最近の外航船用補助ボイラの水質管理*

- 水質分析用ログシート見直しと標準化のために

伊 丹 良 治** 西 川 榮 一**

Water Quality Control of Auxiliary Boilers of Recent Ocean Ships
- For Review and Standardization of Water Analysis Log Sheet

By Yoshiharu Itami, Eiichi Nishikawa

In past several years, auxiliary boilers of 1MPa or less have experienced water quality control problems. Most of these have been caused by the malfunction of the support system related to water quality control. The support system consists mainly of 4 components, namely, boiler compounds, water quality standards, water quality measurements, and log-sheets. Among these, the boiler water quality standards are the most important. However, there are not clearly established corresponding to the present situation because there are various viewpoints among the chemical makers, the boiler makers, and the shipping companies or their management companies. As for the log sheet, a requirement to review and standardize the log sheet form of boiler water analysis should be established in order to improve the support system. This paper, therefore, studies the water quality control and standards of auxiliary boilers for log sheet standardization, and for support system improvement.

1. はじめに

国際物流の多様化、複雑化は、船舶管理体制に変化をもたらし、その結果、船用低圧補助ボイラの水質管理の支援体制にも影響を与えている。例えば、薬品は寄港地で供給可能なものが採用され、また船舶管理会社変更時、および船舶の売船時には再契約される。もし採用薬品が変われば水質管理体制も変化する。既報¹⁾では、最近の補助ボイラのトラブル事例を調査し、その原因の一つとして水質分析用ログシートの不備に起因する支援システムに関する問題を指摘した。

船用ボイラの水質管理支援システムの概略を図1に示す。本船乗組員に対する支援システムは、①水質基準、②薬品、③水質計測、④記録伝達の4要素により構成される。その最も重要である水質基準に関しては、薬品メーカー、ボイラメーカー、船舶管理会社（船舶会社）により、それぞれの見方があり、現在まで統一した基準はない。記録伝達に用いられる水質分析用ログシートについても同様である。船用補助ボイラの水質管理に関する本船乗組員への支援システムの改善のため、ログシートの見直しおよび標準化が必要と思われる。そこで、本研究は水質管

図1 船用ボイラの水質管理支援システム

理支援システムの改善、および水質分析用ログシートの見直しと標準化のために、外航船用補助ボイラの水質管理とその基準について調査研究する。

2. 日本の船用補助ボイラの水質管理基準

2.1 船用補助ボイラの水質管理基準値 表1は日本の代表的な薬品会社の船用ボイラ水質管理基準²⁾(1995以降)である。また、表2は1996年にJIME、ES研究委員会で策定した補助ボイラ水質管理基準のガイドライン³⁾である。この管理基準は当時日本の代表的な船舶会社、薬品会社、造船所、船用ボイ

*原稿受付 平成24年1月10日。

**正会員 独立行政法人海技教育機構
海技大学校（芦屋市西蔵町12-24）。

表 1 日本の薬品会社の水質管理基準例
(Since 1995 by Japanese Chemical Company)

ボイラの種類	ディーゼル船					
	丸ボイラ		水管ボイラ			
最高使用圧力(MPa)	1以下		1以下		1~2	2~3
補給水の種類	原水	蒸化水	原水	蒸化水	蒸化水	蒸化水
pH(25℃)	7~9	8.0~9.2	7~9	8.0~9.2	8.5~9.2	8.5~9.2
硬度(mg CaCO ₃ /l)	5	1	5	1	1	1
油類(mg/l)	低く保つことが望ましい		低く保つことが望ましい		低く保つことが望ましい	
溶存酸素(mg/l)	低く保つことが望ましい		低く保つことが望ましい		低く保つことが望ましい	
銅(mg/l)	—	—	—	—	—	—
鉄(mg/l)	≤0.3	≤0.3	≤0.3	≤0.1	≤0.1	≤0.1
ヒドラジン(mg/l)	—	—	—	—	—	—
処理方式	アルカリ処理	アルカリ処理	アルカリ処理	アルカリ処理	アルカリ処理	アルカリ処理
pH(25℃)	11.0~11.8	10.5~11.5	11.0~11.8	10.5~11.5	10.3~11.3	10.0~11.0
Pアルカリ度(mg CaCO ₃ /l)	200~600	—	200~600	—	—	—
Mアルカリ度(mg CaCO ₃ /l)	250~700	—	250~700	—	—	—
電気伝導率(ms/m, 25℃)	≤200	≤100	≤200	≤100	≤80	≤60
塩化物イオン Cl ⁻ (mg/l)	≤100	≤50	≤100	≤50	≤10	≤10
りん酸イオン PO ₄ ³⁻ (mg/l)	20~100	20~40	20~100	20~40	10~30	10~30
シリカ SiO ₂ (mg/l)	≤200	≤50	≤200	≤50	≤20	≤10
ヒドラジン N ₂ H ₄ (mg/l)	0.1~1.0	0.1~1.0	0.1~1.0	0.1~1.0	0.1~1.0	0.1~1.0

表 2 JIME 補助ボイラ水質管理ガイドライン
(Since 1996 by JIME Energy Systems Committee)

区分	圧力	1 Mpa 未満	1 Mpa 未満	1~2 Mpa	2~3 Mpa
補給水		原水・軟水	蒸留水		
pH		7~9	7~9.2		
硬度 ppm as CaCO ₃		連続監視 (≤1)	—		
塩分濃度 (電気伝導率)		—	必要各所の継続監視		
油類		オペレーションタンクまたはカスケードタンクで監視			
鉄 ppm		非定常時の監視 (≤0.3 ; 安定状態に至るまで)			
処理方式		アルカリ処理	アルカリ処理	アルカリ処理	アルカリ処理
pH		11.0~11.8	10.5~11.5	10.3~11.5	10.0~11.0
Pアルカリ度		適宜	—	—	—
Mアルカリ度		適宜	—	—	—
塩化物イオン濃度		100 ppm 以下	50 ppm 以下	20 ppm 以下	10 ppm 以下
硫酸イオン濃度		20~100ppm	20~40ppm	10~40ppm	10~30ppm
残留ヒドラジン濃度		0.1~1.0ppm	0.1~1.0ppm	0.1~1.0ppm	0.1~1.0ppm
シリカ濃度		—	—	—	10ppm 以下

ラ会社と内航船舶 24 隻, 外航船舶 44 隻に対するアンケート調査に基づいて提案された値で, 各値は JISB8223(1989)管理基準に準拠したものである。しかし, JISB8223 は 1989 以降 2 度改正され, 1999 年改正時に初めて船用ボイラの基準値を明記した。なお, 2 度の改定理由の中には, 1994 年に脱酸素剤であるヒドラジンが変異原性物質に指定されたことがある。ヒドラジンは蒸気が食品等の加工時または室内に加湿用噴霧に使用される場合に, その使用を禁じられた。表 3 は最も新しい JISB8223(2006)に記される船用補助ボイラの推奨値である⁴⁾。

2. 2 船用補助ボイラの水質管理の概要 図 2 は補助ボイラの水質管理の概要を示す⁵⁾。このように pH, 燐酸イオン濃度, 塩化物イオン濃度, 残留ヒドラジン濃度を規定値以内に保てば, 腐食生成物, 油類はカスケードタンクで除去できるので, スケール, 腐食, キャリーオーバーを防ぐことが可能である。ただしシリカについては, メタ珪酸ソーダとしてボイラ水に溶解できる濃度を越えないことが要求される。表 1, 表 2 には, 補給水を蒸化水(蒸留水)とするボイラ水のアルカリ度の基準値は規定されてい

表 3 JISB8223 による船用補助ボイラの推奨値
(2006 年以降)

区分	常用使用圧力(MPa)	1 を超え 2 以下		
	伝熱面蒸発率[kg/(m ² ・h)]	—	—	
給水	補給水の種類	軟化水 ⁽⁷⁾	イオン交換水 ⁽¹⁶⁾	
	pH (25℃における)	5.8～9.0 ⁽⁸⁾	8.5～9.7 ⁽¹⁷⁾	
	電気伝導率(mS/m) (25℃における)	—	—	
	硬度(mgCaCO ₃ /L)	1 以下	検出せず ⁽²⁰⁾	
	油脂類(mg/L) ⁽⁹⁾	⁽¹⁰⁾	⁽¹⁰⁾	
	溶存酸素(μgO/L)	500 以下	500 以下	
	鉄(μgFe/L)	300 以下	100 以下	
	銅(μgCu/L)	—	—	
	ヒドラジン(μgN ₂ H ₄ /L) ⁽¹⁵⁾	—	—	
ボイラ水	処理方式	アルカリ処理		りん酸塩処理
	pH (25℃における)	11.0～11.8	10.5～11.5	9.8～10.8
	酸消費量(pH4.8)(mgCaCO ₃ /L)	600 以下	250 以下	130 以下
	酸消費量(pH8.3)(mgCaCO ₃ /L)	500 以下	200 以下	100 以下
	全蒸発残留物(mg/L)	2 000 以下	—	—
	電気伝導率(mS/m) (25℃における)	300 以下	150 以下	120 以下
	塩化物イオン(mgCl ⁻ /L)	300 以下	150 以下	150 以下
	りん酸イオン(mgPO ₄ ³⁻ /L) ⁽¹¹⁾	20～40	10～30	10～30
	亜硫酸イオン(mgSO ₃ ²⁻ /L)	10～20	10～20	10～20
	ヒドラジン(mgN ₂ H ₄ /L) ⁽¹³⁾	0.1～0.5	0.1～0.5	0.1～0.5
	シリカ(mgSiO ₂ /L)	—	50 以下	50 以下

図 2 補助ボイラの水質管理の概要

ない。この理由は次のように推測される。一般にボイラ水のシリカ濃度が高いほど P アルカリ度（薬品の成分量）に対する pH は低くなる傾向にあるが、蒸留水を補給するボイラではシリカ濃度が低いため、pH を管理すれば P アルカリ度を管理する必要はなくなる。P アルカリ度を管理する主な目的は、シリカによるスケール形成の防止と pH を間接的に管理することである。シリカの制限値はボイラ水の pH（またはアルカリ度）によって決まる。例えば、苛性ソーダで pH11.0 まで上昇させれば、シリカ約 30ppm はボイラ水中にメタ珪酸ソーダとして溶解できる。この場合給水中のシリカ濃度が 0.1ppm とすれば濃縮倍数 300 まで対応できる。従って塩化物イオンの濃縮倍数が 300 以下であれば、シリカを測定する必要はない。給水中の塩化物イオン濃度が 1ppm とすれば、ボイラ水中の塩化物イオン濃度が 300ppm 以下に設定されればよい。船舶の場合、復水の回収率は 95%以上といわれているので、pH が 11.0 前後で管理するような低压ボイラであればほとんどシリカを測定する必要はない。

表 4 は国際的に船用ボイラに採用されている代表的薬品を示す。日本では低压補助ボイラ（1MPa 以下）に採用される薬品は一液性薬品が多い。大型タンカー用 2MPa 級ボイラでは、一液性薬品と脱酸素の連続注入が一般的である。補助ボイラではアルカリ処理がなされ、基本薬品としてアルカリ上昇剤に苛性ソーダ NaOH（または KOH）、リン酸イオン上昇剤にはヘキサメタリン酸ナトリウム $\text{Na}_6\text{P}_6\text{O}_{15}$ が、脱酸素剤は水和性ヒドラジン $\text{N}_2\text{H}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ が採用されることが多い。ジエチルヒドロキシアミン（DEHA）は以前より USA、EU で採用されており、日本でもヒドラジンの代替品として単独使用され始めている。

3. 海外の水質管理基準とログシートの特徴

3. 1 USA の水質管理基準 陸用ボイラの水質管理基準を「USA 基準:ASME:CR」において調査した。表 5 は ASME:CR の船用ボイラ（主ボイラ）に関する基準である⁶⁾。表 6 は USA の代表的な船用ボイラ薬品会社の低压補助ボイラの水質管理基準である。従来の基本型薬品と一液性薬品に分けて基準値を示している。これらの水質管理基準は、ASME:CR の水質管理基準に準拠していると見られる。

3. 2 EU の水質管理基準 陸用ボイラの水質管理基準（DS/EN 12952-12:2003(E)⁷⁾）を調べてみると、EU の船用ボイラ薬品会社の水質管理基準も、日本、USA と同様に、陸用ボイラの基準に準拠して

表 4 船用ボイラの主な薬品の種類と目的

清浄剤の種類		薬品名	化学式
清缶剤	アルカリ上昇剤	水酸化ナトリウム、 水酸化カリウム	NaOH、 KOH
		炭酸ナトリウム	Na ₂ CO ₃
	リン酸イオン上昇剤	第3りん酸ナトリウム	Na ₃ PO ₄
		第2りん酸ナトリウム	Na ₂ HPO ₄
		(第1りん酸ナトリウム)	(NaH ₂ PO ₄)
		ヘキサメタりん酸ナトリウム	Na ₆ P ₆ O ₁₈
脱酸素剤		(トリポリりん酸ナトリウム)	(Na ₃ P ₃ O ₁₀)
		ヒドラジン	N ₂ H ₄
		亜硫酸ナトリウム	Na ₂ SO ₃
		DEHA (ジエチルヒドロキシアミン)	C ₄ H ₁₁ NO
		糖類、タンニンなど	—
スラッジ分散剤	低分子ポリマー :ポリアクリル酸ナトリウム		
	天然高分子電解質 :タンニン、でん粉など		
給復水系防食剤	中和性アミン:アンモニア		NH ₃
	:モルフォリン		C ₄ H ₉ ONH
	:シクロヘキシルアミン		C ₆ H ₁₁ NH ₂
	:アルカノールアミン		RNH ₂ (R=C ₁₀₋₂₂)

表 5 ASME:CR 船用ボイラ（主ボイラ）の水質基準

For Marine Boiler	
Drum Operating Pressure	psig 450~850 (Mpa 3.1~5.86)
Feedwater(1)	
Disolved oxygen ppm O ₂ -measured before chemical oxygen scavenger addition	<0.007
Total iron ppm Fe	<0.02
Total copper ppm Cu	<0.01
Total hardness ppm(mg/l)*	<0.1
pH @25°C	8.3~9.0
Chemicals for preboiler system protection	VAM
Oily matter ppm	<0.05
Boiler Water	
Silica ppm SiO ₂	<30
Total alkalinity ppm*(4)	NS
OH alkalinity ppm*(4)	<200
Specific conductance $\mu\text{S}/\text{cm}$ 25°C without neutralization	<700

表 6 船用ボイラ薬品会社の水質管理基準例

For Conventional Chemicals	
Chemical	Control limit
ADJUNCT-B	Phosphate : 20 - 40 ppm
GC	P-Alkalinity : 100 - 150 ppm T-Alkalinity : < 2 x P-Alkalinity
AMERZINE	Hydrazine : 0.03 - 0.1 ppm
SLCC-A	Condensate pH : 1 - 2 drops Chloride : < 100 ppm Conductivity : < 700 μmhos
For Multipurpose Chemicals	
Chemical	Control limit
AGK-100	Phosphate : 10 - 70 ppm Hydrate-Alkalinity : 40 - 65 ppm Condensate pH : 1 - 2 drops Chloride : < 100 ppm Conductivity : < 700 μmhos
DREWPLEX-AT	Phosphate : 10 - 70 ppm Hydrate-Alkalinity : 30 - 65 ppm Condensate pH : 1 - 2 drops Chloride : < 100 ppm Conductivity : < 700 μmhos
DREWPLEX-OX	DEHA : 0.4 - 0.8 ppm

表 7 EU の低圧補助ボイラ水質管理基準の例

Type of Treatment	(Standard)	Combined
BOILER PRESSURE RANGE	0-17.5 BAR	0-30 BAR
PHOSPHATE ppm	20-50	N.A
P. ALKALINITY ppm CaCO ₃	100-150	100-300
M. ALKALINITY	less than 2xP Alk	N.A
BOILER pH	9.5-11.0	9.5-11.0
HYDRAZINE ppm	0.10-0.20	N.A
Diethylhydroxylamine(DEHA)	0.12-0.30	N.A
SULPHITE ppm	20-50	N.A
CONDENSATE pH	8.3-9.0	8.3-9.0
CHLORIDE ppm	max 200	max 200

伝達方法（分析用ログシート）も異なる。

4. 国と地域による水質管理基準の相違

4. 1 日本および EU, USA の水質管理基準の相違

前述したように EU と USA の水質管理基準は採用薬品に応じて決められる。しかし、日本の基準は、給水の種類とボイラの種類により決められるので、採用薬品が変わっても基準値を変える必要はない。したがって水質管理基準の標準化に適している。EU, USA と日本の代表的な船用薬品会社の水質管理基準を調査比較した結果、現状の水質管理基準の主な相違は、①スケール防止および防食に対する計測項目、②塩化物イオンの管理基準値、③ヒドラジンに対する取扱い、に集約できる。これらについて以下に記す。

(1) スケール付着防止および防食に対する計測項目
スケール付着防止は、一般的にはリン酸イオンで対処するが、EU では pH 値により間接的にリン酸イオン濃度を管理している。

3 者の防食に対する計測項目に違いがある。主に日本では pH 値を直接計測するが、USA では OH アルカリ度または P アルカリ度を、EU では P アルカリ度を計測し、pH を間接的に管理している。これは信頼性の面で、計測誤差を少なくできるアルカリ度を計測していると考えられる。

水酸化物 OH、(重)炭酸塩 CO₃(HCO₃)、リン酸塩 PO₄、ケイ酸塩 SiO₃ で構成される系の P, M, OH アルカリ度および pH には次の関係がある⁹⁾¹⁰⁾。

・P アルカリ度 (酸消費量 pH8.3) : 水酸化物、炭酸塩の 1/2 量, リン酸塩の 1/3 量, ケイ酸塩によるアルカリの量

・M (T) アルカリ度 (酸消費量 pH4.8) : 水酸化物、炭酸 (水素) 塩, リン酸塩の 2/3 量, ケイ酸塩によるアルカリの量

・OH アルカリ度 (酸消費量 pH10.0~10.2) : 「2P-M, 但し 2P>M」⇒水酸化物, ケイ酸塩によるアルカリの量

・pH=14+log₁₀[OH⁻]

防食に対する基本的な考え方は 3 者同じである。薬品 (清缶剤) により pH を基準値に管理し、不足な部分を給水温度および脱酸素剤により溶存酸素を管理している。

(2) 塩化物イオンの管理基準値

3 者の塩化物イオン濃度の基準値に差がある。船舶では海水混入を考慮して、塩化物イオン濃度値をボイラ水の濃度管理基準、言い換えればブロー基準にすることが一般的である。しかし、USA および EU の管理基準では、ボイラ水の濃縮度管理基準を塩化物イオンより、むしろ電気伝導率や M アルカリ度を重

USA

EU

Item	pH	P-Al	M-Al	PO ₄	µS/cm	Cl ⁻	Hydrac.	Blow off (W/L)	Reserve (kg)
①	10.5~11.5	50~300	150~600	20~40	<1000	<50	0.03~0.1	Surf. Bott.	A B C
②	11.0	100	120	30	<500	5	0.1		

日本

図 3 3 タイプの水質分析用ログシート例

いと見られる。表 7 は EU の代表的な船用ボイラ薬品会社の低圧補助ボイラ水質管理基準値である。

3. 3 水質分析用ログシートの特徴 図 3 は代表的な USA, EU⁸⁾ および日本の水質分析用ログシートの例である。EU と USA のログシートは薬品の種類により異なる。しかし、日本のログシートは、給水の種類とボイラの種類により決められる。したがって、薬品が変わっても水質管理項目とその基準値は変わらない。3 者のログシートの共通点は、国および地域の水質管理基準の指針に沿って作成されていることで、3 者ともに計測方法 (計測用キット) も記録

表 8 外航船用低圧ボイラの水質管理基準例の比較

		外航船用低圧補助ボイラ(補給水:蒸留水)		
		スケール付着防止	腐食防止	キャリーオーバー防止
日本		リン酸イオン: 20-40ppm	pH: 10.5-11.5 脱酸素 + 給水温度	塩化物イオン: <50ppm (電気伝導率: ≤100mS/m)
USA	基本型	リン酸イオン: 20-40ppm	Pアルカリ度:100-150ppm as CaCO3 (2P>T アルカリ度) 脱酸素 + 給水温度	電気伝導度: ≤70mS/m (塩化物イオン: <100ppm) (T アルカリ度<2P)
	一液型	リン酸イオン: 10-70ppm	OHアルカリ度: 40-65ppm as CaCO3 脱酸素 + 給水温度	
EU	基本型	リン酸イオン: 20-50ppm pH: 9.5-11.0	Pアルカリ度:100-150ppm as CaCO3 (2P>M アルカリ度) 脱酸素 + 給水温度	M アルカリ度<2P (塩化物イオン: <200ppm)
	一液型	pH: 9.5-11.0	Pアルカリ度:100-300ppm as CaCO3 脱酸素 + 給水温度	

要視しているように見える。ボイラ水の濃縮度管理（ボイラ水ブロー基準）において、管理項目「塩化物イオン濃度・電気伝導率・M アルカリ度」の相関に注意を要する。

補助ボイラでは、硬度成分の缶内への持ち込みが多くなり、薬品使用量とそれに伴うスラッジ量も多くなる。JIME/ES 研究委員会実船調査データ³⁾によれば、外航船用補助ボイラプラントの給水は 95～98% 程度が復水として回収され、補給水は残りの 2～5%、補給水用フラッシュ式造水装置の能力は「電気伝導率 0.1～0.2mS/m、塩化物イオン 1ppm、シリカ 0.1ppm」、ボイラ水のブローの判断基準値は、軟化水を用いる 1MPa 以下のボイラで Cl⁻: 100ppm、蒸留水を用いるボイラで Cl⁻: 20～50ppm、2MPa 級ボイラで Cl⁻: 10～20ppm であった。最近のディーゼル船に搭載される浸管型真空式造水装置の出口塩分濃度（補給水）は 10ppm 程度である。

(3) ヒドラジンに対する取扱い

現在、変異原性物質ヒドラジンの代替品は亜硫酸ナトリウムまたは DEHA (C₄H₁₀NOH) が採用されていることが多い。亜硫酸ナトリウムに関しては、連続注入装置が必要で、取り扱いを間違えれば多量の腐食性イオンを生成する。DEHA は以前より USA, EU で採用されており、日本でもヒドラジンの代替品として単独使用され始めている。しかし、1Ma 以下のボイラには一液性清浄剤が採用される傾向にあり、単独使用しかできない DEHA は一般的ではない。DEHA は復水系の水酸化第二鉄（錆）の還元作用はあるが、式(1) (2)のように、反応生成物として酢酸 CH₃COOHなどを生成する。

表 9 pH と OH アルカリ度

OH ppm as CaCO3	pH
14-16	10.5
17-20	10.6
21-25	10.7
26-30	10.8
31-40	10.9
41-50	11
51-63	11.1
64-79	11.2
80-100	11.3
101-126	11.4
127-158	11.5

このような理由で、現在も脱酸素剤の主流は 30%以下に希釈された N₂H₄ 水和物が採用されるが、地域または船主の方針によりヒドラジンの代替品が採用されることも多々ある¹²⁾。

4. 2 補助ボイラの水質管理支援システム向上のために 補助ボイラの水質管理の主な目的は、①スケール付着防止、②腐食防止、③キャリーオーバー防止である。表 8 は水質管理の目的別に日本および USA, EU の代表的な薬品メーカーの外航船用低圧ボイラの水質管理基準例の比較を示す。

船用ボイラに採用される国際的な基本的薬品の成分はほとんど変わらない。採用薬品の成分が変わら

ないのであれば、水質分析用ログシートの標準化は可能と考えるが、国および地域による水質管理基準がベースにある限り、その可能性は薄い。しかし、標準化は難しいとしても、水質分析用ログシートに明記される内容を以下に列記するような項目に改善すれば、船用補助ボイラの水質管理支援システムを有効に機能させることが可能になる。すなわち、

- ①ボイラ水の pH (または OH アルカリ度)、塩化物イオン、リン酸イオン濃度の記載。
- ②採用薬品の名前および OH アルカリ度または P アルカリ度と pH の相関を明記：例えば、pH と OH アルカリ度の相関表を表 9 に示す。
- ③塩化物イオン基準値は船舶の現状に合わせた値を明記：例えば、補給水が原水・復水では 100ppm 以下、蒸留水+復水では 50ppm 以下とする。
- ④脱酸素剤の薬品名と過剰投入量を明記。
- ⑤アミン系薬品の薬品名と使用目的を明記。
- ⑥給水の pH と温度の記載。
- ⑦ドレンクーラ及び FWG 出口の塩分濃度温度を明記。
- ⑧補給水の塩化物イオン濃度の記載
- ⑨ボイラ給水プラントに関する設備を具体的に明記。
- ⑩薬品注入方法 (間欠/連続, カスケード/給水ライン), 給水方式 (ON/OFF, 連続) を明記。
- ⑪ボイラ水ブローの施行日とブロー量の概略を明記。

5. おわりに

外航船用補助ボイラの国際的水質管理基準について調査し、USA, EU および日本の外航船用補助ボイラの水質管理の共通点と相違点を明確にした。3 者の共通点が、①水質管理の基本的考え方、②基本薬品の成分内容であるのに対し、相違点は、表 8 に総括したように、①スケール付着防止および防食に対する計測項目、②塩化物イオンの管理基準、③脱酸素剤 N_2H_4 に対する取扱い、にある。また、EU と USA の水質管理基準が採用薬品により異なるのに対し、日本の標準はボイラおよび補給水の種類により決定され、ログシートの標準化に適している。

船用ボイラに採用される国際的な基本的薬品の成分はほとんど変わらない。そうだとすれば、水質分析用ログシートの標準化は可能と考えるが、国および地域による水質管理基準がベースにある限り、その可能性は薄い。しかし、水質分析用ログシートを改善することにより、船用補助ボイラの水質管理支援システムを有効に機能させることは可能であり、改善内容について提案した。

水質管理支援システム関係者が、これらの現状を把握し、支援システムを有効に機能させることが要

求される。本研究が、船用補助ボイラの水側の事故の回避、および船舶機関士を含めた関係者に貢献できることを切望する。

謝 辞

最後に、資料を提供下さったドリユー日本、ウイルヘルムソン、栗田工業 (株)、オルボルグインダストリーズ (株) および第一中央汽船 (株)・第一中央マリン (株) に謝意を表します。

参考文献

- 1) 伊丹, 日マリ会誌, 46-2, (2011), pp234-239
- 2) 栗田工業編集委員会, 薬品ハンドブック第 2 版, (1995), 520
- 3) 伊丹, 梅田, 西川, 日本船用機関学会誌, 29-2(1994), pp190-192
- 4) 日本規格協会編, JIS B8223(2006:E), p8
- 5) 伊丹, 西川, 梅田, 船用ボイラの基礎と実際 2 訂版 (2010.5), 193, 海文堂
- 6) The AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS (1998), CRTD-Vol. 34, 28, 32
- 7) Danish Standard Association, DANSK STANDARD (2003-12-19) DS/EN 12952-12, pp7-8
- 8) Water Treatment Handbook 1st Edition, Edited by Unitor ASA (09.1997) p. 74
- 9) 日本規格協会編, JIS B8223(2006:E), p40
- 10) <http://www.onlinewatertreatment.com/literature/Nalco/docs/Tf-084.pdf> : by Nalco Chemical Company
- 11) <https://rs6.eporia.com/>, DREW MARINE WATERWAYS, (2002), by Drew Marine Division of Ashland, Inc.
- 12) Y. Itami, E. Nishikawa, Proceedings of the ISME 2011, Pdf No. B8-4 (10.2011)

著者紹介

伊丹良治,

- ・日本マリンエンジニアリング学会 正会員
- ・生年月日 1953 年生
- ・所属：海技大学校機関科教授
- ・専門分野 機械工学

西川 榮一

- ・日本マリンエンジニアリング学会 正会員
- ・生年月日 1940 年生
- ・所属：神戸商船大学名誉教授
- ・専門分野 機械工学