



温浴施設における安全上の 危険部位と対策

2017. 2 . 6

株式会社ヤマト

はじめに

弊社は群馬県前橋市に本社を置く、総合エンジニアリング企業として、主に建築、空調・衛生、冷凍冷蔵、上下水道設備の企画・提案、設計・施工、メンテナンスのワンストップサービスを提供している会社です。

群馬県は草津温泉、富岡製糸場で有名な県でもあります。

私が所属しております温浴事業部は発足後12年が経過し、今までに約100施設の温浴施設、ホテル・旅館の設計・施工およびろ過器・消毒装置の設置実績があります。

私共は研究者ではありませんが、群馬県衛生環境研究所とレジオネラ汚染の対策について共同研究を継続しております。

その過程で苦い経験もあり、その経験等をお話しすることで少しでも皆様のお役に立てれば幸いです。

2.なぜ届出件数が増え続けるのだろうか？①

・ 検査実施率の向上

- ・ 急性肺炎の原因の多くが、肺炎球菌とレジオネラ属菌であること。
- ・ 症状の進行が速いので診断を迅速に行わなければならないこと。
- ・ これらのことに関して、医師の理解度が上がってきたこと。

②. ハード的な側面

- ・ろ過器がLgの供給装置に成り易いこと
- ・循環ろ過設備は、その他にも危険部位が多岐にわたること

- ・浴槽そのものが危ない

施工に起因する問題

清掃に起因する問題

↓
温浴設備はそもそも危険な設備である

↓
届出件数は増えるべくして増えているのでは？

③. ソフト的な側面

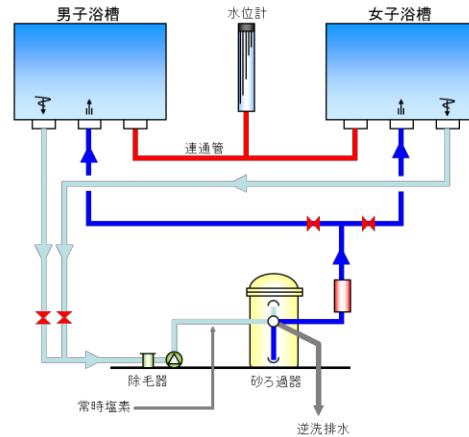
- 施設の作り手側、運営側がレジオネラ症届出件数の実態を知らない。
- すなわち「危険な施設を作る」という認識がない。
- どこが危険なのかの認識が極めて不十分。
- 日本の建設業界の体質として、建物を作ったら終わり。
- Lg検出 ⇒ 原因究明を伴わない洗浄・消毒では問題が解決しない。



届出件数は増えるべくして増えているのでは？

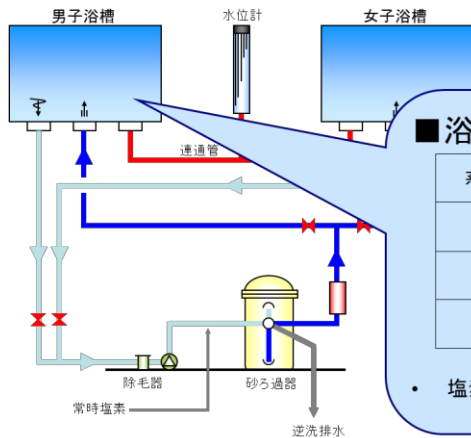
3.ろ過器の問題点と対策 ①

温浴施設での一般的な循環式浴槽



- 浴槽水の浄化装置として砂ろ過器を用いている
- 複数の浴槽を1つのろ過器で循環している
- 浴槽水位のバランスをとるために連通管が必要となる。

某フィットネスクラブの水質検査結果

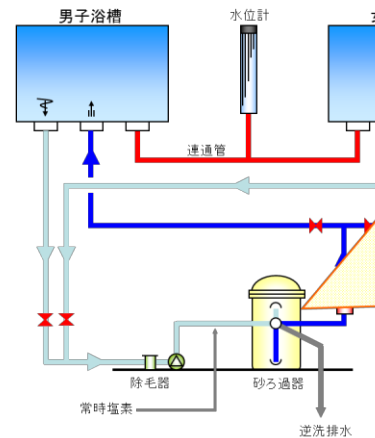


■浴槽水

系統名	レジオネラ属菌 (cfu/100ml)	遊離残留塩素 (mg/L)
A	不検出	0.3
B	30	0.4
C	40	0.1

- 塩素が残留していてもレジオネラ属菌が検出

某フィットネスクラブの水質検査結果



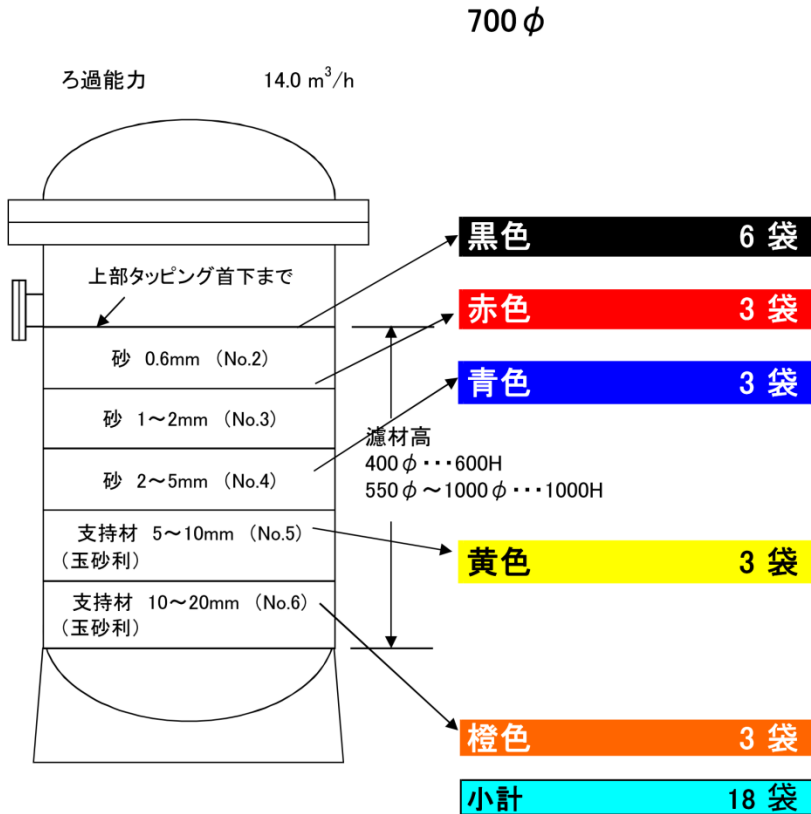
■ろ過器内水

系統名	レジオネラ属菌 (cfu/100ml)	アメーバ (個体/mL)
A	4,240	18
B	15,000	20
C	22,500	80

- ろ過器の逆洗は毎日実施
- それでもレジオネラ属菌が多数検出

3.ろ過器の問題点と対策 ②

ろ材の構成

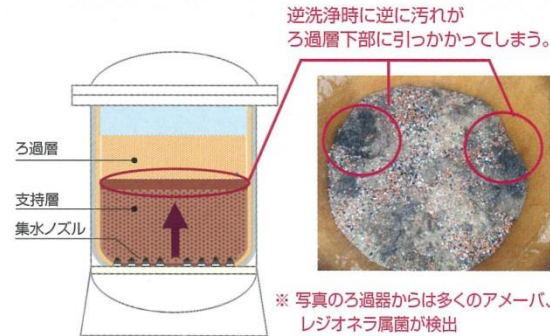


積層ろ過器の致命的欠点

Problem 1

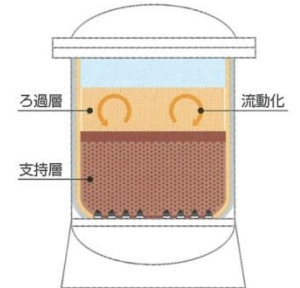
ろ過器の逆洗浄は浴槽水を使うため、浴槽水中の汚れ(毛髪等)が支持層部に堆積。

→ 積層ろ過器の致命的欠点



Problem 2

ろ過器の逆洗浄時、ろ過層は流動化するが、支持層は全く動かないため、支持層部の洗浄効果は期待できない。



条例は「逆洗浄にはろ過器の洗浄効果がある」ことが前提だが

逆洗浄直後も、ろ過器内には多くのアメーバ、微小動物、SSが残っている。

ろ過器の逆洗浄は本当に洗浄効果があるのか？

■ 逆洗浄排水中および、ろ過器に残ったアメーバ・微小動物・SS

	逆洗浄排水中の			ろ過器に残った		
	アメーバ	微小動物	SS	アメーバ	微小動物	SS
通常逆洗浄	5	3	33	67	47	4,140

単位：アメーバ、微小動物(個/mL)、SS(mg/L)

上表の施設は1日3回逆洗浄

こんなろ過器が設置されてよいのか？

ろ材の消毒方法は？

■ 高濃度二酸化塩素水によるろ材の洗浄・消毒試験

高濃度二酸化塩素水の注入だけでは消毒は困難です。→ろ過器の本質的な問題

高濃度(100mg/L)の二酸化塩素水でろ過器のろ材の洗浄・消毒を行なった事例です。文献「水と消毒」ではCT値4.5~7.5で大腸菌の不活化率は99.9~99.999%としており、CT値=3,000(100mg/L×30min)で二酸化塩素水を浸漬した場合と、二酸化塩素水で浸漬しながらばっ気も行なった場合の二通りで試験を行ないました。結果は下表の通りです。採水はドレイン口から行ないました。

ろ材の空気洗浄状況



	二酸化塩素注入のみ		二酸化塩素注入 + ばっ気	
	二酸化塩素注入前	二酸化塩素注入後	二酸化塩素注入及びばっ気前	二酸化塩素注入及びばっ気後
pH	7.74	6.63	7.67	7.61
色度	2.2	22.9	2.4	189.8
濁度	3.0	6.5	1.0	189.2
SS (mg/L)	3.6 _{±1}	1.0	0.8	64.0
過マンガン酸カリ消費量 (mg/L)	4.74	7.55	3.0	1,074
アンモニア性窒素 (mg/L)	0.8	0.2	0.1未満	1.6
大腸菌群 (個/mL)	0	4	11	0
一般細菌 (個/mL)	550,000	0	190,000	0

※1 試験体1mL中にたまたま大きい粒子があったためと思われる。

左表の通り二酸化塩素水を浸漬しただけの試験採水からは大腸菌が検出されました。この結果から推察されることは、

- 大腸菌はバイオフィルム、懸濁物質に保護され、二酸化塩素水との接触がおこらなかった。高濃度二酸化塩素だけではバイオフィルムの除去は難しい。
- ばっ気も行なった場合は二酸化塩素水と十分に接触したため、100%不活化した。
- ばっ気はバイオフィルム除去に効果がある。

ということです。

「高価な消毒装置を設ければ、レジオネラ問題が解決できる」訳ではありません。

こんなろ過器が設置されてよいのか？

効果的なろ過器の洗浄・消毒方法の一例

ろ過器及び循環配管は、1週間に1回以上、ろ過器を十分に逆洗浄して汚濁を排出するとともに、適切な消毒方法で生物膜を除去すること。
(レジオネラ症防止マニュアル)



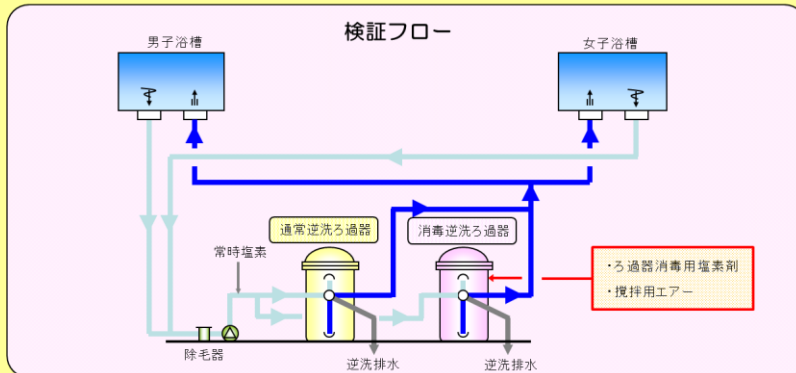
では具体的にはどうする？

ろ過器の消毒・洗浄方法の例（弊社のろ過器洗浄システム）

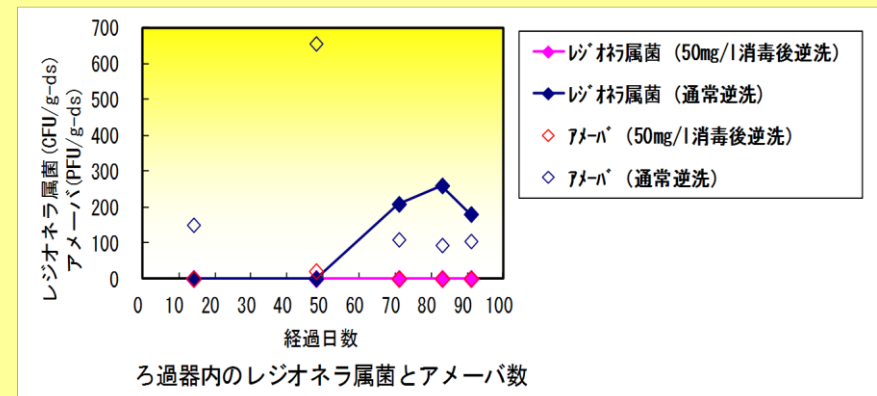
- 毎日ろ過器内を塩素濃度50mg/Lで消毒。
- 消毒の際、ろ過器内をエアレーションにより攪拌
- 消毒後、5分間逆洗浄

自動で実施

この消毒・洗浄方法の効果を某温浴施設において検証



ろ過器の消毒・洗浄方法（弊社のろ過器洗浄システム）の検証結果



ろ過器を毎日、消毒・洗浄することで、顕著なレジオネラ抑制効果が認められた。

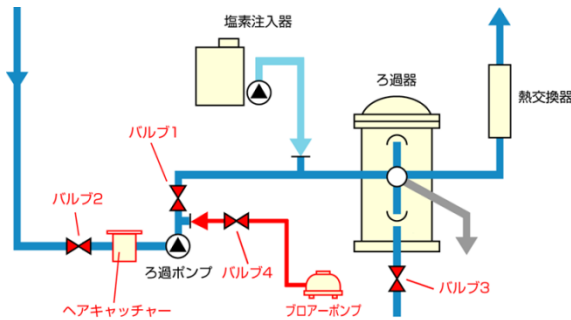
3.ろ過器の問題点と対策 ⑥

施設でできるろ過器の消毒・洗浄方法

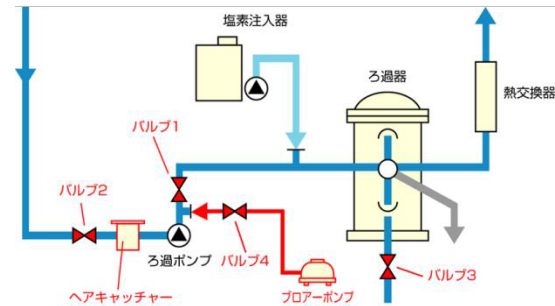
(ろ過器内を50mg/lの塩素とエアレーションによる攪拌効果により消毒洗浄)

※鉄製のろ過器等、腐食の恐れがあるときは塩素濃度を下げて実施してください

➡ 1週間に1回以上



※次亜塩素酸ナトリウム(12%)投入量の計算
 $50\text{mg/l (g/m}^3) \times \text{ろ過器内水量 (m}^3) \times 100/12$
 = 次亜塩素酸ナトリウム投入量 (g ≒ ml)

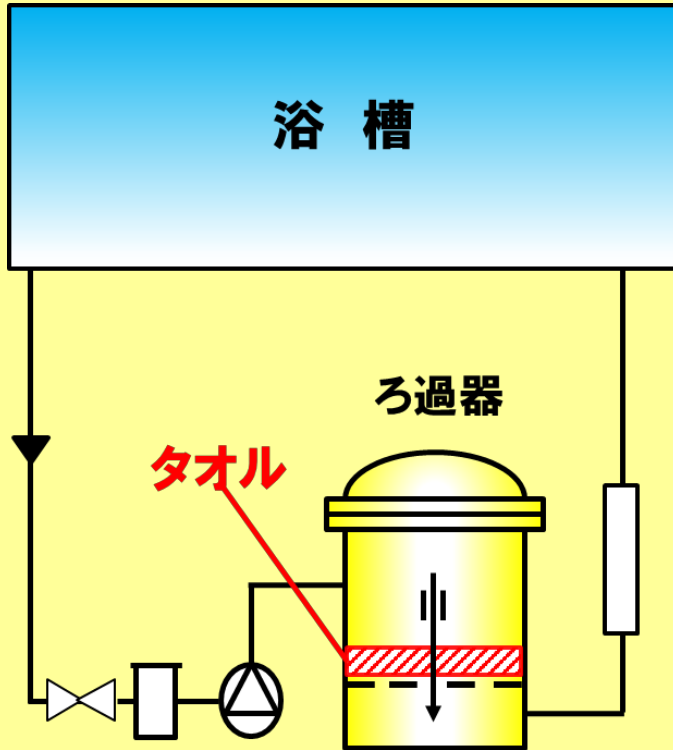


※配管にタッピングがない場合はろ過ポンプ吐出側フランジのタッピングを利用

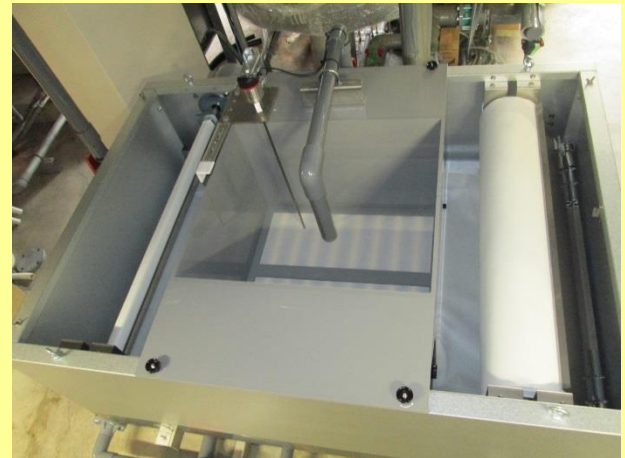
- ① ろ過器を停止。
- ② ヘアキャッチャー前後のバルブ (バルブ 1、バルブ 2) を閉
- ③ **ヘアキャッチャー**に次亜塩素酸ナトリウムをろ過器内が塩素濃度50mg/lになる量を投入
- ④ ろ過器五方弁ポジションを逆洗ポジションとする。
- ⑤ 排水バルブ3を開け、ろ過器内の水を若干排水する。
- ⑥ ヘアキャッチャー前後のバルブ (バルブ 1、バルブ 2) を開
- ⑦ ろ過ポンプを**10秒程度**稼働して塩素をろ過器内に移送
- ⑧ ヘアキャッチャー手前 (ろ過戻り管) のバルブ2を閉

- ⑨ **フロアーポンプ**をろ過ポンプ～ろ過器までの配管にあるタッピングに接続
- ⑩ フロアーポンプ接続タッピングからろ過器までの配管にあるバルブ (バルブ 1) を開
 ※ヘアキャッチャー手前のバルブ (バルブ 2) が閉まっているのを確認
- ⑪ フロアーポンプを稼働。ろ過器内にエアを吹き込み、ろ過器内をエア攪拌。
 (30分程度) ※バルブ4の調整必要
- ⑫ フロアーポンプを停止。
- ⑬ ヘアキャッチャー手前 (ろ過戻り管) のバルブ2を開け、通常の逆洗・洗浄を行って終了。

T氏の教え



ろ材としてタオルを使用
+
タオルを毎日洗濯

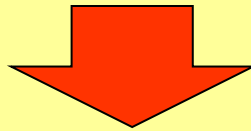


オートロールフィルターろ過器
ろ材が常に新品に置き換わる。

ろ過器に対する提案

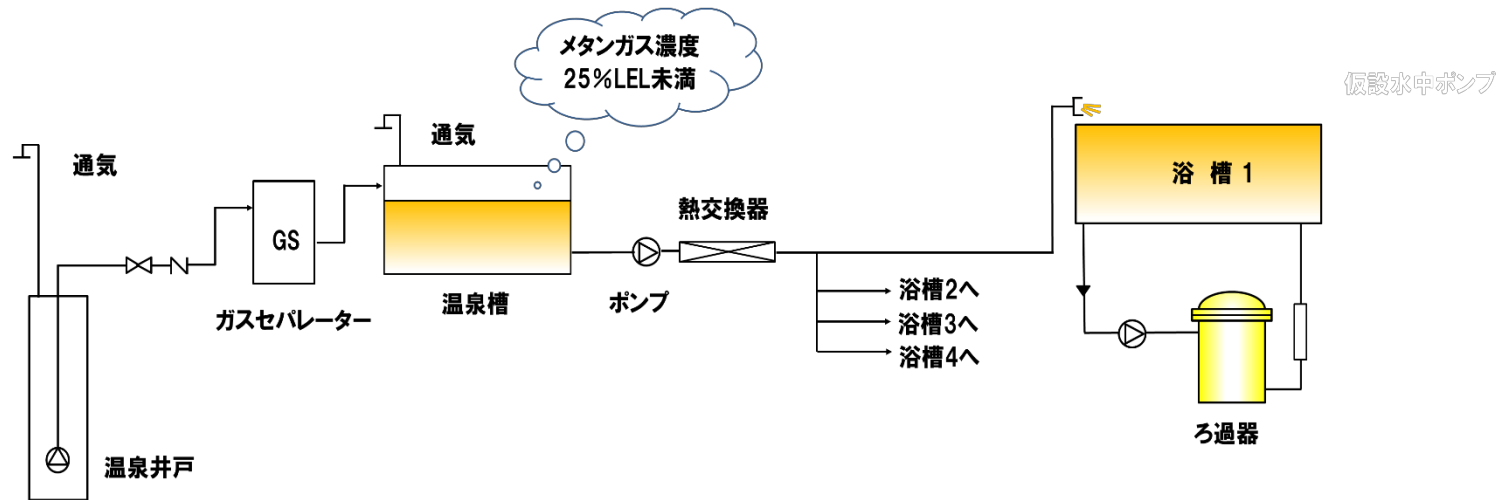
条例では「市販のろ過器はきちんと逆洗浄できる」すなわち「捕捉した人間由来の汚れを排出できる機能を有する」前提としています。

しかし、実態はそうではないと思われ、このことで、悲惨な事故にもつながりかねません。



ろ過器の製品としての評価は必要と思われませんが、いかがでしょうか？

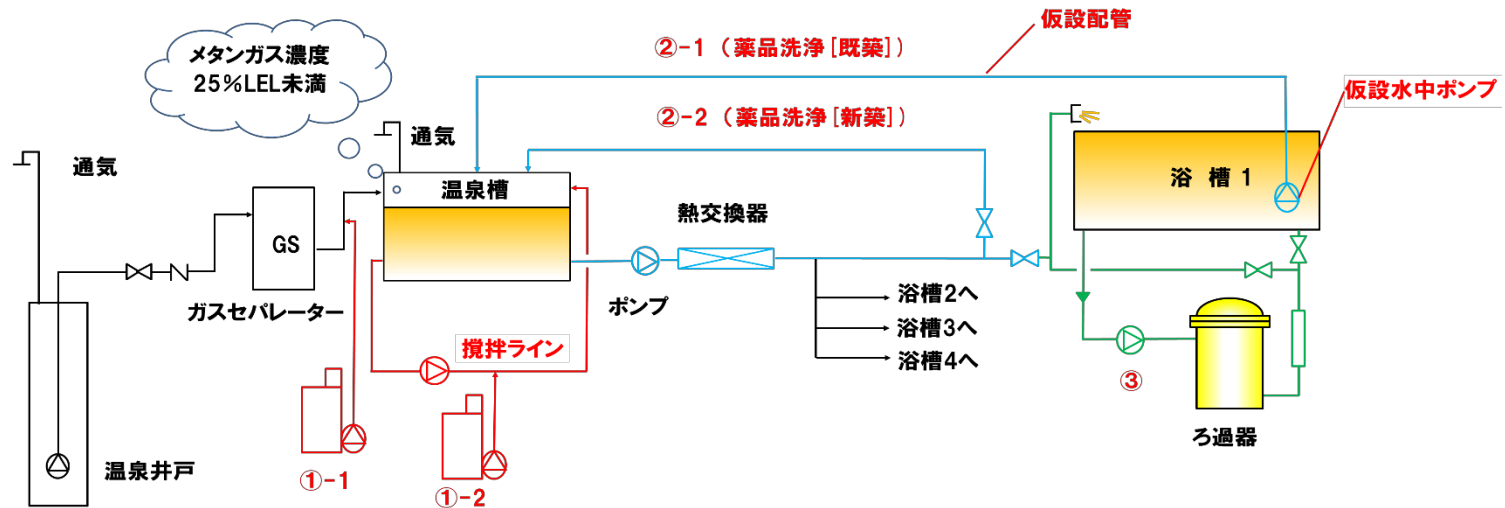
4.温泉送水設備の問題点と対策 ①



<問題点>

- メタンガス対策により外部からLgが浸入し易い環境が増えている。
- 温泉槽に塩素が注入されていない。
- 浴槽までの温泉送水配管の洗浄を行ったことがない。

4.温泉送水設備の問題点と対策 ②



①. 温泉槽の消毒

- ①-1・・・温泉井戸ポンプに連動した点滴注入
- ①-2・・・温泉槽搅拌ラインを設けて塩素注入

②. 温泉槽～温泉送水配管の洗浄・消毒

- ②-1・・・既築案:浴槽～温泉槽までの仮設配管を設け、温泉槽にスケール除去剤等を投入し、循環洗浄・消毒
※浴槽循環配管洗浄後の過酸化水素等の利用も可
- ②-2・・・新設案:あらかじめ温泉槽～浴槽直近までの洗浄循環配管を設けておく。

③. 浴槽直近温泉送水配管の洗浄

- ③のような配管としておくことで、ろ過循環配管の過酸化水素等による洗浄後、温泉送水配管の洗浄が効率良くできる。

5. 連通管の洗浄

連通管の洗浄方法①

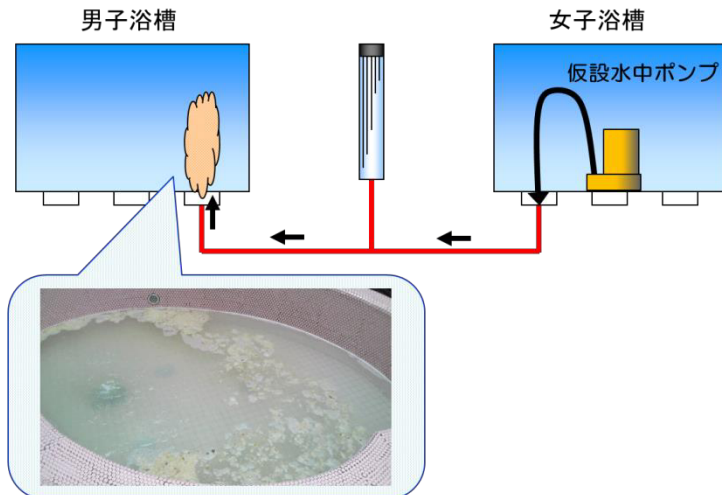
専門業者による高圧洗浄



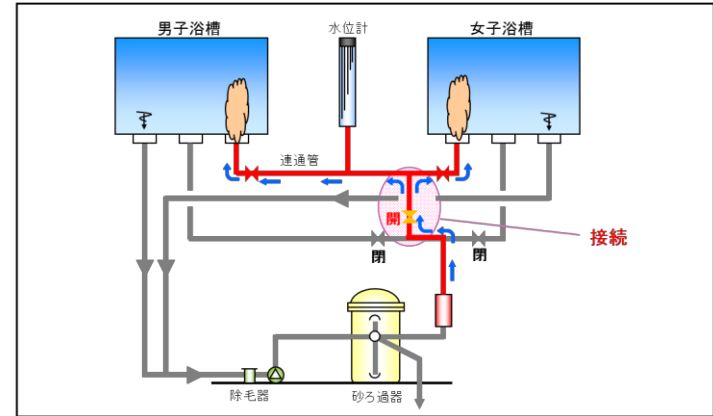
■費用は掛かるが、半年～1年に1回は実施して頂きたい。

連通管の洗浄方法③

片浴槽から仮設ポンプにより、連通管内に浴槽水を流し込む。



連通管の洗浄方法②



- ろ過配管から分岐を取り、連通管に接続。
- 営業時間外に定期的を手動バルブを開け、循環水を流して連通管内を洗浄消毒。
- 高濃度塩素消毒時、薬品洗浄時にも循環水を流して洗浄消毒が可能。



男・女浴槽を別々に洗浄するのが理想。

※ゆっくりした流量だと洗浄効果が劣るため

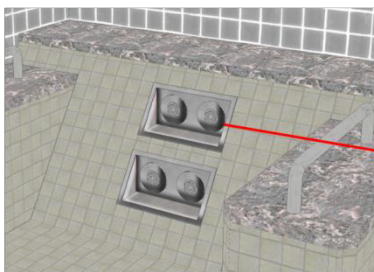
「連通管に水抜バルブを設けて、排水できるようにしておく。」といった指導も聞かすが、
経験的には殆ど効果はない。

新築時のアドバイス

**最近では連通管を設けなくとも男女浴槽の水位バランスを
保てる技術があるため、その方法を推奨して頂きたい。**

6.浴槽での問題点 ①

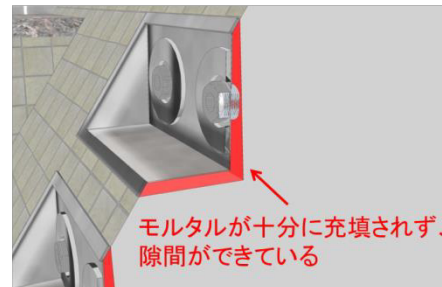
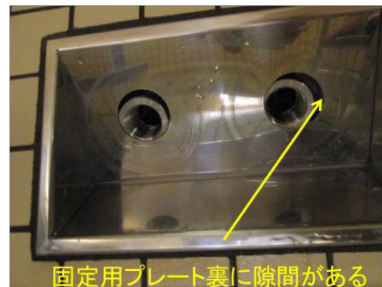
ジェットノズル化粧プレート裏



化粧プレートの取り外しが面倒、または化粧プレートが取り外せることを知らないため、化粧プレート裏は清掃されない。

化粧プレートは取り外しできます。こまめに清掃してください。

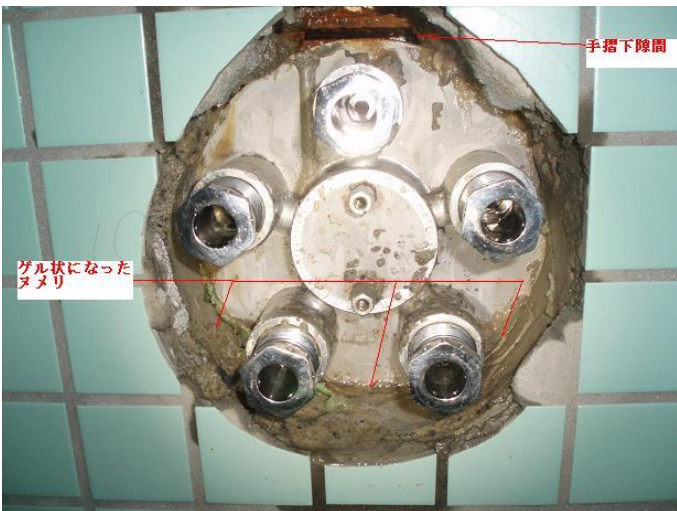
ジェットノズル固定用プレート裏



固定用プレート裏の隙間に浴槽水が停滞。清掃もできないため、レジオネラが繁殖。



ジェットノズル固定用プレート裏の安全対策実施例



固定用プレートを撤去し、レジオネラが繁殖する場を無くした。

6.浴槽での問題点 ②

従来の化粧プレート

化粧プレート裏にバイオフィルムが形成された。



水の通りが良くない。
レジオネラ属菌の温床に



穴開き化粧プレート

化粧プレートに穴を開け水の通りを良くした。



レジオネラ属菌の発生を抑制できた。

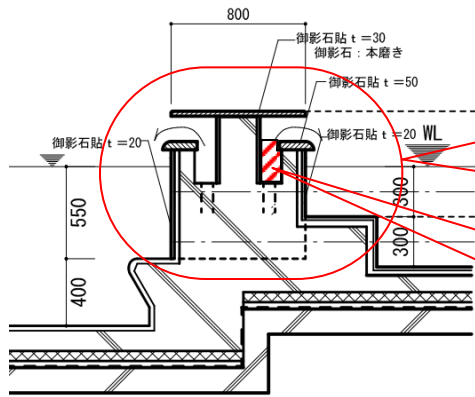


	従来の化粧プレート (4 weeks later)	穴開き化粧プレート (3 weeks later)	穴開き化粧プレート (6 weeks later)
レジオネラ属菌 (cfu)	4000	不検出	200

➔ この結果をふまえてメーカーに検討を依頼中

6.浴槽での問題点 ③

事例1(設計上の問題)



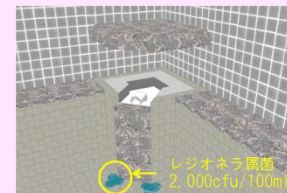
吐水口断面図

吐水口内の清掃が
できない
バイオフィームの
堆積が防げない

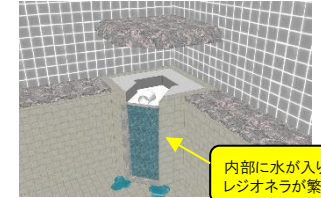
湯溜りが
できないように
すること

事例2

浴槽でレジオネラが10~330cfu/100ml検出



レジオネラ菌数
2,000cfu/100ml
・吐水口下部の壁面から水がしみ出していた。
・その水から多量のレジオネラが検出。



内部に水が入り込み
レジオネラが繁殖

吐水口の躯体内部に隙間があるため、
水が躯体内部に入り込み、そこでレジ
オネラが繁殖

・浴槽の新築・改修の際は
躯体内部の施工に注意
が必要

事例3



経験の少ない施工会社は隙間処理を行わない

「す」ができた状態でシールが切れると死水ゾーンとなる

大量のレジオネラ菌が発生

消毒では手の打ちようがなくなる

7.拭き取り検査でわかる危険部位 ①

(※3、4・・・ヘアキャッチャー内面を全体的に拭取りました。



(※5・・・任意に選んだノズル(1個)のコーキング面を拭取りました。



(※6・・・框の裏を約2m拭取りました。






(※7・・・約100cm²を拭取りました。



拭取り箇所		一般細菌 (個)	レジオネラ属菌 (CFU)
浴槽ろ過器ヘアキャッチャー ^(※3)		2,000,000以上	陽性(2,200)
ジェット ヘアキャッチャー ^(※4)	男	2,000,000以上	陰性
	女	310	陰性
浴槽ジェットノズル 化粧プレート内部 ^(※5)	男	2,000,000以上	陽性(20,000以上)
	女	2,000,000以上	陽性(20,000以上)
浴槽框下部裏 ^(※6)	男	2,000,000以上	陽性(100)
	女	2,000,000以上	陰性
洗い場床面 ^(※7)	男	2,000,000以上	陰性
	女	2,000,000以上	陰性





部位により拭き取り面積が異なるため、レジオネラ属菌数はあくまで参考値

7.拭き取り検査でわかる危険部位 ②

オーバー側溝	ジェットバス①	男	陰性	 
		女	陰性	
	ジェットバス②	男	陽性 (100)	
		女	陽性 (100)	
	シルクの湯	男	陰性	
		女	陰性	
	壺湯	男	陽性 (20,000)	
		女	陽性 (1,800)	
うたた寝湯	男	陽性 (4,100)		
	女	陽性 (2,100)		
框	シルクの湯	男	陰性	
		女	陽性 (100)	

部位により拭き取り面積が異なるため、レジオネラ属菌数はあくまで参考値

7.拭き取り検査でわかる危険部位 ③

シェイプアップバス (男)	オーバー側溝	陽性 (200000CFU以上)	
シェイプアップバス (女)		陽性 (1000CFU)	
シェイプアップバス (男)	ジェットノズル 化粧カバー裏	陽性 (800CFU)	
シェイプアップバス (女)		陽性 (300CFU)	
ジェットバス (男)	浴槽壁面 水際 (コーキング部分)	陰性	
ジェットバス (女)		陽性 (2000CFU以上)	
ジェットバス (男)	ジェットノズル 化粧カバー裏	陽性 (11000CFU)	
ジェットバス (女)		陽性 (2000CFU)	

部位により拭き取り面積が異なるため、レジオネラ属菌数はあくまで参考値

7.拭き取り検査でわかる危険部位 ④

電気風呂 (男)	電極板裏	陰性	
電気風呂 (女)		陽性 (200CFU)	
WF-2 オーバーフロー水槽	内壁面	陰性	
WF-2 オーバーフロー水槽	水位電極	陰性	
WF-2 オーバーフロー水槽	塩ビボルトカバー	陽性 (200000CFU以上)	
WF-6 オーバーフロー水槽	温泉流入口	陽性 (2000CFU)	

部位により拭き取り面積が異なるため、レジオネラ属菌数はあくまで参考値

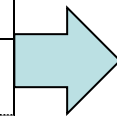
7.拭き取り検査でわかる危険部位 ⑤

(1)浴槽水レジオネラ検査結果

採水箇所	レジオネラ属菌 (CFU/100ml)						
	2013/3/11	2013/5/20	2013/6/24	2013/7/1	2013/7/17	2013/7/23	2013/7/30
アトラクションバス(男)	10未満	10未満	10未満	10未満	10未満	10未満	10未満
アトラクションバス(女)	10未満	10	10未満	10未満	10未満	10未満	10未満

(2)拭き取り検査結果

拭取り箇所		拭取り状況	レジオネラ属菌						
箇所	部位		2013/3/12	2013/5/21	2013/6/25	2013/7/2	2013/7/17	2013/7/23	2013/7/30
アトラクションバス(男)	ジェットノズル		陽性 (10000CFU以上)	陽性 (5500CFU)	陰性	陰性	陽性 (12100CFU)	陽性 (4600CFU)	陽性 (20000CFU以上)
アトラクションバス(女)			陰性	陽性 (20000CFU以上)	-	-	-	-	-
アトラクションバス(男)	オーバー側溝蓋		陰性	陰性	陰性	陰性	-	陰性	陽性 (100CFU)
アトラクションバス(女)			陰性	陰性	-	-	-	-	-
アトラクションバス(男)	浴槽框下部		陰性	陰性	陰性	陰性	-	陰性	陽性 (100CFU)
アトラクションバス(女)			陰性	陰性	-	-	-	-	-
アトラクションバス(男)	水位計		陰性	陰性	陰性	陰性	-	陰性	陰性
アトラクションバス(女)			陰性	陰性	-	-	-	-	-
アトラクションバス(男)	エア吸込み		陰性	陰性	陰性	陰性	-	陰性	陰性
アトラクションバス(女)			陰性	陰性	-	-	-	-	-



ジェットノズルプレートは危険

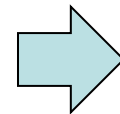
7.拭き取り検査でわかる危険部位 ⑥

(1) 浴槽水レジオネラ検査結果

採水箇所	レジオネラ属菌 (CFU/100ml)						
	2013/3/11	2013/5/20	2013/6/24	2013/7/1	2013/7/17	2013/7/23	2013/7/30
シルク風呂(男)	10未満	10未満	10未満	10未満	10未満	10未満	10未満
シルク風呂(女)	10未満	10	10未満	10未満	10未満	10未満	10未満

(2) 拭き取り検査結果

拭き取り箇所		拭き取り状況	レジオネラ属菌						
箇所	部位		2013/3/12	2013/5/21	2013/6/25	2013/7/2	2013/7/17	2013/7/23	2013/7/30
シルク風呂(男)	踏み台裏		陽性 (9400CFU)	陽性 (2100CFU)	陰性	陽性 (20000CFU以上)	-	陰性	陽性 (400CFU)
シルク風呂(女)			陰性	陽性 (20000CFU以上)	-	-	-	-	-
シルク風呂(男)	オーバー側溝		陰性	陰性	陰性	陽性 (20000CFU以上)	-	陰性	陰性
シルク風呂(女)			陰性	陰性	-	陰性 0CFU	-	-	-
シルク風呂(男)	オーバー側溝蓋		陽性 (1900CFU)	陽性 (300CFU)	陰性	陽性 (4100CFU)	-	陰性	陰性
シルク風呂(女)			陰性	陽性 (100CFU)	-	陰性 1CFU	-	-	-



清掃しづらい設計・施工は不可

<ろ過器について>

- ・ろ過器の問題及び有効な対策についてご一考願いたい。

<オープン後の水質検査>

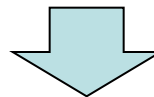
宮崎県条例

(20) 公衆浴場の営業を新たに開始した場合は営業を開始した日から1月以内に3回以上、循環式浴槽を新たに設置し、又は既存の浴槽を循環式浴槽に改造した場合は当該浴槽の運用を開始した日から1月以内に3回以上、浴槽水の水質検査を行い、その結果を検査の日から3年間保管すること。

(21) (19)及び(20)に規定する水質の調査の結果は、自主的な公表に努めるとともに、毎年4月30日までに、前年の4月1日に始まる年度内において実施した当該結果を、施設の所在地を管轄する保健所の長に報告すること。

提案

- ・2か月以降も半年間は月1回の水質検査をお願いして頂きたい。
- ・オーナー様は設計会社、施工会社に対し、左記・上記を含め、一年間の水質検査とLg検出時の原因究明、処置までを契約条件にして頂きたい。



こういった規制をかけないと、レジオネラ症件数の削減に至らないと思われる。

8.厚労省・研究者・保健所担当者様へのお願い ②

＜新店あるいは改修計画時のオーナー、設計事務所、施工会社と打ち合わせに際して＞

- ・レジオネラ症患者数(届出件数)の実態を知らせて頂きたい。



- ・本日の内容を含めて、少しでも不幸な事故を無くすために、設計・施工上の注意点としてこの資料を役立てていただけないでしょうか。
- ・P-5の通り、日本の建設業界は建物が完成したら終わりの体質がある。しかし、特に温浴施設にとって大切なのは運用しだしてからである。
したがって前項のように設計会社、施工会社に1年間の水質に対する責任を持つようオーナー様に働きかけて頂きたい。

＜オープン前＞

- ・施設従業員、設計事務所、施工会社に対し、運営上の注意点の講習会を開いて頂けないでしょうか。

＜その他提案＞

- ・保健所担当者様も転勤があり、また、温浴施設の設備は複雑なため、その把握は簡単ではありません。
出来ましたら、各都道府県保健所で、民間のノウハウを所有する会社とパートナー契約等を結んで、共にこの問題に向き合ってくださいをお勧め致します。
あるいは民間会社の経験者の採用等も一考ではないでしょうか？