



図 1 - II - 2 冷却塔の例 (左：開放型、右：密閉型)

<維持管理方法>

1. 維持管理の留意点

建築物の冷却水は、空調用冷凍機などの熱を発生する機器と冷却塔の間を循環して、発生した熱を冷却塔から放出するのに用いられる。冷却水は、夏期に水温 25～35℃程度であり、日射、酸素の供給、大気への開放、蒸発による有機物質の濃縮などレジオネラ属菌を含めて微生物や藻類の増殖に好適な環境となり、スライムを発生しやすい。冷却塔では冷却水が菌に汚染されていると、蒸発時に菌をエアロゾルとして空中に飛散させるため、レジオネラ症防止のために最も注意を払わなければならない建築設備の一つである。また、冷却水は冷却塔での蒸発に伴い徐々に水中のカルシウム、ケイ酸塩、炭酸塩などの塩類が濃縮し、冷却水系統にスケールの生成、腐食の発生を引き起こすことがある。そのため生物膜やスケールの生成を抑制し、除去を行うことが重要である。

2. 冷却塔の維持管理

全ての冷却塔が維持管理の対象であるが、特に易感染性の患者、老人等が利用する施設において、外気取入口に近い冷却塔や丸形(カウンターフロー)冷却塔の場合は、さらに厳重な管理が必要である。

1) 冷却塔の調査・記録

建築物内の冷却塔の維持管理にあたっては、冷却塔に関して位置と型式と管理の調査を行い、管理シートを作成する(表2-1)。

(1) 冷却塔型式の調査

建築物内の冷却塔の型式(角形・丸形の区別)と冷凍容量を調べる。

丸形の冷却塔は角形に比べて飛散水量が多いので、特に注意する。

(2) 冷却塔相対位置の調査

建築物内の各冷却塔に対して外気取入口と冷却塔の位置を調べて平面図に記入する。特に、病院などでは病室の窓と冷却塔の位置、屋上や庭など患者や老人の集まる場所と冷却塔との距離が10m以内の冷却塔または飛散水が届くと考えられる冷却塔を要注意対象とする。

(3) 冷却塔管理の調査

現状の冷却塔の洗浄方法、洗浄回数、薬注の有無、薬注している場合はその目的を調べる。またレジオネラ属菌検査の状況およびその結果を調べ、記録する。

表2-1 冷却塔管理シート

冷却塔No.	1(例)	2
設置位置	第一棟屋上NO.1	
冷却塔型式	丸型(カウンターフロー)	
冷却能力	120RTON	
保有水量	500	
設置年	1975年6月	
対象	第一棟空調	
最も近い外気取入口	事務室空調用0A取入口	
同上距離	15m	
最も近い居室の窓	第一棟6階事務室	
同上距離	26m	
(人が歩行する)最も近い場所	第一棟屋上	
同上距離	12m	
冷却塔管理責任者	〇〇 〇〇	
冷却塔管理担当者	△△ △△	
薬注の有無	有り	
抗レジオネラ薬注の有無	有り	
薬注方法	比例注入方式	
薬剤名称	レジオバイオサイド223	
薬剤主成分	イソチアゾロン	
メーカー名	〇〇(株)	
注入量	50g/m ²	
担当者名	〇〇	
電話番号	〇〇〇〇-〇〇〇〇	
備考	1985年5月 エリミネーター取付	

(4) 対策作業

冷却水管を含む冷却塔の清掃を1年以内毎に行うとともに、冷却塔及び冷却水は、冷却塔の使用開始時及び使用を開始した後、1ヶ月以内毎に1回、定期にその汚れの状況を点検する（施行規則第3条の18）。

特に、要注意対象の冷却塔に関しては、月1回の洗浄を行い、レジオネラ属菌の検査を定期的に行うか、化学的洗浄の後、抗レジオネラ用空調水処理剤を投入する。数日以上にわたる長期停止後の運転開始時には冷却塔の殺菌処理を行う。

また、設備の更新計画がある場合は、要注意対象の冷却塔を優先的に角形(クロスフロー)に取り替えることや設置位置の変更を検討する。

2) 定期清掃（物理的な清掃）

冷却塔の物理的な清掃及び清掃に伴う冷却水の入替えは、設備の保守管理上重要である。しかし、物理的な清掃のみでは効果が持続せず、一旦減少した冷却水中のレジオネラ属菌は、通常、運転再開とともに増加を始める。

《物理的な清掃の一般的な方法》

- (1) 冷却水の循環を停止した後、冷却塔下部水槽の水を排出する。
- (2) 冷却塔内部の汚れは、デッキブラシ等を用いて洗い流す。
- (3) 充填材の汚れは、高圧ジェット洗浄で落とす。
- (4) 洗浄により、下部水槽に溜まった汚れは冷却塔の排水口から排出し、冷却水系に混入しないようにする。
- (5) 冷却塔内部をよくすすいだ後、清水を張り運転を再開する。なお、清掃に際しては、作業員の安全確保のため、保護マスク、保護メガネ、ゴム手袋等を着用させる。

3. 冷却水系の維持管理

1) 冷却水系の維持管理に関する留意点

冷却水系のレジオネラ属菌を抑制するには、定期的な清掃(物理的清掃)を行うとともに化学的洗浄と殺菌剤添加とを併用することが望ましい。化学的洗浄は冷却塔の運転開始時と終了時に行い、冷却塔の運転中は殺菌剤を連続的に投入することが必要である。

さらに、洗浄殺菌効果を維持するためにスケール防止やスライム防止等の水処理を行うことも重要である。また、冷却塔や冷却水の維持管理状況の定期的な点検やレジオネラ属菌の定期検査の実施は、レジオネラ属菌抑制対策の効果確認とともに冷却水系の適正な管理を行うため必要である。

表 1 - II - 1 冷却水系におけるレジオネラ属菌対策水処理の流れ

冷 却 塔	レジオネラ属菌対策				管理項目
使用開始時	洗浄 (化学的洗浄)				
使 用 中	レジオネラ属菌殺菌剤 [間欠投入]	レジオネラ属菌殺菌剤 [間欠投入] + (併用) 総合水処理剤 [連続注入]	レジオネラ属菌殺菌剤 [投入] ↓ 総合水処理剤 (レジオネラ属菌殺菌効果含) [連続注入] ↓ レジオネラ属菌検査 (検査より) ↓ レジオネラ属菌殺菌剤 [投入]	総合水処理剤 (レジオネラ属菌殺菌効果含) [連続注入] ↓ レジオネラ属菌検査 (結果により) ↓ レジオネラ属菌殺菌剤 [投入]	<ul style="list-style-type: none"> ・定期点検 (毎月) ・定期清掃 (毎月) (物理的清掃) ・冷却水濃縮管理 (冷却水のブロー) ・細菌検査(レジオネラ属菌検査)
使用終了時	洗浄 (化学的洗浄)				

(1) 維持管理の流れ

(i) 使用開始時

化学的洗浄を行う。また、休止後再開時には再開する前に殺菌等の処理をする。

(ii) 使用期間中

- ① 冷却水の殺菌剤処理
- ② 洗浄殺菌効果を持続させるための水処理
- ③ 定期清掃(毎月1回程度の物理的洗浄)
- ④ 定期点検(毎月1回程度)
- ⑤ レジオネラ属菌検査(「新版レジオネラ防止指針(ビル管理教育センター)」 「IV. 1 感染因子の点数化」参考)

(iii) 使用終了時

化学的洗浄を行う。

(iv) 緊急時

レジオネラ症患者の集団発生が確認あるいは推定された場合等には検水を保存した上で化学的洗浄により冷却水系を殺菌する。

2) 化学的洗浄

冷却水系を化学的に殺菌洗浄するには、過酸化水素、塩酸、又は有機酸などの酸を循環させる。化学的洗浄によって冷却水系全体がかなりの程度まで殺菌され、レジオネラ属菌数も検出限界以下となる。しかし、化学的洗浄の効果は持続しないので、条件によってレジオネラ属菌数は2週間前後で洗浄前の状態に復帰する。この洗浄に用いる薬剤によっては、スケール、スライムも同時に除去されるが、腐食性の強い薬剤を使用する場合は、系内の金属素材の腐食防止に十分配慮しなければならない。

(1) 化学的洗浄剤の種類と特徴

表 1-Ⅱ-2

化学的洗浄剤	主な目的	使用濃度	特徴
過酸化水素又は過炭酸塩	スライム洗浄、殺菌	数%	有機物を酸化分解し殺菌。 酸素発砲しスライム剥離。
塩素剤：次亜塩素酸ナトリウム溶液等	スライム洗浄、殺菌	残留塩素として 5～10mg/L	有機物を酸化分解し殺菌。消費量を見ながらの補充添加が必要。必要に応じ腐食防止剤を併用。
各種有機系殺菌剤	スライム洗浄、殺菌	数百mg/L (薬剤の種類により異なる)	金属に対する腐食性低い。

(2) 洗浄のタイミング

- (i) 冷却塔の運転開始時。
- (ii) 冷却塔の運転終了時。
- (iii) レジオネラ属菌が100CFU/100mL以上検出された場合直ちに洗浄。洗浄後、検出限界以下(10CFU/100mL未満)であることを確認。
- (iv) 緊急時：レジオネラ症患者の集団発生が確認あるいは推定された場合、検水保存の上、直ちに洗浄。洗浄後、検出限界以下(10CFU/100mL未満)であることを確認。

(3) 薬剤の種類別洗浄方法

洗浄方法の流れは以下のとおり。なお、処理時間、濃度は冷却水系の汚れ状況により異なる。

表 1-Ⅱ-3

	過酸化水素	塩素剤	各種有機系殺菌剤
1	冷却塔のファン停止		
2	投入予定量に応じて冷却塔下部水槽の水位を下げる。	↓	↓
3	ブロー停止		
4	冷却水を循環させながら過酸化水素を徐々に添加する。発砲するので必要に応じて配管途中でエア抜きをする。	冷却水を循環させながら薬剤を徐々に添加。必要に応じて同時に腐食防止剤を添加。発泡するので必要に応じて配管途中でエア抜き。	冷却水を循環しながら徐々に添加。
5	必要に応じて過酸化水素濃度を測定し、洗浄状態を把握。	残留塩素濃度を測定し、所定濃度を保持するよう補充添加。pHを7.0~7.5に保つのが望ましい。	↓
6	数時間循環後、亜硫酸塩などで中和。洗浄水を全ブロー、水洗。	数時間循環後、洗浄水ブロー開始。緊急殺菌洗浄時は12~24時間循環後全ブローし、物理清掃。	一定時間循環後、洗浄水ブロー開始。
7	循環水の汚れが激しい場合は循環水洗を繰り返す。	循環水の汚れが激しい場合はブロー量を多くするか又は全部ロー。	循環水の汚れが激しい場合はブロー量を多くするか又は全ブロー。
8	系内に清水を張り、通常運転復帰。		

3) 冷却水の殺菌剤処理

(1) 多機能型薬剤

多機能型薬剤は総合水処理剤あるいは複合水処理剤などと呼ばれ、スケール防止剤、腐食防止剤、スライムコントロール剤とレジオネラ属菌の殺菌剤（又は抑制剤）を含有するものであり、スライムコントロール剤と殺菌剤、抑制剤が同一薬剤の場合もある。多機能型薬剤は薬注装置を使用し、連続的に注入して、その効果を発揮する。

(i) タイプ分け

殺菌型薬剤：その薬剤自体が菌数を減少させるタイプ

抑制型薬剤：化学的洗浄などにより一旦菌数を低下させてから使用し、菌数増加を抑制するタイプ

(ii) 薬剤の注入方法

① 冷却塔の化学的洗浄を行ったのち、冷却塔水槽に多機能型薬剤を初期投入する。

② 初期導入濃度は100~500mg/L（薬剤の種類により異なる）である。

③ 冷却塔の運転開始時、薬液注入ポンプを稼働させ、薬剤を連続的に所定の場所に注入す

る。

- ④ 薬剤の注入量は補給水量比例方式あるいは冷却塔運転時タイマー制御方式により、冷却水中の薬剤維持濃度が100～500mg/Lになるように調整する。
- ⑤ 冷却塔の運転期間中、薬剤濃度を分析し薬剤維持濃度を調整する。
- ⑥ なお、初期投入濃度及び維持濃度は薬剤の種類により異なるので、個別の水処理計画に基づき実施することとする。

(2) 単一機能型薬剤

単一機能型薬剤とは、スライムコントロール・レジオネラ属菌の殺菌機能を有するタイプを示す。この場合、腐食防止・スケール防止機能を有する薬剤を別途注入する。このため、2液型薬剤とも呼ばれる。

以下にはレジオネラ属菌への殺菌剤を記載する。(単一機能型薬剤には抑制タイプは使用しない。)

(i) レジオネラ属菌の殺菌剤の例

① 塩素

冷却水中の残留塩素濃度を2～5mg/Lに維持すれば、レジオネラ属菌に対する殺菌効果が得られる。

② その他有機化合物

冷却水系に使用される殺菌剤の多くは有機化合物であり、その組成、作用有効濃度は様々である。

表1-Ⅱ-4 レジオネラ属菌に対する代表的な殺菌剤(有効濃度と作用時間の参考値)

化合物名	有効濃度 (mg/L) × 作用時間
グルタルアルデヒド	7.5mg/L × 6時間、15mg/L × 3、4時間
2-プロモ-2-ニトロプロパン-1、3-ジオール	7.5mg/L × 28時間、15mg/L × 21時間
イソチアゾン化合物	7.5mg/L × 22時間、15mg/L × 18時間
塩素	0.5mg/L × 0.6分
過酸化水素	10000mg/L × 2.5分

(ii) 薬剤ごとの添加方法

① 酸化剤

塩素は酸化力が強いので、高濃度の衝撃添加方法は冷凍機の熱交換機材質(銅、SUS材)又は、配管材質(鉄、SUS材)を傷めやすい。低濃度の連続添加方法が望ましい。

② 有機系殺菌剤

連続注入により、殺菌剤の有効成分を常に残留させることも有効であるが、ランニングコストの関係上、衝撃添加方法が望ましい。投入間隔はレジオネラ属菌数を減少させた後に菌数が立ち上がるまでの期間の殺菌効果持続期間が目安となる、季節にもよるが一般的には2～7日である。

(3) パック剤

スケール防止剤、腐食防止剤、スライムコントロール剤とレジオネラ属菌の殺菌剤を含有する錠剤等の固形剤をプラスチック等の容器に入れた形態のものといい、冷却塔の下部水槽、または、散水板に固定して使用する。冷却水中に薬剤が徐々に溶け出す加工がされていて、効果は1～3ヶ月間持続する。