

# 油タンカー貨物油タンクの塗装性能基準

一般財団法人 日本塗料検査協会  
東支部 検査部 櫻井 剛

## 1. はじめに

海上運輸の増加に伴い海洋汚染が国際問題化する中、船舶に対する各種規則が強化されつつあり、船舶の保守、長寿命化に寄与している防食塗装についても世界基準化が進んでいる。

2006年12月に国際海事機関(IMO)の海上安全委員会(MSC)において、「PERFORMANCE STANDARD FOR PROTECTIVE COATINGS FOR DEDICATED SEAWATER BALLAST TANKS ON ALL NEW SHIPS AND DOUBLE-SIDE SKIN SPACES OF BULK CARRIERS (以下PSPCとする)」が採択された。これにより、新たに建造される船のバラスタタンクに用いられる塗料については、ある一定の基準が設けられた。

また、PSPCにより、船舶に適用される塗料は、国及び各国の船級協会から認定された機関での事前適合性試験に合格することが必須となった。日本では2006年にこの適合性試験が開始され、当協会においては2009年にPSPCの試験機関として各国の船級協会に登録し、バラスタタンク用塗料の認定を行ってきた。

2010年には、さらに「PERFORMANCE STANDARD FOR PROTECTIVE COATINGS FOR CARGO OIL TANKS OF CRUDE OIL TANKERS (以下COTとする)」が制定され、油タンカー貨物油タンクに用いられる塗料についても塗装性能基準が定められた。

これにより、各国では2013年以降の契約船への適用を目指して、適合性試験を行うための試験装置の開発が急務となっている。そこで、当協会は(独)海上技術安全研究所ならびに(社)日本塗料工業会の協力のもと、COTの「GAS-TIGHT CABINET TEST (以下ガス腐食試験とする)」および「IMMERSION TEST (以下浸漬試験とする)」の試験装置を開発した。さらに、バラスタタンク用塗料の適合性試験を実施する機関として認定を受けている国及び各国の船級協会に対して、ガス腐食試験および浸漬試験を実施する機関として順次登録を行っており、世界に先駆けて適合性試験を実施するに至った。現在、第1回目の適合性試験を実施中であるため、本報告では、ガス腐食試験及び浸漬試験の概要ならびに開発した試験装置について解説する。

## 2. 試験板作製

150×100×3mmのプラスト鋼板の両面にショッププライマーを塗装し、1週間養生したのちに、広島県大竹

市にて2ヶ月間屋外暴露試験を行った。屋外暴露試験終了後に試験板を低水圧で洗浄し、試験板表面に残留する塩化物イオンが、NaCl換算で50mg/m<sup>2</sup>以下であることをプレセルパッチ法により確認した。用いた試験基板を表1に、屋外暴露試験の条件を表2に示し、屋外暴露試験の様子を図1に示した。塩化物イオンが残留していないことを確認したのちに、ショッププライマーの上にエポキシジンクプライマーおよびエポキシ樹脂塗料を塗り重ねた。また、試験板の裏面および側面を同等の塗料で被覆し2週間養生したものを試験に供した。塗装仕様を簡単にまとめたものを表3に示す。なお、試験板はガス腐食試験用、浸漬試験用としてそれぞれ2枚ずつの4枚を準備し、その他に比較用の原状試験板としてもう1枚準備した。

表1 試験基板

試験基板の材質	鋼板 SS400
試験基板の寸法	150×100×3mm
試験基板の数	5枚 (ガス腐食試験2枚、浸漬試験2枚、原状試験板1枚)
試験基板の表面処理	ブラスト Sa2 1/2、表面粗度 30~75μm

表2 屋外暴露試験の条件

暴露試験場所	広島県大竹市
暴露期間	2ヶ月 2011年2月15日 ~4月15日
暴露角度	45°

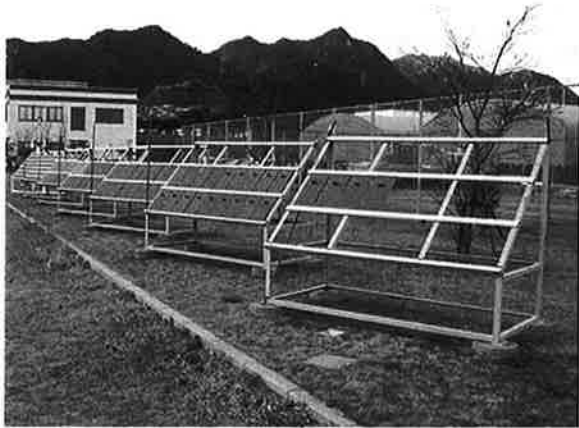


図1 屋外暴露試験の様子

表3 塗装仕様

工程	塗料	塗装間隔
1	シヨップ プライマー	1週間養生後 2ヶ月間暴露
2*1	エポキシジンク プライマー	24時間
3	エポキシ樹脂塗料 (160 $\mu$ m)	24時間
4	エポキシ樹脂塗料 (160 $\mu$ m)	2週間養生後 試験に供する

\*1 エポキシジンクプライマーは塗装しない仕様もある。

### 3. ガス腐食試験

ガス腐食試験は、貨物油タンクの天井面付近の環境を再現した試験である。

#### 3.1 ガス腐食試験方法

MSC.288(87) Annex 2, APPENDIX 1 GAS-TIGHT CABINET TESTにより試験を行う。2枚の試験板について、表4に示す組成のガス雰囲気下に、90日間試験板を暴露する。ガス腐食試験が終了した試験板の表面を水で洗浄し、水気を紙ウエス等で拭き取って乾燥し、24時間以内に膨れおよび錆びの有無を評価する。なお、試験板の周囲5mm以内については評価の対象外とする。判定基準は、膨れおよび錆を認めないこととなっており、2枚の試験板のうち2枚とも基準を満たさなければならない。

表4 ガス腐食試験条件

試験期間	90日	
試験板の数	2枚	
ガス組成	N <sub>2</sub>	83 ± 2 %v/v
	CO <sub>2</sub>	13 ± 2 %v/v
	O <sub>2</sub>	4 ± 1 %v/v
	SO <sub>2</sub>	300 ± 20 ppm
	H <sub>2</sub> S	200 ± 20 ppm
試験槽内温度	60 ± 3 °C	
試験槽内湿度	RH95 ± 5 %	

#### 3.2 ガス腐食試験装置

図2に示すガス腐食試験装置内に、試験板を硬質塩ビ製の試験板立てに垂直に立てて設置した。試験板の設置状況を図3に示す。試験装置内が温度60 ± 3 °C、相対湿度95 ± 5 %の条件で表4に示すガス組成になるようガス濃度を調整し、90日間試験を行った。温湿度およびガス濃度は装置内のセンサーで記録し、常に温湿度およびガスの濃度が規定内になるよう自動で調整するよう設定した。なお、試験は28仕様（計56枚）について実施している。

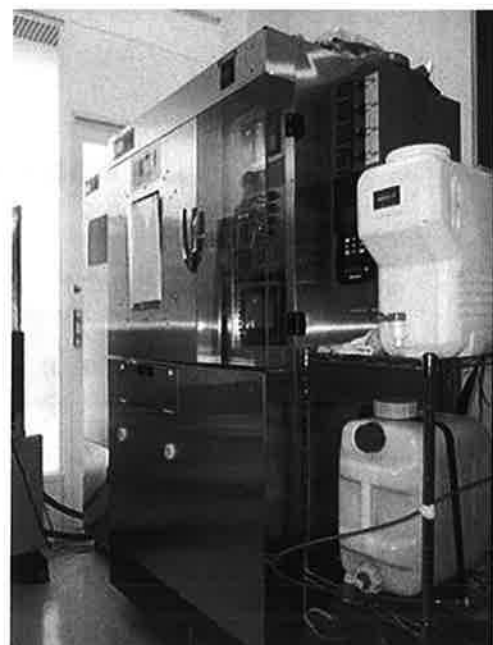


図2 ガス腐食試験装置

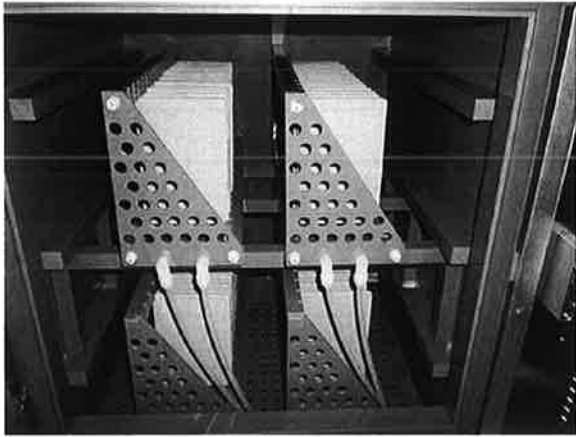


図3 試験板の設置状況

### 3.3 ガス腐食試験装置内の各種ガス濃度の管理

前節で触れたように、試験装置内は常に表4に示した組成となるよう各種ガス濃度を管理、調整を行っている。試験装置を始動してからの温湿度および各種ガス濃度の推移を図4、5に示す。図4、5より、温湿度については、試験装置始動から約2時間で規定範囲内となり、以後安

定していることがわかる。また、各種ガス濃度については、試験装置始動から約10時間で安定化し、それ以降ですべての条件が規定範囲となることがわかった。よって、試験装置を始動してから10時間目を試験の開始時間と定め、そこから90日間を試験期間とした。

## 4. 浸漬試験

浸漬試験は、貨物油タンクの底面付近の環境を再現した試験である。なお、実際のタンク内には原油だけでなく、水（海水）が底面に存在するため、本試験でも同様に人工海水層を意図的に付している。

### 4.1 浸漬試験方法

MSC.288(87) Annex 2, APPENDIX 2 IMMERSION TESTにより試験を行う。2枚の試験板について、表5に示す組成の試験液に、180日間試験板を浸漬する。浸漬試験が終了した試験板の表面をウエスで拭き、24時間以内に膨れおよび錆びの有無を評価する。なお、試験板の周囲5mm以内については評価の対象外とする。判定基準は、膨れおよび錆を認めないこととなっており、2枚の

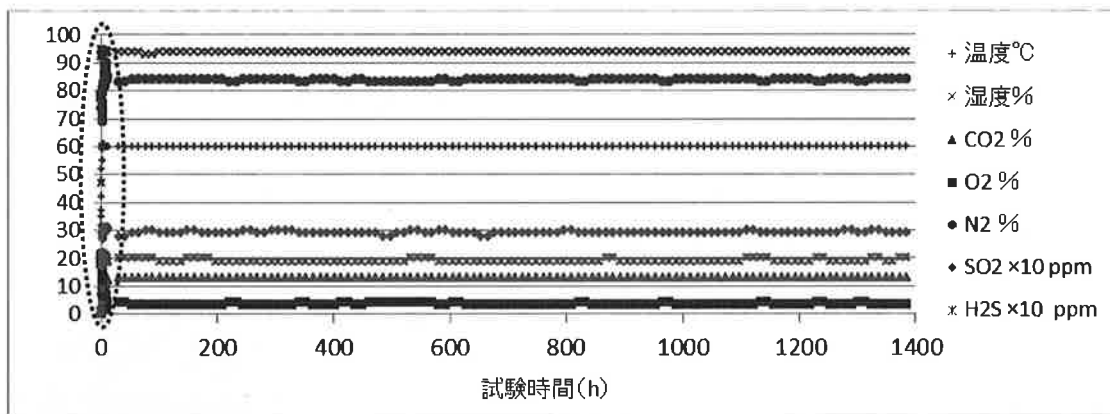


図4 試験装置内の温湿度および各種ガス濃度の推移

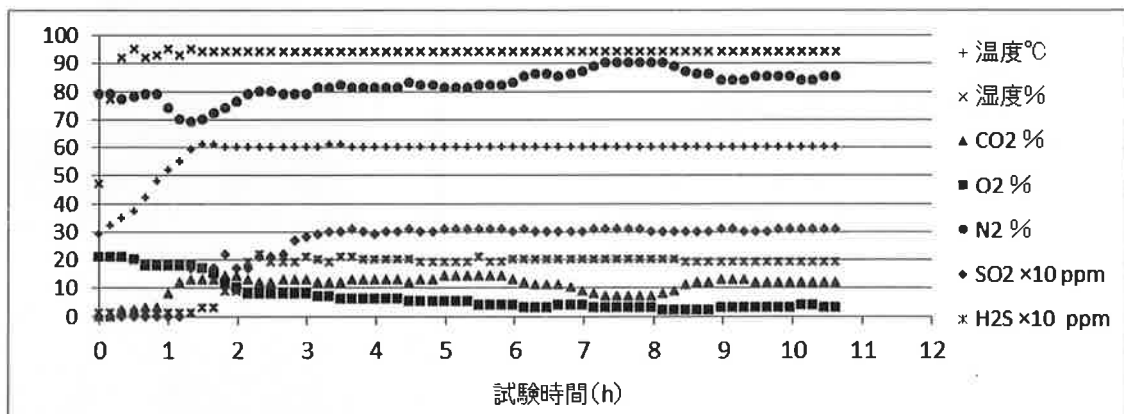


図5 試験装置内の温湿度および各種ガス濃度の推移（初期の12時間）

試験板のうち2枚とも基準を満たさなければならない。

#### 4.2 浸漬試験装置

試験板は図6に示すようにテフロン製の試験板立てに垂直に立て、図7に示す内面がテフロンコーティングされたステンレス製の浸漬容器内に設置した。1つの浸漬容器には16枚の試験板しか設置できないため、今回の試験では浸漬容器を4つ準備した。浸漬容器内は表5に示す試験液が高さ400mmとなるように満たし、試験板の下約20mmの部分に人工海水層に浸るようにし、20mmより上は重油層になるよう試験液の量を調整した。4つの浸漬容器を図8に示す大型浴槽内に設置し、浸漬容器内の試験液が $60 \pm 2^\circ\text{C}$ となるように湯温を設定した。各浸漬容器内には熱伝対を設置し、下層の人工海水層および上層の重油層の温度を管理した。大型浴槽に浸漬容器を設置した様子を図9に示す。

表5 浸漬試験条件

試験期間	180日	
試験枚数	2枚	
試験液	重油(LSA)	—
	ナフテン酸	重油の酸価が $2.5 \pm 0.1$ mg となる量を添加
	ベンゼン/トルエン	1/1の混合液を重油に対して $8.0 \pm 0.2\%$ w/w
	人工海水	上記混合液に対し $5.0 \pm 0.2\%$ w/w
	H <sub>2</sub> S	$5 \pm 1$ ppm w/w
試験液温度	$60 \pm 2^\circ\text{C}$	



図6 テフロン製試験板立て



図7 浸漬容器

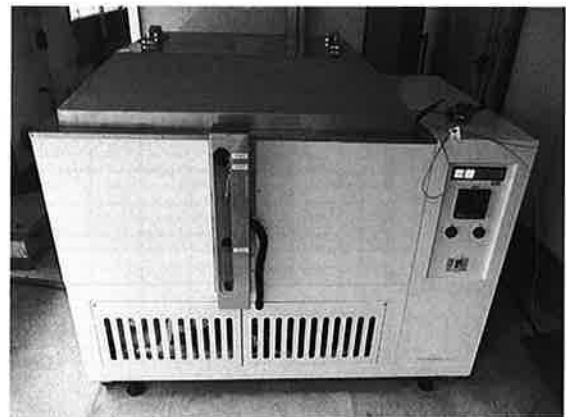


図8 大型浴槽



図9 大型浴槽に浸漬容器を設置した様子

### 4.3 浸漬容器内の温度管理

前節で触れたように、浸漬容器内の試験液温度が  $60 \pm 2^\circ\text{C}$  となるように大型浴槽の湯温を調整し、浸漬容器内の下層の人工海水層および上層の重油層の温度を熱伝対で管理した。試験装置を始動してからの浸漬容器内の温度の推移を図10、11に示す。図10、11より、浸漬容器内の温度は、下層の人工海水層および上層の重油層ともに、試験装置始動から約2時間で規定範囲内となり、4時間以降では安定していることがわかった。よって、試験装置を始動してから4時間目を試験の開始時間と定め、そこから180日間を試験期間とした。

### 5. まとめ

ガス腐食試験では、各種ガス濃度を常に一定に調整することが難しいと予想されたが、当協会で使用した試験装置では図4～5に示したとおり、試験装置の始動後10時間で安定して試験することができた。

また、浸漬試験では人工海水層と重油層という2層の試験液を浸漬容器に満たし、それを大型浴槽でどちらの層も  $60 \pm 2^\circ\text{C}$  の範囲に保つということが難しいのでは

と懸念されたが、図10、11で示したとおり、人工海水層と重油層は4時間以降ではほぼ同じ温度で一定となり、その温度も約  $60 \pm 1^\circ\text{C}$  に保たれていることが確認できた。

ガス腐食試験、浸漬試験とも世界で日本が初めて実施した試験であり、試験装置の選定、試験方法、試験の精度など不安な点が多分にある状態からのスタートであったが、このたびご報告させていただいたように、安定した試験条件で試験を開始することができた。

ガス腐食試験、浸漬試験ともに現在はまだ試験中であるが、2012年の初旬に第1回目の試験が終了する予定である。その際には、国内メーカーの塗料が、油タンカー貨物油タンク用の塗料として世界で初めて認定される見込みである。

### 参考文献

- 財団法人 日本海事協会、IMO 塗装性能基準に関するガイドライン (2010年4月)
- 財団法人 日本海事協会、COT用耐食鋼に関するガイドライン (2010年12月)

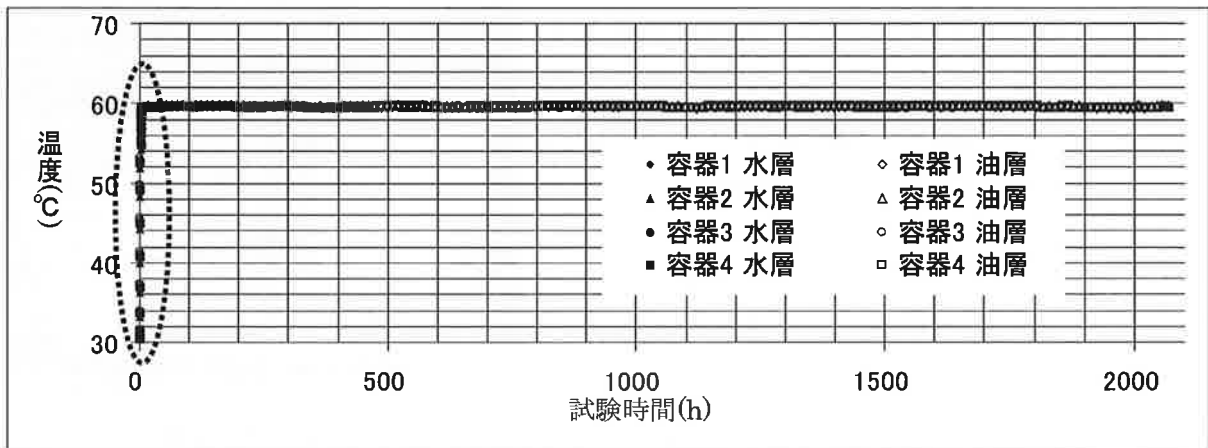


図10 浸漬容器内の温度推移

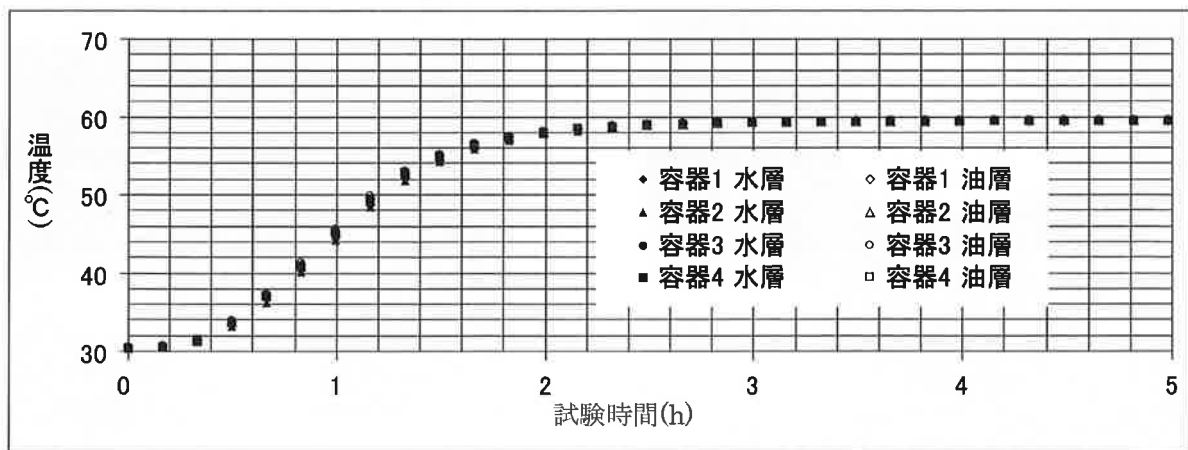


図11 浸漬容器内の温度推移 (初期の5時間)