

## (7) 引張付着試験 (アドヒージョンテスト)

塗膜の付着力を測定するため、垂直引張力のみによる付着性を評価する。塗膜の付着性能を具体的な数字 (例えば MPa) で示すことができるので、詳細観察を行うときに用いられることが多い。

端子を塗膜面に接着剤で接着し、垂直引張力のみによる引張試験を行い、塗膜を剥離させることにより、塗膜の付着力を求める。塗膜と素地および塗膜の層間の最も弱い箇所を剥離させることになる。

### 使用器具および材料

- ① アドヒージョンテスタ (エルコメータ社製)
- ② 接着剤 (エポキシ樹脂系を主とする)
- ③ サンドペーパー (#240 程度)
- ④ カッターナイフ

### 測定方法

- ① 測定位置の塗膜表面をウエスなどで清掃した後、サンドペーパーで軽く研磨して清浄な状態にする。
- ② 接着剤を端子 (ドーリー) に少し過剰に塗り、塗膜表面に端子を押しつけ過剰な接着剤を端子表面から押し出す程度に、塗膜表面に貼り付ける。
- ③ 接着剤が固化した後、端子周辺に沿って、塗膜をカッターなどで素地に達するまで傷を入れる。
- ④ アドヒージョンテスタで端子を引き剥がし、そのときの強度を読む。剥離した層とその比率を記録する。

引張試験の値はばらつくことが多いので最低3個のサンプルをとり、その3つの平均値を記録する。塗膜引張付着力と評価点の関係<sup>1)</sup>を表-7)。1に示す。

表-7)。1 引張付着力の評価基準の一例<sup>1)</sup>

(1MPa ≒ 10kgf/cm<sup>2</sup>)

評価点 (RN)	引張付着力 (MPa)
3	$2.0 \leq X$
2	$1.0 \leq X < 2.0$
1	$0.0 < X < 1.0$
0	$X = 0$

塗膜の付離を評価する場合、実際の塗膜層間剥離に対する問題などよりも、学術的な塗膜の付着力を評価することや塗膜の耐久性を評価する場合に用いることが多い。

### 参考文献

- 1) (社) 日本鋼構造協会「鋼橋塗膜調査マニュアル JSS-IV-03」1993年

## (8) インピーダンス測定

塗膜の劣化度を定量的に評価する一項目として、インピーダンス測定を行う。

ポータブル形インピーダンスブリッジを用いた測定器により、各周波数（通常、0.2、0.5、1.0kHz）における交流抵抗値と電気容量値を測定し、各周波数に対する抵抗値と電気容量値の変化もしくは抵抗値の経時変化から、塗膜劣化度を評価する。

### 使用器具および材料

- ① 図-8). 1 に示す回路を持つ測定器<sup>1)</sup>。
- ② 電導ペースト：3%塩化ナトリウム水溶液に3～5%の増粘剤〔カルボキシメチルセルロースナトリウム塩（CMC）を加えて、のり状にしたもの〕
- ③ 対極：厚さ15 $\mu$ m程度のアルミニウム箔を図-8). 2<sup>1)</sup> に示す寸法に裁断したものをを用いる。
- ④ 洗浄水：塗膜インピーダンス測定後に、塗膜面に付着した電導ペーストを洗い落とす（水道水、河川水で良い）。
- ⑤ スポンジまたはウエス：電導ペーストの水洗用に使用するので、塗膜面を損傷しない柔らかい材質のもの。
- ⑥ 塗料：試料対極点として塗膜剥離した箇所の補修塗りに適した品種のもの。

### 測定方法

- ① 塗膜面上に汚れ、損傷、水分等がないことを確かめてから、アルミニウム箔と塗膜界面に空気を巻き込まないように注意しながら、電導ペーストを塗布したアルミニウム箔を塗膜面に貼る。
- ② 測定は、〔素地金属面／塗膜／電導ペースト／対極（アルミニウム箔）〕で構成される回路の内部インピーダンスを測定するので、試料対極点は十分鋼材面を露出させた面とし、対極の接点はアルミニウム箔の端部とする。
- ③ 電導ペーストを貼付けて60分以上経過してから、インピーダンス測定器を用いて、周波数0.2、0.5、1.0kHzにおける低抗成分と容量成分を測定する。

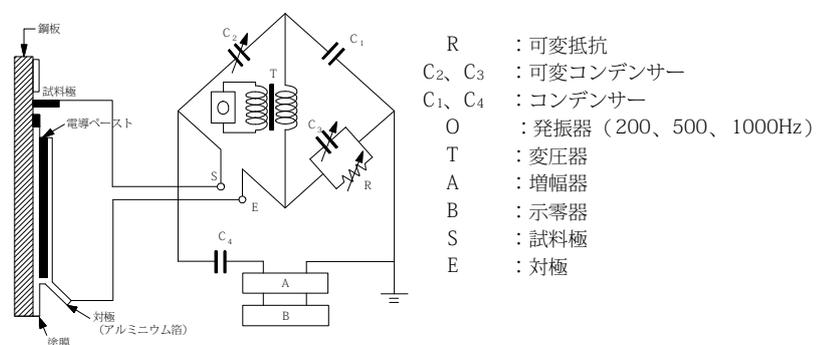


図-8). 1 インピーダンス測定回路

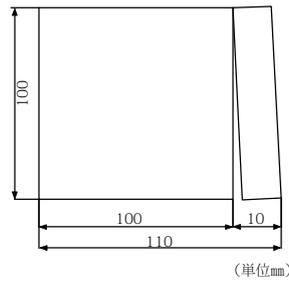


図-8). 2 アルミニウム箔の形状と寸法<sup>1)</sup>

インピーダンスは、塗膜劣化が進行するとともに抵抗成分は減少し、容量成分は増加する。この変化の起こる時期を劣化開始時期とすることができる。

塗装鋼材のインピーダンスには、塗膜のインピーダンスと鉄素地面のインピーダンスが含まれる。塗膜の劣化により、塗膜下に水分が進入し、水が素地の鉄鋼面と直接接合場所を生じると、鉄鋼面と水溶液の界面電気二重層の容量が測定値に寄与するようになり、容量成分の測定値が急激に増加する。

一般に周波数特性は塗膜劣化の進行とともに、図-8). 3 に示す様な経過をたどって変化する<sup>1)</sup>。

測定箇所は、肉眼で見られるような、錆、膨れ、割れ、剥れなどのような異常発生箇所を避けた部分を選定する。

実際の調査では抵抗成分と容量成分の測定値によって塗膜の劣化を定量的に判定する。但し、劣化は部位の種類や方向などによって差があり、測定点がかならずも測定対象を代表しているとはいえないため、あくまでも参考値程度にとどめておくのが良い。

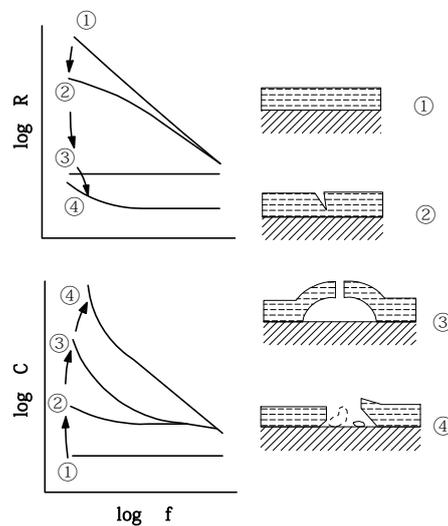


図-8). 3 塗膜劣化状態と R・C 成分の周波数特性

・参考文献

1) (社)日本鋼構造協会「鋼橋塗膜調査マニュアル JSS IV-03」1993年

## (9) 反発度法 (シュミットハンマー法)

### 1) 機種を選定

シュミットハンマーの種類には、表-9). 1 に示すように衝撃エネルギーの異なる N 型、L 型、P 型、M 型があり、この中、補修工事には直読式の N 型と自動記録式の NR 型が用いられる。両者の外観を図-9). 1、2 に示す。

表-9). 1 シュミットハンマーの種類と特徴

機 種	適用コンクリート	衝撃エネルギー (kgf・cm)	強度測定範囲 (kgf/cm <sup>2</sup> )	備 考
○N 型	普通コンクリート	0.225	150 ~ 600	反発度直読式
○NR 型	〃	〃	〃	反発度自動記録式
L 型	軽量コンクリート	0.075	100 ~ 600	反発度直読式
LR 型	〃	〃	〃	反発度自動記録式
P 型	低強度コンクリート	0.09	50 ~ 150	振り子式
M 型	マスコンクリート	3.00	600 ~ 1000	反発度直読式



図-9). 1 N 型 (普通コンクリート用)



図-9). 2 NR 型 (普通コンクリート用)

2) 測定方法

①打撃点の選定

各測定箇所ごとの打撃点の点数は 20 点を標準とする。打撃点 (×印) 相互の間隔は 3cm を標準として 12 cm×12cm の正方形または直径 12cm の円内に収まるようにする (図-9). 3 参照)。

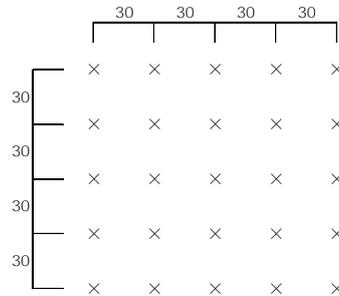


図-9). 3 打撃点 (測定点)

②打撃方向

打撃は常に測定面に直角に行う。仮に、測定面が直角でない場合には、表-9). 2 に基づき、測定値 R を補正する (ここに、補正量  $\Delta R$ )。

表-9). 2 打撃角  $\alpha$  と補正量  $\Delta R$  の関係

$R_0$ \ $\alpha$	+90°	45°	-45°	-90°	備考
10	-	-	+2.4	+3.2	<p>角度の符号+は上向きを -は下向きを表わす</p>
20	-5.4	-3.5	+2.5	+3.4	
30	-4.7	-3.1	+2.3	+3.1	
40	-3.9	-2.6	+2.0	+2.7	
50	-3.1	-2.1	+1.5	+2.2	
60	-2.3	-1.6	+1.3	+1.7	

[注] 補正は下式による

$$R = R_0 + \Delta R$$

R:補正した値、 $R_0$ :測定値、 $\Delta R$ :補正値

## ③測定値の処置

くぼみ等で異常と認められた時の値、あるいは測定部位の値で打撃値の平均値の±20%以上となった時は、異常値として処理し追加測定して 20 点まで補充する。

## ④強度の推定

シュミットハンマーの反発度 R を用いた強度  $F_c$  の推定式は多数あり、打撃方法やコンクリートの材令による補正の方法も示されている。しかし、推定式にはバラツキがあり一つの式にまとめるまでに至っていない。2, 3 例を示すと次の通りである。

$$\text{材料学会推定式}^{2)} \quad F_c = 13R - 184 \quad (3.1)$$

$$\text{建築学会回帰式}^{3)} \quad F_c = 7.3R + 100 \quad (3.2)$$

$$\text{(実験データ回帰式)} \quad F_c = 5.4R + 14$$

従って、圧縮強度  $F_c$  を正確に知るためには、実コンクリート構造体の一部をコア抜きして圧縮試験を行い、シュミットハンマーによる値を補正する必要がある。なお、土木学会<sup>1)</sup>では、材料学会の式(3.1)を推奨している。

## ・参考文献・引用文献

- 1) 土木部会：硬化コンクリートのテストハンマー強度の試験方法（案）、コンクリート標準仕方書、基準編、平成 8 年
- 2) 日本材料学会：シュミットハンマー法による実施コンクリートの圧縮強度判定方法、昭和 33 年
- 3) 日本建築学会：コンクリート強度の推定のための非破壊検査方法マニュアル、昭和 58 年