

まえがき

鋼構造物の塗装工事管理には多くの処理事項がある。このなかで塗膜厚に関することは、品質、工程、費用の面で影響が大きく、重要な位置を占めている。また、発注主からも品質上の重要事項として関心もたれている。工事計画の作成から測定、解析、報告書などでのわずかな間違い、勉強不足が塗膜異常、後戻り作業の増加、過剰品質による予想外の経費増をよぶこともある。

本マニュアルは膜厚確保の重要性、測定器、管理方法、測定方法規格について良く知られている基本的なことをまとめたものである。皆さんの各職場にはそれぞれ固有の事情があり、当然管理方法も固有のものとなる。本マニュアルが各職場の標準を作成する時参考になれば幸いである。

目次

1. 塗膜の厚み	
1-1 膜厚と塗膜の防食性能	1
1-2 上塗り塗膜の表面からの損耗程度	2
1-3 表面粗度と膜厚	3
1-4 素材の形状と膜厚	5
2. 膜厚測定機器	
2-1 膜厚測定器(測定法)種類	6
2-2 永久磁石式測定法	7
2-3 電磁式測定法	8
2-4 渦電流式測定法	8
2-5 ウェットフィルムゲージ	9
3. 膜厚の管理	
3-1 ウェットフィルムの膜厚管理	10
3-2 膜厚分布と管理方式	10
3-3 膜厚測定記録用紙	14
3-4 理論塗膜厚	15
4. 正しい測定	
4-1 測定器の選択	16
4-2 標準調整素材	17
4-3 標準板	18
4-4 測定器の取扱	19
4-5 測定器の点検	21
5. 発注者の膜厚管理基準	22
6. 引用資料、参考資料	26

1. 塗膜の厚み

1-1 膜厚と塗膜の防食性

1ミリの5分の1程度の薄い塗膜で長時間素材のさびを防ぐ。一方、膜の薄くなりがちな部分（端部など）は短時間で発錆することもよく知られている。膜厚不足によるところが大きい。

塗膜の電気抵抗性、防錆顔料の作用、水や酸素や塩類の透過阻止など塗膜の防食機構は塗膜厚に大きく影響をうけている。

膜厚と防食性能の関係について2つの文献を紹介する。図1は膜厚が5ミル（約125ミクロン）以下で早期欠陥の確率が急増していることがわかる。図2は膜厚が確実に耐用数に影響していることを示している。

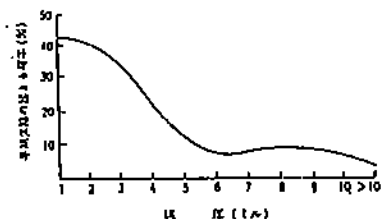
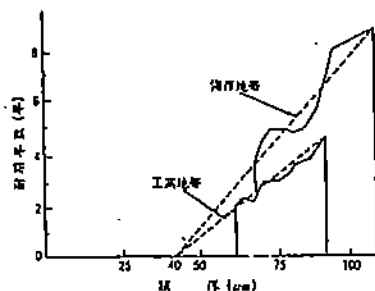


図1 膜厚と塗膜欠陥の早期発生との関係



(塗膜厚が0.5%に達するまでの期間を耐用年数として、
1000時間以上の塗膜厚を工業地帯と海岸地帯に適用したもの)

(J. C. Hudson, J. F. Stamser: App Chem, 3, 178 (1955))
耐用年数が0.5%に達するまでの期間を耐用年数として、
約100 μmの塗膜厚を工業地帯と海岸地帯に適用したもの

図2 膜厚と耐用年数

1-2 上塗り塗膜の表面からの衰耗

長期ばくろされたアルミニウムペイント、エキボシ塗料などで、はがれ現象など認められないのに、上塗り塗膜が衰耗し、下塗り塗料が現れることがある。

塗膜は光(特に紫外線)、水、熱、汚染物質などにより表面から樹脂成分が劣化衰耗していく。その程度は樹脂、色などにより差はあるが、1例を表1に示す。

表1 各種塗料の海浜ばくろにおける衰耗速度

塗料		年平均衰耗率 ($\mu\text{m}/\text{年}$)	
		JWTC	御前崎
上塗り塗料	1. エポキシエナメル	10.1 \pm 1.5	10.8 \pm 1.6
	2. ビニールエナメル	2.0	2.4 \pm 0.8
	3. ウレタンエナメル	有効データなし	2.7 \pm 1.4
	4. 塩化ゴム系上塗り	2.3 \pm 1.2	2.3 \pm 0.6
	5. フェノール系MIO上塗り	4.2	4.3 \pm 0.4
	6. 長油性アルキッド 上塗り	4.8 \pm 0.5	5.2 \pm 0.8
	7. アクリル変性アルキッド 上塗り	3.4	3.4
	8. アルミニウムペイント	2.8	3.4
中塗り	9. フェノール系MIO 中塗り	4.1 \pm 1.0	4.3 \pm 0.9
	10. 長油性アルキッド 中塗り	3.6 \pm 0.9	4.2 \pm 0.8

注：上塗り塗料の顔料は白色＝ルチル型チタン及びMIO、アルミニウム
防錆管理 Vol32, No3 Mar '88

1-3 表面粗度と膜厚

塗装される面は平滑ではなく凹凸がある。塗膜は凹部を埋めるようにして造膜されていくため、凸部は膜が薄くなる。図3は4回塗り塗膜の断面図で、造膜されていく塗装回数を増すごとに平滑化されているのがわかる。所定の防錆力をうるためには、凸部に所定膜厚をつける必要があり、表面粗度はなるべく小さくしたい。



図3 4回塗り後鋼板断面図

図4は粗さ280Sの面に350 μ mのタールエポキシ塗膜（3回塗り）の塗膜厚分布である。最小100 μ mのところもある。表面粗度が大きい面の塗膜厚管理には注意する必要がある。

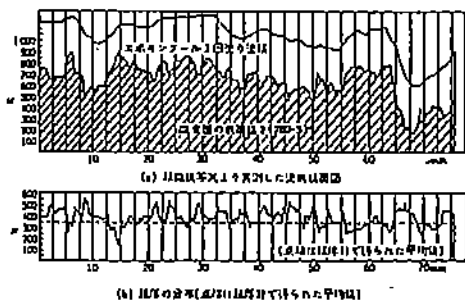
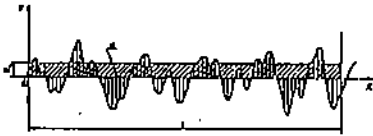
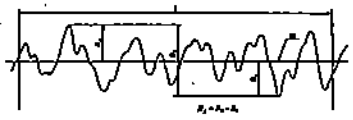
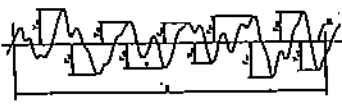


図4 鋼板粗さ面における膜厚と塗膜凹凸との関係

鋼橋の各発注主はプラスト処理の場合の表面粗度規格を設定しており、原板プラストで80 μ m Rz以下、2次素地調整で70 μ m Rz以下と定めている場合が多い。

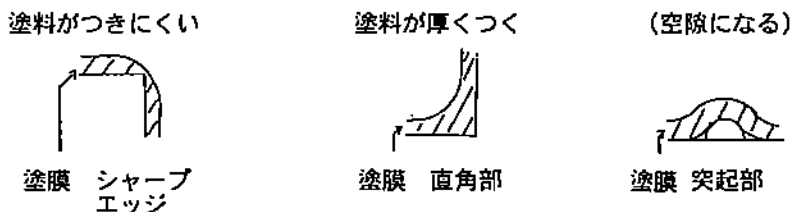
(付) 表面粗度の表示方法

(JIS-B-0601 (1994))

表示	内容
R _a	<p>算術平均粗さ</p>  $R_a = \frac{1}{l} \int_0^l f(x) dx$ <p>ここに、<i>l</i> : 基準長さ</p>
R _y	<p>最大高さ</p>  $R_y = R_p + R_v$
R _z	<p>十点平均粗さ</p>  $R_z = \frac{ Y_{01} + Y_{02} + Y_{03} + Y_{04} + Y_{05} + Y_{06} + Y_{07} + Y_{08} + Y_{09} + Y_{10} }{5}$
S	<p>旧規格での表示方法で、粗さの区分値を示す。概略R_zとしてもよい。現行規格はISOとの整合化などにより改正されたもので、現行のS表示は高さではなく、間隔を表示するもので、関係ない。一部の規格などに旧規格のままのS表示が残っている。</p>

1-4 素材の形状と膜厚

塗膜厚の点からみて実際の橋梁には塗料が付きにくい箇所、厚くなりがちなど、空隙ができる箇所などが有る。それぞれ問題があり、注意を要する。



- (1) シャープエッジは膜が付きにくく図5の断面図のようにR加工が必要で、増し塗りではおいつかない。



図5 面取り加工の効果

- (2) 膜厚が厚すぎる場合、塗料によっては致命的欠陥を生ずることがある。
無機質ジンクリッチペイントの割れ
 油性塗料の乾燥不良など
- (3) 膜厚とは直接関係はないがリベット、ボルトヘッド、ナットなど突起部の周囲は塗膜がブリッジとなり、内部に空隙ができやすい。

2 膜厚測定器

2-1 膜厚測定器(測定法)の種類

測定方法	測定原理
機械的測定方法	マイクロゲージなど直接測定
○ 永久磁石式測定方法	後項参照
○ 電磁式測定方法	後項参照
渦電流式測定方法	後項参照
質量測定	塗膜をはくりまたは溶解、その重量と関係式から算出
光学的測定方法	塗膜断面を顕微鏡などで測定
静電容量式測定方法	電極間の静電容量を測定
β 線による測定方法	β 線を照射、透過または散乱光の強度測定
蛍光X線による方法	X線照射、二次的に放射される蛍光X線の強度測定
超音波による方法	超音波のエコーの時間差により測定

上記は乾燥塗膜を測定するもので、○印のものが主に使用されている。

補助的な膜厚測定器として塗装直後（ウェットの状態）の膜厚を測定する下記ウェットフィルムゲージがある。

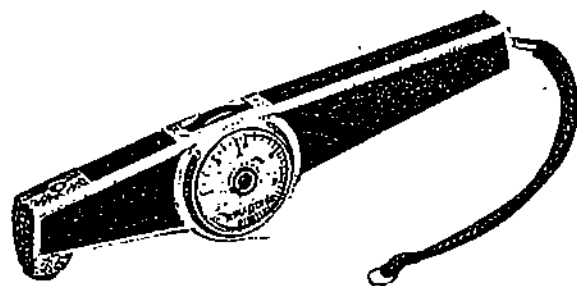
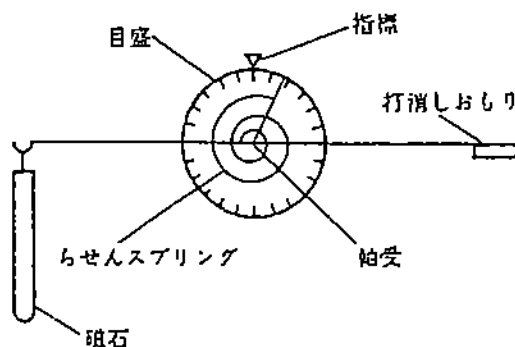
- くし型ゲージによる方法
- 回転型ゲージによる方法
- レンズ型ゲージによる方法

2-2 永久磁石式測定法

この方法は使用方法が簡便なので塗装工事の作業管理用として用いられる。永久磁石が磁性金属を吸引する性質を利用するもので、鉄、鉄合金のような磁性金属上の塗膜の厚さによる吸引力の変化をバネの応力変化で測定する。

電源も必要なく、測定法も簡単で使用し易いが、計測データに多少誤差がある。このため発注主の規格などにはリストアップされていない。所定膜厚の有無の判断など作業管理上の使用に便利である。

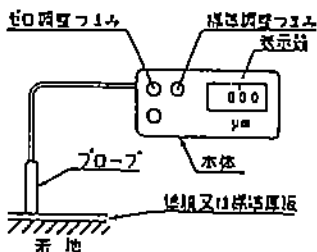
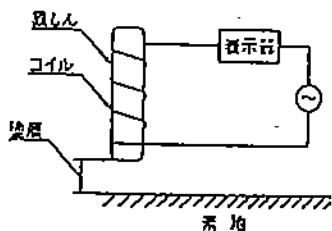
タイプは数種類あるが、主にバランスアーム式が使用されている。



2-3 電磁式測定法

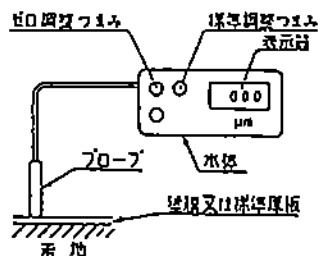
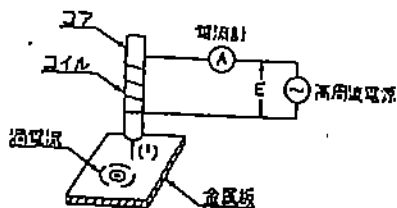
検査用として、また管理用として用いられる主要測定法であり、鋼橋塗装の各規格に指定されている。

鉄、合金のような磁性金属上の塗膜の厚さ測定に用いる。鉄心入りのコイルの先端に鉄を近づけると、その距離のわずかな変化に対応して、コイルのインダクタンスが変化する。この変化を利用して膜の厚さを測る。



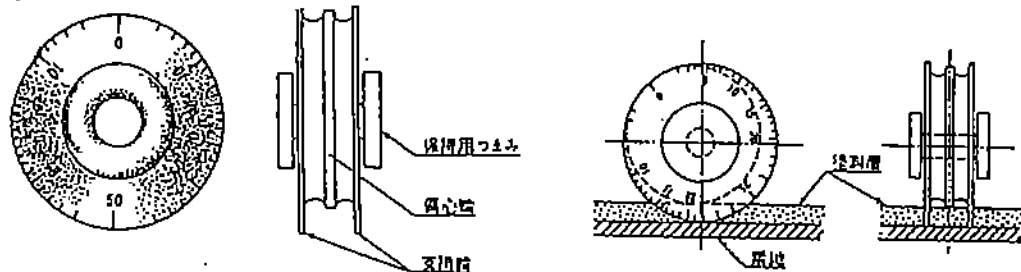
2-4 渦電流式測定法

鉄以外の金属素地上の塗膜の厚さ測定に用いる。高周波電界によって金属表面に誘起される渦電流の大きさの変化を利用して膜の厚さを測る。

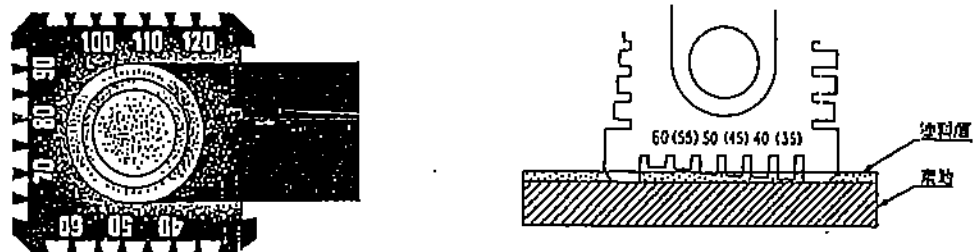


2-5 ウェットフィルムゲージ

回転型ゲージによる方法



くし型ゲージによる方法



3-1 ウェットフィルムの膜厚管理

管理者あるいは作業者は、常にウェットフィルムゲージを携帯し、塗装条件（作業者、作業姿勢、部位など）が変わったとき測定し、品質維持につとめなければならない。塗料の種類、希釈程度など条件毎にメモしておくこと以後作業に便利で品質向上の一助となる。

3-2 膜厚分布と管理方式（乾燥塗膜）

塗膜厚の管理は塗装工事のなかで非常に重要な項目である。各発注機関も規格を制定しており、測定結果は報告する必要がある。

各規格内容については5章に概要を載せているので参考にされたい。

塗膜が性能を発揮するための必要膜厚を均一に同一厚さに塗装できれば問題ないが、通常ばらつきがでる。統計的考えから平均膜厚、最小膜厚、標準偏差（ばらつき程度）が管理内容となる。

管理方式として平均値管理方式、または最小値管理方式という1点管理方式がおもに行われてきたが、最近の鋼橋では平均値、最小値、標準偏差（ばらつき）の3点管理が主流となっている。

判定基準もほとんどの機関で略同様の値が規定されている。

平均値：規定された標準膜厚の90%以上

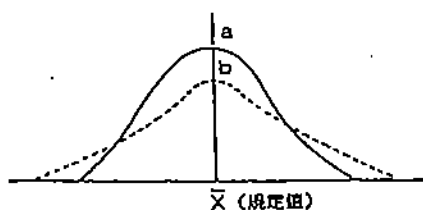
最小値：同上 の70%以上

標準偏差：規定された標準膜厚（または膜厚測定平均値）の20%以下

これらの意味については（3）項の膜厚判定基準解説を参考にされたい。

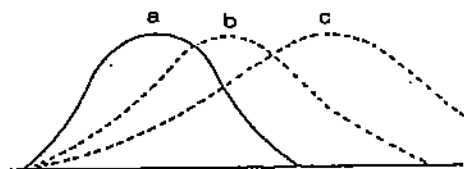
(2) 管理方式と特徴

(平均値管理方式)



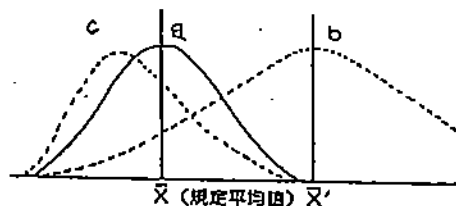
- ・平均値のみの管理では a、bいずれのカーブでもよい
- ・薄膜の箇所が多くなり、欠陥の出る危険が大きい
- ・塗料使用量の管理という意味では、この方式がよい

(最小値管理方式)



- ・a、b、cいずれのカーブでもよい
- ・塗膜厚のばらつき大きいcでは、塗料の使用量が非常に増える
- ・塗膜が厚すぎる欠陥もでる

(平均値、最小値、標準偏差の3点管理方式)



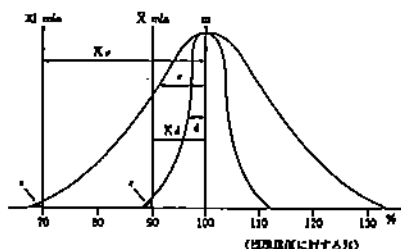
- ・カーブcは最小値を満足するが、平均値を満足しない。
- ・カーブbは管理は楽であるが多くの塗料を必要とする。
- ・平均値と最小値を規定し、カーブの形(標準偏差)を規定する。すなわち使用量塗膜の両方の管理を規定している。

図6 管理方式モデル (“やさしい塗装の話・塗る”より)

(3) 膜厚判定基準解説

阪神高速道路公社塗装設計施工基準の塗膜厚判定基準解説を一例として
のせる。

！ 塗膜厚の判定基準として「判定値の平均値」「測定値の最小値」「標準偏差の3項目を設定したが、これからは正規分布を前提として図解-1の
関係になる。



- X_i : 膜厚測定値
- \bar{X} : " の平均値
- m : 膜厚分布の平均値
- σ : X_i の分布の標準偏差
- δ : \bar{X} の分布の標準偏差
- $K\sigma$: X_i の管理限界
- $K\delta$: \bar{X} の管理限界
- ε : 管理限界を外れる確率

図解-1 膜厚分布想定図

② 管理限界 ($K\sigma$, $K\delta$) と管理限界を外れる確率 (ε) 表解-1のと
おりであり一般的に塗膜厚の管理限界は1.5~2σが適当と言われる。

表解-1

Kの値	ε の値
3	0.13%
2	2.28%
1.65	5%
1.5	6.68%

- ③ 測定値の平均値及び最小値の判定基準は統計的な考えを採り入れ、次のように定めた。

σ : 目標値として平均膜厚の 15%

δ : $\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$ = 平均膜厚の 3%

測定N : 25

XIの管理限界 : 2σ

Xの管理限界 : 3σ

従って、 $\bar{X}_{min} = m - 3\sigma = 100 - 3(3) = 90\%$

$X_{min} = m - 2\sigma = 100 - 2(15) = 70\%$

- ④ 膜厚の最小値の規模は従来の 60% から 70% に厳しくした。最小膜厚の規定は本来塗膜の防食設計上求めるべきものであるが、理論的な検討が難しいため、他公団等の規定を参考にし、さらに耐用年数の向上も期待して厳しくした。
- ⑤ 標準偏差は管理上重要な意味を持つもので、小さいほど理想に近く最小値の判定基準を決める上では目標値として平均膜厚の 15% と設定したが、合否の判定基準としては一般的な値である平均膜厚の 20% と定めた。
- ⑥ 標準偏差の最大値を規定する必要性は、塗膜厚の抜取検査において検査ロット全体の品質を確認するためのものであり、平均値が薄い場合は最小値を確保するため当然小さい標準偏差が必要となり、反面平均値が大きければ標準偏差が大きくても膜厚不足部は少なくなる。

(表解-2 参照)

- ⑦ 膜厚の平均値及び最小値が合格で標準偏差のみが不合格の場合、補修方法が問題となる。

表解-2 $\sigma - X - \varepsilon$ の関係

		X (%)				
		90	95	100	105	110
σ (%)	15	6.94	4.01	2.28	1.32	0.78
	20	15.60	9.34	6.68	4.95	3.44
	25	-	-	11.51	9.18	7.35

- ⑧ これらの事から平均膜厚が標準膜厚以上ある場合には標準偏差が規定値以上の場合でも合格とした。しかしながらこの規定は無制限に標準偏差が大きくなるのを認めるものではなく、標準偏差 (σ %) の増加比率は平均膜厚 (X%) の増加比率の 1/2 以下が望ましい。
- ⑨ 平均膜厚が標準膜厚以下の場合の標準偏差は小さくばければ、最小値の規定を満足しないので特別な規定は必要でない。

3-4 理論塗膜厚

使用する塗料のメーカーカタログデータをもとに、塗付量から理論的に塗膜厚が計算できます。当然この逆も可能です。

ウェット膜厚とドライ膜厚の関係、使用量とロス率の関係などを調べるときに利用できます。

(1) 乾燥（ドライ）膜厚

$$y = x \left[\frac{1}{d t} - \frac{100 - NV}{100 \times d s} \right]$$

(2) ウェット膜厚

$$z = \frac{x}{d t}$$

(注)

x : 塗付量 [g / m²]

y : 乾燥（ドライ）膜厚 [μm]

z : 湿潤（ウェット）膜厚 [μm]

d t : 塗料の密度（比重） [g / cm³]

d s : 溶剤（揮発分）の密度（比重） [g / cm³]

NV : 塗料の加熱残分（不揮発分） [重量%]

この計算で求められる膜厚は理論上のものであって、平滑な面で、膜厚ばらつきがなく、ロスもないという仮定のもとではじめて成り立つものです。

4-1 測定器の選択

(1) 構造

形式	用途	特徴
電磁式	一般	施主の規格に明記されている各種機種があり便利
渦電流式	非鉄金属	用途限定
永久磁石式	作業管理用	規格には明記されていない管理膜厚の有無の判定に便利

(2) 選択のポイント（電磁式の場合）

- ・測定範囲が用途に適正（通常 0～999 μm ）
（厚膜用 0～6 mm）
- ・測定精度が適切（通常 指示値の 3%）
- ・プローブは1点定圧接触式が便利
- ・プローブは使用中の磨耗につよい
- ・なるべく片手で作業できる
- ・記録、データ処理に便利
- ・軽い、やすい、長持ちする
- ・多少高価であるが、多点調整式もある。広い範囲の厚みを1台で測定するのに便利

4-2 標準調整用素材

鉄、鋼の種類により磁性が異なるため、実際に測定する鋼種と同じものを使用するのが望ましい。施主の規格でも明記されている。不明のときは事前に確認しておくといよい。表2は鋼種の違いによる測定値のばらつきの例である。

表2 各鋼材による測定値の違い

鋼種	基準条件	SS41.0-99 μm で調整						SS41.99-300 μm で調整					
	板厚計	A						B					
	測定標準(μm)	0	20	39	61	99	300	0	20	39	61	99	300
SS41		0	19	39	61	99	265	0	20	40	61	99	300
SM41B		0	18	39	59	97	260	-1	18	38	60	98	300
SM41C		1	17	37	58	97	260	-1	17	36	58	93	300
SPV50Q		9	30	55	70	125	300	9	43	68	92	135	350
ハイテン60		9	30	56	70	125	300	8	40	65	90	135	340

(“重防食塗装の実際”より)

寸法にも磁性の影響があり、50×50×(厚み)6mm以上必要とされるのが一般的である。磁束は5mmの深さまで入る。なお本四公団は100×100mmで使用鋼材同じ板厚という規格である。表面は粗度5-6 μmRz 以下の、みがき鋼板で、さびやよごれのないものと指定されている。

4-3 標準板

非磁性または絶縁物のもので厚さが均一、数値が明記されたものを使用する。折り曲げたり、へこませたり汚したりしない注意が肝心である。標準板の厚みは実際に測定する膜厚と同等または近いものを使用する。

(付) 標準厚板の種類 (ある測定器メーカーの例)

		フィルム	ベークライト
μm表示 [μm]	10	16	
	20	23	
	30	50	
	50	75	
	100	100	
		198	
	200	250	
	300	300	1800近辺
mm表示 [mm]	0.1	0.1	
	0.2		0.5
	0.3	0.3	1
			2
			4
		5	
		10	

- (注)・μm表示の各標準板の数値は近辺のμm表示で、1~5 μm変わる場合がある。
・標準板のサイズ：25×25mm

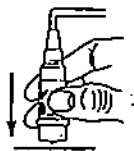

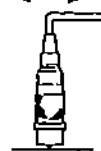

4-4 測定器の取扱（電磁式膜厚計の場合）

(1) 準備

- a) 取扱説明書をよく読み正しい操作をする。
- b) 測定精度を保つために年に1度は定期点検を受ける
(標準器との比較など。測定器メーカーでも有償で実施している)
- c) 保管時には汚れを落として、湿気や塵、ほこりのない場所に保管する
- d) プローブの先端は常にきれいにしておく

(2) 操作

- e) 精密機器なので手荒な取扱はしない
- f) プローブのケーブルは引っ張ったり強く折り曲げたりしない
- g) プローブの先端で叩いたり、引っ掻いたりしない
- h) 測定面に対しまっすぐに軽くおす

正しい使い方	誤った使い方		
 <p data-bbox="207 1268 319 1292">正確な使い方</p> <p data-bbox="117 1300 397 1364">プローブの中央部分を持って表面に・垂直に・静かに押し下げてください。</p>	 <p data-bbox="464 1268 554 1292">傾いた使い方</p> <p data-bbox="431 1300 610 1364">斜めに押し当てないでください。正確に測定できません。</p>	 <p data-bbox="677 1268 767 1292">水平な使い方</p> <p data-bbox="632 1300 812 1404">押し当てたまま、横方向にずらさないでください。プローブと測定物の両方に傷がつきます。</p>	 <p data-bbox="901 1268 991 1292">押し込みすぎる使い方</p> <p data-bbox="845 1300 1024 1388">あまりゆっくり押し当てないでください。測定誤差を大きくする原因になります。</p>

(3) 標準あわせ

- 1) 標準調整用素材、標準板は規定された正しいものを使用する
- j) 測定前には2点調整（ゼロ点および測定する厚みに近い標準厚板）を確実にこなう。測定する厚みに近い標準板を使用する理由は図8に示すように、膜厚計製造メーカーで設定した表示値（電流の変化値）と実際には条件（素地など）が違い別の曲線をえがき、誤差をなるべく小さくするためである。

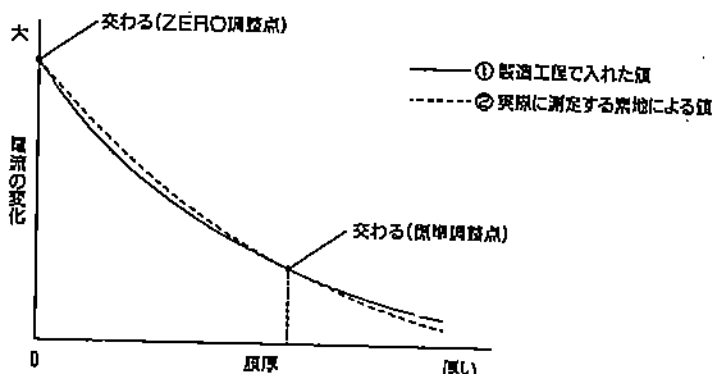


図8 膜厚と電流（表示値）の変化

(4) 測定

- k) 測定面が小さくてプローブを所定通り押しあてることができない場合は測定できない
- 1) 角、孔、突起物などの位置は測定できない
- m) 塗膜が十分乾燥していない場合は測定値は小さい値を示す

4-5 測定器の点検（電磁式測定器の場合）

塗膜厚の測定は塗装時の重要な管理、検査項目であり、その測定器が適正で精度よく管理しておくことは是非必要なことである。材料の使用量の管理、塗膜の品質管理の点からも重要なことである。

点検には年に1回程度専門のところ（測定器メーカー、専門部署など）で行う定期点検と、日常使用場所で測定の都度行う日常点検がある。表3の点検内容例などを参考にするとよい。

表3 膜厚測定器の点検基準

点検項目		点検方法	点検基準	処置	点検周期
員数と保管状況		プローブ、標準厚板どの員数を調べる	員数がそろっていること	補充	日常定期
電源・電圧		本体にプローブを接続し、電源スイッチをONにする	ディスプレイに各機種で設定された表示がされること	修理	日常
標準厚板	外観	肉眼で調べる	汚れ、さび、きずのないこと		日常
	厚み	専用の測微計で数カ所の厚さをはかる	数カ所の平均値が標準値の誤差範囲であること	交換又は校正使用	定期
測定器の指示精度		試験板上で別に準備された標準厚板をのせ測定する	各機種の許容誤差以内であること	修理	日常定期

5. 塗料注者の膜厚管理基準

		(社)日本道路協会 鋼道橋構造塗装便覧	日本道路公団 鋼橋塗装基準	首都高速道路公団 鋼橋塗装設計施工指針
		平成2年度版	平成9年度版	平成7年度版
用具	測定機器	2点調整型電磁微厚計	2点調整型電磁微厚計	2点調整型電磁微厚計
	鋼盤用鋼板	測定対象とできるだけ同質の鋼板。表面粗さ6S程度。厚さ6mm以上	—	測定対象と同一材質。表面粗さ5S以下。50×50×6mm以上
	標準板	目標膜厚と近似の非磁性体	—	目標膜厚と近似の鋼、プラスチック板
測定要領	測定実施の時期	工場塗装終了時(または下役塗装終了時)と現場塗装終了時(または上塗終了時)の2回。C塗装系では無機ジंकリッチペイント塗装後も	工事塗装終了後、現場塗装終了後。C、1塗装系では無機、有機ジंकリッチペイント塗装後も	工事塗装終了後、現場塗装開始直前および現場塗装終了後
	測定方法	1箇所あたり5点測定、平均値とする	1箇所あたり5点測定、平均値とする	1箇所10×10cmの中で4点測定、平均値とする
	測定頻度	1ロットあたり25箇所以上	1ロットあたり25点以上	測定箇所指定図あり。1ロットあたり25箇所以上
	測定位置	同一塗装系でかつ同一塗装方法で塗装された類似部材毎に1つのロットとする。約200～500ml単位毎に1ロットとする。	約500ml単位毎に1ロットとする	測定箇所指定図あり
判定	平均膜厚	規定された目標膜厚の90%以上	規定された目標膜厚の90%以上	規定された目標膜厚の90%以上
	最低膜厚	規定された目標膜厚の70%以上(5点平均値)	規定された目標膜厚の70%以上	規定された目標膜厚の70%以上
	標準偏差	規定された目標膜厚の20%をこえない。平均値が目標膜厚より大きい場合はこの限りではない	規定された目標膜厚の20%をこえない。平均値が目標膜厚以上の場合はこの限りではない	—
	合否の判定(不合格の場合の処理方法)	平均値、最低値、標準偏差の3条件を満足すること。不合格の場合は同数の測定を行い、当初の測定値と併せて管理基準値を満足すれば合格とする。不合格の場合は最上層を増し塗りをした後再度検査する	平均値、最低値、標準偏差の3条件を満足すること。不合格の場合は同数の測定を行い、当初の測定値と併せて基準値を満足すれば合格とする。不合格の場合は最上層を増し塗りをした後再度検査する	平均値、最小値とも合格すること。不合格の場合同数の測定で再検査。不合格の場合最終層の増し塗りをする

		阪神高速道路公社 土木工事共通仕様書	本州四国連絡橋公社 鋼橋等塗装基準・同解説	名古屋高速道路公社 塗装設計施工基準
		平成6年度版	平成2年度版	平成3年度版
用 具	測定機器	2点調整型電磁微厚計	2点調整型電磁微厚計	2点調整型電磁微厚計
	調整用鋼板	測定対象と同材質。 50×50×6mm以上のみがき鋼板	測定対象と近似の材質。表面 粗さ5S以下。100×100×6mm 以上	-
	標準板	測定膜厚に近いもの	目標膜厚と近似の非磁性体	-
測 定 要 領	測定実施の 時期	仕様毎に指定されている	工事塗装完了時、最終塗装完 了時。1層目に厚塗り無機ジ ンク使用の塗装系の場合は1 層目も	工事塗装完了後、現場塗装開 始前、現場塗装完了後。また N-04,06,08,09,14J2 塗装系 はジンクリッチペイント塗装 後も
	測定方法	1箇所5点測定、その平均値 とする	1箇所5点測定、その平均値 とする	1箇所同一点を5回測定、平 均値とする
	測定頻度	1ロットあたり25点以上測 定する	1ロットあたり25点以上測 定する	1ロットあたり25点以上測 定する
	測定位置	同一工事、同一塗装系、同一 塗装方法の約500㎡を1ロ ットとする	塗装系、塗付方法、部材別 にわけ、500㎡程度を1ロ ットとする	塗装系別、塗付方法別、部材 別に、200～500㎡を1 ロットとする
判 定	平均膜厚	規定された目標膜厚の90% 以上	基準値合計膜厚の90%以上	目標膜厚合計値の90%以上
	最低膜厚	規定された目標膜厚の70% 以上	基準値合計膜厚の70%以上	目標膜厚合計値の70%以上
	標準偏差	膜厚測定平均値の20%以内。 平均値が目標値以上の場合 は合格とする	塗膜厚測定平均値の20%以 内。平均値が基準値以上の場 合は20%を越えてよい	目標膜厚合計値の20%以下。 ただし平均値が目標膜厚の 100%以上、最低値が80 %以上の場合はこの限りでは ない。
	合否の判定 (不合格の 場合の処理 方法)	平均膜厚、最低膜厚、標準偏 差の3条件とも満足すること。 不合格の場合2倍の測定数で 再測定、基準を満足すれば合 格。不合格の場合は補修塗り	平均膜厚、最低膜厚、標準偏 差の3条件とも満足すること。 不合格の場合は増し塗りをす る	平均膜厚、最低膜厚、標準偏 差の3条件とも満足すること。 不合格ロットは2倍の測定数 で再測定、満足すれば合格。 不合格の場合最上層を増し塗 り再検査する

		北海道開発局 道路・河川工事仕様書	沖縄開発庁沖縄総合事務局 土木工事設計要領	
		平成8年度版	平成7年度版	
用 具	測定機器	2点調整型電磁微厚計	網道路橋塗装便覧による	
	調整用銅板	—		
	標準板	—		
測 定 要 領	測定実施の 時 期	工事塗装終了後、現場塗装終 了後		
	測定方法	1箇所あたり5点測定、平均 値とする		
	測定頻度	1ロットあたり25個所以上 測定する		
	測定位置	同一工事、同一塗装系、同一 塗装方法の200～500㎡ 単位を1ロットとする		
判 定	平均膜厚	規定された目標膜厚の90% 以上		
	最低膜厚	規定された目標膜厚の70% 以上		
	標準偏差	規定された目標膜厚の20% 以下。ただし平均膜厚が目標 膜厚以上の場合は合格とする		
	合否の判定 (不合格の 場合の処理 方法)	平均膜厚、最低膜厚、標準偏 差の3条件のうち1つでも不 合格の場合2倍の測定を基準 値を満足すれば合格とし、不 合格の場合は塗り増し再検査 する		

		福岡北九州道路公社 構造物設計基準	鉄道総合技術研究所 鋼構造物塗装設計施工指針	
		平成4年度版	1993年度版	
用 具	測定機器	2点調整型電磁微厚計	-	
	調整用鋼板	測定対象と同材質の鋼板。表面粗さ5S以下、厚さ6mm以上のもの	-	
	標準板	測定膜厚に近いもの	-	
測 定 要 領	測定実施の時期	工事塗装終了後、現場塗装終了後	目標膜厚合計が200μm以上の塗装系の工事塗装終了後	
	測定方法	1箇所あたり5点測定、平均値とする	1箇所あたり2点測定、平均値とする	
	測定頻度	1ロットあたり25個以上を標準とする	-	
	測定位置	同一工事、同一塗装系、同一塗装方法毎に約500mを1ロットとする	-	
判 定	平均膜厚	規定された目標膜厚の90%以上	規定された目標膜厚の75%以上	
	最低膜厚	規定された目標膜厚の70%以上	規定された目標膜厚の60%以上	
	標準偏差	塗膜厚測定平均値の20%以内とする。平均値が目標膜厚以上の場合はこの限りではない	(規定された目標膜厚の20%以内が望ましい)	
	合格の判定 (不合格の場合の処理方法)	平均膜厚、最低膜厚、標準偏差の3条件を満足すること。不合格の場合2倍の測定数で再測定し基準値を満足すれば合格。不合格の場合最上層を増し塗りする	平均膜厚、最低膜厚の2水準を満足すること。平均値が不合格の場合最上層を増し塗りする。最低値が不合格の場合その不合格N数により対応がわかる	

(引用資料)

- 1) “重防食塗装の実際” 日本鋼構造協会編 山海堂
- 2) “重防食塗料ガイドブック” 日本塗料工業会重防食塗料作業部会
(社) 日本塗料工業会
- 3) “膜厚計のはなし” 鋼橋塗装V o l . 2 2、N o . 4
- 4) “鋼橋端部のR面加工機の開発” 鋼橋塗装V o l . 2 4 N o . 2
- 5) “塗料試験方法N o . 4 塗膜の厚さ測定方法”
(財) 日本塗料検査協会
- 6) “塗膜の厚さの測定” J I S - K - 5 4 0 0
- 7) “表面粗さー表示および定義” J I S - B - 0 6 0 1
- 8) “試験機器管理基準 電磁式膜厚計”
(財) 日本塗料検査協会
- 9) “やさしい塗装の話・塗る” 関西鋼構造物塗装研究会編
- 1 0) “鋼道路橋塗装便覧” (社) 日本道路協会
- 1 1) 日本道路公団 鋼橋塗装基準
- 1 2) 首都高速道路公団 鋼橋塗装設計施工指針
- 1 3) 阪神高速道路公団 土木工事共通仕様書
- 1 4) 本州四国連絡橋公団 鋼橋等塗装基準・同解説
- 1 5) 名古屋高速道路公社 塗装設計施工基準
- 1 6) 福岡北九州高速道路公社 構造物設計基準
- 1 7) 鉄道総合技術研究所 鋼構造物塗装設計施工指針
- 1 8) 北海道開発局 道路・河川工事仕様書
- 1 9) 沖縄開発庁沖縄総合事務局 土木工事設計要領

(その他参考資料)

- 1) “小特集 膜厚測定法” 表面技術 V o l . 4 0 N o . 2
- 2) 膜厚計メーカーカタログ