

「油槽洗浄水中の貨物残留濃度に関するデータベースの作成」

平成 26 年 3 月 31 日

一般社団法人 日本海事検定協会

検査第二サービスセンター

石油・化学品チーム

目次

1. 目的
2. 調査方法
3. 調査結果
4. まとめ

1. 目的

本事業は、タンカーの揚げ荷後に実施される油槽洗浄の最終洗浄水中の貨物残留濃度を化学分析し、船舶の要目別、貨物の種類別及び洗浄方法(所要時間、使用温度及び水量)別に纏め、その結果をデータベース化してWEB上で公表するものである。

タンカーは、ガソリン・灯油及び軽油などの燃料、ならびに多品種の液体化学品を積荷として輸送を行なっていることから、積載貨物と前航海の積載貨物、すなわち前荷貨物(前荷)の種類が異なる場合は、コンタミネーションによる積荷の品質劣化を防止するため、積載前に清水、蒸気等を使って貨物油槽、およびポンプ等荷役関連設備内部の清掃・洗浄を行なっている。

通常、油槽清掃の終了時、本船荷役責任者である一等航海士又は船長が清掃状況を独自で判断していることから、洗浄不十分を認識できずに油槽清掃を終了した場合、貨物積載前に貨物積載の適否を検査する清掃検査で不合格と判定され、その際には再洗浄を行なうか代替船を手配する必要があるが生じ、運航者の配船計画だけでなく、出荷主・受荷主間の貨物引渡しの計画にも支障をきたすことになる。

このため、船社又は船舶運航会社から本船が油槽清掃を終了した時点の油槽内部及び荷役関連配管の洗浄状態を化学的、客観的に判断するために必要なデータベースの整備が要望されている。

本事業のデータベースの整備は、タンカーの計画的な配船及び該貨の輸送、つまり出荷主・受荷主間の安定した貨物引渡しに貢献し、ひいては国民の生活に不可欠な液体化学品の輸送の効率化、円滑化に寄与するものである。

2. 調査方法

本事業は、昨年度に引き続き各船社、船舶運航会社又は物流会社からの協力を仰ぐために訪問する。協力いただく船会社毎に対象船を選定いただき、あらかじめ訪船し概要について船長および一等航海士に説明を行い、サンプル容器を預ける。およそ一ヶ月から二ヶ月間程度本船が可能な限り洗浄水を採取してもらい、その後本船の動静に合わせて再訪船しサンプルを回収する。目標としてはおよそ100種類のサンプルが回収できるよう試みる。回収したサンプルは当会横浜分析センターに送付し、前荷性状に合わせた化学分析方法を採用し、洗浄水中に残っている前荷の濃度を化学分析する。

3. 調査結果

船会社を15社ほど訪問し、協力を申し出ていただいた4社においてその後個別に打合せを重ね、選定した7隻のケミカルタンカーでサンプルを採取することとした。本船が一定期間採取したサンプルを、本船の名古屋、四日市、姫路、水島、岩国、ならびに徳山港への入港時に再度訪船しサンプルを回収した。予定していたサンプルは数にして100種類の前荷の洗浄水サンプルを入手の上で当会横浜分析センターに郵送または直接持ち込み化学分析を実施する予定であったが、本船の配船予定が合わない、または船務多忙により予定通りのサンプル採取が達成できず、結果として38種類の前荷に対し、のべ265検体の洗浄水サンプルを集めるに至った。検体数は昨年比の倍、前荷種は昨年とほぼ同数の種類を集めることができた。

回収されたサンプルの試験方法としては貨物毎の性状並びに残留濃度を考慮し最適な試験方法をガスクロマトグラフ法、液体クロマトグラフ法、不揮発残渣法、赤外線吸収スペクトル法および紫外蛍光法の中から選択した後、化学分析を行なった。

166検体の洗浄水サンプルの化学分析が終了しており、結果は表①の通りである。

表①：船槽洗浄水中の貨物残留濃度分析結果

社名	船名	採取場所区分	コーティング	洗浄状態	前荷	分析結果(前荷)
株式会社エイトラス	栄水	マニホールド	SUS316	最終洗浄液	キシレン	10 wtppm 未満
		マニホールド	SUS316	最終洗浄液	キシレン	10 wtppm 未満
		マニホールド	SUS316	最終洗浄液	キシレン	10 wtppm 未満
		スロップ配管	SUS316	最終洗浄液	トルエン	10 wtppm 未満
		マニホールド	SUS316	最終洗浄液	分解ガソリン	10 wtppm 未満
		マニホールド	SUS316	最終洗浄液	分解ガソリン	10 wtppm 未満
		マニホールド	SUS316	最終洗浄液	ベンゼン	15 wtppm
		マニホールド	SUS316	最終洗浄液	トルエン	10 wtppm 未満
		マニホールド	SUS316	最終洗浄液	トルエン	10 wtppm 未満
		マニホールド	SUS316	最終洗浄液	キシレン	10 wtppm 未満
		マニホールド	SUS316	最終洗浄液	キシレン	10 wtppm 未満
		マニホールド	SUS316	最終洗浄液	キシレン	10 wtppm 未満
		マニホールド	SUS316	最終洗浄液	キシレン	10 wtppm 未満
		マニホールド	SUS316	最終洗浄液	ベンゼン	10 wtppm 未満
		マニホールド	SUS316	最終洗浄液	スチレンモノマー	10 wtppm 未満
		マニホールド	SUS316	最終洗浄液	スチレンモノマー	10 wtppm 未満
		マニホールド	SUS316	最終洗浄液	ベンゼン	10 wtppm 未満
		マニホールド	SUS316	最終洗浄液	トルエン	10 wtppm 未満
		スロップ配管	SUS316	最終洗浄液	メタノール	350 wtppm
		マニホールド	SUS316	最終洗浄液	キシレン	10 wtppm 未満
マニホールド	SUS316	最終洗浄液	キシレン	10 wtppm 未満		
スロップ配管	SUS316	最終洗浄液	ベンゼン	10 wtppm 未満		
マニホールド	SUS316	最終洗浄液	メタノール	10 wtppm 未満		

表①：(続き)

社名	船名	採取場所区分	コーティング	洗浄状態	前荷	分析結果(前荷)
株式会社エイトラス	栄水	マニホールド	SUS316	最終洗浄液	トルエン	10 wtppm 未満
		マニホールド	SUS316	最終洗浄液	ジイソブチレン	10 wtppm 未満
		マニホールド	SUS316	最終洗浄液	ベンゼン	15 wtppm
		マニホールド	SUS316	最終洗浄液	キシレン	10 wtppm 未満
		マニホールド	SUS316	最終洗浄液	キュメン	10 wtppm 未満
		マニホールド	SUS316	最終洗浄液	ベンゼン	10 wtppm 未満
		マニホールド	SUS316	最終洗浄液	トルエン	10 wtppm 未満
		スロップ配管	SUS316	最終洗浄液	ブタノール	4000 wtppm
		マニホールド	SUS316	最終洗浄液	トルエン	10 wtppm 未満
		マニホールド	SUS316	最終洗浄液	キシレン	10 wtppm 未満
		マニホールド	SUS316	最終洗浄液	キシレン	10 wtppm 未満
		スロップ配管	SUS316	最終洗浄液	キシレン	10 wtppm 未満
		マニホールド	SUS316	最終洗浄液	ベンゼン	10 wtppm 未満
		スロップ配管	SUS316	最終洗浄液	キシレン	10 wtppm 未満
		スロップ配管	SUS316	最終洗浄液	キシレン	10 wtppm 未満
		マニホールド	SUS316	最終洗浄液	キシレン	10 wtppm 未満
		スロップ配管	SUS316	最終洗浄液	キシレン	10 wtppm 未満
		マニホールド	SUS316	最終洗浄液	ベンゼン	10 wtppm
		マニホールド	SUS316	最終洗浄液	キシレン	10 wtppm 未満
		マニホールド	SUS316	最終洗浄液	キシレン	10 wtppm 未満
		マニホールド	SUS316	最終洗浄液	オクタノール	10 wtppm 未満
		マニホールド	SUS316	最終洗浄液	シクロヘキサン	10 wtppm 未満
		マニホールド	SUS316	最終洗浄液	キシレン	10 wtppm 未満
		マニホールド	SUS316	最終洗浄液	キシレン	10 wtppm 未満
マニホールド	SUS316	最終洗浄液	ベンゼン	10 wtppm 未満		

表①：(続き)

社名	船名	採取場所区分	コーティング	洗浄状態	前荷	分析結果(前荷)
株式会社エイトラス	栄水	マニホールド	SUS316	最終洗浄液	アクリル酸	10 wtppm 未満
		マニホールド	SUS316	最終洗浄液	キシレン	10 wtppm 未満
		マニホールド	SUS316	最終洗浄液	ベンゼン	10 wtppm 未満
		マニホールド	SUS316	最終洗浄液	ベンゼン	10 wtppm 未満
		マニホールド	SUS316	最終洗浄液	スチレンモノマー	10 wtppm 未満
		マニホールド	SUS316	最終洗浄液	シクロヘキサン	10 wtppm 未満
		マニホールド	SUS316	最終洗浄液	酢酸エチル	300 wtppm
		マニホールド	SUS316	最終洗浄液	シクロヘキサン	10 wtppm 未満
		スロップ配管	SUS316	最終洗浄液	ベンゼン	15 wtppm
		マニホールド	SUS316	最終洗浄液	ベンゼン	15 wtppm
		マニホールド	SUS316	最終洗浄液	キシレン	10 wtppm 未満
		マニホールド	SUS316	最終洗浄液	トルエン	10 wtppm 未満
		マニホールド	SUS316	最終洗浄液	キシレン	10 wtppm 未満
		スロップ配管	SUS316	最終洗浄液	ベンゼン	10 wtppm 未満
		マニホールド	SUS316	最終洗浄液	スチレンモノマー	10 wtppm 未満
		マニホールド	SUS316	最終洗浄液	オルトキシレン	10 wtppm 未満
		マニホールド	SUS316	最終洗浄液	酢酸	10 wtppm 未満
		スロップ配管	SUS316	最終洗浄液	バラキシレン	10 wtppm 未満
		マニホールド	SUS316	最終洗浄液	酢酸ビニル or 酢酸エチル	10 wtppm 未満
		スロップ配管	SUS316	最終洗浄液	シクロヘキサン	10 wtppm 未満
		スロップ配管	SUS316	最終洗浄液	スチレンモノマー	10 wtppm 未満
		マニホールド	SUS316	最終洗浄液	スチレンモノマー	10 wtppm 未満
		マニホールド	SUS316	最終洗浄液	キシレン	10 wtppm 未満
		マニホールド	SUS316	最終洗浄液	スチレンモノマー	10 wtppm 未満
マニホールド	SUS316	最終洗浄液	ターシャリーブチルアルコール	195 wtppm		

表①：(続き)

社名	船名	採取場所区分	コーティング	洗浄状態	前荷	分析結果(前荷)
株式会社エイトラス	栄水	マニホールド	SUS316	最終洗浄液	トルエン	10 wtppm 未満
		マニホールド	SUS316	最終洗浄液	キシレン	10 wtppm 未満
		マニホールド	SUS316	最終洗浄液	キシレン	10 wtppm 未満
		マニホールド	SUS316	最終洗浄液	分解ガソリン	10 wtppm 未満
		マニホールド	SUS316	最終洗浄液	アルキルベンゼン	10 wtppm 未満
		マニホールド	SUS316	最終洗浄液	キシレン	10 wtppm 未満
		マニホールド	SUS316	最終洗浄液	ベンゼン	10 wtppm 未満
		スロップ配管	SUS316	最終洗浄液	キシレン	10 wtppm 未満
		マニホールド	SUS316	最終洗浄液	ターシャリーブチルアルコール	425 wtppm
国華産業株式会社	英華丸	ポンプストレーナー	SUS304	最終洗浄液	ホルマリン	10 wtppm 未満
		ポンプストレーナー	SUS304	最終洗浄液	DM リフォーム	10 wtppm 未満
		ポンプストレーナー	SUS304	最終洗浄液	ネオベンチルグリコール	1200 wtppm
		ポンプストレーナー	SUS304	最終洗浄液	エチレングリコール	10 wtppm 未満
		ポンプストレーナー	SUS304	最終洗浄液	メタキシレン	15 wtppm
		ポンプストレーナー	SUS304	最終洗浄液	ベンゼン	10 wtppm
		ポンプストレーナー	SUS304	最終洗浄液	ノルマルアルカン	10 wtppm 未満
		ポンプストレーナー	SUS304	最終洗浄液	ネオベンチルグリコール	6800 wtppm
		ポンプストレーナー	SUS304	最終洗浄液	オクタノール	90 wtppm
		ポンプストレーナー	SUS304	最終洗浄液	二塩化エチレン	1100 wtppm
		ポンプストレーナー	SUS304	最終洗浄液	ベンゼン	10 wtppm 未満
		ポンプストレーナー	SUS304	最終洗浄液	パラキシレン	10 wtppm 未満
		ポンプストレーナー	SUS304	最終洗浄液	キシレン	10 wtppm 未満
		ポンプストレーナー	SUS304	最終洗浄液	パラキシレン	10 wtppm 未満
		ポンプストレーナー	SUS304	最終洗浄液	ベンゼン	15 wtppm
		ポンプストレーナー	SUS304	最終洗浄液	オクタノール	60 wtppm

表①：(続き)

社名	船名	採取場所区分	コーティング	洗浄状態	前荷	分析結果(前荷)
国華産業株式会社	英華丸	ポンプストレーナー	SUS304	最終洗浄液	ライトエンド	10 wtpm 未満
		ポンプストレーナー	SUS304	最終洗浄液	エチレングリコール	10 wtpm 未満
		ポンプストレーナー	SUS304	最終洗浄液	ホルマリン	100 wtpm
		ポンプストレーナー	SUS304	最終洗浄液	メタクリル酸メチル	2100 wtpm
		ポンプストレーナー	SUS304	最終洗浄液	ベンゼン	40 wtpm
		ポンプストレーナー	SUS304	最終洗浄液	ターシャリーブチルアルコール	19800 wtpm
		ポンプストレーナー	SUS304	最終洗浄液	ホルマリン	400 wtpm
		ポンプストレーナー	SUS304	最終洗浄液	エチレングリコール	10 wtpm 未満
		ポンプストレーナー	SUS304	最終洗浄液	メタキシレン	10 wtpm 未満
		ポンプストレーナー	SUS304	最終洗浄液	スチレンモノマー	10 wtpm 未満
		ポンプストレーナー	SUS304	最終洗浄液	メタキシレン	10 wtpm 未満
		ポンプストレーナー	SUS304	最終洗浄液	ターシャリーブチルアルコール	16600 wtpm
		ポンプストレーナー	SUS304	最終洗浄液	メタキシレン	10 wtpm 未満
		ポンプストレーナー	SUS304	最終洗浄液	アクリル酸	10 wtpm 未満
		ポンプストレーナー	SUS304	最終洗浄液	エチレングリコール	10 wtpm 未満
		ポンプストレーナー	SUS304	最終洗浄液	エチレングリコール	10 wtpm 未満
		ポンプストレーナー	SUS304	最終洗浄液	ホルマリン	1500 wtpm
		ポンプストレーナー	SUS304	最終洗浄液	DM リフォーム	25 wtpm
		ポンプストレーナー	SUS304	最終洗浄液	アクリル酸メチル	2200 wtpm
		ポンプストレーナー	SUS304	最終洗浄液	メタクリル酸メチル	120 wtpm
		ポンプストレーナー	SUS304	最終洗浄液	メタキシレン	10 wtpm 未満
		ポンプストレーナー	SUS304	最終洗浄液	ターシャリーブチルアルコール	2960 wtpm
		ポンプストレーナー	SUS304	最終洗浄液	スチレンモノマー	10 wtpm 未満
		ポンプストレーナー	SUS304	最終洗浄液	分解ガソリン	10 wtpm 未満

表①：(続き)

社名	船名	採取場所区分	コーティング	洗浄状態	前荷	分析結果(前荷)
東京マリン株式会社	EASTERN KNIGHT	デッキ上ドレインコック	SUS316 LN	一次洗浄液	潤滑油	10 wtppm 未満
		タンクウェル	SUS316 LN	最終洗浄液	潤滑油	10 wtppm 未満
		タンクウェル	SUS316 LN	最終洗浄液	エチレングリコール	10 wtppm 未満
		ドレインコック	SUS316 LN	最終洗浄液	ヘキサソ	10 wtppm 未満
		タンクウェル	SUS316 LN	最終洗浄液	Caradol (polyether polyols)	80 wtppm
		タンクウェル	SUS316 LN	最終洗浄液	プロピレングリコール	280 wtppm
		タンク底	SUS316 LN	最終洗浄液	エタノール	10 wtppm 未満
		タンク壁(WWT)	SUS316 LN	最終洗浄液	エタノール	10 wtppm 未満
		タンクウェル	SUS316 LN	最終洗浄液	エチレングリコール	7650 wtppm
国華産業株式会社	第二秀華丸	マニホールド	SUS304	最終洗浄液	メタキシレン	10 wtppm 未満
		マニホールド	SUS304	最終洗浄液	ホルマリン	10 wtppm 未満
		貨物槽内	SUS304	最終洗浄液	メタキシレン	10 wtppm 未満
		貨物槽内	SUS304	最終洗浄液	メタキシレン	10 wtppm 未満
		マニホールド	SUS304	最終洗浄液	MMA	10 wtppm 未満
		貨物槽内	SUS304	最終洗浄液	キシレン	10 wtppm 未満
		貨物槽内	SUS304	最終洗浄液	アセトン	10 wtppm 未満
		貨物槽内	SUS304	最終洗浄液	トルエン	10 wtppm 未満
		貨物槽内	SUS304	最終洗浄液	メチルエチルケトン	81 wtppm
		貨物槽内	SUS304	最終洗浄液	シクロヘキサソ	10 wtppm 未満
		貨物槽内	SUS304	最終洗浄液	ベンゼン	10 wtppm 未満
		貨物槽内	SUS304	最終洗浄液	トルエン	10 wtppm 未満
		貨物槽内	SUS304	最終洗浄液	オクタノール	10 wtppm 未満
		貨物槽内	SUS304	最終洗浄液	キシレン	10 wtppm 未満
		貨物槽内	SUS304	最終洗浄液	キシレン	10 wtppm 未満
		貨物槽内	SUS304	最終洗浄液	エチレンジクロライド	10 wtppm 未満
		貨物槽内	SUS304	最終洗浄液	トルエン	10 wtppm 未満
貨物槽内	SUS304	最終洗浄液	キシレン	10 wtppm 未満		
貨物槽内	SUS304	最終洗浄液	スチレンモノマー	10 wtppm 未満		

表①：(続き)

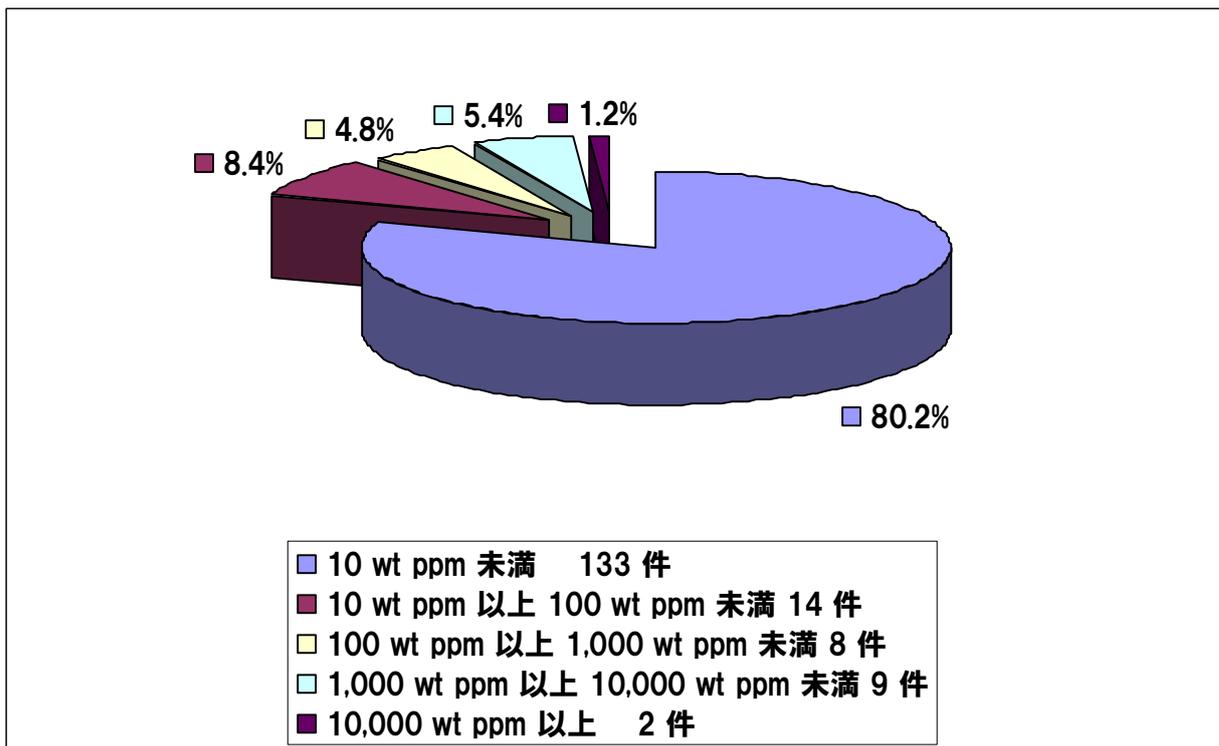
社名	船名	採取場所区分	コーティング	洗浄状態	前荷	分析結果(前荷)
国華産業株式会社	第二菱栄丸	マニホールド	SUS304	最終洗浄液	アセトン	10 wtpm 未満
		マニホールド	SUS304	最終洗浄液	ベンゼン	10 wtpm 未満
		マニホールド	SUS304	最終洗浄液	アセトン	10 wtpm 未満
		マニホールド	SUS304	最終洗浄液	キシレン	10 wtpm 未満
		マニホールド	SUS304	最終洗浄液	アセトン	10 wtpm 未満
		マニホールド	SUS304	最終洗浄液	MMA	10 wtpm 未満
		マニホールド	SUS304	最終洗浄液	スチレンモノマー	10 wtpm 未満
		マニホールド	SUS304	最終洗浄液	アセトン	10 wtpm 未満
		マニホールド	SUS304	最終洗浄液	MMA	10 wtpm 未満
		マニホールド	SUS304	最終洗浄液	ベンゼン	10 wtpm 未満
		マニホールド	SUS304	最終洗浄液	メタノール	10 wtpm 未満
		マニホールド	SUS304	最終洗浄液	アセトン	10 wtpm 未満
		マニホールド	SUS304	最終洗浄液	エチレングリコール	10 wtpm 未満
		マニホールド	SUS304	最終洗浄液	アセトン	10 wtpm 未満
マニホールド	SUS304	最終洗浄液	ベンゼン	10 wtpm 未満		

計 166 検体の化学分析を行った結果、前荷品種や洗浄状態、採取場所および採取時期の違いにより 10 wt ppm 未満から 10,000 wt ppm 以上の広範囲に前荷の残留濃度が得られた。洗浄水中の前荷残留濃度の範囲別件数および割合は下記の通りであった。

【前荷残留濃度範囲で分類した件数および割合】

表②：前荷残留範囲別件数およびその割合

残留範囲						件数	割合
10 wt ppm	未満					133 件	80.2%
10 wt ppm	以上	100 wt ppm	未満			14 件	8.4%
100 wt ppm	以上	1,000 wt ppm	未満			8 件	4.8%
1,000 wt ppm	以上	10,000 wt ppm	未満			9 件	5.4%
10,000 wt ppm	以上					2 件	1.2%
合計						166 件	100.0%



図①：前荷残留濃度の範囲別割合

【考察①：洗浄水中の前荷残留量の評価】

全体を俯瞰すると、80%以上の検体において、前荷の残留濃度が 10 wt ppm 以下であるという結果になった。また、概ね 90%近い検体が 100 wt ppm 以下の前荷残留となっていることから、本船における油槽洗浄は程度よく行われていることが伺えた。

一方で表①において洗浄状態は概ね『最終洗浄液』となっているが、油槽の清掃過程において清掃完了を意味するものではなく、通常は水洗い洗浄後に十分な時間を掛けて通風乾燥を行って上げていることから、揮発性のある貨物の場合、通風乾燥終了後には更に低い濃度となり得る。

上記を鑑みると、数パーセントの検体においては洗浄水中に 10,000 wt ppm 以上の前荷が検出されているものがあるが、その前荷の残留濃度、ならびに揮発性の高さより、通風乾燥後には前荷が揮発して残留濃度が減少していくので、最終的な洗浄状態は次航貨物の積載に適したものであったことが示唆される。実際に 10,000 wt ppm 以上が検出された 2 件はどちらも前荷がターシャリーブチルアルコールであり、その性状は水溶性かつ高い揮発性を有するものであった。

【考察②：前荷残留量と貨物種の相関】

本考察をするにあたり、キーワードは次の三つである。

- ・ 水溶性 / 非水溶性
- ・ 蒸気圧
- ・ 粘度

1. 水溶性 / 非水溶性：昨年度の報告書でも触れたように、傾向としては非水溶性の貨物は洗浄水中への残留が概ね 10 wt ppm 以下であり、また水溶性の貨物は 1,000 wt ppm 以上残留するケースが散見される。そこで、3 つ以上の検体が集まった貨物種において、水溶性 / 非水溶性の代表的な貨物種を選別し下記の通りまとめた。なお、ここでは本船や油槽材質、洗浄状態等は考慮しないものとする。

2. 蒸気圧：蒸気圧の高い貨物は揮発性が高いことから、水による洗浄を一通り実施し、その後の通風乾燥により油槽外の大気中に揮散させていく方法が採られることもある。

3. 粘度：一般的に粘度の高い貨物は、油槽そのものは水洗いにより十分洗い落とせるが、本船デッキ上配管、ポンプ/ストレーナー、そして揚げ荷配管中に薄膜状で僅かに残っていることが予想され、これらの部分の洗浄が非常に重要となる。

共通貨物ポンプ（コモンポンプ）を有するタンカーでは貨物油槽中に油槽底部の貨物吸い込み口、ベルマウス部分から貨物用ポンプにかけ水平に延びる揚げ荷配管があるため同配管中に滞留してしまう前荷および洗浄残水の配慮が必要である。一方で昨今増加している独立ポンプおよび独立配管構造を有するタンカーの場合、油槽中の揚げ荷または積み込時に使用される配管は共に垂直構造となるため、前荷を含む洗浄残水が滞留し難く、更に前荷としての残留量は減るものと考えられる。

次ページ以降に、上記三つの項目について検討を行うため、水溶性および非水溶性毎に貨物を分類し、前荷残留濃度の結果を示す。

水溶性貨物

表③：水溶性貨物種の前荷残留量

前荷	採取場所区分	洗浄状態	分析結果(前荷)
アセトン	貨物槽内	最終洗浄液	10 wtpm 未満
アセトン	マニホールド	最終洗浄液	10 wtpm 未満
アセトン	マニホールド	最終洗浄液	10 wtpm 未満
アセトン	マニホールド	最終洗浄液	10 wtpm 未満
アセトン	マニホールド	最終洗浄液	10 wtpm 未満
アセトン	マニホールド	最終洗浄液	10 wtpm 未満
アセトン	マニホールド	最終洗浄液	10 wtpm 未満
エチレングリコール	ポンプストレーナー	最終洗浄液	10 wtpm 未満
エチレングリコール	ポンプストレーナー	最終洗浄液	10 wtpm 未満
エチレングリコール	ポンプストレーナー	最終洗浄液	10 wtpm 未満
エチレングリコール	ポンプストレーナー	最終洗浄液	10 wtpm 未満
エチレングリコール	ポンプストレーナー	最終洗浄液	10 wtpm 未満
エチレングリコール	タンクウェル	最終洗浄液	10 wtpm 未満
エチレングリコール	タンクウェル	最終洗浄液	7650 wtpm
エチレングリコール	マニホールド	最終洗浄液	10 wtpm 未満
ターシャリーブチルアルコール	マニホールド	最終洗浄液	195 wtpm
ターシャリーブチルアルコール	マニホールド	最終洗浄液	425 wtpm
ターシャリーブチルアルコール	ポンプストレーナー	最終洗浄液	19800 wtpm
ターシャリーブチルアルコール	ポンプストレーナー	最終洗浄液	16600 wtpm
ターシャリーブチルアルコール	ポンプストレーナー	最終洗浄液	2960 wtpm
ホルマリン	ポンプストレーナー	最終洗浄液	10 wtpm 未満
ホルマリン	ポンプストレーナー	最終洗浄液	100 wtpm
ホルマリン	ポンプストレーナー	最終洗浄液	400 wtpm
ホルマリン	ポンプストレーナー	最終洗浄液	1500 wtpm
ホルマリン	マニホールド	最終洗浄液	10 wtpm 未満
メタノール	スロップ配管	最終洗浄液	350 wtpm
メタノール	マニホールド	最終洗浄液	10 wtpm 未満
メタノール	マニホールド	最終洗浄液	10 wtpm 未満

上記表③に掲げたアセトン、エチレングリコール、ターシャリーブチルアルコールおよびメタノールは水と任意の割合で相溶する、つまり無限大に溶ける貨物種である。分析結果を見ると、およそ半数の検体において顕著な前荷残留が確認された。

蒸気圧はアセトン>メタノール>ターシャリーブチルアルコール>(水)>ホルマリン>エチレングリコールの順で高く、前荷の残留量は後述する非水溶性貨物に比べれば比較的高い値を示すが、蒸気圧と前荷残留濃度について有意な相関は見られなかった。

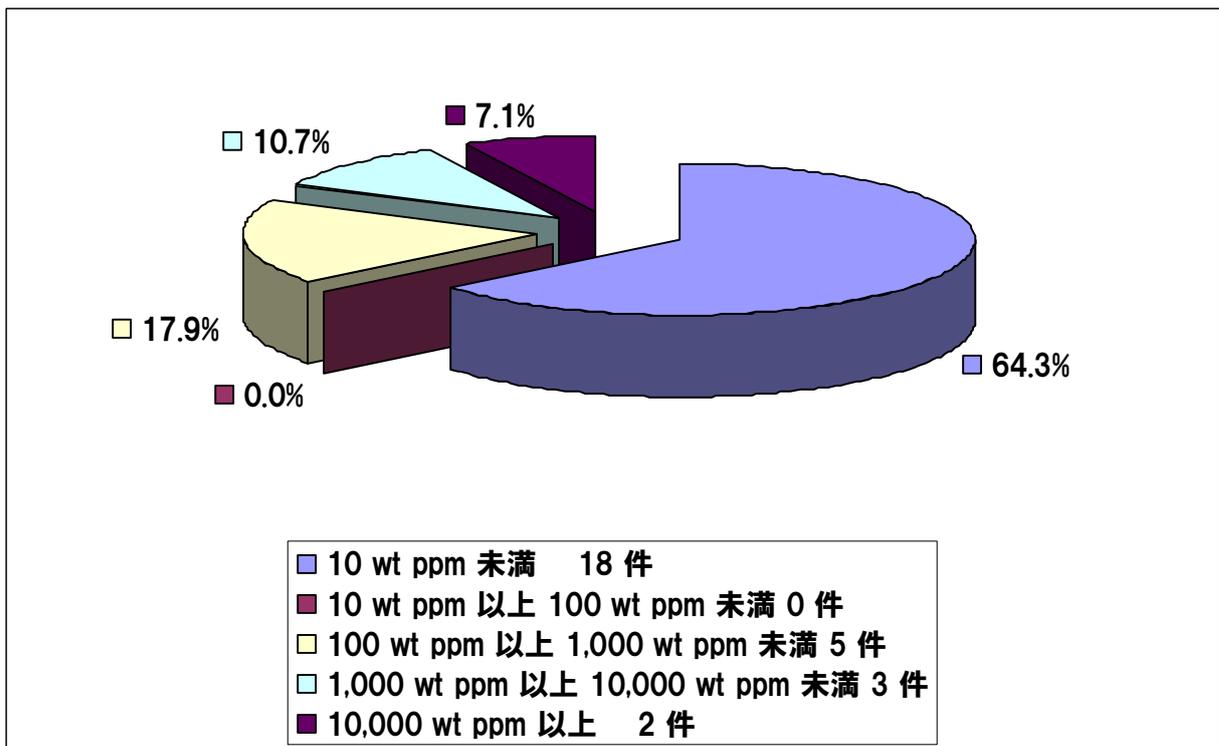
上記5種類の貨物の中で最も粘度が高いのはエチレングリコールであるが、タンクウェルで採取した検体からは高い濃度の前荷が検出された。一方でポンプストレーナーから採取した検体からはさほど検出されていないため、粘度が高い貨物は採取場所によってかなり残留の程度が異なるという事が示唆された。

水溶性貨物表③における前荷残留濃度の範囲別件数および割合は下記の通りであった。

【前荷残留濃度範囲で分類した件数および割合】 - 水溶性貨物表③中の 28 検体

表④：前荷残留範囲別件数およびその割合

残留範囲						件数	割合
10	wt ppm	未満				18 件	64.3%
10	wt ppm	以上	100	wt ppm	未満	0 件	0.0%
100	wt ppm	以上	1,000	wt ppm	未満	5 件	17.9%
1,000	wt ppm	以上	10,000	wt ppm	未満	3 件	10.7%
10,000	wt ppm	以上				2 件	7.1%
合計						28 件	100.0%



図②：水溶性貨物表③における前荷残留の濃度範囲別割合

表⑤：(続き)

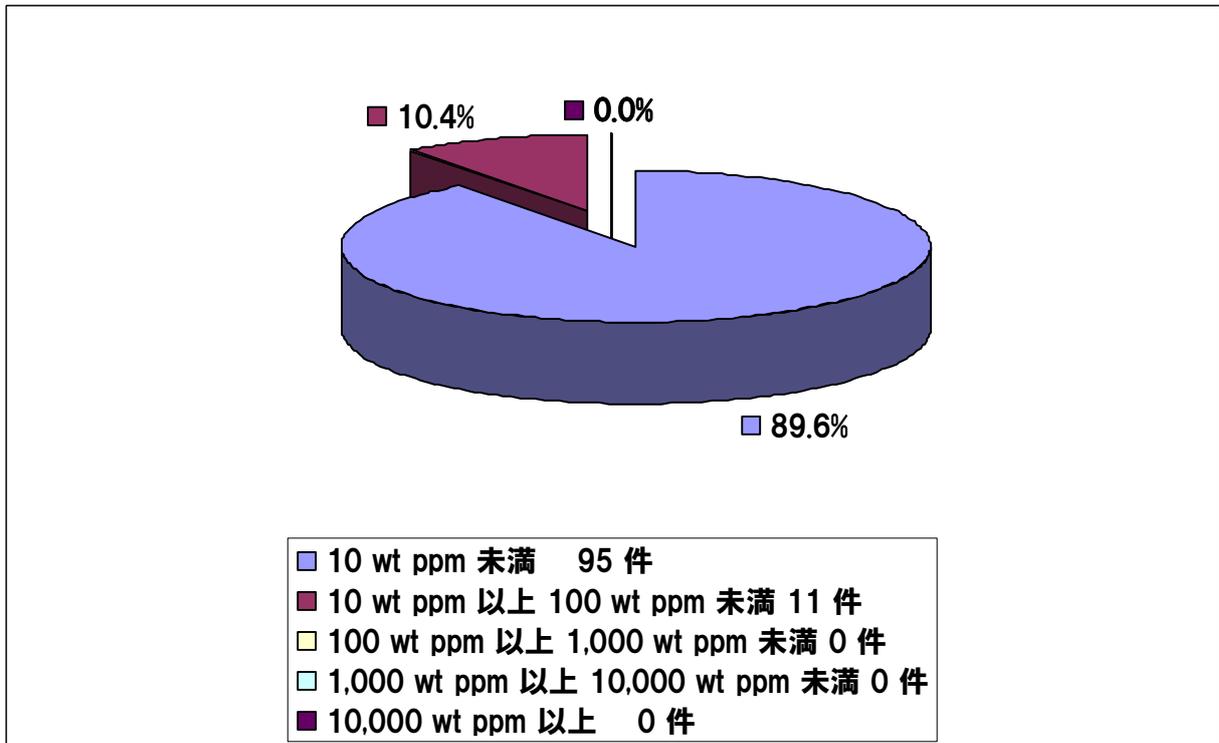
前荷	採取場所区分	洗浄状態	分析結果(前荷)
オクタノール	マニホールド	最終洗浄液	10 wtpm 未満
オクタノール	ポンプストレナー	最終洗浄液	90 wtpm
オクタノール	ポンプストレナー	最終洗浄液	60 wtpm
オクタノール	貨物槽内	最終洗浄液	10 wtpm 未満
シクロヘキサン	マニホールド	最終洗浄液	10 wtpm 未満
シクロヘキサン	マニホールド	最終洗浄液	10 wtpm 未満
シクロヘキサン	マニホールド	最終洗浄液	10 wtpm 未満
シクロヘキサン	スロップ配管	最終洗浄液	10 wtpm 未満
シクロヘキサン	貨物槽内	最終洗浄液	10 wtpm 未満
スチレンモノマー	マニホールド	最終洗浄液	10 wtpm 未満
スチレンモノマー	マニホールド	最終洗浄液	10 wtpm 未満
スチレンモノマー	マニホールド	最終洗浄液	10 wtpm 未満
スチレンモノマー	マニホールド	最終洗浄液	10 wtpm 未満
スチレンモノマー	スロップ配管	最終洗浄液	10 wtpm 未満
スチレンモノマー	マニホールド	最終洗浄液	10 wtpm 未満
スチレンモノマー	マニホールド	最終洗浄液	10 wtpm 未満
スチレンモノマー	ポンプストレナー	最終洗浄液	10 wtpm 未満
スチレンモノマー	ポンプストレナー	最終洗浄液	10 wtpm 未満
スチレンモノマー	貨物槽内	最終洗浄液	10 wtpm 未満
スチレンモノマー	マニホールド	最終洗浄液	10 wtpm 未満
トルエン	スロップ配管	最終洗浄液	10 wtpm 未満
トルエン	マニホールド	最終洗浄液	10 wtpm 未満
トルエン	マニホールド	最終洗浄液	10 wtpm 未満
トルエン	マニホールド	最終洗浄液	10 wtpm 未満
トルエン	マニホールド	最終洗浄液	10 wtpm 未満
トルエン	マニホールド	最終洗浄液	10 wtpm 未満
トルエン	マニホールド	最終洗浄液	10 wtpm 未満
トルエン	マニホールド	最終洗浄液	10 wtpm 未満
トルエン	マニホールド	最終洗浄液	10 wtpm 未満
トルエン	マニホールド	最終洗浄液	10 wtpm 未満
トルエン	貨物槽内	最終洗浄液	10 wtpm 未満
トルエン	貨物槽内	最終洗浄液	10 wtpm 未満
トルエン	貨物槽内	最終洗浄液	10 wtpm 未満
バラキシレン	スロップ配管	最終洗浄液	10 wtpm 未満
バラキシレン	ポンプストレナー	最終洗浄液	10 wtpm 未満
バラキシレン	ポンプストレナー	最終洗浄液	10 wtpm 未満
分解ガソリン	マニホールド	最終洗浄液	10 wtpm 未満
分解ガソリン	マニホールド	最終洗浄液	10 wtpm 未満
分解ガソリン	マニホールド	最終洗浄液	10 wtpm 未満
分解ガソリン	ポンプストレナー	最終洗浄液	10 wtpm 未満

非水溶性貨物表⑤における前荷残留濃度の範囲別件数および割合は下記の通りであった。

【前荷残留濃度範囲で分類した件数および割合】 - 非水溶性貨物表⑤中の 106 検体

表⑥：前荷残留範囲別件数およびその割合

残留範囲						件数	割合
10	wt ppm	未満				95 件	89.6%
10	wt ppm	以上	100	wt ppm	未満	11 件	10.4%
100	wt ppm	以上	1,000	wt ppm	未満	0 件	0.0%
1,000	wt ppm	以上	10,000	wt ppm	未満	0 件	0.0%
10,000	wt ppm	以上				0 件	0.0%
合計						106 件	100.0%



図③：非水溶性貨物表⑤における前荷残留の濃度範囲別割合

4. まとめ

今年度は計画を上回る多くの検体数、ならびにかなりの種類の前荷貨物種の洗浄水サンプルを回収することが出来、化学分析に供することが出来た。得られた前荷残留濃度、ならびに『水溶性 / 非水溶性』、『蒸気圧』そして『粘度』をキーワードとして、前荷の残留濃度について考察を行った。

しかしながら偏差や分布等の統計的な評価をするには時期尚早であり、今年度の結果のみでデータベースを構築するには至らなかったため、具体的な貨物名や残留濃度の細かい数値等の詳細データの公表は行なわない予定である。その代わりとして昨年度と同様、貨物を性状毎に分類し、残留濃度範囲別の検体数を発表する。

次年度の平成 26 年度はより多くのサンプル検体数ならびに貨物の種類を集めるために、各船会社への更なる協力要請を行い、またセミナーの開催や当会検査員が実際に乗船しサンプルを直接回収出来る機会を作るなど、活動の幅を広げていくことによってより多くの検体数を集め、下記項目について更なる調査研究を実施することとする。

- サンプル検体数を増やし、前荷貨物種ごとに分類した結果を統計的に評価する
- 水溶性・非水溶性別に分類し、基礎実験のデータを元に考察する
- 貨物槽内や配管内等、採取場所毎に残留濃度がどの程度異なるか検討する
- 季節毎に採取されたサンプルを分析し、外気温度・海水温度による影響について考察する
- 商品名等により特定の顧客が判明する可能性のあるものは、事前に貨物を分類表示する
- WWT を実施することにより油槽表面に残る前荷についても評価を行う

5. 委員会開催状況

特になし。

6. その他必要事項

特になし。