

油槽洗淨水中の貨物残留濃度に関する データベースの作成

報 告 書

平成 24 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)

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を採取し、その貨物残留濃度を化学分析にて測定し、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)別に分析し、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、軽油等の燃料及び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、積載貨物と前航毎の積載貨物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変質を防止するため、積載前に清水、蒸気等を使って貨物油槽内及び関連荷役配管の洗浄を行っている。洗浄後の状態のチェックは、本船荷役責任者である一等航海士又は船長が主として油層内及び関連配管の外観の目視等で行っていることから、洗浄不十分を認識できずに洗浄を終了した場合、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うか代替船を手配する必要が生じ、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、船社又は船舶運航社から本船が油槽の洗浄を終了した時点の油槽内部及び関連荷役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エネルギー物資の輸送の効率化、円滑化に寄与するものである。

2. 調査方法

本事業を始めるにあたり、各船社、船舶運航社又は物流会社の協力が大前提であるため、平成23年4月以降、船社を中心に訪社し、また、平成23年6月に開催された業界の会合の場で事業について説明し、協力を求めた。

その後、理解を戴いた船社との打合せを個別に重ね、複数隻のケミカルタンカーにおいて洗浄水サンプルを採取することとした。船社毎に対象船を選定し、対象船が主に京浜港に寄港した際に訪船し、サンプル採取容器を預け、概要について船長及び一等航海士に説明した。およそ1ヶ月から2ヶ月間程度可能な限り採取してもらい、その後鹿島港、神戸港、松山港及び京浜港で再度訪船し、サンプルを回収した。計画では数にして100種類の貨物サンプルを入手の上で横浜理化学分析センターに郵送又は直接持ち込んで分析を実施する予定であったが、本船の諸事情により計画通りのサンプル採取は達成できず、結果として貨物品別にして21種類のサンプル、延べ123本の洗浄水サンプルを集めるに留まった。

回収されたサンプルの試験方法としては、貨物毎の性状及び残留濃度を考慮し、最適な分析方法をガスクロマトグラフ法、液体クロマトグラフ法、不揮発残分法、赤外線吸収スペクトル法及び紫外蛍光法の中から選択した後、分析を行ない、評価した。

また別途、ケミカル貨物の基礎実験データの検証を行った。具体的な実験方法として、ケミカル品と水を分液ロート中に任意の割合で混合し、相互の溶解性を常温下で経時的に飽和するまで観察した。油溶性はガスクロマトグラフ法又は不揮発残分法を、また水溶性についてはカールフィッシャー法を用いて評価した。

3. 調査結果

油槽洗浄水サンプルの分析は全て終了しているが、得られた分析結果を統計的手法で評価したうえでデータベースとして整備するにはサンプル数が少ないことから、今年度は洗浄水中の前荷残留濃度分析結果及び貨物と水の相互溶解性の基礎実験データのみの報告に留めることとした。

4. まとめ

計画していた洗浄水のサンプル数、品目数の収集ができなかったため、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、データベースの整備には至らなかったが、今年度収集できた前荷貨物の分類毎の洗浄水中の貨物残留濃度及びケミカル貨物の水との相互溶解性の基礎実験の生データを表①、②としてまとめた。

なお、洗浄水中の前荷残留濃度の分析及びケミカル品の水溶性基礎実験として、延べ 225 回の分析を実施した。

次年度の平成 24 年度はサンプル数の増加を狙い各船会社への協力要請を増やし、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する機会を作るなど、活動の幅を広げていく予定である。より多くの油槽洗浄水のサンプルを集め、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。

- サンプル数を増やし、貨物種毎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。
- タンクコーティング別(ステンレス / ジンク / エポキシ)に分類し評価する。
- 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。

表① 船槽洗浄水中の貨物残留濃度分析結果

採取場所区分	コーティング	洗浄状態	前荷（分類別）	洗浄水中の前荷残留濃度（単位：wt ppm）				
				10 未満	10～100	100～1000	1000～10000	10000 以上
船槽	ステンレス	最終洗浄水	無機酸		○			
船槽	ステンレス	最終洗浄水	無機酸		○			
船槽	ステンレス	最終洗浄水	無機酸		○			
船槽	ステンレス	最終洗浄水	無機酸		○			
配管	ステンレス	最終洗浄水	有機酸	○				
船槽	ステンレス	最終洗浄水	有機酸		○			
船槽	ステンレス	最終洗浄水	有機酸		○			
船槽	ステンレス	最終洗浄水	有機酸		○			
船槽	ステンレス	最終洗浄水	有機酸		○			
船槽	ステンレス	最終洗浄水	有機酸		○			
配管	ステンレス	最終洗浄水	有機酸		○			
配管	ステンレス	最終洗浄水	有機酸		○			
配管	ステンレス	最終洗浄水	有機酸		○			
配管	ステンレス	最終洗浄水	有機酸		○			
配管	ステンレス	最終洗浄水	有機酸		○			
船槽	ステンレス	最終洗浄水	有機酸			○		
船槽	ステンレス	最終洗浄水	有機酸			○		
船槽	ステンレス	最終洗浄水	有機酸	○				
船槽	ステンレス	最終洗浄水	有機酸	○				
船槽	ステンレス	最終洗浄水	有機酸			○		
船槽	ステンレス	最終洗浄水	有機酸	○				
船槽	ステンレス	最終洗浄水	有機酸			○		
船槽	ステンレス	最終洗浄水	有機酸	○				
船槽	ステンレス	最終洗浄水	アルカリ	○				

配管	ステンレス	最終洗浄水	アルカリ	○				
ポンプストレーナー	ステンレス	最終洗浄水	アルカリ		○			
マニホールド	ステンレス	最終洗浄水	アルカリ		○			
船槽	ステンレス	最終洗浄水	アルカリ		○			
船槽	ステンレス	最終洗浄水	アルカリ		○			
配管	ステンレス	最終洗浄水	アルカリ		○			
ポンプストレーナー	ステンレス	最終洗浄水	アルカリ		○			
マニホールド	ステンレス	最終洗浄水	アルカリ		○			
配管	ステンレス	最終洗浄水	アルカリ		○			
ポンプストレーナー	ステンレス	最終洗浄水	アルカリ		○			
船槽	ステンレス	不明	低級アルコール				○	
配管	ステンレス	不明	低級アルコール				○	
ポンプストレーナー	ステンレス	不明	低級アルコール					○
マニホールド	ステンレス	不明	低級アルコール				○	
船槽	ステンレス	最終洗浄水	高級アルコール	○				
船槽	ステンレス	最終洗浄水	高級アルコール	○				
船槽	ステンレス	最終洗浄水	高級アルコール	○				
船槽	ステンレス	最終洗浄水	高級アルコール	○				
配管	ステンレス	最終洗浄水	高級アルコール	○				
配管	ステンレス	最終洗浄水	高級アルコール	○				
配管	ステンレス	最終洗浄水	高級アルコール	○				
配管	ステンレス	最終洗浄水	高級アルコール	○				
配管	ステンレス	最終洗浄水	高級アルコール	○				
配管	ステンレス	最終洗浄水	高級アルコール	○				
配管	ステンレス	一次洗浄水	高級アルコール			○		
船槽	ステンレス	最終洗浄水	高級アルコール	○				
配管	ステンレス	最終洗浄水	高級アルコール			○		
ポンプストレーナー	ステンレス	最終洗浄水	高級アルコール			○		
配管	ステンレス	—	高級アルコール			○		

船槽	ステンレス	不明	エステル				○	
船槽	ステンレス	最終洗浄水	エステル	○				
船槽	ステンレス	最終洗浄水	エステル				○	
船槽	ステンレス	次積載貨物 1st Foot	エステル	○				
船槽	ステンレス	次積載貨物船 積後	エステル	○				
船槽	ステンレス	不明	グリコール			○		
船槽	ステンレス	最終洗浄水	グリコール	○				
船槽	ステンレス	最終洗浄水	グリコール		○			
船槽	ステンレス	最終洗浄水	グリコール		○			
船槽	ステンレス	最終洗浄水	グリコール		○			
船槽	ステンレス	最終洗浄水	グリコール	○				
船槽	ステンレス	最終洗浄水	芳香族炭化水素	○				
船槽	ステンレス	最終洗浄水	芳香族炭化水素	○				
船槽	ステンレス	最終洗浄水	芳香族炭化水素	○				
船槽	ステンレス	最終洗浄水	芳香族炭化水素	○				
船槽	ステンレス	最終洗浄水	芳香族炭化水素	○				
船槽	ステンレス	最終洗浄水	芳香族炭化水素	○				
船槽	ステンレス	最終洗浄水	芳香族炭化水素	○				
船槽	ステンレス	最終洗浄水	芳香族炭化水素	○				
船槽	ステンレス	最終洗浄水	芳香族炭化水素	○				
船槽	ステンレス	最終洗浄水	芳香族炭化水素	○				
船槽	ステンレス	最終洗浄水	芳香族炭化水素	○				
船槽	ステンレス	最終洗浄水	芳香族炭化水素	○				
船槽	ステンレス	最終洗浄水	芳香族炭化水素	○				
船槽	ステンレス	最終洗浄水	芳香族炭化水素	○				

船槽	ステンレス	最終洗浄水	芳香族炭化水素	○			
船槽	ステンレス	最終洗浄水	芳香族炭化水素	○			
配管	ステンレス	最終洗浄水	芳香族炭化水素	○			
ポンプストレーナー	ステンレス	最終洗浄水	芳香族炭化水素	○			
マニホールド	ステンレス	最終洗浄水	芳香族炭化水素	○			
船槽	ステンレス	最終洗浄水	芳香族炭化水素	○			
船槽	ステンレス	最終洗浄水	芳香族炭化水素	○			
船槽	ステンレス	最終洗浄水	芳香族炭化水素	○			
船槽	エポキシ	最終洗浄水	芳香族炭化水素	○			
船槽	エポキシ	最終洗浄水	芳香族炭化水素	○			
船槽	ステンレス	最終洗浄水	環状ケトン	○			
配管	ステンレス	最終洗浄水	環状ケトン				○
ポンプストレーナー	ステンレス	最終洗浄水	環状ケトン			○	
船槽	ステンレス	最終洗浄水	モノマー	○			
ポンプストレーナー	ステンレス	最終洗浄水	モノマー			○	
不明	ステンレス	最終洗浄水	モノマー			○	
配管	ステンレス	最終洗浄水	モノマー				○
ポンプストレーナー	ステンレス	最終洗浄水	モノマー				○
マニホールド	ステンレス	最終洗浄水	モノマー				○
船槽	ステンレス	最終洗浄水	モノマー		○		
配管	ステンレス	最終洗浄水	モノマー	○			
ポンプストレーナー	ステンレス	最終洗浄水	モノマー		○		
マニホールド	ステンレス	最終洗浄水	モノマー		○		
船槽	ステンレス	最終洗浄水	モノマー	○			
船槽	ステンレス	最終洗浄水	ニトリル			○	
配管	ステンレス	最終洗浄水	ニトリル			○	
ポンプストレーナー	ステンレス	最終洗浄水	ニトリル			○	
マニホールド	ステンレス	最終洗浄水	ニトリル			○	
不明	ステンレス	最終洗浄水	イソシアネート		○		

船槽	ステンレス	最終洗浄水	樹脂油		○			
船槽	ステンレス	最終洗浄水	樹脂油	○				
船槽	ステンレス	最終洗浄水	樹脂油		○			
船槽	ステンレス	最終洗浄水	樹脂油		○			
船槽	ステンレス	最終洗浄水	樹脂油	○				
船槽	ステンレス	最終洗浄水	樹脂油		○			
船槽	ステンレス	最終洗浄水	樹脂油	○				
船槽	ステンレス	最終洗浄水	樹脂油		○			
ポンプストレーナー	ステンレス	最終洗浄水	樹脂油	○				
ポンプストレーナー	ステンレス	最終洗浄水	樹脂油	○				

前荷（分類別）	前荷の種類/洗浄水中の残留濃度毎の検体数（単位：wt ppm）				
	10未満	10～100	100～1000	1000～10000	10000以上
無機酸	0	4	0	0	0
有機酸	5	10	4	0	0
アルカリ	2	9	0	0	0
低級アルコール	0	0	0	3	1
高級アルコール	11	0	4	0	0
エステル	3	0	0	2	0
グリコール	2	4	1	0	0
芳香族炭化水素	25	0	0	0	0
環状ケトン	1	0	0	1	1
モノマー	3	3	2	0	3
ニトリル	0	0	0	4	0
イソシアナート	0	1	0	0	0
樹脂油	5	5	0	0	0
小計	57	36	11	10	5

表② 水溶性および油溶性に関する基礎実験データ

品目	水中へ溶解した 貨物の濃度	油中へ溶解 した水分	試験方法					備考
			水 (ml)	試料 (ml)	攪拌	温度 (℃)	静置時間	
DOP	4 wtppm	0.19 wt%	200	50	無	室温	1日	-
	5 wtppm	0.24 wt%	200	50	無	室温	1週間	-
	5 wtppm	0.33 wt%	200	50	無	室温	2週間	-
	6 wtppm	0.34 wt%	200	50	無	室温	3週間	-
	5 wtppm	0.34 wt%	200	50	無	室温	4週間	-
クメン	34 wtppm	0.04 wt%	200	50	無	室温	1日	-
	34 wtppm	0.04 wt%	200	50	無	室温	1週間	-
	52 wtppm	0.04 wt%	200	50	無	室温	2週間	-
	52 wtppm	0.04 wt%	200	50	無	室温	3週間	-
	52 wtppm	0.04 wt%	200	50	無	室温	4週間	-
パラキシレン	4 wtppm	0.04 wt%	200	50	無	室温	1日	-
	96 wtppm	0.04 wt%	200	50	無	室温	1週間	-
	100 wtppm	0.04 wt%	200	50	無	室温	2週間	-
	102 wtppm	0.04 wt%	200	50	無	室温	3週間	-
メタキシレン	20 wtppm	0.04 wt%	200	50	無	室温	1日	-
	80 wtppm	0.04 wt%	200	50	無	室温	1週間	-
	89 wtppm	0.04 wt%	200	50	無	室温	2週間	-
	91wtppm	0.04 wt%	200	50	無	室温	3週間	-

MIBK	193 wtppm	1.87 wt%	200	50	無	室温	1日	-
	2125 wtppm	1.94 wt%	200	50	無	室温	1週間	-
	3162 wtppm	1.94 wt%	200	50	無	室温	2週間	-
ブチルアクリレート	266 wtppm	0.50 wt%	200	50	無	室温	1日	-
	365 wtppm	0.67 wt%	200	50	無	室温	1週間	-
	464 wtppm	0.68 wt%	200	50	無	室温	2週間	-
ジシクロペンタジエン	13 wtppm	0.02 wt%	200	50	無	室温	1日	-
	14 wtppm	0.02 wt%	200	50	無	室温	1週間	-
ブチルジオキソトール	-	-	200	50	有	室温	-	水と完全に混和
アリルアルコール	-	-	200	50	有	室温	-	水と完全に混和
脂肪族溶剤類	0 wtppm	-	100	50	無	20	1時間	-
	8 wtppm	-	100	50	有	20	1時間	-
	8 wtppm	-	200	50	有	20	1日	-
高級アルコール類	0 wtppm	1.89 wt%	200	50	無	室温	1日	-
	0 wtppm	3.06 wt%	200	50	無	室温	1週間	-
	15 wtppm	3.28 wt%	200	50	無	室温	2週間	-
	15 wtppm	3.28 wt%	200	50	無	室温	3週間	-
	15 wtppm	3.28 wt%	200	50	無	室温	4週間	-

エステル類	191 wtppm	0.53 wt%	200	50	無	室温	1日	-
	193 wtppm	0.56 wt%	200	50	無	室温	1週間	-
	257 wtppm	0.56 wt%	200	50	無	室温	2週間	-
	273 wtppm	0.56 wt%	200	50	無	室温	3週間	-
	278 wtppm	0.56 wt%	200	50	無	室温	4週間	-
脂肪酸類	5 wtppm	0.28 wt%	200	50	無	室温	1日	-
	3 wtppm	0.3 wt%	200	50	無	室温	1週間	-
	4 wtppm	0.31wt%	200	50	無	室温	2週間	-
	5 wtppm	0.31wt%	200	50	無	室温	3週間	-
	5 wtppm	0.31wt%	200	50	無	室温	4週間	-