

(2) 冷却水系のレジオネラ属菌の監視

検査は、少なくとも年に4回実施する。但し、レジオネラ症の集団発生があり、その感染源調査の場合や、定期的な検査でレジオネラ陽性の結果が出た場合には、システムや危険性の評価に加えて、より頻繁な検査を行い、制御する管理を確立する。検査は、HPA のレジオネラ属菌EQAに参加している機関で行なうべきであり、検出下限は100 CFU/Lとする。

不検出の検査結果が出ても、管理体制や微生物監視をゆるめてはいけない。

Table4. 冷却塔の微生物モニタリングに基づく行動段階

好気性細菌数 (CFU/mL) (30°C、48 時間以上培養)	レジオネラ属菌数 (CFU/L)	必要な行動
10,000 以下	1000 以下	コントロールされている
10,000~100,000 以下	1000~10,000 以下	運転計画の見直し 改善策を確立するために、処理法の見直し、と危険性評価を行う。また、再検査により菌数を確認する。
100,000 を超える	10,000 を超える	矯正作業の実施 早急な再検査。予防処置として適切なバイオサイドの衝撃添加。矯正活動を確立するために危険性評価と処理法を見直す。

レジオネラ属菌数は、ISO11731(20)に従って行なう。

4.3.4 CTI (Cooling Technology Institute : アメリカ)

Legionellosis Guideline: Best Practices for Control of Legionella July 2006

冷却水系のレジオネラ属菌の監視 (Monitoring *Legionella* in Cooling Water System)

多くの政府等のガイドラインは、定期的なレジオネラ属菌数の測定を推奨していない。理由は、感染の菌数レベルが不明、バイオフィームに存在するので浮遊性が少なくても急に増加する、すべての血清群が病原性とは限らない、検査に日数を要する、である。すべてのシステムに存在すると考えて、定期的に継続的な微生物抑制を行ない、レジオネラ属菌の増殖と感染を最小限にすべきである。

検査は集団発生時や、殺菌手順の評価の際に行うことを推奨する。レジオネラ属菌が低い菌数レベルでも他の微生物が多かったり、バイオフィームがあるときは注意する。

冷却水の推奨すべき菌数レベルは以下のとおり。

パラメータ	ディップスライド	寒天培養又はペトリフィルム	顕微鏡による検査
浮遊性細菌 (バルク)	< 10,000CFU/mL	< 10,000CFU/mL	生物数が高くない
付着性細菌 (表面)	< 100,000CFU/cm ²	< 100,000CFU/cm ²	生物数が高くない
デポジット	NA	NA	生物数が高くない

注記：ディップスライド、寒天培養又はペトリフィルムの菌数は好気性従属栄養細菌数である。

レジオネラ属菌はこれらの方法では検出されない。顕微鏡による検査は、訓練された観察者と特別な顕微鏡設備が必要である。

緊急的消毒 (Emergency Disinfection)

緊急的消毒の項に、以下の場合は緊急的消毒を行うと規定されている。

- ・ レジオネラ属菌数が非常に高い場合（すなわち 1,00CFU/mL を超える場合）
- ・ レジオネラ症が発生し、冷却塔が発生源と疑われた場合。
- ・ 非常に高い全細菌数（100,00CFU/mL を超える場合）が消毒して 24 時間以内に出現する場合。

従って、レジオネラ属菌数が 1,00CFU/mL を超える場合は、緊急的な消毒が必要であるとのレジオネラ属菌の菌数レベルに応じた対応が示されている。

4.3.5 OSHA(U.S.Department of Labor: Occupational Safety & Health Administration : アメリカ)

OSHA TECHNICAL MANUAL (OTM) Legionnaires' Disease

SECTION II : E. 水のサンプリングのガイドライン (Water Sampling Guideline)

レジオネラ属菌の汚染が疑われる水試料のレジオネラ属菌検査は、細菌の潜在的な供給源を確認する有用な意味がある。

水系の微生物検査について保証され、経験が豊富な微生物検査機関は、菌数を CFU/単位容積で決定し、*L. pneumophila* の血清群別や、他の菌種を同定できる。

OSHA の菌数に関するガイドラインは以下のとおり。

- ・ 水系のメンテナンス状態の有効性の評価や、採水検査の結果の解釈には以下の表を用いる。このガイドラインは限られたデータに基づくものであり変更されることがある。これらは、健康なヒトが使用する水系に適用されるものであり、免疫不全者の保護のためにではない。

表 4.3.1 レジオネラ属菌数 (CFU/mL)

行動	冷却塔／エバコン	飲用水	加湿器
1	100	10	1
2	1,000	100	10

ある暴露の系統は肺への多大な注入の結果をもたらすという仮定に基づいて、行動の必要な菌数は、暴露源によって変わってくる。この理由から加湿器や同様の機器（霧化装置やエバコン）はエアロゾルの霧を作り、従って、吸入の危険性を小さくするために冷却塔や水道水よりも低い菌数レベルに制御される必要がある。表の値よりも同じか大きい菌数のレジオネラ属菌数が検出された場合は以下の行動を行う。

行動 1 ・洗浄を行い、引き続き適当なバイオサイドによる処理を行う

行動 2 ・洗浄とバイオサイド処理を行う

・緊急に従業員への暴露を防止する処置をとる

**これらの菌数は推奨すべきガイドラインであって、最終的目標は水源中にレジオネラ属菌の検出がゼロということである。

4.3.6 AWT (Association of Water Technologies : アメリカ)

LEGIONALLA 2003 An Updated and Statement by the Association of Water Technologies

Ⅶ レジオネラの採水と検査 3. (Sampling and Testing for Legionella)

一般的な冷却水のレジオネラ属菌数と対応は以下のとおりである。

採水検査の頻度は処理プログラムによって大きく変化する（毎月、年4回、半年ごと、年に一度など）とともに、特定の立地やレジオネラ症の危険性評価によって決まる。

表：一般的な冷却塔のレジオネラ属菌検査と行動

レジオネラ属菌検査の行動計画			
冷却塔のレジオネラ属菌数 (CFU/mL)			
>0-10	>10-100	>100-1,000	>,000
a.	b.	c.	d.
行動計画			
a. バイオサイドの添加量を増やす			
b. バイオサイドを増やす、処理法を見直す、<10になるまで再検査を行う			
c. 30日以内に殺菌洗浄を行う、処理法を見直す			
d. 7日以内に殺菌洗浄を行う、処理法を見直す			

この表は、Southeastern Laboratories, Inc.の好意による。

4.3.7 ASHRAE : (American society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning engineers, Inc. : アメリカ) GIUEDLINE 12-2000

Minimizing the Risk of Legionellosis associated with Building Water Systems

11. レジオネラ属菌のモニタリング (Monitoring for Legionella)

レジオネラ属菌の培養法による検査は、以下の特別な目的のために行なう場合は適当である、例えば水処理手順の効果を検証する場合や、集団発生の感染源を追求する場合、設備における増殖や感染の程度を評価する場合、除菌手順が有効であることを評価する場合、健康管理施設においてレジオネラ症に対して非常に危険性の高い患者(臓器移植患者など)を看護する場合。

培養法で検査する場合、適切な採水、取扱い、移送手段が講じられるべきである。

しかしながら、特別な場合(浴槽水系^(注))を除いて、建築物の水利用設備の定期的な採水は、次の理由から感染の危険性を予測するものではない。

- (1) 微生物の存在は感染の危険性と直接的に等しいわけではない。細菌はしばしば、病気の発生が関係付けられていない水系に存在する。
- (2) 水試料の培養の結果の解釈は以下のことで混乱する。すなわち、様々な試験室での異なる微生物検査法の採用、一つの水系でも採水場所によって結果が変動すること、一箇所から分離されるレジオネラ属菌数がふらつくことがあるなどの要因による。
- (3) ある水源への暴露による発症の危険性は、水試料中の細菌数以外に多くの要因の影響を受ける。要因としては、菌株の毒性、ヒトの感受性、微生物がヒトの肺

の深い位置に届くような細かい粒子に入って、生き残っているかなどであるが、これらに限定されるものではない。

- (4) 検査の結果は、採水したときの菌数を示すに過ぎない。陰性の結果は安全性の観点から間違った判断となることがある。なぜならば、もしコロニーが無視されたとすると、増殖は早急に激しいもの多なるからである。

以上のことより、レジオネラ属菌の検査は、堅実なメンテナンスの実行や水処理の代替とはならない。

(注) 浴槽水 (Heated Spa) の場合(5.6.1.5)

全ての温泉の定期的な検査は、安全な運転の重要な記録と、もし発生した場合管理者に非安全性を警告する。但し、微生物検査は時間を要するのでスポット的な検査と、殺菌処理の効果の確認に用いられ、頻繁な水の化学分析や定常的管理の置き換えにはならない。

定期的な細菌検査における基準値は以下の通り。(浴槽水の場合)

標準寒天培地 (35℃)	200CFU/mL(最大値)
大腸菌群	2 個/100mL(最大値)
糞便性大腸菌	不検出
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (41℃)	不検出
レジオネラ属菌	不検出

4.3.8 WHO(World Health Organization)

Guidelines for safe recreational water environments

Volume2 Swimming Pools and Similar Environment 2006

主にプールやプールに付属の温浴槽水を対象とする。

5. 10. 5 微生物の品質 (Microbial quality)

1. 指標となる微生物

レジオネラ属菌の定期的な検査は有用である、特に温浴槽において、ろ過器にコロニーが出来ていないことの確認に有効である、そして管理の基準は 100mL あたり 1 個未満が推奨される。菌数が超えている場合は、温浴槽は停止し、水抜き、洗浄後再度水張りを行う。ろ過器にコロニーが出来ていると考えられる場合は、衝撃的塩素剤添加が適当である。

2. 採水

定期的な採水頻度と基準値は、表 5. 3 に示す。定期的な採水に加えて、公共及び準公共施設の設備水の採水が行なわれるべきである。

- ・プールが初めて使用される前
- ・修理や清掃のために休止してから、再度使用を開始する前
- ・処理システムに不都合があるとき
- ・入浴者の健康に有害な影響がある可能性が考えられたとき

表 4.3 通常運転における微生物検査の推奨すべき定期的な採水頻度と運用上の基準

プールの形式	従属栄養細菌数	耐熱性大腸菌	<i>P. aeruginosa</i>	レジオネラ属菌
消毒されているプール、 公共用で負荷が大きい	毎週 ($<200/\text{mL}$)	毎週 ($<1/100\text{mL}$)	必要なとき* ($<1/100\text{mL}$)	年 4 回 ($<1/100\text{mL}$)
消毒されているプール、 半公共	毎週 ($<200/\text{mL}$)	毎月 ($<1/100\text{mL}$)	必要なとき* ($<1/100\text{mL}$)	年 4 回 ($<1/100\text{mL}$)
天然温泉	n/a	毎週 ($<1/100\text{mL}$)	毎週 ($<10/100\text{mL}$)	毎月 ($<1/100\text{mL}$)
温浴槽水	n/a	毎週 ($<1/100\text{mL}$)	毎週 ($<1/100\text{mL}$)	毎月 ($<1/100\text{mL}$)

採水は、プールの使用負荷が高いときに行なう。採水頻度は(濁度、pH、残留消毒剤濃度)のパラメータが基準を満たさないときは増やす。採水箇所は、プールの大きさや設備の複雑さなどにより決める。

*例えば、そのプールに由来する健康障害が疑われた場合。

4.3.9 Department of human Services Public Health Division オーストラリア Managing the Risk of Legionnaires' Disease

Supplementary Notes for Hospitals November 2001

4. 冷却水系

4. 5 レジオネラ属菌の検査頻度

病院の冷却塔運転の危険性から、レジオネラ属菌の検査の頻度と手順はリスク管理の重要点である。ガイド*は、病院におけるレジオネラ属菌の検査はその冷却水系の能力

を測定するために毎月おこなうことを推奨している。

*ガイド: The Guide to developing Risk management Plans for cooling Tower Systems

菌数に関しては、付属書の Risk-rating Tool 中に、冷却水中のレジオネラ属菌数は、1000CFU/mL を超えた場合に、危険スコアが付く判定となっている。

5. 温水系

5. 3 レジオネラ属菌検査

規格*の要求は以下の通り。

(1) 病院の温水を 24 時間供給する場合

- ・最初の 12 ヶ月は年 4 回少なくとも 2 箇所採水する (最低 8 検体/年)
- ・過去 12 ヶ月間にすべて不検出の場合、レジオネラの不検出が続く限りは半年に一度 2 箇所の採水をおこなう (最低 4 検体/年)

(2) 但し、紫外線による殺菌をおこなっている場合

- ・2 箇所を毎月採水する (最低 24 検体/年)
- ・過去 12 ヶ月間にすべて不検出の場合、レジオネラの不検出が続く限りは 3 ヶ月に一度 2 箇所の採水をおこなう (最低 8 検体/年)

(3) 夜間を通じて供給しない施設の場合は、紫外線で殺菌処理している場合のみ検査をおこなう。

- ・12ヶ月間は毎月(最低12検体/年)
- ・過去12ヶ月間にすべて不検出の場合、レジオネラの不検出が続く限りは3ヶ月に一度2箇所の採水をおこなう(最低4検体/年)

注記：これらのレジオネラ属菌の検査の要求は、60℃以上の湯が直接的にマルチ自動温度調整式混合栓に供給される場合には適用しない。

***規格：The Health (Legionella) Regulations 2001**

なお、本ガイドラインには、付属書として冷却水系、温水系用の危険度評価シートが添付されており、表中のリスク要因の点数付けをして合計することで、危険度が判定できるようになっている。冷却水系では326点満点であり高得点で高リスク、温水系では150点満点であり高得点ほど高リスクという判定となる。

4.4 レジオネラ属菌の検査における精度管理

イギリスやヨーロッパのガイドラインにおいて、レジオネラ属菌の検査を行う場合に、検査精度管理に関する記述がある。

すなわち、環境水のレジオネラ属菌の検査を委託する場合に、検査を実施する試験機関は十分な検査精度を有している必要があるというものである。

このために、イギリス HPA が主催するレジオネラ外部精度管理プログラムに参加している試験機関に委託することを推奨している。

レジオネラ外部精度管理プログラムの概要は以下の通りである。

英国の HPA(Health Protection Agency North East)が実施している E Q A(External Quality Assessment)のうち、Legionella Isolation Scheme がある。

このプログラムでは、一年に4回、一回あたり3検体の未知試料が送られてくる。

参加している検査機関では、定められた日に、定められた手順で試料を調製(細菌類を含むサンプルディスクを1Lに溶解等)して、その後は各試験機関の手法に従ってレジオネラ属菌検査をおこなう。検査結果、検出方法などの結果をHPAにファクス等で報告する。全世界ではヨーロッパを中止に約200の試験機関が参加しており、それらの全てのデータを収集して、集計し解析した報告書が送られてくる。

各検査機関では、自機関での検査結果と統計的なデータとの比較、及び解説を参考にして自機関のレジオネラ属菌の検査精度向上に役立てるというものである。

なお、参加機関には参加証が送られてくる。参加費用は2007年度の場合、年間560ポンド(日本円で約14万円 航空運賃別)。

日本で参加している検査機関は4社程度と思われる。

詳細はホームページを参照のこと。

<http://www.hpaweqa.org.uk/Legionella/default.asp>

4.5 日本におけるレジオネラ属菌検出等に関する文献

わが国における、各種環境からのレジオネラ属菌の検出結果、あるいは感染事例に関連した調査報告書などの文献を収集した。(文献リスト参照)

収集方法は、個別の委員が過去に収集した文献の中から選択、抽出した。

各種環境からのレジオネラ属菌の検出結果の文献は、冷却塔水、土壌、河川水、温泉水などの各種環境からのレジオネラ属菌の検出結果を示したものであり、47報を収集した。

過去の集団発生の結果報告書は、茨城県石岡市の事例、宮崎県日向市の事例、鹿児島県東郷町の事例の3件について、調査・対策にあたった行政組織が発行した報告書を収集した。これらの報告書では、公衆浴場、温泉施設におけるレジオネラ症の大規模集団発生について、疫学、設備の詳細、増殖の原因と対策について詳細に記述されている。

冷却水系のレジオネラ属菌の実態と対策に関連して、冷却水用の抗レジオネラ薬剤を製造販売しているメーカーの組織である、抗レジオネラ用空調水処理剤協議会の発行している技術資料「冷却水系のレジオネラ症防止に関する手引き（冷却塔管理者用）」、「より良いレジオネラ症防止対策のために（冷却水系のレジオネラ症防止に関する手引き：別冊）」、「冷却水でのレジオネラ属菌の検出状況」を収集した。

冷却水でのレジオネラ属菌の検出状況では、抗レジオネラ用薬剤を使用しない場合とした場合の検出程度の違いが明確に示されているとともに、抗レジオネラ薬剤を使用した場合でもレジオネラ属菌が検出される場合があることが示されている。こうした状況を受けて発行された、「より良いレジオネラ症防止対策のために」は、抗レジオネラ薬剤を使用している場合でもレジオネラ属菌が検出される要因と対策を示している。

4.6 まとめ

レジオネラ属菌数の監視と対応に関連して、文献収集及び解析を行なった。

各国のガイドラインによれば、イギリス(系)ではレジオネラ属菌の検査及び検出菌数による対応を要求しているのに対して、アメリカ(の一部)では、必ずしもレジオネラ属菌数の検査を要求せず管理体制の強化を要求している状況がある。細菌検査を行う場合の頻度に関しては、リスクの程度に応じて細かい設定がなされている場合が多い。

また、危険因子のスコア集計に関連して、菌数に加えて、システムや水質、設備構造などの要因も考慮しているオーストラリアのガイドラインは参考とすべきである。

レジオネラ属菌数の測定に関連して検査機関によるばらつきを無くす、検査精度向上に関する啓発の必要性が考えられた。

公衆浴場施設の集団発生における事故当時のレジオネラ属菌数はいずれも非常に高いことが確認されており、管理すべき菌数のレベルについてより広く過去の集団発生や、発症例におけるレジオネラ属菌数を把握する重要性が考えられた。

今後、レジオネラ属菌の検出菌数と対応を検討するに当たり、今回の調査結果に加えて日本における孤発症と菌数レベル及び施設の危険因子の関連を解析しリスク因子分析をおこなっていくことが重要である。

5. 建築物水利用設備におけるレジオネラ対策に関連する現状分析

5.1 給水・給湯設備

5.1.1 文献調査

給水・給湯設備における防止対策は、概ね(H11 指針)で網羅されているが、下記の文献調査の結果を参考にして再検討する。

(1) 「The control of Legionella bacteria in water systems」

Approved Code of Practice & Guidance (Health & Safety Commission)

概要：冷却塔冷却水および給水・給湯設備における水処理と水質制御に関する規定運転上の注意事項や塩素、イオン、オゾン処理の方法や清掃・消毒について記述されている。

(2) 「Minimising the risk of Legionnaires' disease」：CIBSE TM13:2000

The Chartered Institution of Building Services Engineers

概要：冷却塔、給水・給湯設備、スパプール、ワールプールのスパおよびワールプールのバスにおける水処理と水質制御に関する規定、使用上の留意点などの記述。

給湯システムでは給湯往管に循環ポンプを設置するなど、わが国の一般的なシステムとは異なる方式となっているため参考にはならない。製氷機においてレジオネラが検出されたとの記述されている。スパシステムではオーバーフロー回収方式が標準システムとして示されている。

(3) European Guidelines for Control and Prevention of Travel Associated Legionnaires' Disease」：European Commission

概要：レジオネラ感染と旅行者との因果関係について。

補足(A)：給水給湯設備、冷却塔、スパプール（ワールプール、ジャグジー）、加湿器、エアーワッシャーのレジオネラ対策と防止方法についての記述。
注意事項として、使用禁止材料（天然ゴム、麻、アマニオイルがベースとなっている接合材、繊維性ワッシャー）、複数の貯水槽を連結すること（流量が一定でなく滞留を起こし易い）、加圧ブースタ蓄圧タンクは清掃可能なダイヤフラム式とする、サーモスタト混合弁以降の配管は可能な限り短くして、配管が長い場合は頻繁に消毒する etc. と記述されている。

給水・給湯温度のモニタリング間隔と許容温度

（給水；20℃以下、給湯；最低 50℃）、

検出菌数による対応方法、消毒方法；塩素、臭素、二酸化塩素を作業員の健康に害がない濃度で使用する。5mg/L 保持して 5 時間循環・・・

20℃以上の水を使う加湿器による感染、食品ショウケース内の加湿器による感染もある

補足(B)：処理（消毒）方法について

高温消毒：70～80℃で3日間循環させ、水栓から5分間放水する。貯湯槽は塩素濃度50mg/Lで1時間、あるいは60℃で2分間保持すれば90%を不活性化できる。

塩素消毒：

- ①Shock Hyperchlorination（高濃度塩素消毒）：水温30℃以下でシステムの末端までの残留塩素濃度を、20mg/Lでは2時間、50mg/Lで1時間保持した後、排水し水を注入して0.5～1mg/Lに戻す。
- ②連続塩素消毒：常時1～2mg/Lに保持する。但し給湯では難しい。
- ③二酸化塩素：給湯で効果的に使われている。バイオフィームに対して効果がある。
- ④モノクロアミン：病院で使われている例があり、塩素より効果的であるが、現在建物に使用する適切な注入方法が見当たらない。作用が遅いが持続性がありバイオフィームに対して効果的である

銅・銀イオン殺菌

過酸化水素

紫外線

給水設備：塩素、モノクロアミン、二酸化塩素が一般的であり、塩素が最も多い。許容塩素濃度は一般に0.5mg/L

(4)「Occupational Safety & Health Administration :

Section III Chapter 7 Legionnaire' Disease」 OSHA Technical Manual

概要：給水・給湯・空調／暖房設備のレジオネラ対策について

1)給湯設備

メンテナンス：給湯温度60℃以上、各水栓から出る湯は50℃以上。滞留箇所を可能な限りなくし、必要に応じて配管に再加熱装置をつけて50℃以上に保つ。ゴムやシリコンガスケットはレジオネラの繁殖箇所となる。頻繁に滞留箇所のフラッシングを行うことで増殖を防止する。循環ポンプは連続的に運転する。

コントロール：貯湯槽の温度を70℃として24時間保ち、各給湯栓から20分湯を流す。

貯湯槽の塩素濃度を10mg/Lとして、全湯栓から塩素臭を感じるまで湯を流すことも良い。銅・銀イオン、オゾン、紫外線殺菌もある。

2)給水設備

水温を20℃以下に保つことが有効である。病院の製氷機からレジオネラが検出されたこともある。ボイラなどの近くの給水管で増殖することも考えられる。

最近、歯科治療給水管でのレジオネラを含む微生物の汚染が知られるようになってきている。歯科治療用給水管の細いプラスチックチューブの中は、滞留することが多く、水温が20℃以上（システムによっては37℃に保っている）で、バイオフィームができやすく、レジオネラの増殖にふさわし

い環境となっている。

治療の水は使用箇所で、交換可能な 0.22 ミクロンのフィルターを配管に取り付けて処理することが望ましい。

長い間水が動かない貯水タンクでは細菌が増殖する。タンクは滞留時間を 1 日以下になるように計画する。過度な水温上昇を避けるためにカバーする。

クロスコネクションには常に注意し、逆流防止器や吐水口空間によって防止しなければならない。水の滞留箇所を調査し、滞留箇所は頻繁に水を流してバイオフィルムの形成を防ぐ必要がある。給湯配管に近接した給水管は、水温の上昇を防ぐために保温する。

給水配管が汚染された場合には、フリー塩素濃度 50mg/L で 1 時間、20mg/L で 2 時間の過剰塩素処理（高濃度塩素処理）でレジオネラを根絶できる。水栓から塩素臭を感じるまで放水し、約 2 時間放水する。

空調システム

米国では年間 10,000～50,000 件のレジオネラ症が報告されている。

発症率は 5% 以下である

(5) 「Legionella and Domestic Hot Water Systems」 (Netherlands)

概要：欧州諸国やカナダでの調査結果が示されている。電気給湯器からの検出があるが油やガス給湯器からは検出されていない。

給湯設備内で温度が低い部位（貯湯タンクの低位置）からレジオネラが検出されている。

給水管は 25℃ 以下に保つ。

水温とレジオネラ消滅時間の表がある。(P3/Table-1)：

水温 (°C)	消滅時間 (min)	水温 (°C)	消滅時間 (sec)
50	80～124	65	24～40
54	27	70	4～8
58	6	75	0.6～1.6
60	2.8～3.4	80	0.1～0.3

給湯温度は 55℃ 以上で 60℃ 以上が望ましい。定期的に 70℃ に昇温する方法は火傷の危険があるので、サーモスタット式水栓を使用する。

給湯システムでは、湯の滞留箇所をなくし、給水タンクに 1 日以上貯留させない。

オランダと周辺諸国に Regulation の紹介。EU では数年のうちに新しい規格をまとめられる。

(6) 「Legionnaires' disease The control of legionella bacteria in water systems」: Approved Code of Practice & Guidance

概要：給水給湯設備：給湯温度 60℃、湯栓から 1 分以内に 50℃の湯がでること、使用頻度の少ない水栓は、使用の多い水栓の上流側に設置する。貯水槽の容量はできるだけ小さく、1 日使用量以下とし、涼しい場所に設置して断熱被覆する。配管も断熱し温風ダクトや温水配管から離して設置し水温が 2℃以上上昇しないように配慮する。給水温度は 20℃以下に保つ。維持管理上の注意事項

(7) 「Minimising the risk of Legionnaires' disease」：CIBSE TM13：2000

概要：給水給湯設備の項目があり、概ね文献⑦と同様の内容である。

(7)および(8)に示す給湯システムは給湯管に循環ポンプを設置している。

(8) 佐藤弘和：「中央式給湯の水質管理に関する実態調査」

(空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集)

概要：中央式給湯設備を有する 241 施設における水質を調査した結果、55℃以上を保持していた施設は約半数に過ぎず、末端の水栓で遊離残留塩素濃度が 0.1mg/L に満たないものが 60.3%であった。用途別では手洗い用途の不適率が最も高く 39.6%であった。

(9) 紀谷文樹：雑用水設備の維持管理

概要：雑用水設備の維持管理に関する留意点

(10) 岡山大学医学部附属病院感染予防対策委員会：

岡山大学医学部附属病院におけるレジオネラ症に関する調査報告書 2003

(11) 斉藤厚、新太喜治、尾内一信他：

岡山大学医学部附属病院におけるレジオネラ症に関する調査報告書に対する外部評価報告書、岡山大学医学部附属病院感染予防対策委員会 2003

概要：岡山大学医学部附属病院におけるレジオネラ症感染事例に関する調査および対策に関する報告書。給湯設備を感染源と推定して（感染時冷却塔は運転されていなかった）給湯設備の消毒を行い、60℃の温水の 3 分間循環を連続 3 日間行って除菌に成功した。

(12) 「Superheat and Flush effect on the control of hospital-acquired Legionella infection」：.Roquills Pedro-Botet LM,Garcia-Nunez M,et al：

MedClin(Barc)127:211-213,2006

概要：病院の給水・給湯システムの消毒は高温フラッシュが最も優れていると報告している。

(13) 「水利用施設におけるレジオネラ属菌の増殖挙動と対策」

概要：雨水、水景用水、浄化槽処理水の検査結果、①降水直後の雨水を除き各試料水からレジオネラ属菌が検出された、②入浴後の浴槽水中におけるレジオネラ属菌の増殖は急激である、③紫外線量 7.2mW・S/cm² でレジオネラ属菌を 99%不活性化することができた。

5.1.2 諸外国およびわが国の文献による最近の知見

最近、欧米では病院や老人施設などでの免疫力の低下した人が飲んだ給水・給湯が、誤って気管支に入り（誤嚥）感染する例や、院内感染が報告されており、わが国ではまだその事例は報告されていないが、給水給湯設備のレジオネラ対策についてさらに検討する必要がある。

(1) 給水設備

- ① 貯水槽での貯留を可能な限り短時間にする、②水温の上昇を防ぐ、③滞留箇所をなくすなど、いずれも新版レジオネラ症防止指針（以下新版指針）で指摘している内容であり、新たな知見は見当たらないが、製氷機での検出や歯科治療配管での危険性などについて検討し、改訂版では上記の①～③について具体的な方法を明記する必要がある。

さらに、雑用水設備（雨水利用・排水再利用）におけるレジオネラ対策についても追加する。

改訂版に追加する対策として下記を検討する。

- 1) 雑用水設備や雨水利用設備に対する防止対策
- 2) 機材（配管、継手、パッキン類）に関する注意事項
- 3) 上記①～③の具体的な方法

(2) 給湯設備

給水設備同様、とくに際立った知見は見当たらない。欧州では電気温水器タンク内での検出が報告されているが、わが国では85℃以上の貯湯をしているので考えられないが、混合水栓以降の配管やシャワーヘッドでのバイオフィーム生成に関する維持管理上の対策を記述する。

また、防止対策の具体的な方法に言及する必要がある。

改訂版に追加する対策として下記を検討する。

- 1) 貯湯槽内の低温域解消方法
- 2) 中央式給湯システムでの循環不良箇所の解消方法（温度保持）
- 3) 高温フラッシュ法による消毒
- 4) 混合水栓以降の配管での危険性の喚起
- 5) シャワーヘッドの消毒
- 6) 病院・老人施設における留意点

5.1.3 まとめ

文献調査の結果、新版指針の改定に際しては、防止対策に関する設計・施工上の下記に示す具体的な手法について検討し追加する。

- ① 貯水槽通気管の防塵
- ② 使用水量に応じた貯水槽の水位調整
- ③ 貯水槽の断熱
- ④ 屋外露出配管内の水温上昇防止対策

- ⑤ 配管内の滞留箇所の解消
- ⑥ 配管材料決定上の留意事項
- ⑦ 中央式給湯システムにおける循環不良解消手法
- ⑧ 使用頻度の低い水栓類に対する配管計画および局所式給湯との併用
- ⑨ 工事完了後の機器・配管内の消毒
- ⑩ 使用頻度の低い水栓に対する対策
- ⑪ レジオネラ検出システムの消毒
- ⑫ 公衆浴場等の低温給湯システムにおける対策

5.2 冷却塔と冷却水系

5.2.1 海外規格調査

「新版レジオネラ症防止指針」改訂にあたり、海外の規格における、冷却塔と冷却水の部分を日本の規格と比較する目的で調査した。

①ASHRAE（米国空気調和学会）

冷却塔冷却水に関する部分は P7 から P13 までである。特徴として機器別に 7.COOLING...8.Direct Evaporative...9.Indirect Evaporative...と 3 種類に別けて解説があるのは空気調和設備の学会だからであろう。日本でこれに習う必要はないと考える。7.6.3 Cooling Tower System Shutdown and Start-up Procedure に下記の長期停止時の作業が述べてある。日本の規格では 2.3 使用休止後再開時の対応には 1.5 行の記述があるだけである。

7.6.3 Cooling Tower System Shutdown and Start-Up Procedure⁴³

Shutdown

When the system is to be shut down for a period of more than three days, it is recommended that the entire system (cooling tower, system piping, heat exchangers, etc.) be drained to waste. When draining the system is not practical during shutdowns of short duration, the stagnant cooling water must be pretreated with an appropriate biocide regimen before tower start-up.

Start-Up for Drained Systems

- Clean all debris, such as leaves and dirt, from the cooling tower.
- Fill the system with water. While operating the condensing water pump(s) and prior to operating the cooling tower fans, execute one of the two alternative biocidal treatment programs described below.
 - (1) Treat with the biocide that had been used prior to shutdown. Utilize the services of the water treatment supplier. Maintain the maximum recommended biocide residual (for the specific biocide) for a sufficient period of time (residual and time will vary with the biocide) to bring the system under good biological control.
 - (2) Treat the system with sodium hypochlorite to a level of 4 to 5 mg/L (ppm) free chlorine residual at a pH of 7.0 to 7.6. The chlorine residual must be held at 4 to 5 mg/L (ppm) for six hours, measurable with standard commercial water test kits.
- Once one of these two biocidal treatments has been successfully completed, the fan can be turned on and the system returned to service. Resume the standard water treatment program (including biocidal treatment).

Start-Up for Undrained (Stagnant) Systems

Remove accessible solid debris from the cooling tower sump and from any remote storage tank(s) that may be used.

- Perform one of the two biocide pretreatment procedures (described in "Start-Up for Drained Systems") directly to the cooling tower sump or remote storage tank. Do not circulate stagnant bulk cooling water over cooling tower fill or operate cooling tower fans during pretreatment.
- Stagnant cooling water may be circulated with the main cooling system pump(s) if tower fill is bypassed. Otherwise, add approved biocide directly to the bulk water source and mix with either manual or by sidestream flow methods. Take care to prevent the creation of aerosol spray from the stagnant cooling water from any point in the cooling water system.
- After biocidal pretreatment has been successfully completed, the cooling water should be circulated over the tower fill with fans off. When biocide residual is maintained at a satisfactory level for at least six hours, the cooling tower fans may be operated.

また、長期の定義は3日以上が基準となっており、日本の規格では1.3.2 対策作業に数日又は1週間以上にわたる長期停止後となっている。英国のスタッホード病院とBBCのアウトブレイクでは冷却塔の停止期間は3日程度であったので3日以上と変更する事を検討する必要がある。

②CIBSE (英国設備技術協会)

冷却塔冷却水に関する部分はP9 からP21である。

4.Evaporative cooling applications の 4.4 Operation 硬度・腐食・全溶解固形物・ろ過・微生物について詳細に解説してあるがレジオネラ症との直接的な関係の無い冷却水系における一般論である。日本の規格の目的が冷却水系の管理全般をカバーすることにあるのであれば追加しても良い。

4.5 Monitoring においても、水質分析項目別に分析周期を指定してある。これについても上記と同じ観点から追加の必要性を判断する必要がある。

4.6 Maintenance の 4.6.2 Arrangements for cooling tower shut-down においてこの手順を守る停止期間の定義を less than a month としてある。

Table 2 Typical cooling tower water monitoring checks: recommended frequencies for good operating practice

Parameter	Make-up water	Cooling water
Calcium hardness as mg/l CaCO ₃	Monthly	Monthly
Magnesium hardness as mg/l MgCO ₃	Monthly	Monthly
Total hardness as mg/l CaCO ₃	Monthly	Monthly
Total alkalinity as mg/l CaCO ₃	Quarterly	Quarterly
Chloride as mg/l Cl	Monthly	Monthly
Sulphate as mg/l SO ₄	Quarterly	Quarterly
Conductivity µS (total dissolved solids)	Monthly	Weekly
Suspended solids mg/l	Quarterly	Quarterly
Inhibitor(s) level mg/l	-	Monthly
Oxidising biocide mg/l	-	Weekly
Temperature °C	-	Quarterly
pH	Quarterly	Weekly
Soluble iron as mg/l Fe	Quarterly	Quarterly
Total iron as mg/l Fe	Quarterly	Quarterly
Concentration factor	-	Monthly
Microbiological activity	Quarterly	Weekly
<i>Legionella</i> (cfu/litre)	-	Quarterly

③HSC (英国)

冷却塔冷却水に関する部分はP17 からP34である。②と同じく Monitoring P30 Table1 に水質分析項目別に分析周期を指定してある。

P31 Table2 Action levels following microbial monitoring for cooling towers において 好気性細菌を 10,000、100,000cfu/ml の 2つの閾値で、レジオネラ菌を 100、1,000cfu/litre の 2つの閾値で、3段階に層別して、必要な対策が明示してある。菌数別の対策を各用途別のパートに記述するか他については、今後の改訂時に議論が必要である。

Table 2: Action levels following microbial monitoring for cooling towers

AEROBIC COUNT cfu/ml at 30°C (minimum 48 hours incubation)	Legionella bacteria cfu/litre	ACTION REQUIRED
10 000 or less	100 or less	System under control
more than 10 000 and up to 100 000	more than 100 and up to 1000	Review programme operation - A review of the control measures and risk assessment should be carried out to identify any remedial actions and the count should be confirmed by immediate resampling.
more than 100 000	more than 1000	Implement corrective action - The system should immediately be re-sampled. It should then be 'shot dosed' with an appropriate biocide, as a precaution. The risk assessment and control measures should be reviewed to identify remedial actions.

④European Guidelines for Control and Prevention of Travel Associated Legionnaires' Disease 2005 1.A9 Cooling towers

冷却塔冷却水に関する部分は P61 から P68 である。1.A19 Monitoring P65 Table3 水質分析項目別に分析周期を指定してある。

また、P66 Table4 Action levels following microbial monitoring for cooling tower に好気性細菌を 10,000、100,000cfu/ml の 2 つの閾値で、レジオネラ菌を 1,000、10,000cfu/litre の 2 つの閾値で、3 段階に層別して、必要な対策が明示してある。③の規格とレジオネラ菌の数が 10 倍異なっている。

Table 4: Action levels following microbial monitoring for cooling towers

Aerobic count * cfu/ml at 30°C (minimum 48 hours incubation)	Legionella bacteria cfu/litre †	Action required
10, 000 or less	1000 or less	System under control
more than 10,000 and up to 100,000	more than 1000 and up to 10,000	Review programme operation – The count should be confirmed by immediate resampling. If a similar count is found again, a review of the control measures and risk assessment should be carried out to identify any remedial actions
more than 100,000	more than 10,000	Implement corrective action – The system should immediately be re-sampled. It should then be 'shot dosed' with an appropriate biocide, as a precaution. The risk assessment and control measures should be reviewed to identify remedial actions

* Colony count determined by pour plate method according to ISO 6222(21) or by spread plate method on yeast extract agar
 † Determined in accordance with ISO 11731(20).

⑤Cooling Technology Institute (USA)

冷却塔冷却水に関する部分は P3 から P10 である。米国ではレジオネラ菌数測定は一般的ではなく、菌数測定の要否が議論されている状況である（縣委員談）。P6 の Table Recommended Target Values Routine Treatment of Cooling Water Systems において 測定法を Dipslides, Agar Pour Plate or Petrifilm, Microscopic Exam の 3 種に分類し、評価項目を Planktonic Counts(Bulk Water)、Sessile Counts(Surface)、Deposits の 3 つについて recommended target values が記されている。日本の規格はレジオネラ菌数のみによる対策になっている。レジオネラ菌数が不検出であっても、浮遊性レジオネラ菌数のみの測定であるので、規格改定時に検討がなされる必要があろう。

**Recommended Target Values
Routine Treatment of Cooling Water Systems**

Parameter	Dipslides	Agar Pour Plate or Petrifilm	Microscopic Exam
Planktonic Counts (Bulk Water)	<10,000 CFU/mL	<10,000 CFU/mL	No higher life forms
Sessile Counts (Surfaces)	<100,000 CFU/cm ²	<100,000 CFU/cm ²	No higher life forms
Deposits	NA	NA	No higher life forms

Note: Results from dipslides, agar pour plates, or Petrifilm are colony forming units (CFU per milliliter or per square centimeter) of total aerobic heterotrophic bacteria. Legionella bacteria are not detected by these conventional plate count media. Microscopic examination for the presence of higher life forms requires a trained microscopist and specialized microscopy equipment.

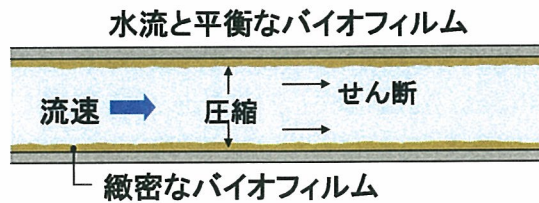
5.2.2 調査結果のまとめと議論

海外規格の冷却塔・冷却水の部分を概観した結果、「新版レジオネラ症防止指針」改訂時に以下の検討が必要であると考えられた。

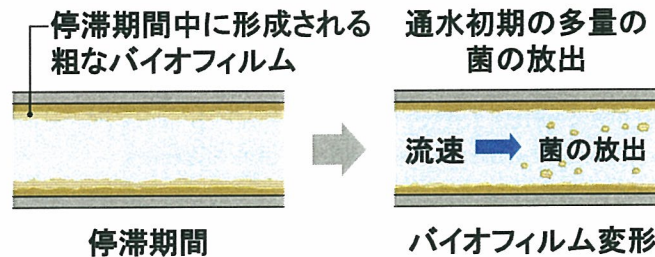
①長期停止時と運転再開時の手順の追加

長期停止後の運転再開時には、下図に見られるように大量の菌の放出が考えられる。又長期は過去の英国のスタッフォード病院とBBCの事例では3日程度である事も考慮して期間についても表現を見直す必要があろう。(第152回腐食防食シンポジウム資料、腐食防食協会、2005/6/29)

1 常時流速 ループ

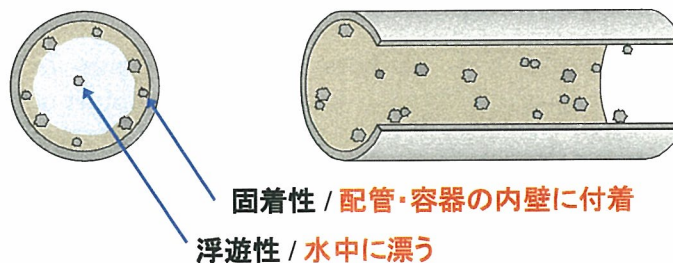


2 長時間の停止



②Monitoring と Action

レジオネラ菌数のモニタリングの最大の問題は、現在の菌数はあくまで浮遊性の菌数測定に限られると考えられる点にある。浮遊菌の菌数がゼロでも、付着菌の評価が無しで安心してよいかと言う問題である。下図の如く Planktonic Counts(Bulk Water)と Sessile Counts(Surface)には10の4乗から6乗の差があると考えられる。(第152回腐食防食シンポジウム資料、腐食防食協会、2005/6/29)



- 固着性微生物濃度 = $10^4 \sim 10^6$ CFU/cm²
- 浮遊性微生物濃度 = 10 CFU/l

同じ長さの配管中に、固着性の菌は浮遊性の菌の100万倍に達する場合がある。

③冷却塔の一般的な管理の解説の要否

海外の規格には、冷却塔の一般管理項目である、スケール・腐食・スライムの制御について詳細な解説のあるものが多い。これは規格作成主体が、設備技術者の団体(ASHRAE・CIBSE等)の場合が多くそれを参考にした規格が多い事に原因があると考えられる。

日本の規格の性格を議論した上で要否を判断する必要がある。ビルメンテナンスの現状や要望を調べて検討する。

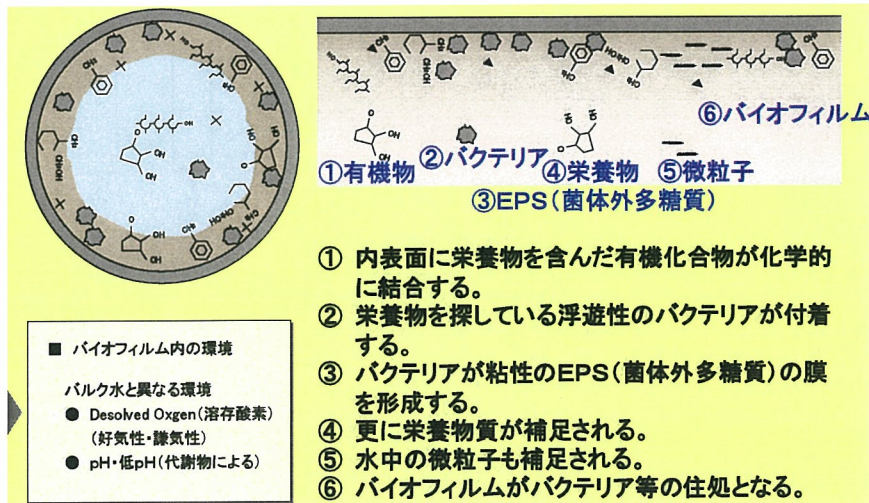
④Monitoring interval of monitoring

水質項目の検査間隔を指定している海外規格が多い。③の項目と同じ考え方で検討する。

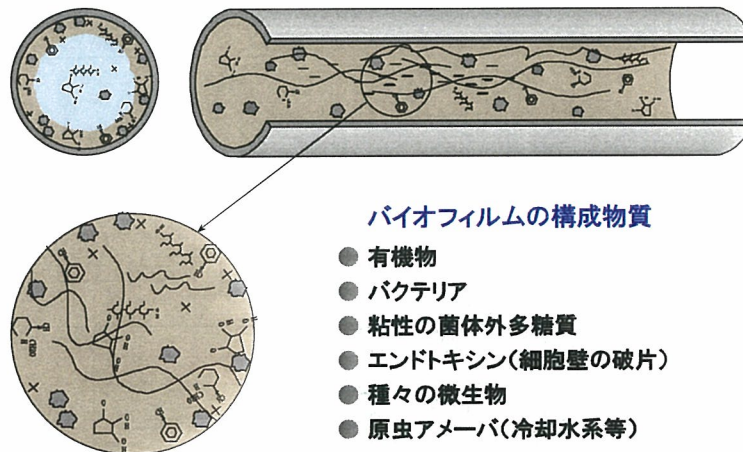
5.2.3 その他

冷却水系に特有でないものも含め、「新版レジオネラ症防止指針」発刊以降に発表された以下の様な素材がある。

①バイオフィルムの形成のされ方（第152回腐食防食シンポジウム資料、腐食防食協会、2005/6/29）



②バイオフィルムの構成物質（第152回腐食防食シンポジウム資料、腐食防食協会、2005/6/29）

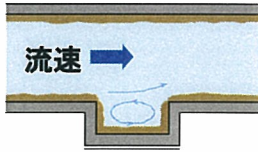


③各用途の配管系の死に水部分 (Dead Leg) ・理想的な給湯配管系

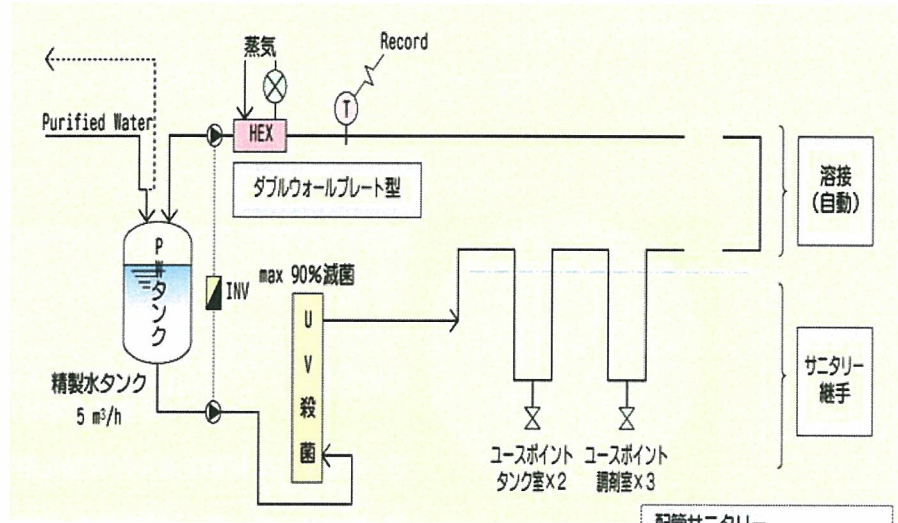
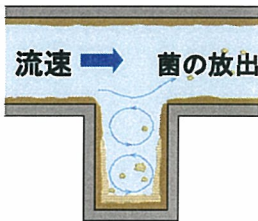
配管系に死に水部分があると、配管系内の殺菌が困難で菌の制御が難しい説明図。理想的な給湯配管系の図等 (第 152 回腐食防食シンポジウム資料、腐食防食協会、2005/6/29)。

3 Dead Leg 6D

● 短いDead Leg



● 長いDead Leg



④エリミネーターの強化

設置場所が理想的でない場合、冷却塔のエリミネーターを変更するか、外気取り入れ口に水滴の流入を止める対策が必要となる。(空気調和・衛生工学, 空気調和・衛生工学会, Vol.72, No.3, pp.29-35)

型式	ハニカム型エリミネータ			折板型エリミネータ
	70 E	140 E	280 E	140 ZE
形状	70 mm	140 mm	280 mm	140 mm
材質	PVC	PVC	PVC	PVC
備考	低圧損 一般冷却塔用	低ドリフト 中圧損 低ドリフト 冷却塔用	超低ドリフト 高圧損 大型海水冷却塔 などに使用	低ドリフト 低圧損 向流, 直交流冷却塔 兼用タイプ

図-9 ドリフトエリミネータの種類

5.2.4 まとめ(現在の構成と変更の要否)

「新版レジオネラ症防止指針」の冷却塔に関する部分の構成は以下の通りであり、記述の十分な又は軽微な変更が必要な項目に○、見直し又は海外の諸規格に照らして追加等の検討が必要な項目に△を記した。又殺菌剤と冷却塔水処理薬品についての部分は別途それぞれの専門家の見直しが必要である。

II.冷却塔と冷却水系

1. 冷却塔

1.1 冷却塔の問題点

1.1.1 冷却水系におけるレジオネラ菌の増殖○

1.1.2 冷却水の飛散 ○

1.1.3 レジオネラ属菌の検出状況 ○十分なデータ有り

1.2 設計施工に関する防止策

1.2.1 冷却塔型式の選定 ○角型を推奨

1.2.2 エリミネーターの強化 △5行（通常では変更が困難・但し書きで設置場所が理想的でない場合を追加しては）

1.2.3 冷却塔設置場所 ○

1.3 冷却塔の維持管理に関する防止策

1.3.1 冷却塔の調査・記録 調査という語句が必要か？

1.3.2 対策作業 △数日又は1週間以上にわたる長期停止後でよいか？

2. 冷却水系

2.1 冷却水系の問題点

2.1.1 スケール、腐食の発生 △海外では詳述されている規格あり。

2.1.2 スライムの発生 △バイオフィームという語句が無い

2.1.3 レジオネラ属菌のアメーバ類への寄生 ○

2.2 冷却水系の維持管理に関する防止策

2.2.1 化学的洗浄 ○

2.2.2 冷却水の殺菌剤処理 △薬品専門家のチェック要

2.2.3 洗浄殺菌効果を維持するための水処理 △水処理専門家のチェック要

2.2.4 定期清掃（物理的な清掃） ○

2.2.5 定期点検 △具体的な点検項目記録票追加

2.2.6 細菌検査 ○

2.3 使用休止後再開時の対応 △1.5行 具体的な作業項目追加

2.4 緊急時の対応 ○

2.5 冷却水系のその他の処理