

冷却塔監視システム「CTウォッチ[®]」

Cooling Tower Watching System「CT watch」



橋本有泰*
Nariyasu Hashimoto
環境計量士

当社は冷却塔本体の異常や冷却水水質を監視するシステム「CTウォッチ」を上市した。このシステムは冷却水水質を薬剤により自動制御する機能も備えており、薬剤濃度をリアルタイムで制御することで薬剤使用量を低減させつつ、冷却塔三大障害（スケール、スライム、腐食）の抑制が可能である。本稿では「CTウォッチ」システムの概要とトライアル実施例について紹介を行う。

We marketed 「CT watch」 system which watched abnormality of the cooling tower and the quality of the cooling water. This system includes the functions to automatically control the chemical concentrations in the cooling water. With using this function, we can reduce the consumption of chemicals, and prevent the three serious problems (Scale, Slime, Corrosion) of the cooling tower. This report introduces a summary of 「CT watch」 system and the results of the demonstration test.

Key Words :

冷 却 塔	Cooling tower
C T ウォ ッ チ	CT watch
低 環 境 負 荷	Low environmental load
省 エ ネ ル ギ ー	Saving energy
ス ケ ー ル	Scale
ス ラ イ ム	Slime
腐 食	Corrosion
監 視 シ ス テ ム	Watching system

【セールスポイント】

冷却塔本体や冷却水水質の状態を監視できる。

薬剤濃度をリアルタイムで測定し、一定濃度制御を行うことにより薬剤使用量を低減させることができる。

薬剤濃度を適正值に保つため、高濃縮運転を行うことができ、それにより補給水の節水が図れる。

まえがき

冷却塔は、工場等で発生する熱を効率よく取除くために一般的に使用される水冷却機器であるが、異常があった場合は、施設全体の稼働停止にもつながる重要な設備である。そのため、異常・トラブルを早期に発見できることが望まれている。また、冷却

塔の冷却性能低下やプロセス側熱交換器の効率低下を防ぐためには、冷却水の水質管理を適正に行う必要がある。

従来の冷却水水質管理は、持帰り分析の結果を基に薬剤注入量を調整していたため、状況変化に対する追従の遅れにより薬剤注入量の過不足が生じ、冷

却水の三大障害であるスケール障害、スライム障害、腐食障害が発生していた。

そこで冷却水薬剤のトップメーカーである片山ナルコ株式会社**と業務提携し、当社の冷却塔販売実績で得られた冷却塔運転ノウハウと、同社の冷却水水質自動制御技術を組み入れた「CTウォッチ」を上市した。

1. 「CTウォッチ」の概要

従来の冷却水管理システムを図1に示す。従来は冷却塔本体の監視は行わず、冷却水のみを管理を行

っている。薬剤はタイマーや補給水量に対して一定量注入し、電気伝導率などによる自動ブロー装置と組み合わせることで冷却水の管理を行うことが通常であった。この従来の管理では、水質変動に対する追従が遅れることにより薬剤注入量の過不足が生じ、冷却水の三大障害であるスケール障害、スライム障害、腐食障害が発生していた。

「CTウォッチ」を導入した新システムを図2に示す。ファンモーター電流値、振動値等といった冷却塔本体の状態を監視することができるため、異常の

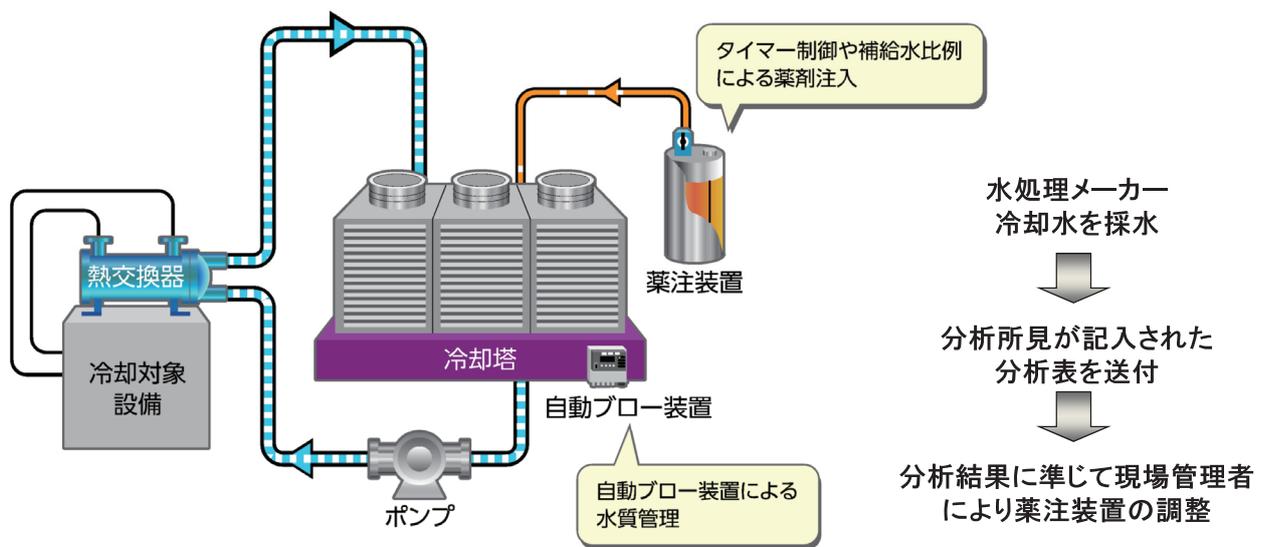


図1 従来の冷却水管理システム

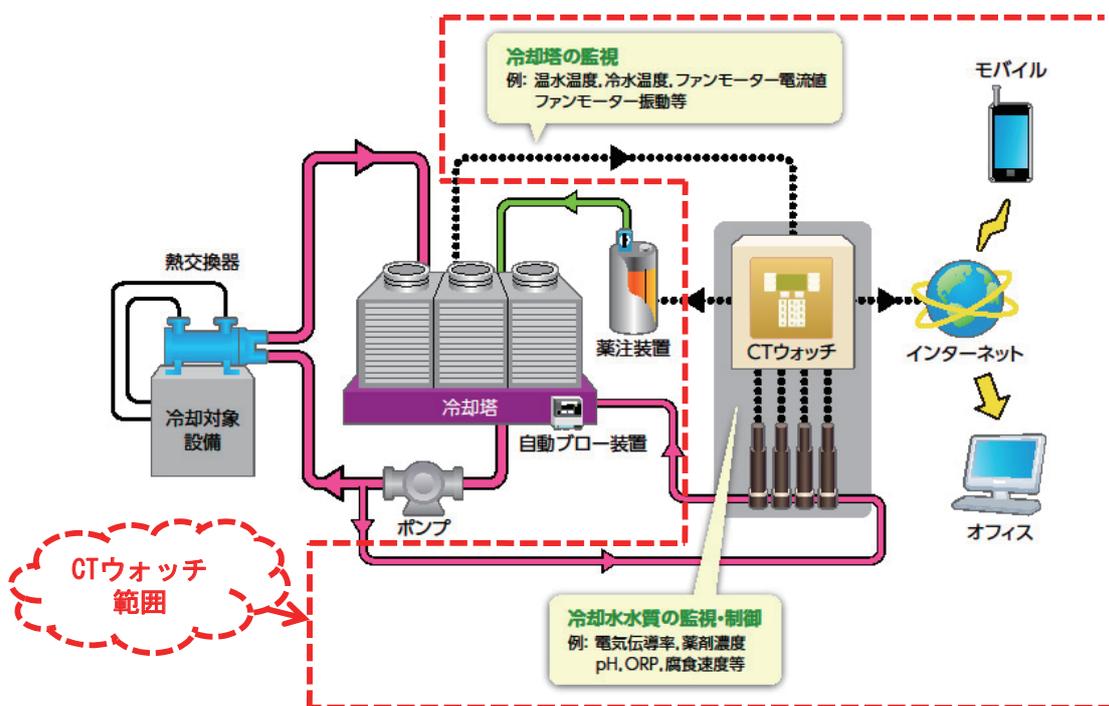


図2 「CTウォッチ」を導入した新システム

早期発見，早期対処が可能である。また冷却水水質を監視し，薬剤濃度をリアルタイムで測定し，過不足無く一定濃度制御を行うことができるため，従来の方式と比べ冷却水の三大障害を防ぎ，さらに薬剤使用量を低減させることができる。そして，冷却塔の高濃縮運転を行うことができるため，補給水の節水も可能である。

「CTウォッチ」には，「フルスペック版」，「標準版」，「簡易版」と3機種がラインナップされており，必要性，顧客ニーズに応じて，それぞれの機種を提案している。表1に3機種における仕様を示す。

2. 「CTウォッチ」のメリット

2.1 冷却塔安定運転の維持

当社は国内に5 000基以上の冷却塔納入実績を有している。なかには納入後30年以上経過している設備もあり，老朽化による設備補修等が必要な設備も

多い。老朽化等により冷却塔設備が停止した場合，冷却プロセス全体も必然的に停止してしまい，それによる影響は非常に大きい。そのため，冷却塔本体の異常を早期に発見することが必要である。

「CTウォッチ」には冷却塔の冷水・温水の温度，ファンモーター電流値，ファンモーター振動値等を付属させ監視することができる。そして冷却水水質も含めた測定結果は，自動制御システムに蓄積されると同時に，遠隔監視機能によりインターネット回線を介してデータセンタにて大容量の測定結果を保存させることができる。データセンタでの測定結果は一般のインターネット接続されたパソコンから常時閲覧でき，また異常値が発生した場合，Eメールにて登録したパソコン，携帯電話等に警報を送ることもできる（フルスペック版，および標準版オプション）（図3）。

表1 「CTウォッチ」3機種仕様表

	フルスペック版		標準版		簡易版	
	監視	制御	監視	制御	監視	制御
1. 冷却水水質						
1-1. 薬剤濃度	○	○	○	○	○	○
1-2. 電気伝導率	○	○	○	○	-	-
1-3. pH	○	○	○	○	-	-
1-4. ORP	○	○	○	○	-	-
1-5. 腐食速度	○	-	○	-	-	-
2. 冷却塔本体						
2-1. 冷水，温水温度	○	-	-	-	-	-
2-2. ファンモーター電流値	○	-	-	-	-	-
2-3. ファンモーター振動値	○	-	-	-	-	-
3. 遠隔監視	○		オプション		-	

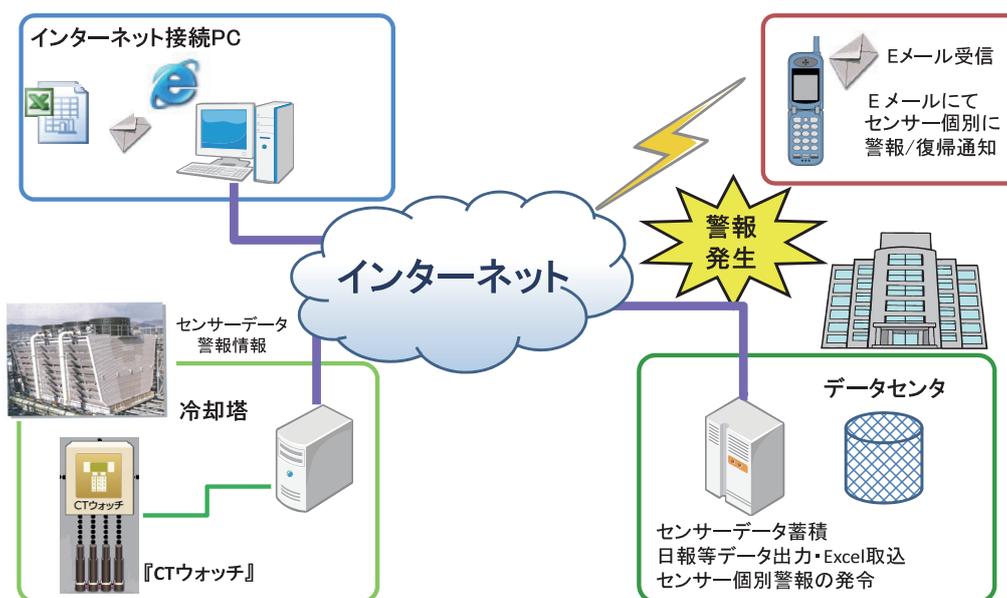


図3 遠隔監視機能の概要

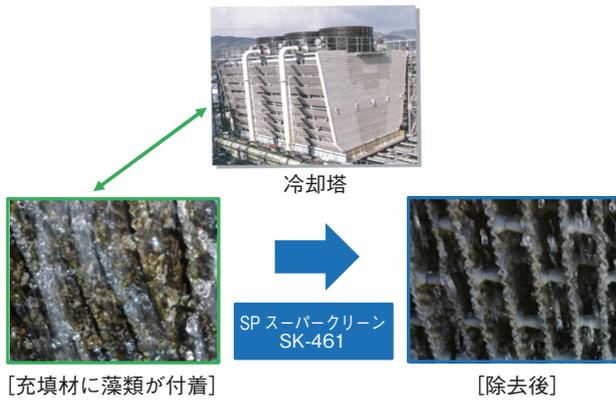


図4 冷却塔充填剤藻類対策

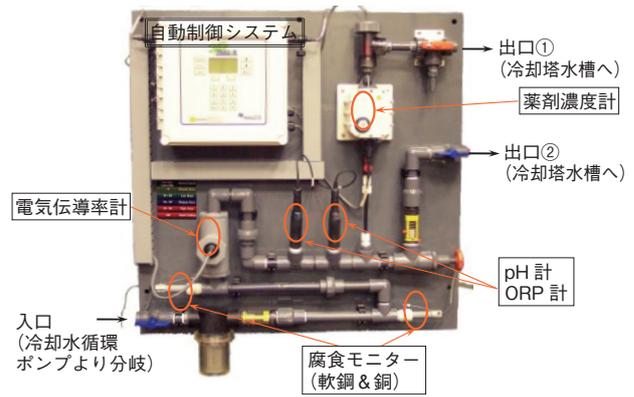


写真1 「CTウォッチ」概略構造

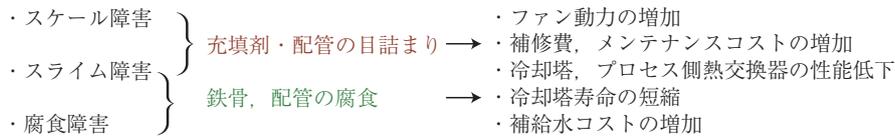


図5 冷却塔、プロセス側熱交換器に与える影響

たとえば、ファンモータ電流値が増大すれば、充填材が目詰まりし圧損上昇していることが考えられる。充填材の目詰まりの原因として、スライムや藻類が発生している場合が多い。このような場合に当社薬剤で適切に対処した事例もある（図4）。

2.2 最適な冷却水水質コントロール

2.2.1 水質コントロールの必要性

開放式冷却塔の場合、冷却水は空気との接触による蒸発潜熱により冷却効果を得るが、その空気との接触や補給水中に含まれる成分の濃縮により三大障害となるスケール、スライム、腐食が発生する。また、密閉式冷却塔の場合には散布水がそれと同様である。

これら三大障害により、ファン動力増加や、補修費・メンテナンスコスト増加などの冷却塔に与える影響ばかりでなく、プロセス側熱交換器の効率低下や腐食などは深刻な問題である（図5）。

冷却水水質管理は重要であるが、前述したとおり従来の管理方式では三大障害の最適な抑制は困難である。そこで従来の管理方式で三大障害を抑えるため、安全性の観点から少々過量な薬剤注入、スケール発生の危惧から低濃縮度での冷却塔運転が実施されており、薬剤や補給水の無駄使いが行われている場合が多い。冷却水の状態変化を監視し、それに応じたりリアルタイムでの適切な薬剤処理を行うことが必要である。

2.2.2 「CTウォッチ」を用いた冷却水水質コントロール

写真1に「CTウォッチ」標準版の概略構造を示す。冷却水循環ポンプ等より分岐させた冷却水を「CTウォッチ」配管内に取り込み、通水させたのち再び冷却塔保有水槽等へ戻す。循環冷却水を取込むことにより以下のことが可能となる。

- ・薬剤濃度のリアルタイム測定、および腐食・スケール防止剤の薬注自動制御
- ・pHのリアルタイム測定、およびpH調整剤の薬注自動制御
- ・ORPのリアルタイム測定、および殺菌剤の薬注自動制御
- ・電気伝導率のリアルタイム測定、および冷却水自動ブロー制御
- ・腐食速度（軟鋼・銅）のリアルタイム測定

リアルタイムでの最適な冷却水水質コントロールを行うことで、以下1)–3)のメリットが生まれる。

1) 三大障害の回避と設備性能の低下防止——メンテナンスコストの削減——

冷却水水質の状況変化に追従し、薬剤を過不足無く注入できることで三大障害を回避することができる。

三大障害を回避することで、冷却塔本体や熱負荷設備（熱交換機など）の性能を維持することができる。また、このことで定期的なメンテナンス頻度も低減させることができるため、コストの削減が図れる。

2) 薬剤使用量の最小化

従来の方式では薬剤濃度が測定できないため、三大障害に対する安全性の観点から、どうしても薬剤濃度範囲に幅を持たせ過量薬注を行わざるをえなかった。しかし「CTウォッチ」と組合わせた当社の薬剤は、薬剤濃度が測定でき、かつ薬注自動制御ができるため、常に必要最小限の薬剤使用量で処理が可能である。このことより従来の方式と比較して格段に薬剤使用量が減少するメリットがある（図6、図7）。

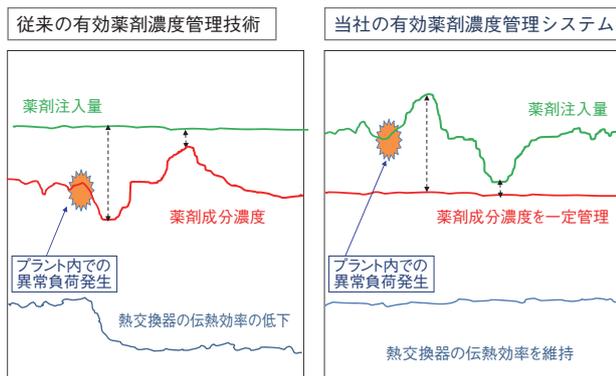


図6 有効薬剤濃度管理モデル

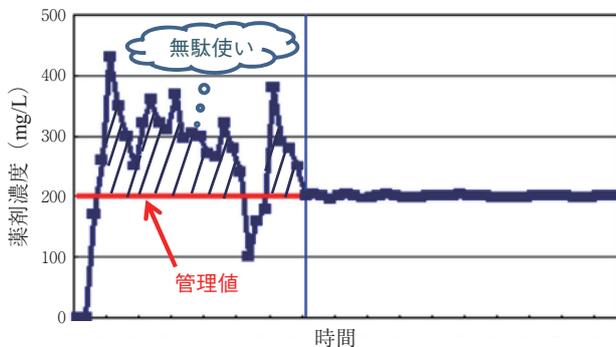


図7 タイマー制御と薬剤濃度制御との比較（濃度推移）

3) 節水効果

上記2)同様、従来の方式では三大障害、とくにスケール析出のリスクに対する安全性の観点から、低濃縮運転を行わざるをえなかった。しかし「CTウォッチ」と組合わせた当社の薬剤は、薬剤を常に最適濃度に一定制御できることから濃縮度を上げた運転が可能である。これにより補給水量の減少が図れ、結果的に節水効果に繋がる。

3. 「CTウォッチ」による実証トライアル結果

3.1 トライアル用「CTウォッチ」テスト機の概要およびテスト条件

関西熱化学(株)加古川工場にトライアル用「CTウォッチ」テスト機を設置し、実証評価試験を行った。トライアル条件を表2に示す。最初の1か月間はトライアル開始以前の冷却塔濃縮運転（3.6倍）、次の1か月間を当社推奨濃縮運転（6.0倍）で計2か月間のトライアルを実施した。

今回のトライアルはハロゲン系酸化剤をスライム防止のために使用し、推奨維持濃度は遊離酸化剤濃度0.1-0.3 mgFAO/Lで管理するため、ORPにて薬注自動制御を行った。

写真2にトライアル用「CTウォッチ」テスト機

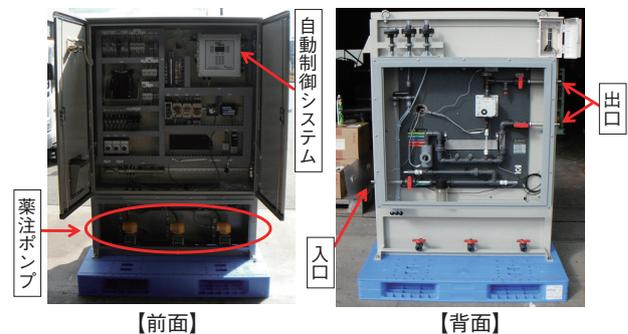


写真2 トライアル用「CTウォッチ」テスト機

表2 トライアル条件

項目		トライアル開始以前の濃縮度による条件		当社推奨濃縮度による条件	
冷却塔	型式	開放式			
	循環水量	m ³ /hr	600		
	保有水量	m ³	100		
	強制ブロー管理値（電気伝導率）	mS/m	75	120	
	濃縮度	倍	3.6	6.0	
使用補給水	加古川地区工業用水				
CTウォッチ	腐食・スケール防止剤推奨維持濃度	mg/L	150	130	
	ORP設定値	mV	350		
	スライム防止剤推奨維持濃度	mgFAO/L	0.1 - 0.3		

表3 水質分析結果

補給水		期間：2012年1月17日 - 4月2日	
項目			
pH		7.6 - 7.9	
電気伝導率	(mS/m)	12.8 - 22.0	
酸消費量 (pH4.8)	(mgCaCO ₃ /L)	17 - 19	
カルシウム硬度	(mgCaCO ₃ /L)	20 - 34	
塩化物イオン	(mgCl/L)	11 - 30	
イオン状シリカ	(mgSiO ₂ /L)	11 - 14	
全鉄	(mgFe/L)	0.24 - 0.85	

冷却水（濃縮度：3.6倍運転時）			
項目		期間：2012年1月17日 - 2月24日	管理基準
pH		8.4 - 8.5	< 9.0
電気伝導率	(mS/m)	70.2 - 74.1	< 150
酸消費量 (pH4.8)	(mgCaCO ₃ /L)	50 - 60	< 200
カルシウム硬度	(mgCaCO ₃ /L)	93 - 110	< 250
塩化物イオン	(mgCl/L)	86 - 110	< 250
イオン状シリカ	(mgSiO ₂ /L)	14 - 32	< 150
全鉄	(mgFe/L)	0.22 - 0.45	< 1.00
一般細菌数	(cfu/mL)	< 1.0×10 ¹ - 4.8×10 ²	< 1.0×10 ³

冷却水（濃縮度：6.0倍運転時）			
項目		期間：2012年3月5日 - 4月2日	管理基準
pH		8.7 - 8.8	< 9.0
電気伝導率	(mS/m)	113 - 121	< 150
酸消費量 (pH4.8)	(mgCaCO ₃ /L)	98 - 120	< 200
カルシウム硬度	(mgCaCO ₃ /L)	180	< 250
塩化物イオン	(mgCl/L)	150 - 190	< 250
イオン状シリカ	(mgSiO ₂ /L)	64 - 90	< 150
全鉄	(mgFe/L)	0.53 - 0.98	< 1.00
一般細菌数	(cfu/mL)	1.5×10 ² - 8.9×10 ²	< 1.0×10 ³

を示す。本テスト機は写真1の自動制御システムを除く機器を背面に収納し、薬注ポンプを装置下側に設置した。装置寸法は全高約1 830 mm, 全横約1 300 mm, 全奥約1 100 mmである。なお、このテスト機は「CTウォッチ標準版」に遠隔監視機能を付属させ、水質データの遠隔監視を可能とした。腐食・スケール防止剤とスライム防止剤を自動制御により注入し、pHは調整する必要が無かったため、監視のみを行った。また、冷却塔本体側には電気伝導率計が既設されており、それで自動ブロー制御が行われていたため、「CTウォッチ」に付属している電気伝導率計も監視のみとした。

3.2 結果

3.2.1 水質分析結果

「CTウォッチ」で連続的に濃度測定する項目以外については、定期的に採水を実施し水質分析を行った。トライアル期間中の定期水質分析結果を表3に示す。当社推奨濃縮度まで上げた運転でもすべての分析項目において当社薬剤使用による管理基準値以下となり、良好に冷却水処理が行われた。

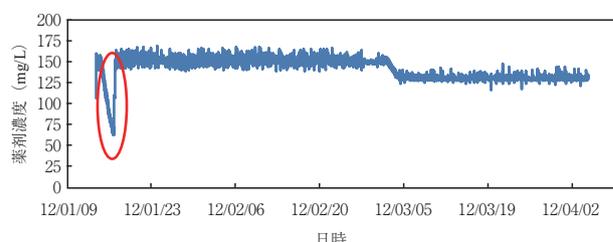


図8 腐食・スケール防止剤濃度変化

3.2.2 「CTウォッチ」連続濃度測定による腐食・スケール防止剤濃度変化

トライアル期間中の腐食・スケール防止剤濃度変化を図8に示す。

トライアル開始初期の段階で、薬注ポンプの不調（エアの混入）により濃度が一時的に低下したが、「CTウォッチ」の遠隔監視により早急に対処することができた（図中の赤丸部分）。トライアル開始約1カ月後の推奨濃縮運転（6.0倍）への切替えに伴い、推奨維持濃度も130 mg/Lへと設定値を変更した。変更後もとくに問題が生じることなく、推奨維持濃度付近を推移した良好な結果となった。

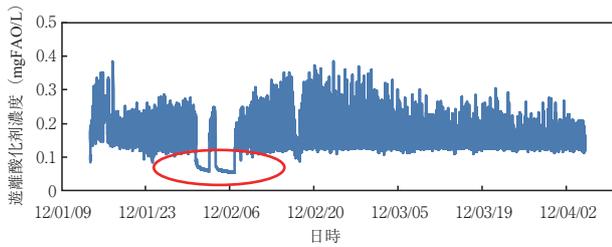


図9 遊離酸化剤濃度変化

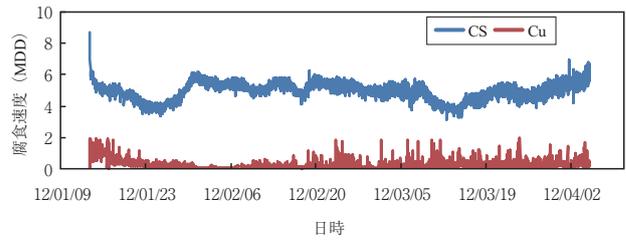


図10 腐食速度変化

表4 冷却塔諸元

項目		トライアル開始以前の濃縮度の諸元 (濃縮度：3.6倍)	当社推奨濃縮度の諸元 (濃縮度：6.0倍)	備考
型式		開放式		
循環水量	(m ³ /hr)	600		設計値
保有水量	(m ³)	100		計算値
冷却塔出入口温度差	(℃)	5.4	2.7	計算値
蒸発水量	(m ³ /hr)	5.6	2.8	計算値
飛散水量	(m ³ /hr)	0.3	0.3	設計値
濃縮度	(倍)	3.6	6.0	計算値
全ブロー水量	(m ³ /hr)	2.2	0.6	計算値
強制ブロー水量	(m ³ /hr)	1.9	0.3	計算値
補給水量	(m ³ /hr)	7.8	3.4	計算値
滞留時間	(hr)	47	177	計算値

3.2.3 「CTウォッチ」連続濃度測定による遊離酸化剤濃度変化

トライアル期間中の遊離酸化剤濃度変化を図9に示す。

上記3.2.2と同様、トライアル開始2週間後あたりの段階で、薬注ポンプの不調（エアの混入）により濃度が一時的に低下したが、「CTウォッチ」の遠隔監視により早急に対処することができた（図中の赤丸部分）。トライアル全期間を通して、遊離酸化剤濃度は0.1-0.3 mgFAO/L付近を推移し、表3のとおり、一般細菌数も管理基準値以下であり、良好な処理状況であった。

3.2.4 腐食度

トライアル期間中の腐食速度変化を図10に示す。トライアル全期間を通じて、腐食速度としての管理基準値CS（軟鋼）10 MDD***以下、Cu（銅）2 MDD以下を推移した結果となり、良好な処理状況であった。

3.2.5 冷却塔諸元

トライアル開始以前の濃縮度で試験を行った1カ月間と、当社推奨濃縮度で試験を行った1カ月間での冷却塔諸元を表4に示す。

3.2.6 節水効果

前年度との補給水使用量を比較した結果、月間約14%の節水効果が得られた。「CTウォッチ」によ

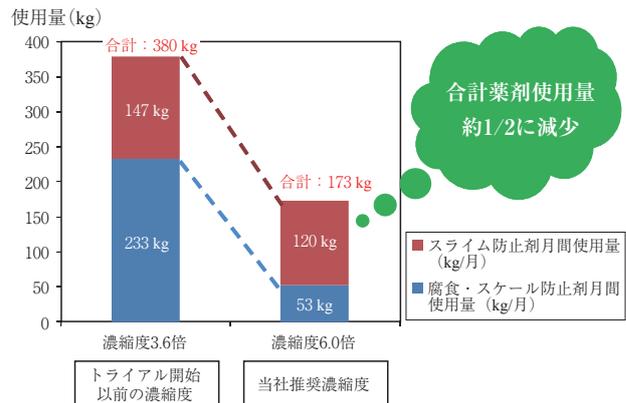


図11 トライアル開始以前の濃縮度と、当社推奨濃縮度との月間薬剤使用量の変化

り、高濃縮運転で適切に薬剤処理を行った結果得られたコスト削減効果の一つである。表4より補給水量の減少分が確認できるが、季節変化（気温変動）に伴う冷却塔出入口温度差の変動や、補給水水質変化による濃縮度の変動といった諸条件変化により、補給水量も常時変動する。長期間にわたり実際の補給水量を調査することでより正確な節水量を把握することができる。

3.2.7 薬剤使用量

トライアル開始以前での濃縮度によるトライアル1カ月間と、当社推奨濃縮度変更後によるトライアル1カ月間での薬剤使用量変化を図11に示す。後半

1カ月の方が気温も上昇したことから微生物の発生が多くなり、スライム防止剤の低減は約20%程であったが、腐食・スケール防止剤は約80%の低減ができた。

濃縮度を上げたことで補給水量だけでなく全ブロー水量も減少したため、結果として薬剤使用量も全体的に約50%程度減少することができた。

む す び

「CTウォッチ」による冷却塔本体の監視は、異常を早期に発見できる。また適切な冷却水処理管理は、薬品使用量の抑制につながり低環境負荷に寄与

する。そして、濃縮度を上げた運転も可能になるため、補給水の低減（節水）効果がある。このことにより、冷却プロセスの効率を大きく左右する冷却塔本体、熱負荷設備（熱交換機など）へ与える障害も防ぐことができ、施設全体のコスト削減が図れる。

当社が納入してきた冷却塔設備、および他メーカー製冷却塔であっても「CTウォッチ」が広く採用されることを期待する。最後に、「CTウォッチ」実証トライアルにあたり、多大なるご協力を頂きました関西熱化学㈱の関係各位に深く感謝の意を表します。

*水処理事業部 第二営業部 薬品室 **大阪本社/大阪府大阪市東淀川区東淡路1-6-7

***腐食速度 MDD は $\text{mg}/\text{dm}^2/\text{day}$ （1日あたり1 dm^2 あたり腐食減量する重量）で、一般的に使用される指標である。