 1 冷却水設備内部の既存付着物の剥離効果により装置内部を正常な状態に戻してゆきます。
  - 2 すでに、発生してしている錆の状態を赤錆より、黒錆に変化させ錆の進行状態を抑制いたします。
  - 3 装置内部の状態を正常に保ち、機器類、配管等の耐用年数を長く保ちます。
  - 4 冷却水設備の状態が正常に保たれる為に、突発的におきる故障等の発生は未然に防がれます。

- 4 電磁気装置 アリオレスのランニングコストは年間 800.-  $\sim$  3,500.-程度です。

以上、各項目のデータをご検討の上、電磁気装置 アリオレスの、ご提案をいたします。