

屋外貯蔵タンクのコーティングの
耐用年数に関する検討業務

B タンク現地調査結果報告書

目 次

1. 調査概要	1
1. 1 調査目的	1
1. 2 調査日	1
1. 3 開放日、清掃完了日	1
1. 4 調査対象物	1
1. 5 立会者	1
1. 6 調査者	1
1. 7 調査項目	1～2
1. 8 塗装経歴	2～3
1. 9 開放経歴	3
2. 塗膜調査要領	3
2. 1 調査方法	3～4
2. 2 調査機器	4
2. 3 調査位置	4
3. 調査結果	5
3. 1 調査結果概要	5～6
4. まとめ	7

添付資料1 測定データ

添付資料2 記録写真

1. 調査概要

1. 1 調査目的

屋外貯蔵タンクのコーティングの耐用年数の評価に関する検討調査会においてガラスフレーク塗装について400 μ m程度の実機のタンクの内面塗装の実態について調査を行い、経年変化における塗膜状態と塗膜厚の関係を調査し、ガラスフレーク材料の耐用年数（塗膜寿命）を得るための技術資料とする。

1. 2 調査日 平成22年9月27, 28日

1. 3 開放日 平成22年9月 8日
清掃完了日 平成22年9月23日

1. 4 調査対象物 Bタンク
仕様(1)型式：FRT
(2)容量：23,000k ℓ
(3)内径：—
(4)油種：原油
(5)加熱コイル：有り

1. 5 立会者 なし

1. 6 調査者

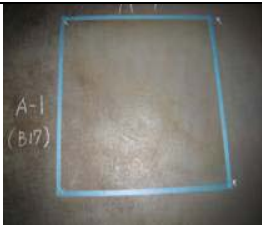
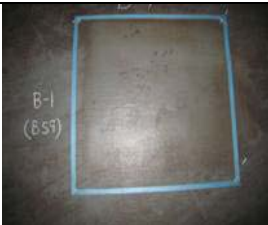
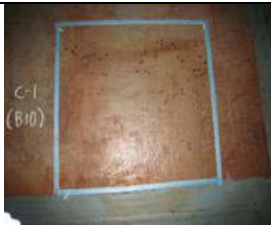
1. 7 調査項目

調査内容は以下の通りとし、タンク建設時からの未補修塗膜を主体に実施。

調査項目	内 容	
(1)外観目視	さび、はがれ、われ、ふくれ、その他について目視検査	・全面
(2)膜厚測定	電磁式デジタル膜厚計にて測定	・未補修健全部 10点/板 ・膨れ区分ABCD※ 各100点
(3)付着力測定	引張試験器(アドヒージョン)にて測定	・未補修部 ・膨れ区分ABCD※ 各2ヶ所各1点
(4)インピーダンス測定	交流インピーダンス(抵抗値、容量値)の測定	・未補修部 ・膨れ区分ABCD※ 各2ヶ所各1点
(5)硬度試験	バーコル硬度計にて測定	・未補修部 ・膨れ区分ABCD※ 各2ヶ所各1点
(6)塗膜下の状態確認	塗膜を剥ぎ取り塗膜下の状態を確認	・未補修部 ・膨れ区分ABCD※ 各2ヶ所各1点

調査項目	内 容	
(7) (6)の塗膜断面、裏面確認	顕微鏡による膜厚測定、裏面観察	・未補修部 ・膨れ区分A B C D※ 各2ヶ所各1点

※膨れ区分

A (0%)	B (～0.1%)	C (～0.3%)	D (0.3%～)
			

1. 8 塗装経歴

塗装経歴、仕様を以下に示す。

経歴		工程	塗料名	標準膜厚 (μm)	特記事項
建設時	1980年11月	素地調整	ブラスト (ISO Sa2.5)	—	なし
		第 1 層	(不飽和ポリエステル樹脂下塗)	50	
		第 2 層	(不飽和ポリエステル樹脂ガラスフレーク)	150	
		第 3 層	(不飽和ポリエステル樹脂ガラスフレーク)	100	
		材料メーカー:C-17 樹脂:ポリエステル系		Min300	
経歴		工程	塗料名	標準膜厚 (μm)	特記事項
第1回開放	1988年 5月	素地調整	ブラスト (ISO Sa2.5)	不明	なし
		第 1 層	(ビニルエステル樹脂下塗塗料)	不明	
		第 2 層	(ビニルエステル樹脂ガラスフレーク)	不明	
		第 3 層	(ビニルエステル樹脂ガラスフレーク)	不明	
		材料メーカー:B-2 樹脂:エポキシ系		不明	
経歴		工程	塗料名	標準膜厚 (μm)	特記事項
第2回開放	1995年 8月	素地調整	ブラスト (ISO Sa2.5)	不明	
		第 1 層	(ビニルエステル樹脂下塗塗料)	不明	
		第 2 層	(ノボラック型 ビニルエステル樹脂ガラスフレーク塗料)	不明	
		第 3 層	(ノボラック型 ビニルエステル樹脂ガラスフレーク塗料)	不明	
		材料メーカー:E-2 樹脂:ノボラック系		不明	

経 歴		工 程	塗 料 名	標準膜厚 (μm)	特記事項
第3回開放	1996年 2月	素地調整	ブラスト (ISO Sa2.5)	不明	底板:当板補修
		第 1 層	(ビニルエステル樹脂下塗塗料)	不明	
		第 2 層	(ノボラック型 ビニルエステル樹脂ガラスフレーク塗料)	不明	
		第 3 層	(ノボラック型 ビニルエステル樹脂ガラスフレーク塗料)	不明	
		材料メーカー:C-11 樹 脂:ノボラック系		Min250	

1. 9 開放経歴

経 歴	時 期	経過年数		オイルイン期間	備 考
		建設より	コーティング		
建設	1980/11	—	—	—	
第1回開放	1988/ 5	約 8年	約 8年	90ヶ月	
第2回開放	1995/ 8	約15年	約15年	87ヶ月	
第3回開放	2003/ 3	約23年	約23年	91ヶ月	底板:当板補修
第4回開放	2010/ 9	約30年	約30年	90ヶ月	今回検査

2. 塗膜調査要領

2. 1 調査方法

1) 目視調査

さび、はがれ、われ、ふくれ、その他について外観観察を行い、発生場所をタンク板割図に記録した。

2) 機器調査

機器調査は、外観状態の異なる塗膜を抽出し、各々の劣化状態に対して塗膜厚測定を詳細に行い、塗膜の劣化状態と膜厚の関係を確認した。

※塗膜劣化状況についてA B C D区分を写真撮影し記録した。

①膜厚測定

未補修部の底板、アニュラ板1枚につき電磁式膜厚計を用いて10点測定、及び劣化の異なる状態2区分(A B)の各0.25㎡につき100点測定し、平均膜厚、最大膜厚、最小膜厚を求めた。

②付着性

参考として、塗膜の付着性を確認するためにアドヒージョン試験にて付着力、破断箇所を測定した。

※接着剤を用いて塗膜にアルミ製の治具を取り付け、周囲の塗膜をカットした後、これを引張試験器を用いて引っ張り、破壊時の強度(MPa)を測定した。

③インピーダンス測定

参考として、塗膜劣化傾向を確認するために抵抗値、容量値を測定した。インピーダンス測定でアルミ箔を貼り付けた箇所の塗膜厚を電磁式膜厚計を用いて1箇所につき10点測定し、平均膜厚、最大膜厚、最小膜厚を求めた。

※塗膜の表面に10cm×10cmのアルミ箔の電極板を導電性の接着剤によって貼り付け、1時間後に塗膜の交流インピーダンス(抵抗値、容量値)を測定した。

④硬度測定

参考として、塗膜の硬度を確認するためにバーコルインプレッサーにて3点測定し、平均値を求めた。

注) 調査対象部位については、現地にて調査関係者協議の上決定した。

3) 塗膜下の状態観察

未補修塗膜のうち、健全部とふくれ発生部について塗膜下の状態を確認した。

※劣化の異なる状態4区分(A B C D)を各々10cm×10cmで塗膜を剥ぎ取り、観察を行った。

4) 塗膜断面の膜厚測定

未補修塗膜のうち、健全部とふくれ発生部について塗膜断面から各層の膜厚を測定した。

※劣化の異なる状態4区分(A B C D)の塗膜片断面を顕微鏡にて写真撮影を行い膜厚を測定した。サンプル塗膜片は、塗膜下観察時に採取した。

2. 2 調査機器

1) 外観目視

デジタルカメラ

2) 膜厚測定

電磁式デジタル膜厚計(サンコウ電子研究所 CTR-2000Ⅱ)

〃 (ケット科学研究所 LZ-900J)

3) 付着力試験

引張試験器(エルコメーター モデル106)、アルミ製治具、瞬間接着剤

充電式ドリルドライバー(松下電工 EZT103)

4) インピーダンス測定

インピーダンスメーター(三田無線研究所 D-55)

アルミ箔(10cm×10cm)、導電ペースト(3%NaCl溶液+増粘剤)

5) 硬度試験

バーコル硬度計(GYZJ934-1)

6) 塗膜下観察

ハンマー、ノミ

7) 塗膜断面測定

マイクロスコープ顕微鏡

2. 3 調査位置

測定箇所の詳細を「調査位置図」に示す。

3. 調査結果

3. 1 調査結果概要

1) 外観目視（「タンク底板コーティング目視調査図」参照）

目視検査では、底板部の広範囲に膨れが発生している。膨れの発生は補強塗装と思われる上塗の薄い塗膜（100 μ m程度）である。殆どの膨れ発生部は旧塗膜と上塗（グリーン色）間で発生している。

補強塗膜を除去すると、健全な旧塗膜が現われ、膨れは下地まで達していないことを確認した。

既存塗膜は建設時の塗膜で、第1回、第2回開放時は溶接部の補修塗装が行われ、第3回開放時に補強塗装が行われている。建設時に施工したガラスフレーク塗料は、約23年は補強塗装のない状態で経過したことになる。しかし、使用された塗料系（C-17）はポリエステル系の樹脂である。

2) 膜厚測定（「タンク塗膜厚測定記録」「膨れ発生状態区分膜厚測定記録表」参照）

底板65枚、アニュラ板33枚の合計98枚で、建設時に施工され第3回開放時に補強された未補修部分について塗膜厚を板1枚当たり10点測定し、平均値、最大値、最小値を確認した。結果、タンク全面の平均値909 μ m、最大値1111 μ m、最小値656 μ mであった。

また、底板部の平均値890 μ m、最大値1073 μ m、最小値681であり、アニュラ板部の平均値946 μ m、最大値1111 μ m、最小値656 μ mであった。

膨れ発生4区分（A B C D）の膜厚を各0.25 m^2 につき100点測定した結果、Aの平均値766 μ m、871 μ m、Bの平均値986 μ m、705 μ m、Cの平均値930 μ m、700 μ m、Dの平均値834 μ m、996 μ mであった。

3) 付着力試験（「付着性試験記録表」参照）

膨れ発生程度の異なる区分A B C Dについての付着力を測定した結果、底板の健全部Aは2.5 MPa、4.0 MPaで旧塗膜と補修塗膜からの破壊であった。また、B-1の底板部では6.2 MPaで、40%が旧塗膜の凝集破壊であり、旧塗膜の付着性は高い値を示している。

区分C Dについても補修塗膜と旧塗膜間の破断であった。

4) インピーダンス測定（「インピーダンス測定における抵抗値、容量値の周波数特性」参照）

区分A B C D共に抵抗値、容量値は健全な値であった。

5) 硬度試験（「硬度試験記録表」参照）

区分A B C Dの測定位置でバーコル硬度（GYZJ934-1）は、30～38と若干低い値であるが、健全部と膨れ部の差は殆どない値を示している。

6) 塗膜下観察（「塗膜下の状況写真」参照）

A-1、A-2、B-1、C-2、D-1、D-2は、塗膜下については水分透過等殆どなく異常ない状況である。膨れは補強塗膜で発生し、素地までの水分の透過は見られない状態であった。

B-2の膨れ部は塗膜下に水分の浸透が認められ、 ϕ 20mm程度の黒錆が認められた。

区分C Dについても、塗膜下に水分の浸透が殆どない状態であり、素地に達しない膨れであった。

7) 塗膜断面測定（「膨れ発生状態区分断面・裏面写真」参照）

区分A－1の健全部は、トータル膜厚752 μm であり、旧塗膜は685 μm で補修膜厚は67 μm 塗着していた。A－2はトータル膜厚523 μm であり、補修膜厚は採取時に補修塗膜が剥がれたため測定はできなかった。裏面には僅かに黒錆が確認される。

区分B－1はトータル膜厚902 μm であり、旧塗膜は821 μm で補修膜厚は81 μm 塗着していた。B－2はトータル膜厚696 μm であり、旧塗膜は504 μm で補修膜厚は117 μm 塗着していた。B－1裏面には黒錆が確認される。

区分C－1はトータル膜厚1252 μm であり、旧塗膜は1152 μm で補修膜厚は100 μm 塗着していた。C－2はトータル膜厚752 μm であり、旧塗膜は579 μm で補修膜厚は173 μm 塗着していた。C裏面には黒錆が確認される。

区分D－1はトータル膜厚767 μm であり、旧塗膜は600 μm で補修膜厚は167 μm 塗着していた。D－2はトータル膜厚840 μm であり、旧塗膜は669 μm で補修膜厚は171 μm 塗着していた。D裏面には僅かに黒錆が確認される。

どの区分にも補修塗膜があり、補修塗膜厚は67～173 μm で旧塗膜は504～1152 μm であった。

4. まとめ

- 1) 本タンクは、建設時に施工されたもので約30年が経過している。塗膜断面から判断すると、第1回、第2回開放時は溶接部の剥離・復旧が行われ、第3回開放（2003年）時に補強塗装が行われたと思われる。復旧塗装は溶接部に行われ、底板は約23年間はそのままの状態で使用されたことになる。

しかし、使用塗料は不飽和ポリエステル樹脂系の塗料であることが判明した（塗装履歴参照）。

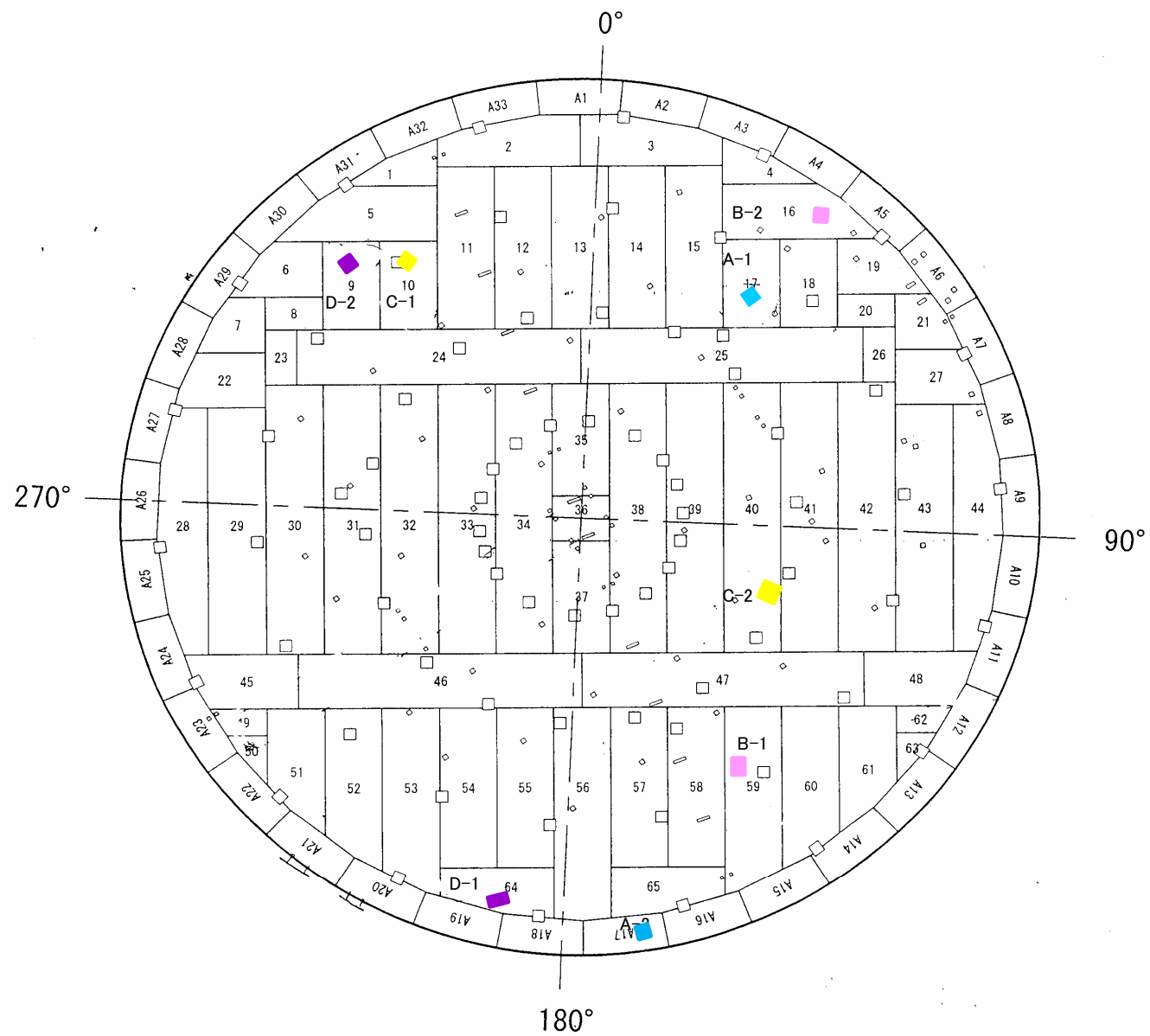
- 2) 底板の塗膜厚は平均で約900 μm であるが、補修塗膜厚が約100～200 μm 程度あるので、旧塗膜の膜厚は700～800 μm であることが推測できる。
- 3) 底板健全部については、インピーダンス測定、付着性、硬度測定においても劣化傾向は見られない状態である。

添付資料－ 1

測定データ

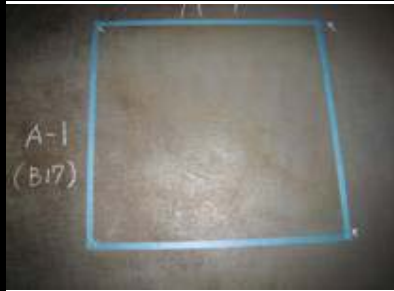
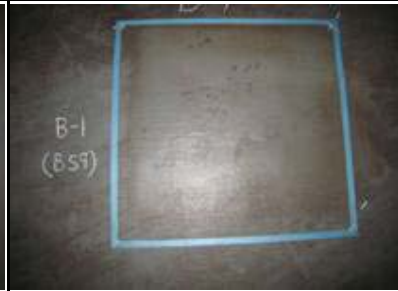
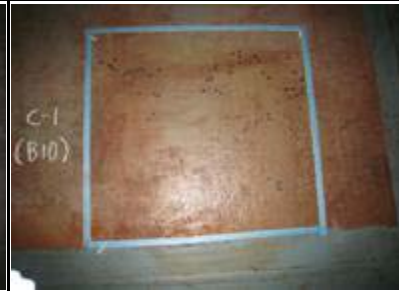
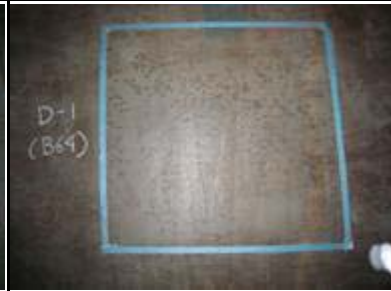
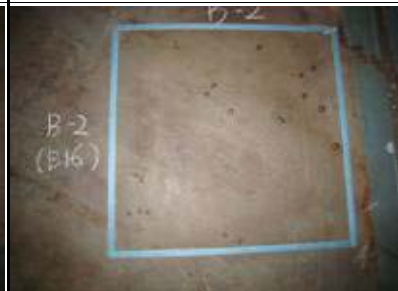
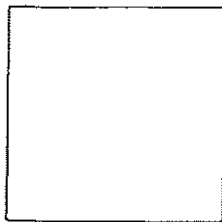
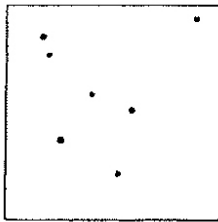
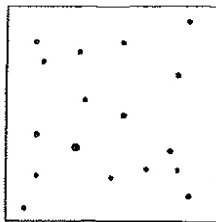
調査位置図・・・・・・・・・・・・・・・・	P 1
膨れ発生状態区分写真・・・・・・・・	P 2
各開放後の機器測定記録表・・・・・・・・	P 3
タンク底板コーティング目視調査図・・・・・・・・	P 5
タンク塗膜厚測定記録・・・・・・・・	P 6
膨れ発生状態区分膜厚測定記録表・・・・・・・・	P 15
付着性試験記録表・・・・・・・・	P 17
インピーダンス測定における抵抗値、容量値の周波数特性・・・	P 18
インピーダンス測定箇所膜厚測定記録表・・・・・・・・	P 20
硬度試験記録表・・・・・・・・	P 21
塗膜下(10cm×10cm)の状況写真・・・・・・・・	P 22
膨れ発生状態区分断面・裏面写真・・・・・・・・	P 26

調査位置図



膨れ発生状態区分写真

未補修部

未補修部				
底板・ アニ ユラ 板	A-1 膨れ 0%(健全部) (板No.17)	B-1 膨れ ~0.1% (板No.59)	C-1 膨れ ~0.3% (板No.10)	D-1 膨れ 0.3%~ (板No.64)
				
	A-2 膨れ 0%(健全部) (板No.A17)	B-2 膨れ ~0.1% (板No.16)	C-2 膨れ ~0.3% (板No.62)	D-2 膨れ ~17% (板No.9)
				
錆判定標準図(参考)	10(0%)  8(0.1%)  7(0.3%) 			
ASTM-D6102/SSPC-Vis2				

記録年月日 2010年9月27、28日

各開放後の機器測定記録表

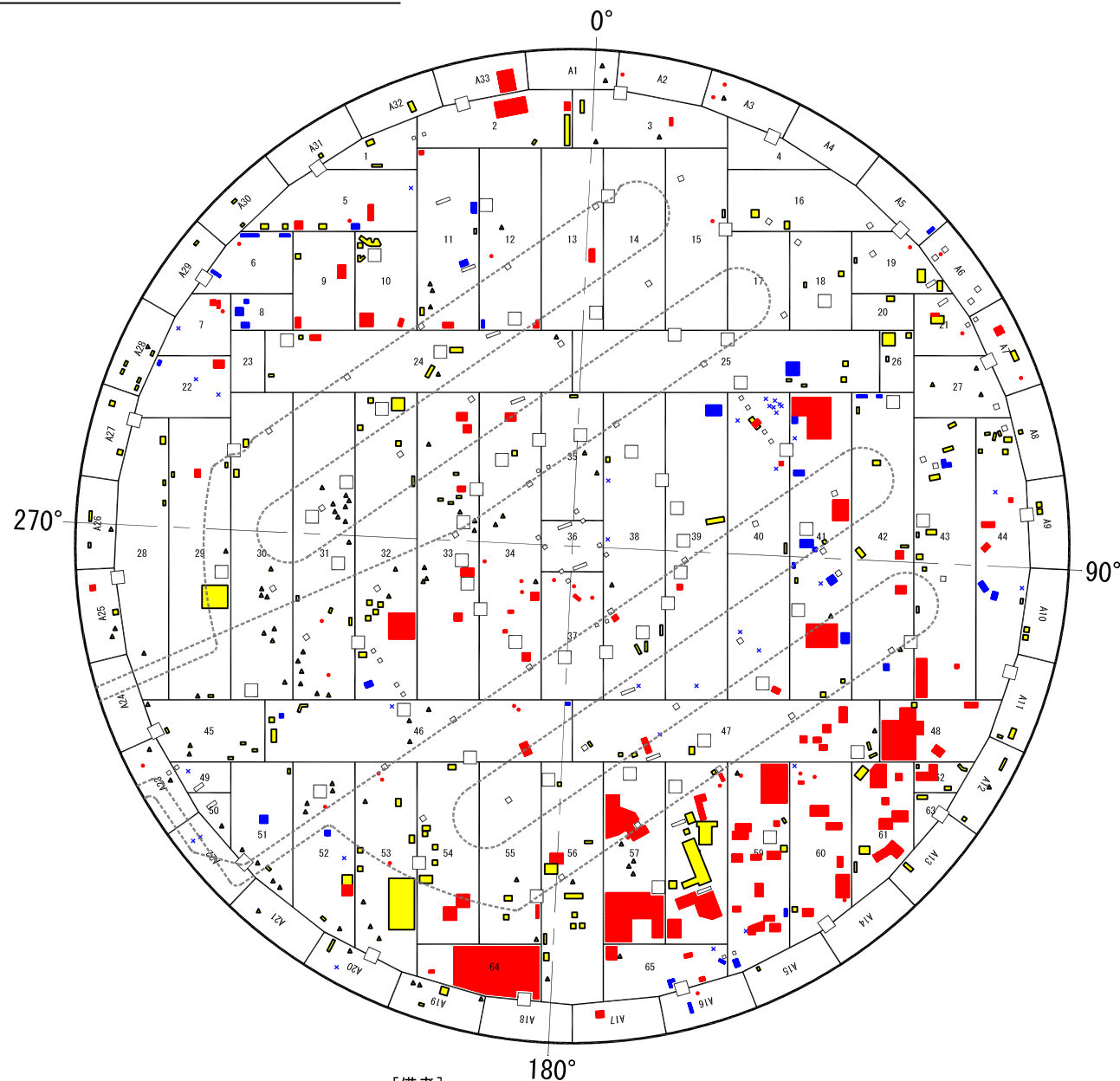
部 位 ケース				100点膜厚測定			塗膜下	塗膜断面・裏面		付着性		硬度
				平均 (μ m)	最大 (μ m)	最小 (μ m)	膨れ下 状態	顕微鏡測定 (μ m)	裏面状態	(Mpa)	破断箇所	3点平均
底 板	未補修部	A 膨れ 0%	A-1 板No.17	766	1054	490	異状なし	752 (旧膜685)	極一部 黒錆	2.5	旧塗膜と補修膜 の層間100%	38
			A-2 板No.A17	871	1241	591	〃	523	極一部 黒錆	3.8	旧塗膜と補修膜 の層間100%	33
		B 膨れ ～0.1%	B-1 板No.59	986	1745	609	〃	902 (旧膜821)	黒錆	6.2	旧塗膜と補修膜 の層間60% 旧塗膜凝集40%	30
			B-2 板No.16	705	1066	475	膨れ部下に黒錆	696 (旧膜504)	極一部 黒錆	0.7	旧塗膜と補修膜 の層間100%	36
		C 膨れ ～0. 3%	C-1 板No.10	930	1423	524	異状なし	1252 (旧膜1152)	黒錆	1.2	旧塗膜と補修膜 の層間100%	35
			C-2 板No.62	700	1003	466	〃	752 (旧膜579)	黒錆	1.2	旧塗膜と補修膜 の層間100%	38
		D 膨れ 0.3%～	D-1 板No.64	834	1249	604	〃	767 (旧膜600)	黒錆	0.8	旧塗膜と補修膜 の層間100%	30
			D-2 板No.9	996	1469	667	〃	840 (旧膜669)	極一部 黒錆	0.6	旧塗膜と補修膜 の層間100%	33

記録年月日 2010年9月27、28日

各開放後の機器測定記録表

項目 部 位 ケース				インピーダンス測定(100cm ²) 25℃、80%								
				膜厚(10cm×10cm、10点)			抵抗値(×10 ⁶ Ω)			容量値(×10 ⁻³ μF)		
				平均(μm)	最大(μm)	最小(μm)	200Hz	500Hz	1000Hz	200Hz	500Hz	1000Hz
底板	未補修部	A 膨れ 0%	A-1 板No.17	829	930	760	1.92	1.00	0.59	1.14	0.95	0.83
			A-2 板No.A17	713	807	671	1.85	1.06	0.68	1.21	1.03	0.93
		B 膨れ ～0.1%	B-1 板No.59	899	1217	695	2.50	1.37	0.86	0.95	0.81	0.73
			B-2 板No.16	696	814	589	1.70	0.94	0.56	1.25	1.06	0.94
		C 膨れ ～0.3%	C-1 板No.10	756	942	615	2.33	1.22	0.72	1.21	1.05	0.96
			C-2 板No.62	662	850	522	1.64	0.94	0.60	1.40	1.20	1.09
		D 膨れ 0.3%～	D-1 板No.64	826	877	744	2.63	1.41	0.87	1.09	0.95	0.80
			D-2 板No.9	1159	1346	935	2.94	1.54	0.91	0.83	0.71	0.63

タンク底板コーティング目視調査図



- 塗膜欠陥箇所
- フクレ箇所
 - ▲ ハガレ箇所
 - ▼ ワレ箇所
 - × キズ箇所
- 連続部 不連続部
- ★ 計器検査箇所

[備考]

- ・ 欠陥率(補修率)=塗膜欠陥面積(補修面積)÷底板総面積(1052㎡)
- ・ 塗膜欠陥面積の内、() 数値は膨れ面積の数値を示す
- ・ 内側板立上り(ふくれ、傷、剥離)については、作図より除外
- ・ 塗膜欠陥面積算出式

連続部 : 塗膜欠陥集中範囲(W×L×箇所数)

不連続部 : 100mm×100mm×箇所数

建設		
建設時期	1980年11月	
ジョブプライマー	不明	
補修塗装仕様 〔C-17〕	素地調整	不明
	プライマー	不飽和ポリエステル樹脂下塗
	中塗	不飽和ポリエステル樹脂GF
上塗	不飽和ポリエステル樹脂GF	
	備考	
第1回開放		
開放時期	1988年5月	
補修塗装仕様 〔B-2〕	素地調整	ブラスト
	プライマー	ビニルエステル樹脂下塗
	中塗	ビニルエステル樹脂ガラスフレーク
上塗	ビニルエステル樹脂ガラスフレーク	
	備考	
補修塗装面積	無し	
補修率		
オイルイン期間	約90ヶ月	
補強塗装の有無	不明	
備考		
第2回開放		
開放時期	1995年8月	
補修塗装仕様 〔E-2〕	素地調整	ブラスト
	プライマー	ビニルエステル樹脂下塗
	中塗	ノボラック型ビニルエステル樹脂GF
上塗	ノボラック型ビニルエステル樹脂GF	
	備考	
補修塗装面積	不明	
補修率	不明	
オイルイン期間	約87ヶ月	
補強塗装の有無	不明	
備考		
第3回開放		
開放時期	2003年3月	
補修塗装仕様 〔C-11〕	素地調整	ブラスト
	プライマー	ビニルエステル樹脂下塗
	中塗	ノボラック型ビニルエステル樹脂GF
上塗	ノボラック型ビニルエステル樹脂GF	
	備考	
補修塗装面積	不明	
補修率	不明	
オイルイン期間	約91ヶ月	
補強塗装の有無	無	
備考	床板：当板補修	
第4回開放		
調査時期	2010年9月	
塗膜欠陥面積	42.987㎡(26.375㎡)	
欠陥率	底板：2.712% 7mm板0.698%	
オイルイン期間	約90ヶ月	
補強塗装の有無	不明	
備考		

基地区分		
タンクNo.	Bタンク	
タンク概要	容量	25,000kl
	形状	φ38,740

タンク塗膜厚測定記録

部位	板No.	測定値(μm)										平均Xi (μm)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
ア ニ ユ ラ 板	A 1	1117	839	830	928	894	734	1003	1455	826	949	957.5
	A 2	746	1177	828	880	1157	1365	724	881	841	699	929.8
	A 3	926	746	754	833	799	665	751	661	758	874	776.7
	A 4	840	693	982	1039	851	720	763	646	710	1054	829.8
	A 5	910	538	583	643	679	622	438	782	647	713	655.5
	A 6	939	791	1143	928	812	570	1008	873	1272	617	895.3
	A 7	774	735	606	1086	794	895	1056	587	989	1090	861.2
	A 8	1128	869	696	856	780	931	856	1121	1168	1055	946.0
	A 9	866	952	803	843	966	1049	1130	1249	1048	1076	998.2
	A10	895	846	749	744	807	1119	1028	1156	876	959	917.9
	A11	893	1045	1041	1034	1059	918	802	962	589	960	930.3
	A12	907	1125	807	1238	855	863	1189	904	922	888	969.8
	A13	1084	962	910	885	804	807	829	959	837	992	906.9
	A14	774	939	788	856	886	768	1269	1014	925	943	916.2
	A15	1289	1108	1078	1055	835	1251	846	962	1125	1200	1074.9
	A16	854	1076	1169	897	687	911	763	775	1102	812	904.6
	A17	866	831	920	930	1190	768	1089	644	1000	1075	931.3
	A18	889	1143	1183	1015	1045	1270	1152	896	904	1115	1061.2
	A19	1130	1054	1095	1034	915	769	931	1381	973	1076	1035.8
	A20	856	1141	1277	1269	662	820	1095	1195	1393	768	1047.6
	A21	1173	1265	1448	839	1104	914	948	1495	1061	858	1110.5
	A22	908	799	893	1362	1172	872	861	1011	779	912	956.9
	A23	1136	838	871	1140	943	976	1051	981	1413	922	1027.1
	A24	764	1074	1026	964	1132	1199	885	936	949	842	977.1
	A25	923	828	888	750	991	1126	1114	942	1022	1097	968.1
	A26	1024	1138	894	902	986	1022	850	1039	804	1114	977.3
	A27	987	748	1116	1059	1011	1162	980	930	846	904	974.3
	A28	1021	930	917	1009	1073	984	899	1061	1014	1388	1029.6
	A29	923	816	1489	780	826	817	948	1234	806	976	961.5
	A30	887	865	852	973	1063	833	1011	1000	794	779	905.7
	A31	1085	747	799	741	1238	786	846	924	938	1042	914.6
	A32	784	945	676	943	907	847	1164	772	1190	881	910.9
	A33	1104	917	924	951	836	850	969	1076	1081	758	946.6

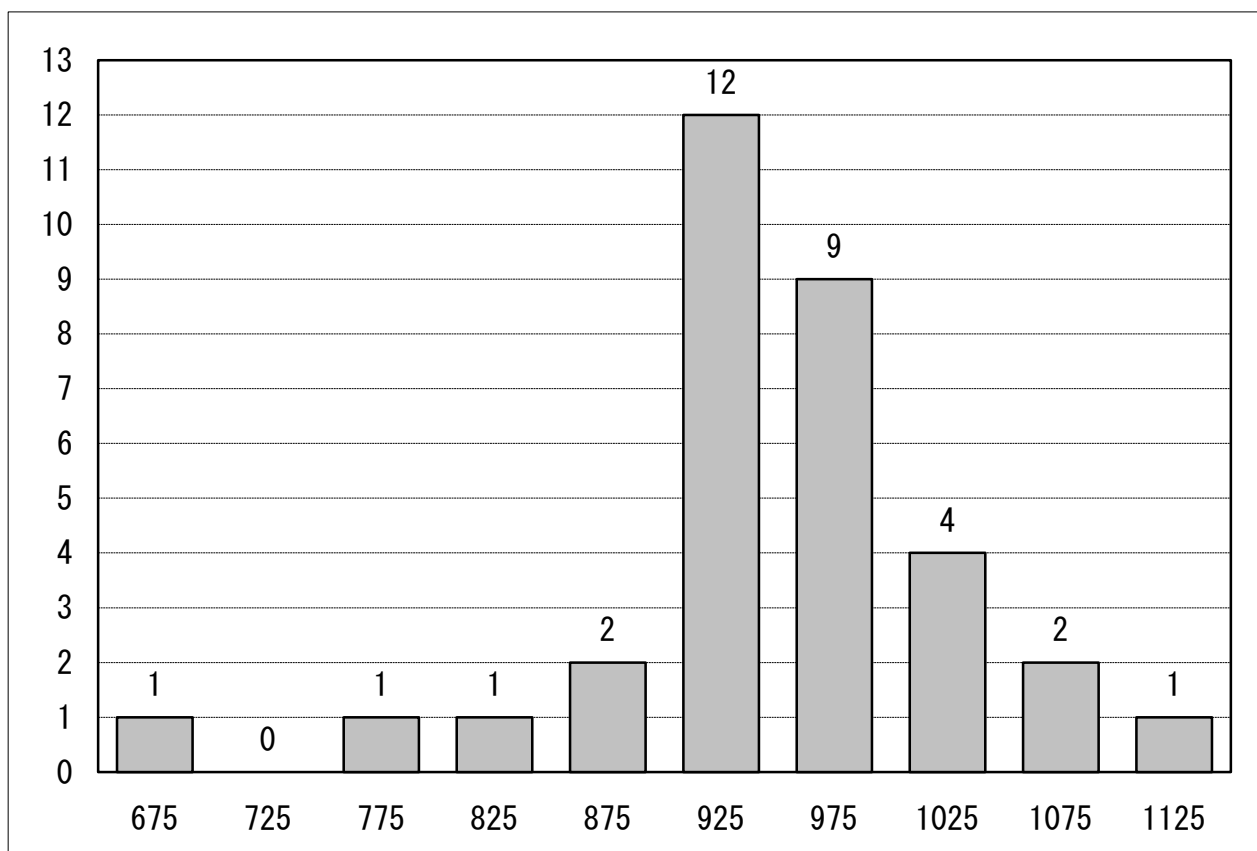
部位	板No.	測定値(μm)										平均 X i (μm)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
底板	1	1329	736	716	1103	773	1188	809	719	774	995	914.2
	2	658	1193	878	669	737	752	634	713	848	610	769.2
	3	687	778	877	784	677	776	745	796	879	609	760.8
	4	689	742	721	742	896	675	1032	889	739	715	784.0
	5	739	1150	1153	630	525	1082	877	726	965	914	876.1
	6	871	863	1125	1025	862	891	743	1234	923	872	940.9
	7	879	743	913	849	890	835	1023	1012	717	923	878.4
	8	1004	689	1218	884	1010	1012	882	1033	1152	871	975.5
	9	958	999	1224	851	990	883	1129	1160	1245	929	1036.8
	10	857	806	1017	798	738	758	717	1003	741	870	830.5
	11	1152	1029	693	955	851	848	1193	963	1043	823	955.0
	12	752	990	514	742	896	693	851	667	808	753	766.6
	13	890	977	941	1003	874	1160	1103	1177	1036	904	1006.5
	14	760	768	851	900	890	809	956	695	935	1136	870.0
	15	608	824	747	732	653	782	669	758	748	693	721.4
	16	827	719	847	662	645	1040	653	749	1131	769	804.2
	17	650	936	704	568	682	743	785	758	721	793	734.0
	18	643	633	698	1320	853	767	538	652	727	667	749.8
	19	742	557	557	603	1031	658	662	681	607	711	680.9
	20	793	849	610	741	1057	608	686	1032	617	680	767.3
	21	886	686	708	1020	870	1095	717	942	725	707	835.6
	22	944	1123	1011	863	1143	1194	1054	1160	872	954	1031.8
	23	827	960	1137	909	1009	917	933	940	1036	919	958.7
	24	996	1008	1057	1252	800	1272	843	1249	1098	1152	1072.7
	25	777	889	821	1021	1207	950	785	791	704	788	873.3
	26	806	572	619	906	777	797	881	733	643	965	769.9
	27	637	781	755	1008	857	968	749	798	867	942	836.2
	28	1091	1106	849	766	715	836	896	878	779	1153	906.9
	29	1087	1132	1228	987	896	937	1210	1114	820	1099	1051.0
	30	879	946	861	1048	787	760	727	816	830	1033	868.7
	31	871	701	1075	746	850	1046	737	640	1052	1113	883.1
	32	869	922	885	755	766	1009	805	750	1241	981	898.3
	33	792	748	854	856	951	846	859	758	728	808	820.0
	34	883	860	801	1030	956	679	827	944	671	1019	867.0
	35	902	924	1153	897	924	843	938	1063	631	697	897.2
	36	978	948	1004	1221	1353	937	944	960	1088	991	1042.4
	37	1099	757	907	844	1337	817	874	798	751	696	888.0
	38	830	1077	1238	631	948	939	666	790	1132	851	910.2
	39	720	549	922	1049	569	1072	992	1227	580	971	865.1
	40	1004	1015	873	842	800	1185	887	668	967	1109	935.0
	41	745	425	854	1144	1172	1079	775	716	722	749	838.1

部位	板No.	測定値(μm)										平均 X i (μm)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
底板	42	904	738	1036	866	949	785	632	861	779	1012	856.2
	43	960	832	733	459	739	1100	1039	900	907	733	840.2
	44	1061	918	939	1026	1116	1072	972	1077	1085	751	1001.7
	45	927	837	882	868	1144	1044	1098	883	881	787	935.1
	46	823	1001	1015	762	896	959	1309	967	804	1032	956.8
	47	994	713	784	1071	1136	1146	1161	1230	993	940	1016.8
	48	869	1124	1017	784	717	1239	786	1153	845	998	953.2
	49	691	884	1272	735	824	811	838	1013	776	790	863.4
	50	790	1198	984	943	692	878	768	923	915	895	898.6
	51	821	1001	821	1120	916	791	958	886	949	954	921.7
	52	825	925	1024	594	963	916	1203	962	891	822	912.5
	53	693	805	1141	1286	1015	1193	1469	800	781	763	994.6
	54	752	786	1126	945	833	954	826	965	628	798	861.3
	55	1000	859	949	816	922	1109	1216	871	818	1277	983.7
	56	1050	667	1108	1027	822	918	951	1122	952	1066	968.3
	57	1181	856	875	836	654	571	1013	868	734	846	843.4
	58	814	916	935	1049	850	770	861	1320	784	555	885.4
	59	1049	797	1096	963	1006	1175	1114	1182	1232	872	1048.6
	60	779	990	1033	912	921	906	979	752	727	631	863.0
	61	877	885	879	737	894	904	1028	897	1028	679	880.8
	62	858	1012	671	816	994	970	708	703	1010	633	837.5
	63	793	736	797	755	835	656	673	1141	998	766	815.0
	64	1124	1140	824	848	951	916	835	984	1115	1228	996.5
	65	867	727	745	1213	666	852	1038	636	692	806	824.2

アニュラ板

平均値	=	945.7
最大値	=	1110.5
最小値	=	655.5
標準偏差	=	85.59

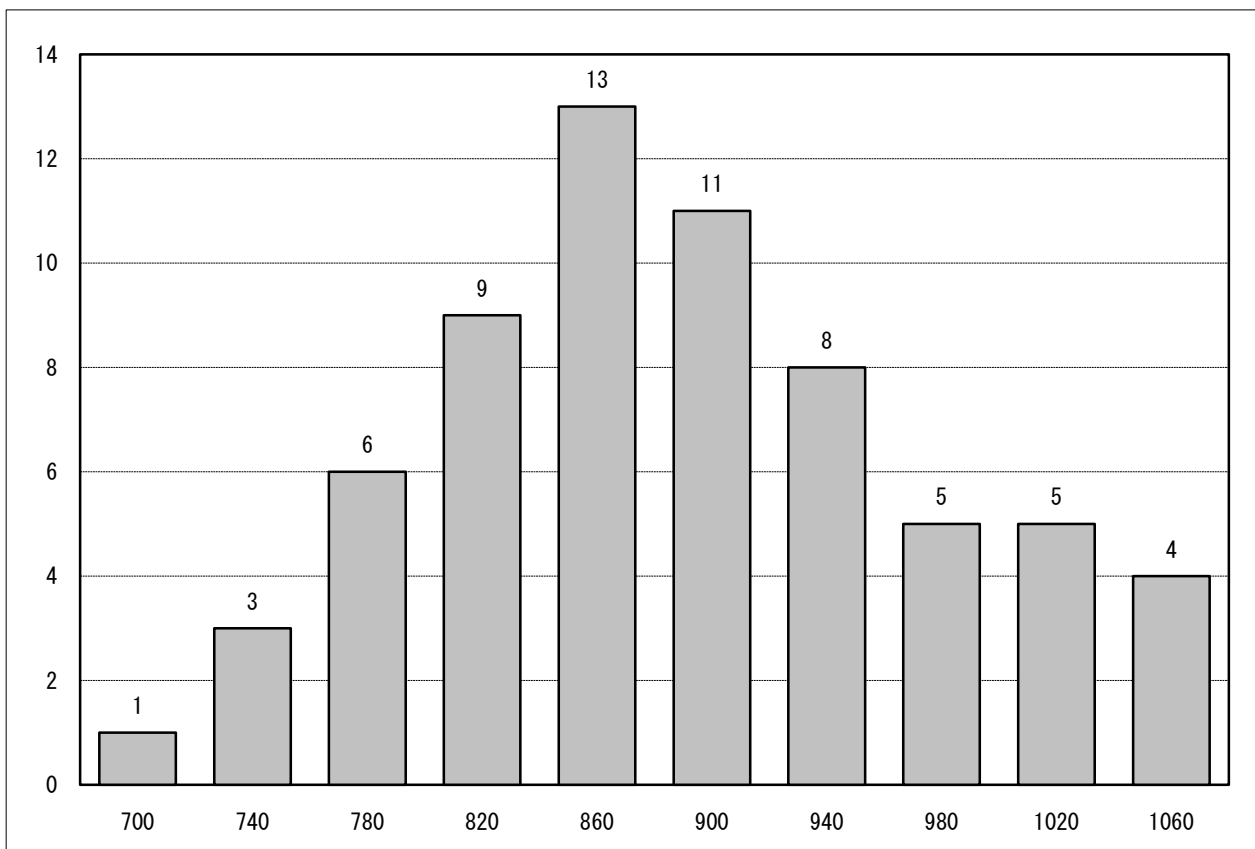
膜厚のクラス	中央値	度数
650 ～ 700	675	1
700 ～ 750	725	0
750 ～ 800	775	1
800 ～ 850	825	1
850 ～ 900	875	2
900 ～ 950	925	12
950 ～ 1000	975	9
1000 ～ 1050	1025	4
1050 ～ 1100	1075	2
1100 ～ 1150	1125	1



底板

平均値	=	889.7
最大値	=	1072.7
最小値	=	680.9
標準偏差	=	88.95

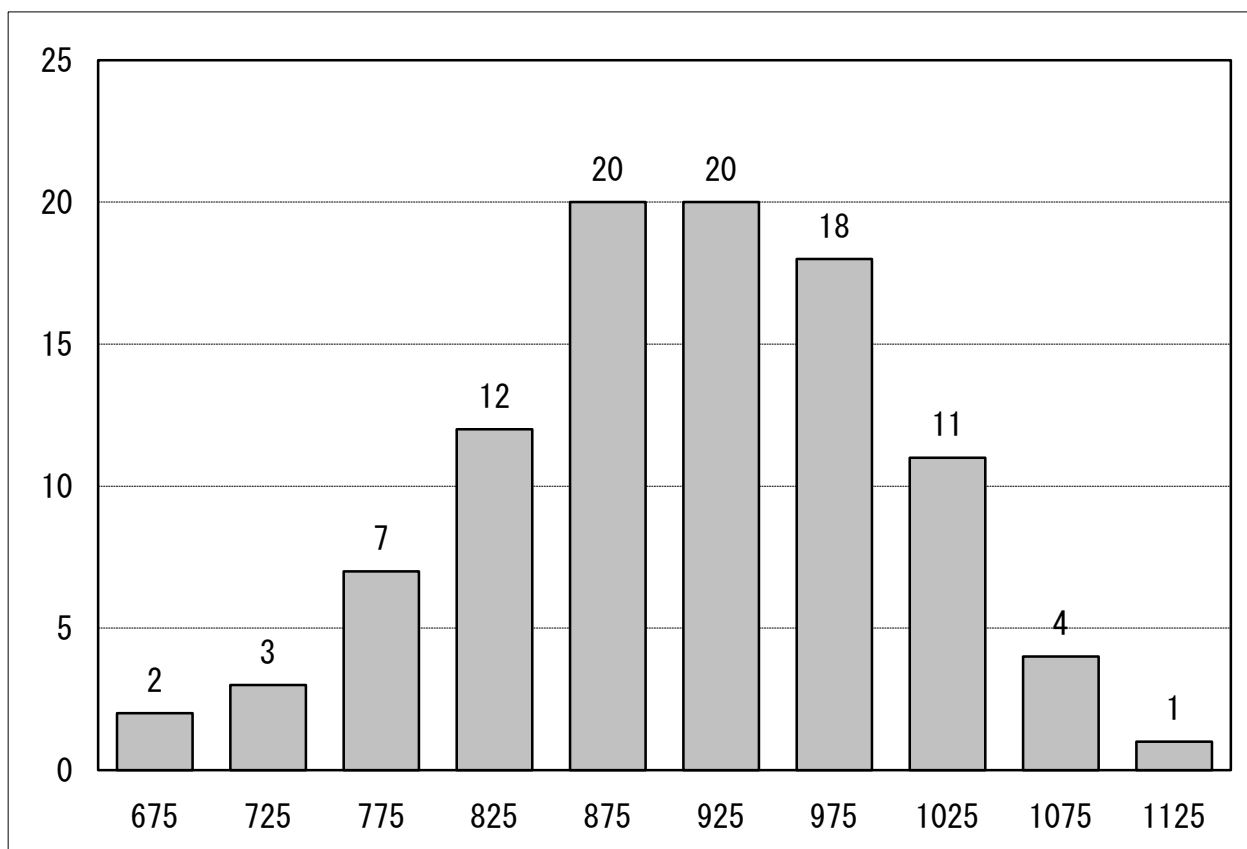
膜厚のクラス	中央値	度数
680 ～ 720	700	1
720 ～ 760	740	3
760 ～ 800	780	6
800 ～ 840	820	9
840 ～ 880	860	13
880 ～ 920	900	11
920 ～ 960	940	8
960 ～ 1000	980	5
1000 ～ 1040	1020	5
1040 ～ 1080	1060	4



全体

平均値	=	908.5
最大値	=	1110.5
最小値	=	655.5
標準偏差	=	91.73

膜厚のクラス	中央値	度数
650 ～ 700	675	2
700 ～ 750	725	3
750 ～ 800	775	7
800 ～ 850	825	12
850 ～ 900	875	20
900 ～ 950	925	20
950 ～ 1000	975	18
1000 ～ 1050	1025	11
1050 ～ 1100	1075	4
1100 ～ 1150	1125	1

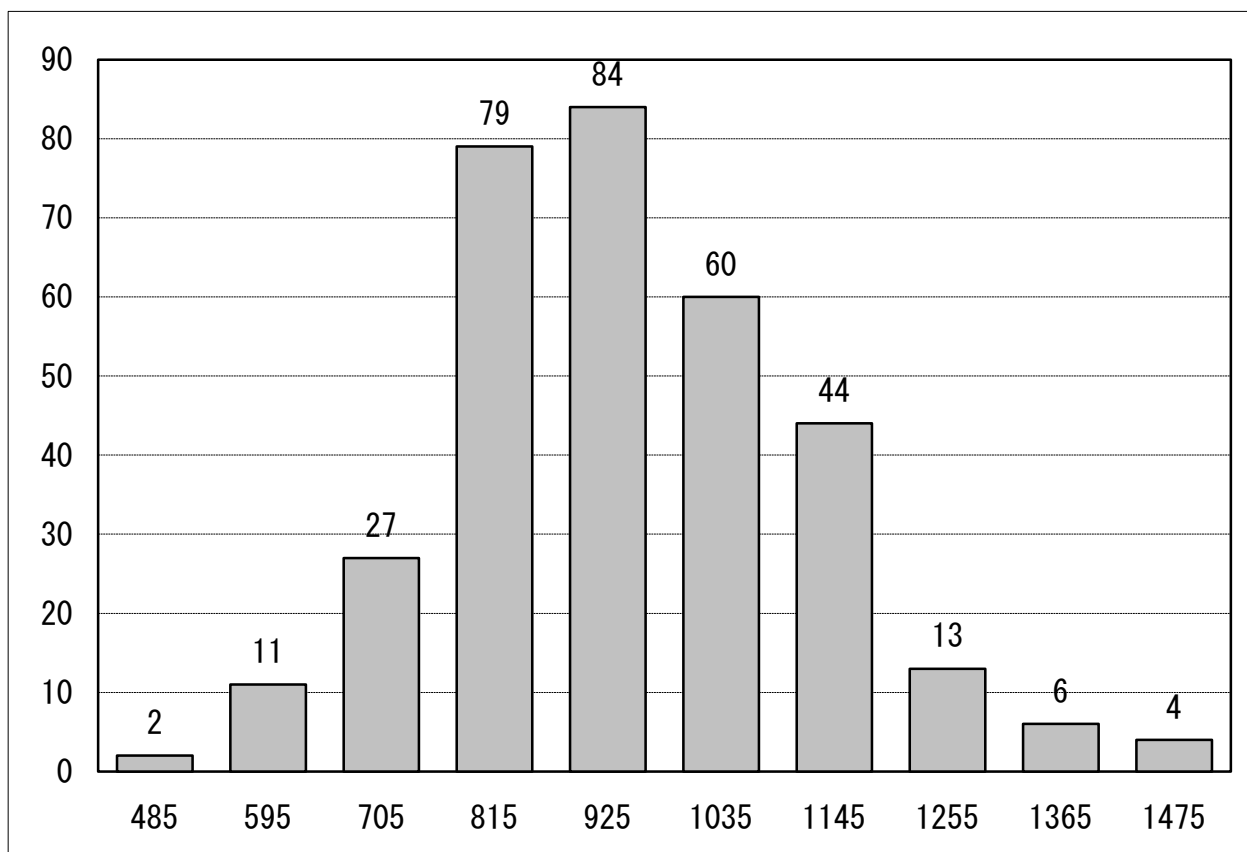


参考：各測定値を基に算出

アニュラ板

平均値	=	945.7
最大値	=	1495.0
最小値	=	438.0
標準偏差	=	176.52

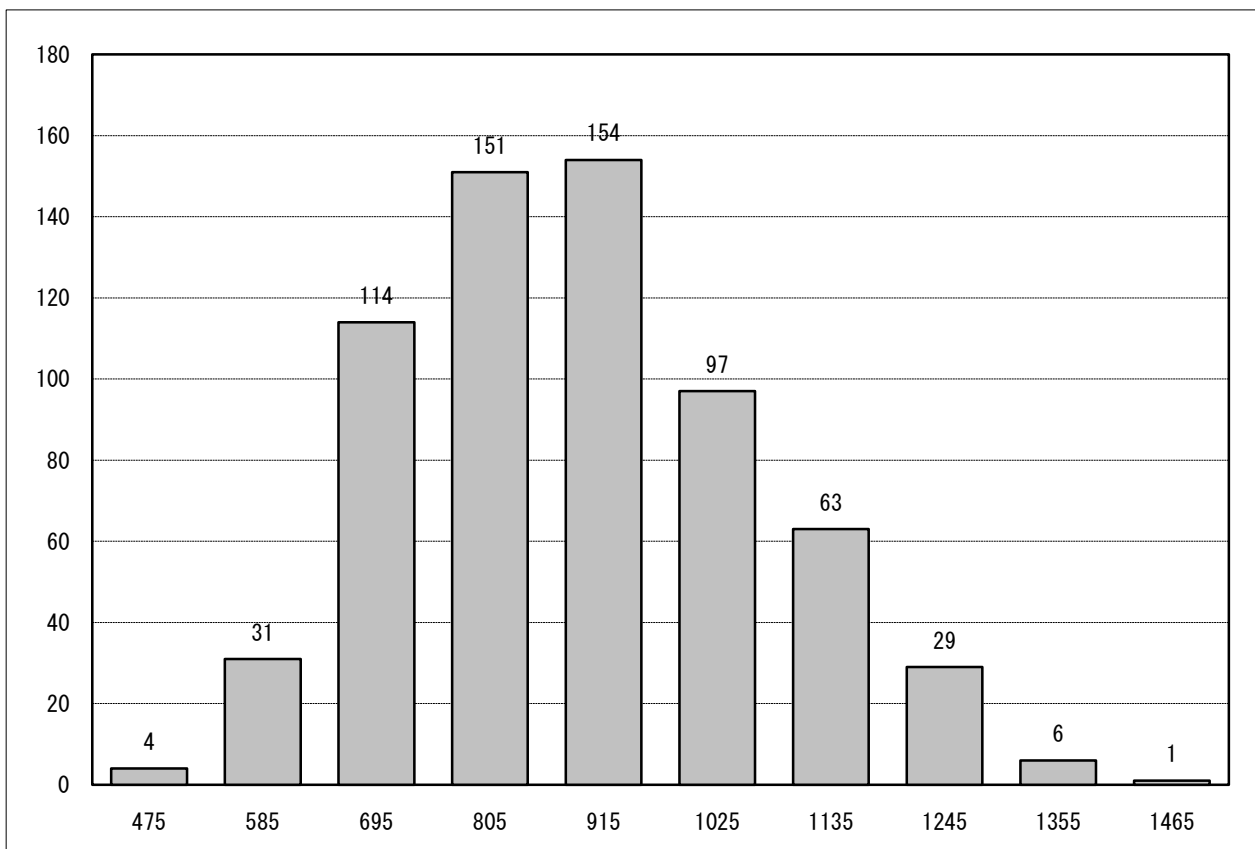
膜厚のクラス	中央値	度数
430 ～ 540	485	2
540 ～ 650	595	11
650 ～ 760	705	27
760 ～ 870	815	79
870 ～ 980	925	84
980 ～ 1090	1035	60
1090 ～ 1200	1145	44
1200 ～ 1310	1255	13
1310 ～ 1420	1365	6
1420 ～ 1530	1475	4



底板

平均値	=	889.7
最大値	=	1469.0
最小値	=	425.0
標準偏差	=	171.02

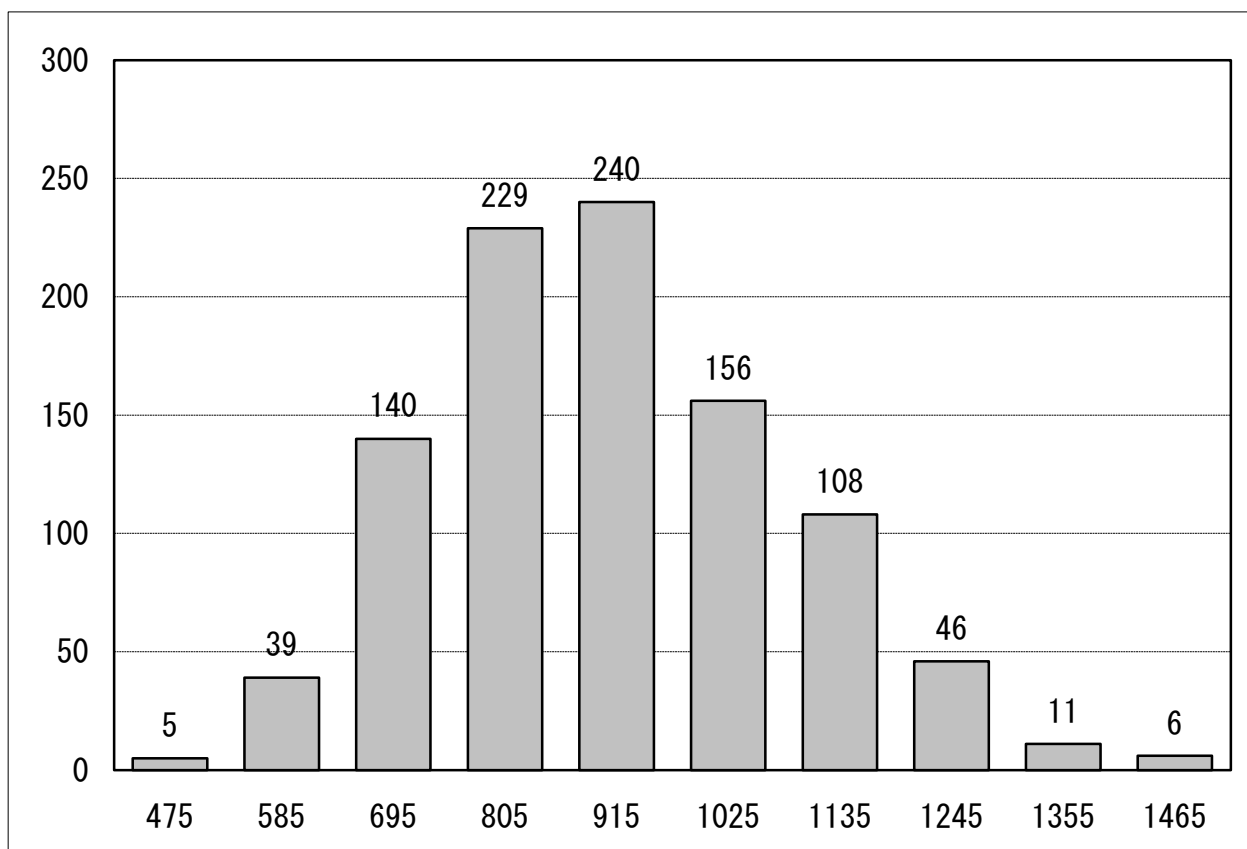
膜厚のクラス	中央値	度数
420 ～ 530	475	4
530 ～ 640	585	31
640 ～ 750	695	114
750 ～ 860	805	151
860 ～ 970	915	154
970 ～ 1080	1025	97
1080 ～ 1190	1135	63
1190 ～ 1300	1245	29
1300 ～ 1410	1355	6
1410 ～ 1520	1465	1



全体

平均値	=	908.5
最大値	=	1495.0
最小値	=	425.0
標準偏差	=	174.90

膜厚のクラス	中央値	度数
420 ～ 530	475	5
530 ～ 640	585	39
640 ～ 750	695	140
750 ～ 860	805	229
860 ～ 970	915	240
970 ～ 1080	1025	156
1080 ～ 1190	1135	108
1190 ～ 1300	1245	46
1300 ～ 1410	1355	11
1410 ～ 1520	1465	6



膨れ発生状態区分 膜厚測定記録表

項 目 部 位			測定値(μm)										平均 (μm)	最大 (μm)	最小 (μm)	膨れの 大きさ(mm)	10×10cm 塗膜下状態
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
底 板・ アニ ュラ 板	A 健全部 0%	A-1 板No. 17	686	885	874	851	775	773	628	490	576	712	766	1054	490	膨れなし	異状なし
			749	590	739	831	920	795	973	968	693	714					
			752	923	773	890	922	958	903	758	684	690					
			599	662	671	788	875	1013	1054	773	885	779					
			690	592	631	760	717	834	824	858	927	652					
			833	820	812	749	666	508	864	915	879	853					
			838	630	715	762	678	502	747	841	709	749					
			771	823	626	791	861	736	816	813	760	730					
			825	810	777	839	631	783	719	751	747	891					
			775	736	660	560	644	791	803	691	713	550					
		A-2 板No. A17	769	1025	1014	965	756	893	851	903	1004	814	871	1241	591	膨れなし	異状なし
			986	762	718	843	862	760	955	808	942	860					
			858	831	671	711	591	671	876	710	710	972					
			990	910	743	823	745	740	682	933	863	799					
			902	771	907	899	808	973	831	1007	1013	778					
			814	786	780	868	803	903	1176	1241	1092	974					
			942	918	874	986	938	807	705	1013	1013	1132					
			1021	990	855	941	976	941	1063	841	881	776					
			880	1133	1006	729	729	896	795	744	855	786					
			881	725	930	787	752	703	793	782	924	964					

項 目 部 位			測定値(μm)										平均 (μm)	最大 (μm)	最小 (μm)	膨れの 大きさ(mm)	10×10cm 塗膜下状態
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
底 板・ アニ ュラ 板	B ふくれ部 ～0.1%	B-1 板No. 59	710	1112	1101	890	874	885	965	1108	1057	1006	986	1745	609	φ3～7	異状なし
			961	919	850	805	673	771	957	1066	1063	925					
			812	715	950	939	973	846	995	932	737	739					
			797	826	908	838	1093	1019	873	811	609	892					
			855	862	931	852	988	760	621	995	996	885					
			933	1103	830	1153	1255	1075	1164	955	1174	1185					
			1101	1106	942	961	1142	1106	976	689	977	1015					
			1208	879	1745	1352	960	960	985	1042	1153	1132					
			1051	1041	804	1078	1291	1303	1101	1186	1039	1234					
			1221	1032	939	1106	1210	929	1069	1017	1004	960					
		B-2 板No. 16	821	586	538	572	627	687	758	904	933	1066	705	1066	475	φ12～15	ふくれ部に 黒錆
			957	787	837	879	993	723	742	631	742	548					
			488	663	541	562	475	482	547	640	630	694					
			808	740	812	644	750	663	823	879	671	704					
			969	830	701	842	662	639	769	522	631	615					
			632	598	642	665	525	534	734	559	742	544					
			706	730	780	779	862	791	735	627	765	570					
			607	755	661	604	612	778	640	537	558	673					
			754	649	530	524	1021	948	833	725	710	623					
			699	746	753	871	830	870	646	678	732	679					

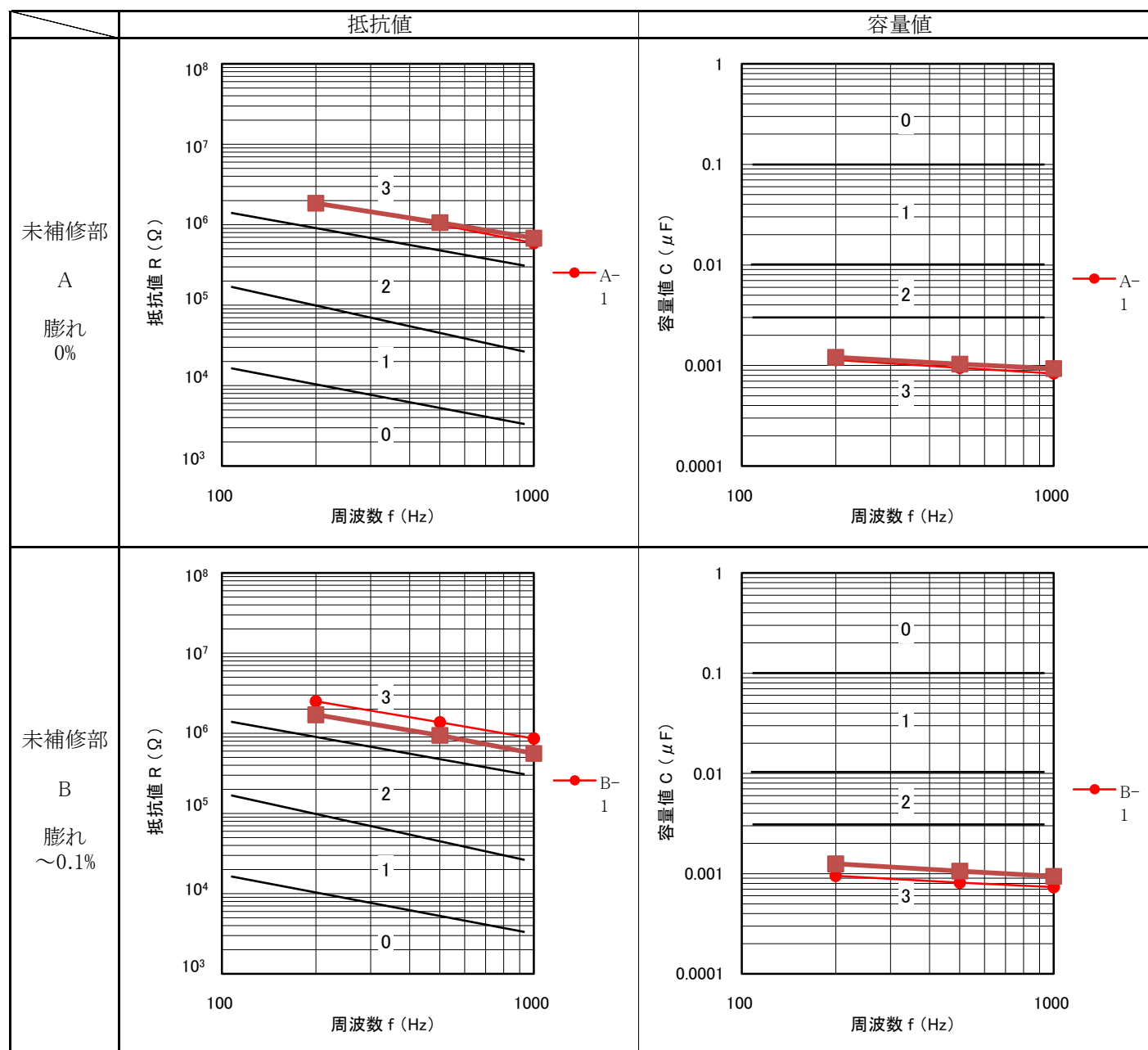
膨れ発生状態区分 膜厚測定記録表

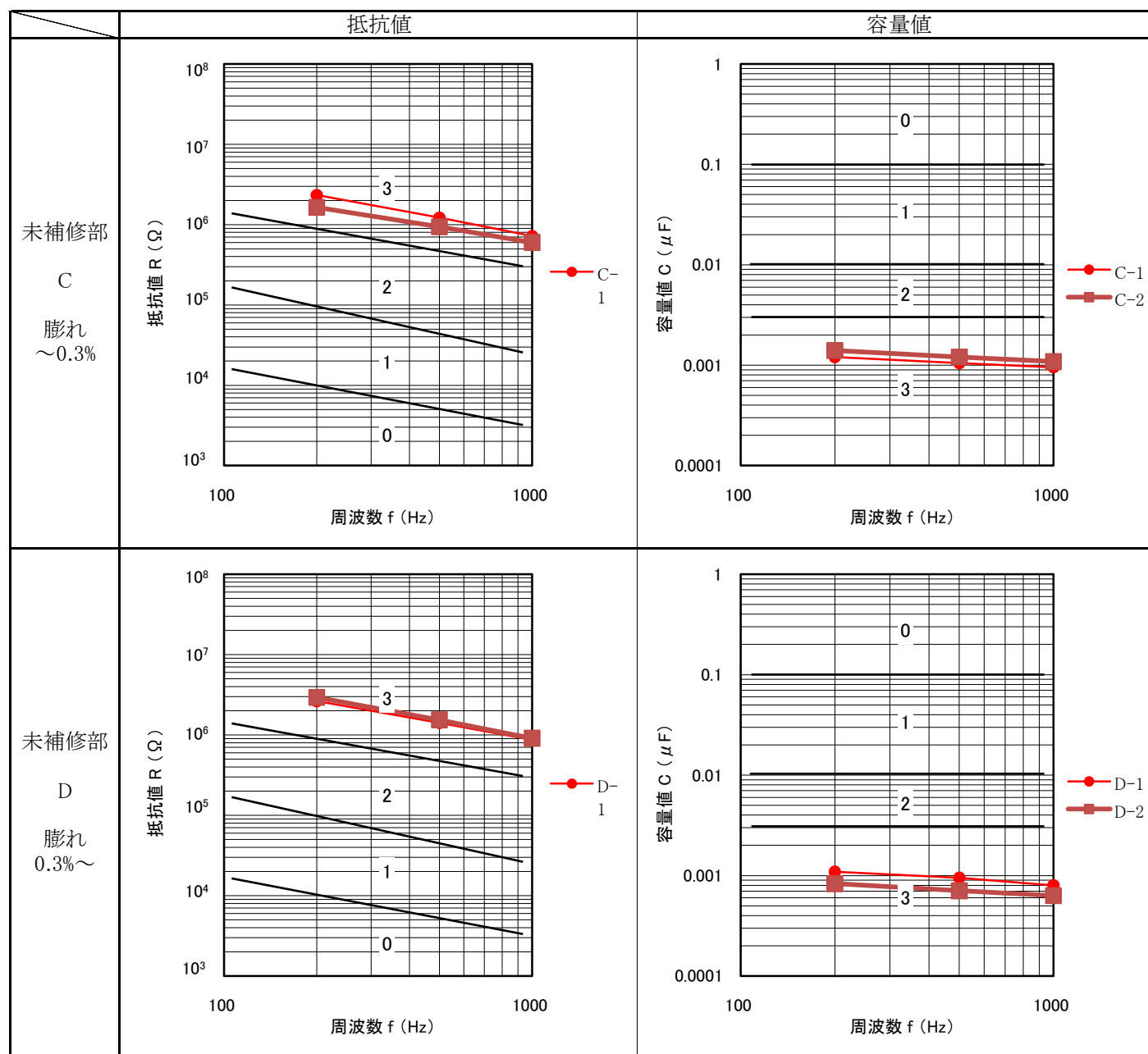
項 目 部 位			測定値(μm)										平均 (μm)	最大 (μm)	最小 (μm)	膨れの 大きさ	10×10cm 塗膜下状態
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
底 板・ アニ ュ ラ 板	C ふくれ部 ～0.3%	C-1 板No. 10	823	897	938	1137	1060	1223	1217	1213	1155	918	930	1423	524	φ3～5	異状なし
			860	837	807	910	826	766	904	1114	1255	1423					
			1299	1287	1407	1386	1414	1240	936	953	855	927					
			1054	1281	1243	1192	1234	1299	875	974	1044	889					
			856	1006	910	1195	1008	1127	1185	1075	936	817					
			831	812	950	771	792	874	936	1035	985	856					
			779	920	851	780	676	690	524	709	623	821					
			846	769	703	740	637	718	679	589	697	863					
			773	906	801	699	617	733	790	714	946	969					
			872	749	872	942	1087	694	852	755	774	778					
		C-2 板No. 62	633	715	677	715	709	512	527	608	689	678	700	1003	466	φ3～10	異状なし
			839	782	806	871	760	771	801	720	586	609					
			795	849	755	665	649	1003	759	823	701	771					
			917	812	689	689	882	689	746	815	826	823					
			598	541	580	466	578	649	574	576	790	951					
			782	673	676	727	762	554	604	780	735	725					
			703	754	699	760	701	617	804	884	780	750					
			804	755	680	760	536	521	549	680	737	885					
			647	529	738	577	529	526	673	720	591	510					
			620	692	663	655	906	627	550	621	529	739					

項 目 部 位			測定値(μm)										平均 (μm)	最大 (μm)	最小 (μm)	膨れの 大きさ	10×10cm 塗膜下状態
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
底 板・ アニ ュ ラ 板	D ふくれ部 0.3%～	D-1 板No. 64	980	755	641	768	722	784	722	791	761	677	834	1249	604	φ5～10	異状なし
			742	623	702	799	787	770	747	925	885	836					
			824	841	759	848	793	670	687	604	729	729					
			799	696	815	770	803	774	751	812	879	907					
			854	873	857	843	945	722	804	706	697	897					
			655	705	795	850	770	793	719	797	729	717					
			814	935	817	807	942	1042	1028	1026	805	785					
			808	930	989	793	839	789	823	823	817	898					
			802	773	892	850	858	1171	1165	1076	1171	1073					
			1249	1003	877	855	1024	958	881	925	772	898					
		D-2 板No. 9	1375	1232	1469	1393	1195	1393	1301	1108	1050	988	996	1469	667	φ5～10	異状なし
			960	955	832	1016	1060	1261	1219	1181	1210	1186					
			1169	1021	927	972	1147	1066	877	754	798	912					
			963	955	1075	740	746	667	833	1036	946	846					
			1007	846	812	903	907	997	1160	995	880	1125					
			968	935	929	1042	1100	1213	989	1104	915	1022					
			913	1004	1013	990	956	980	1053	990	1018	1039					
			951	1234	1199	837	734	1267	966	1014	1078	684					
			831	827	752	845	845	1064	917	945	1011	932					
			936	939	1079	1000	926	879	997	794	795	712					

付着性試験記録表

部位		ケース		項目	剥離状態	付着力 (MPa)	破断箇所
底板・ アニュラ板	未補修部	A 膨れ 0%	A-1 板No.17			2.5	補強一旧上塗層間 100%
			A-2 板No.A17			3.3	補強一旧上塗層間 100%
		B 膨れ ~0.1%	B-1 板No.59			6.2	補強一旧上塗層間 60% 旧上塗凝集 40%
			B-2 板No.16			0.7	補強一旧上塗層間 100%
		C 膨れ ~0.3%	C-1 板No.10			1.2	補強一旧上塗層間 100%
			C-2 板No.62			1.2	補強一旧上塗層間 100%
		D 膨れ 0.3%~	D-1 板No.64			0.8	補強一旧上塗層間 100%
			D-2 板No.9			0.6	補強一旧上塗層間 100%





記録年月日 2010年9月27、28日

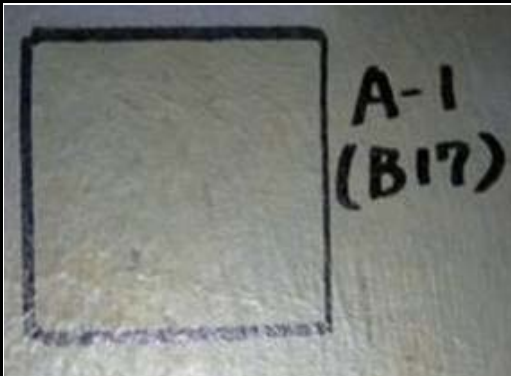
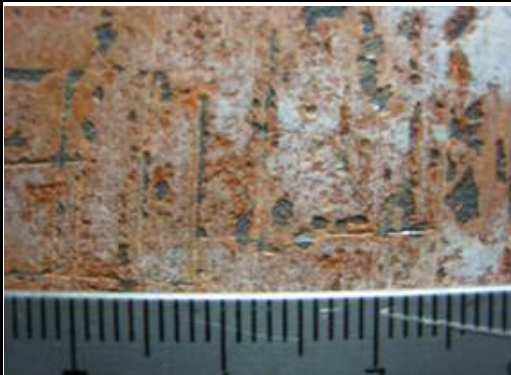
インピーダンス測定箇所 膜厚測定記録表

部 位 \ 項 目				測定値 (μ m)										平均	最大	最小
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	(μ m)	(μ m)	(μ m)
底板・アニュラ板	未補修部	A 膨れ 0%	A-1 板No. 17	828	760	801	886	802	829	820	930	809	828	829	930	760
			A-2 板No. A17	715	807	741	682	716	704	694	719	671	684	713	807	671
		B 膨れ ~0.1%	B-1 板No. 59	761	695	1119	863	1070	1217	784	748	876	860	899	1217	695
			B-2 板No. 16	760	589	608	662	631	720	619	762	798	814	696	814	589
		C 膨れ ~0.3%	C-1 板No. 10	752	704	615	681	942	794	764	729	748	828	756	942	615
			C-2 板No. 62	628	634	570	661	687	715	644	850	713	522	662	850	522
		D 膨れ 0.3%~	D-1 板No. 64	843	823	868	744	834	877	803	782	862	822	826	877	744
			D-2 板No. 9	1095	935	966	1137	1015	1344	1320	1236	1192	1346	1159	1346	935

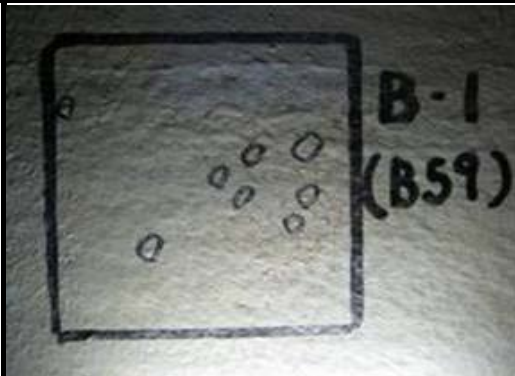
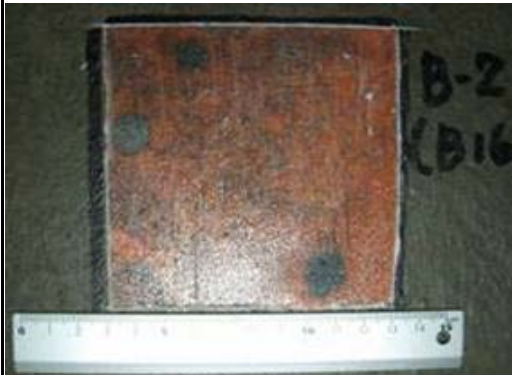
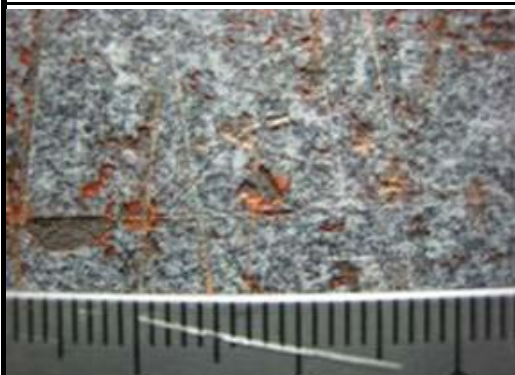
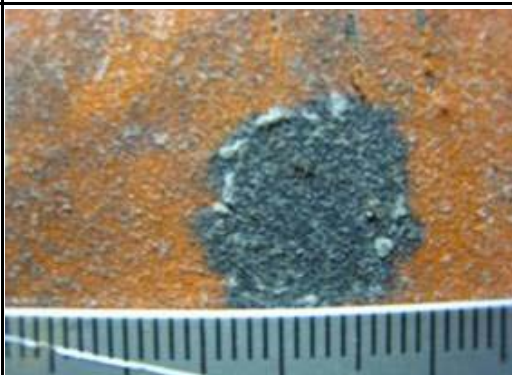
硬度試験記録表

部 位 項 目				バーコル硬度測定値 (GYZJ 934-1)			
				1	2	3	平均値
底板・アニュラ板	未補修部	A 膨れ 0%	A-1 板No.17	38	38	38	38
			A-2 板No.A17	32	33	34	33
		B 膨れ ～0.1%	B-1 板No.59	30	30	30	30
			B-2 板No.16	36	36	37	36
		C 膨れ ～0.3%	C-1 板No.10	34	35	35	35
			C-2 板No.62	38	39	38	38
		D 膨れ 0.3%～	D-1 板No.64	30	31	30	30
			D-2 板No.9	33	33	32	33

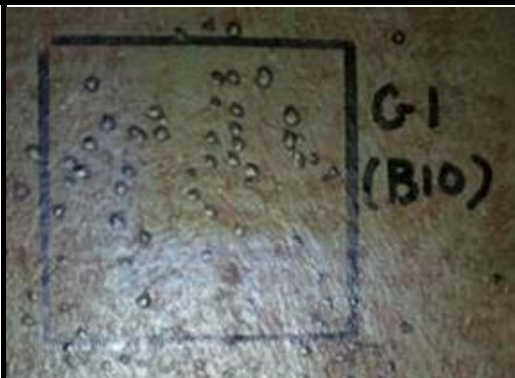
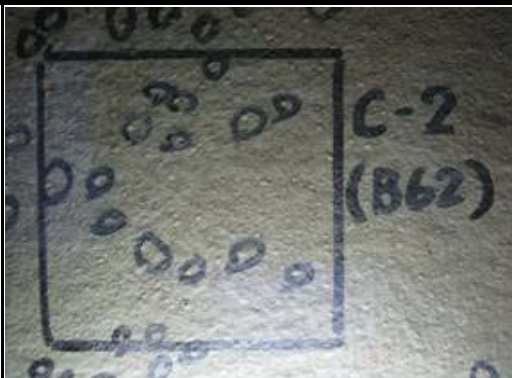
塗膜下(10×10cm)の状況写真

		底板・アニュラ板	
		未補修部	
		A 膨れ 0%(健全部)	
		A-1 板No.17	A-2 板No.A17
ふくれ発生状況 (10×10cm)			
膨れの大きさ(mm)		膨れなし	膨れなし
膜厚(μm)	平均	766	871
	最大	1054	1241
	最小	490	591
塗膜下状況 (10×10cm)			
			
膨れ下の状態		塗膜下異常なし	異常なし。

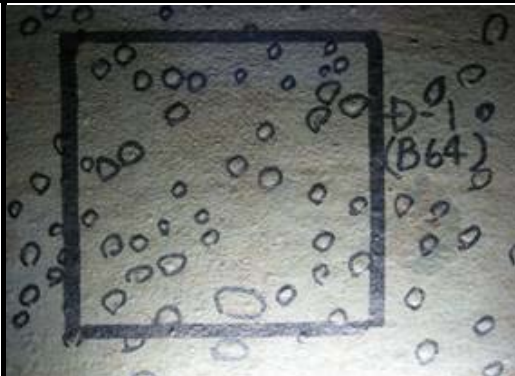
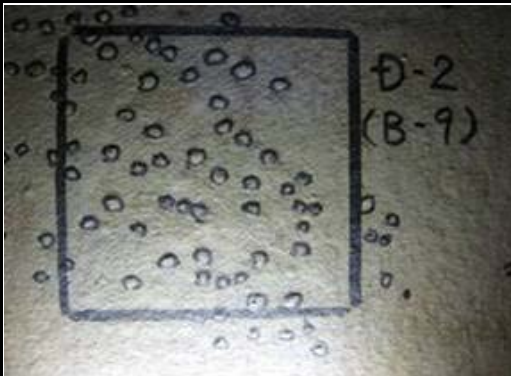
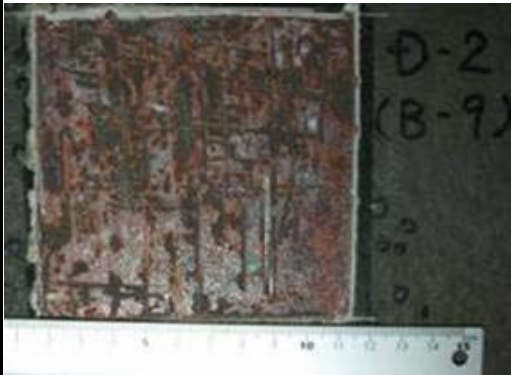
塗膜下(10×10cm)の状況写真

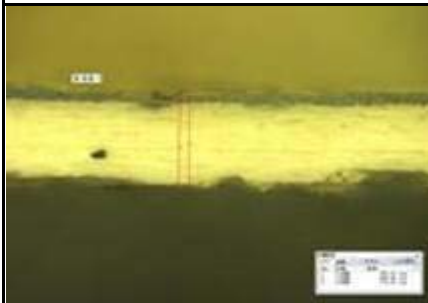
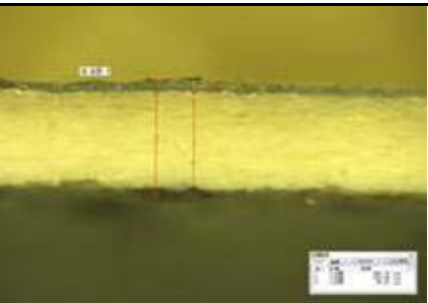
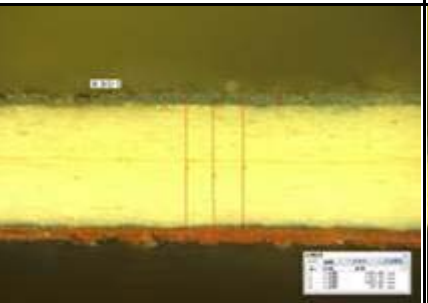
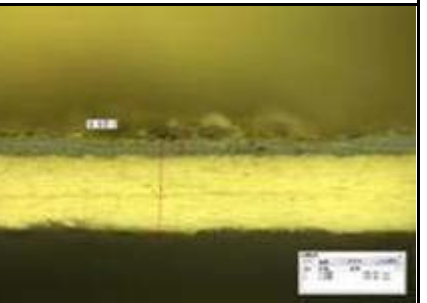
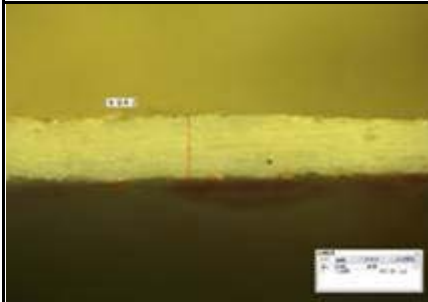
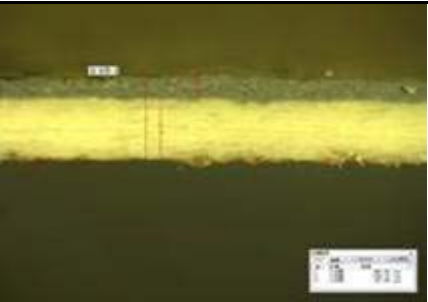
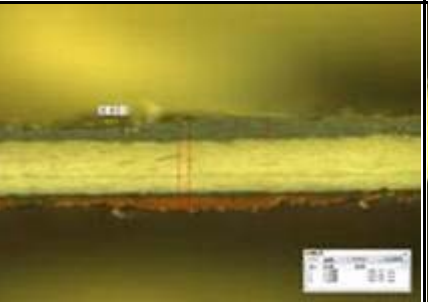
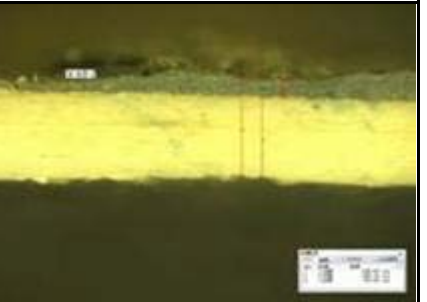
		底板・アニュラ板			
		未補修部			
		B 膨れ ～0.1%			
		B-1 板No.59	B-2 板No.16		
ふくれ発生状況 (10×10cm)					
膨れの大きさ(mm)		φ 3～7		φ 12～15	
膜厚(μ m)	平均	986		705	
	最大	1745		1066	
	最小	609		475	
塗膜下状況 (10×10cm)					
					
膨れ下の状態		塗膜下異常なし		膨れ部に黒錆	

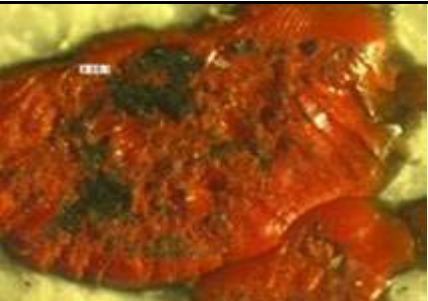
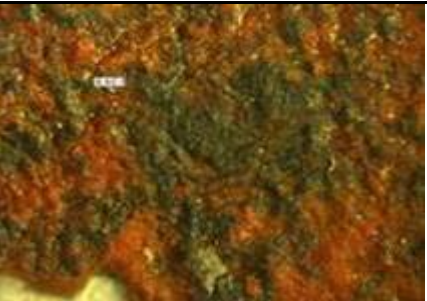
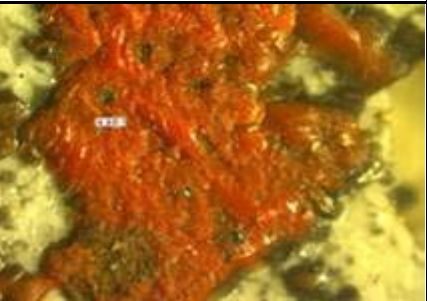
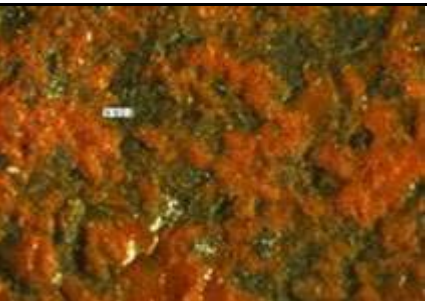
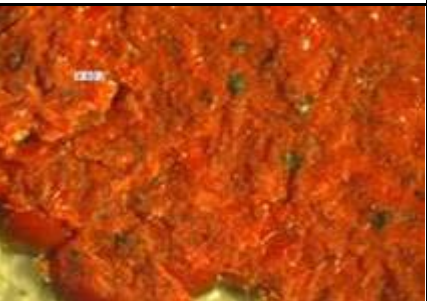
塗膜下(10×10cm)の状況写真

		基板・アニュラ板	
		未補修部	
		C 膨れ ~0.3%	
		C-1 板No.10	C-2 板No.62
ふくれ発生状況 (10×10cm)			
膨れの大きさ(mm)		φ 3~5	φ 3~10
膜厚(μ m)	平均	930	700
	最大	1423	1003
	最小	524	466
塗膜下状況 (10×10cm)			
			
膨れ下の状態		塗膜下異常なし	塗膜下異常なし

塗膜下(10×10cm)の状況写真

		底板・アニュラ板			
		未補修部			
		D 膨れ 0.3%～			
		D-1 板No.64	D-2 板No.9		
ふくれ発生状況 (10×10cm)					
膨れの大きさ(mm)		φ 5～10		φ 5～10	
膜厚(μ m)	平均	834		996	
	最大	1249		1469	
	最小	604		667	
塗膜下状況 (10×10cm)					
					
膨れ下の状態		塗膜下異常なし		塗膜下異常なし	

		未補修部			
		A - 1	B - 1	C - 1	D - 1
		膨れ 0% (健全部)	膨れ ~0.1%	膨れ ~0.3%	膨れ 0.3%~
底板	断面状態	(板No.17)	(板No.59)	(板No.10)	(板No.64)
					
	膜厚 (μm)	トータル膜厚	752	トータル膜厚	902
		旧塗膜	685	旧塗膜	1252
				旧塗膜	1152
	断面状態	(板No.A17)	(板No.16)	(板No.62)	(板No.9)
					
	膜厚 (μm)	トータル膜厚	523	トータル膜厚	696
				旧塗膜	504
				旧塗膜	579

		未補修部			
		A - 1	B - 1	C - 1	D - 1
		膨れ 0%(健全部)	膨れ ~0.1%	膨れ ~0.3%	膨れ 0.3%~
底板	裏面状態	(板No.17)	(板No.59)	(板No.10)	(板No.64)
					
		(撮影倍率×100) (発錆箇所を拡大撮影)	(撮影倍率×100) (発錆箇所を拡大撮影)	(撮影倍率×100) (発錆箇所を拡大撮影)	(撮影倍率×100) (発錆箇所を拡大撮影)
		極一部に黒錆が見られる	黒錆が見られる	黒錆が見られる	黒錆が見られる
	裏面状態	未補修部			
		A - 2	B - 2	C - 2	D - 2
		膨れ 0%(健全部)	膨れ ~0.1%	膨れ ~0.3%	膨れ 0.3%~
		(板No.A17)	(板No.16)	(板No.62)	(板No.9)
					
		(撮影倍率×100) (発錆箇所を拡大撮影)	(撮影倍率×100) (発錆箇所を拡大撮影)	(撮影倍率×100) (発錆箇所を拡大撮影)	(撮影倍率×100) (発錆箇所を拡大撮影)
		極一部に黒錆が見られる	極一部に黒錆が見られる	黒錆が見られる	極一部に黒錆が見られる

添付資料－ 2

記録写真

底板塗膜状況



アニュラ塗膜状況



補強塗装部に剥離発生



バーコル硬度測定



塗膜下剥離



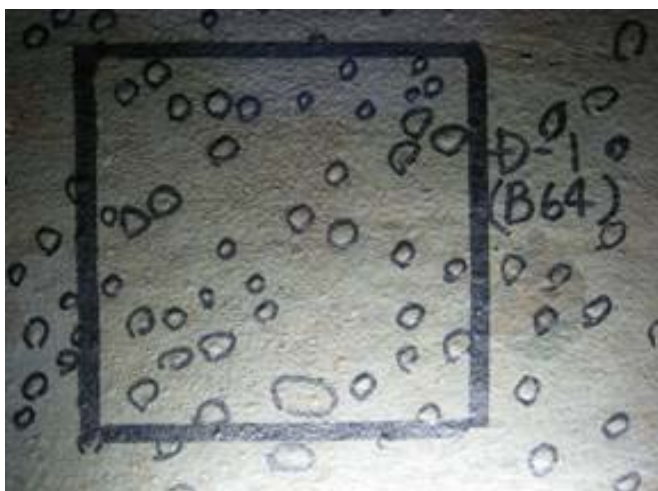
膜厚測定



インピーダンス測定



D-1区分



アドヒージョン試験



D-2区分

