

# 染色浸透探傷試験における

## 目視精度向上のための現像膜数値管理方法

A Numerical Control Method of Developer Thickness in Dye Penetrant Testing  
For Accuracy Improvement in Visual Observation

日本航空専門学校  
谷村 康行  
北海道立工業試験場  
相山 英明

### 概要

溶剤除去性染色浸透探傷試験において現像膜の厚さは、きずの検出精度に大きく影響をする。これまで経験と勘によって判定されてきた現像膜の厚さを、色彩計を用いて“白さ”を測定することで、管理する方法について検討した。その結果、この方法で現像膜の厚さを数値的に管理することが可能であり、又この方法を使って技術者の技量を評価できることがわかった。

キーワード： 染色浸透探傷試験、現像膜、厚さ測定、色彩計

### 1. はじめに

染色浸透探傷試験では、目視によってきず指示模様を識別する。試験精度を向上させるには、きず指示模様のコントラストを上げ視認性を高くするための諸条件を整えることが重要である。現像膜の厚さは、きず指示模様とバックグラウンドとのコントラストを作る最も重要な要素の一つである。現像膜は、厚すぎても薄すぎてもきずの検出力が低下し見落としをまねく。そのため、適度な厚さでかつ出来るだけ均一でなければならない。適正な現像膜を表すのに従来“下地の色がかすかに見える程度の白”という表現が使われてきた。このような表現による管理は実際的にはあるが、適正か否かの判断にも経験と熟練を要する。染色浸透探傷試験の目視精度を向上させるために、現像膜の良否を判定することが可能な基準と方法が求められてきた。

“下地の色がかすかに見える程度の白”という経験に基づく判断を数値化する一つの方法として、現像膜の白さを測定することが考えられる。しかし実際の現像膜の表面色は、下地となる試験体表面の色相や表面粗さに大きく影響される。このために、この方法は実用化されてこなかった。三好らは、定められた色相の試験片上に現像膜を塗布して隠蔽力を求め皮膜の厚さを知る方法を提案している<sup>1)</sup>。本研究は、この提案に基づいて実用化する方法を検討したものである。

### 2. 現像膜の白さ及び厚さの測定

試験体の表面を覆う現像膜を、直接色彩計でその白さを測定したとしても、試験体の色や表面粗さの影響を受けるため、実用的なデータとはならない。今回の研究では、その影響を除くため、試験範囲のすぐ外に幅 10mm の黒色テープを貼り、これを含めて現像処理を行い、その後現像剤が塗布された黒色テープ上の白さを測定することで、現像膜の良否を判断した。

## 2.1 現像膜の白さの測定

白さの測定には、ミノルタ（株）製の色彩計 CR10 を使用して、表色系は国際照明委員会（CIE）が定めた  $L^*a^*b$  の L 値を使用した。L 値は、明度に相当する値である。

今回の実験では、黒テープとして L 値 25.5 のビニールテープを使用した。現像剤は、日本の代表的な 3 メーカー（A 社、B 社、C 社）の汎用品を使用した。

## 2.2 現像膜の厚さ測定

現像膜の厚さの測定手順を以下に示す。

ガラス板に黒テープ（L 値 25.5）を貼り、現像剤を塗布する。

黒テープ上を色彩計で測定して、L 値を記録する。

現像剤を塗布したガラス板に金属蒸着処理をした後、黒テープに隣接した箇所を二つに割る。

で割った断面を再び金属蒸着処理をする。

走査型電子顕微鏡で断面を観察して、写真から現像膜厚さを測定する。5 点を測定してその平均を現像膜厚さとする。

## 3. 測定結果

L 値 6.5 以下の試料は現像膜の断面を観察すると、現像剤が膜状にはならず図 2 に示すように 10  $\mu\text{m}$  程度の球状の塊となって付着していて、付着部と未付着部のあるものになっていた。したがって、L 値 6.5 以下の試料では現像膜厚さの測定は不可能であった。

厚さと L 値の関係を、図 1 に示す。

3 種類の現像剤とも、厚さ 10  $\mu\text{m}$  から 40  $\mu\text{m}$  程度までの範囲で厚さと L 値との間に直線的な関係が認められる。直線の傾きは、現像剤の種類によって異なる。現像剤毎にあらかじめ厚さと L 値との関係を求めておけば、色彩計を使って現場で現像膜の厚さを知ることが、可能である。

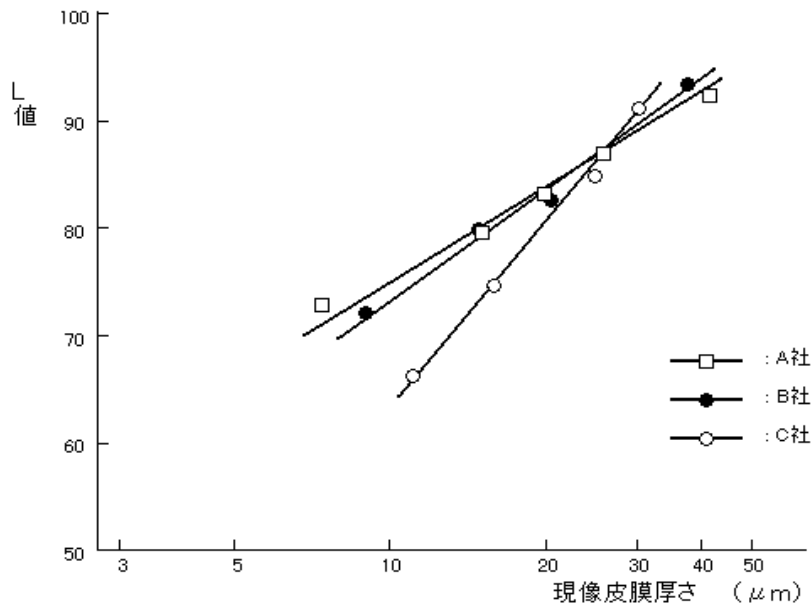


図1 現像膜の厚さとL値

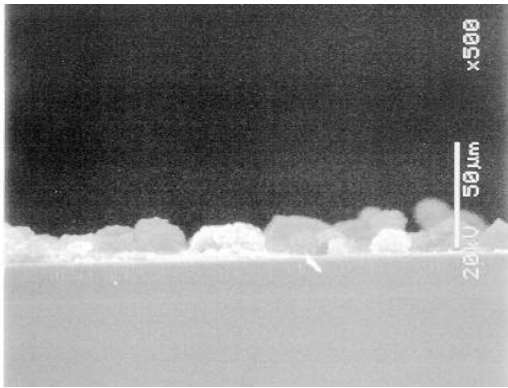


図2 L値48.0の現像膜

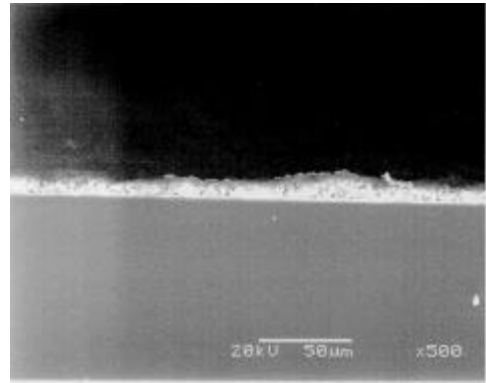


図3 L値72.8の現像膜

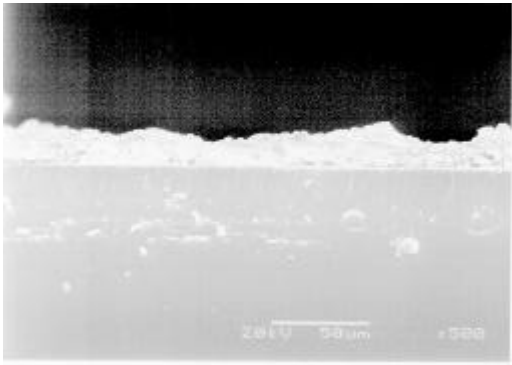


図4 L値79.3の現像膜

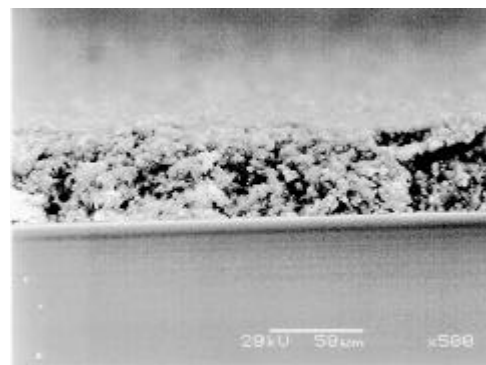


図5 L値92.2の現像膜

#### 4. 適正な現像膜厚さ

適正な現像膜厚さがあらかじめわかっているならば、色彩計を使って現像膜厚さを管理することが可能である。しかし現在のところ、適正な現像膜厚さに関する定説はない。これまで簡便な現像膜厚さの測定方法がなかったために、基準を作ることができなかったものと考えられる。適正な現像膜厚さを決めていくのは、今後の課題である。

本研究では、従来の“経験と勘”による判断を今回の実験結果と照合することで、適正な現像膜厚さとL値を求めた。

浸透処理・除去処理をしたアルミ焼き割れ試験片に黒テープを貼り、現像処理を実施した後、黒テープ上のL値を測定して、現像膜の適・不適を判断した。その結果、適正なL値の下限は約70、上限は約85であった。厚さに換算すると、下限が7～10 $\mu\text{m}$ 、上限が約25 $\mu\text{m}$ であった。

#### 5. 技術者の技量評価

図6は、平板溶接部(400mm長)のビード中心から30mmの位置にビードと平行に黒テープを貼って、経験年数の違う人がそれぞれ現像処理をした後に黒テープ上10点を色彩計で測定するとともに、L値の標準偏差を算出したものである。現像剤は、A社のものを使った。図6のグラフには、許容値の上限(85.0)と下限(70.0)を破線で示してある。

経験年数の長い種技術者Aは、全ての点が許容範囲内であり、標準偏差も小さい値になっている。初心者Bのデータでは、最初教わったように気を付けようとしているのだが持続することができずに薄くなっていく、という初心者にありがちな傾向を示している。初心者Cのデータでは、やはり初心者にありがちな大きな厚さむらのある“蛇行”状の現像膜の状態を示している。初心者Bと初心者Cのデータでは、許容範囲外の点が数点

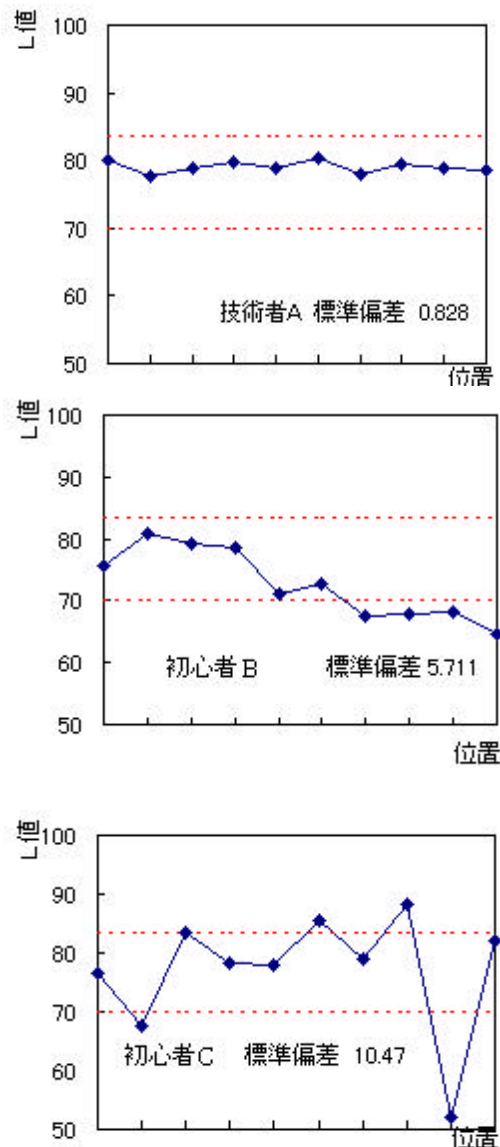


図6 技量の違いによるL値の偏差

あるだけでなく、標準偏差も大きな値となっている。このように、これまで“程よい厚さで均一”とか“厚すぎる”とか“薄すぎる”あるいは“極端にむらのある蛇行”とかと定性的に表現されていたものを、数値で表すことが可能となることがわかった。

## 6. おわりに

黒テープを貼りその上の現像膜の白さを測定することで、現像膜の数値管理が可能であることがわかった。このことは、これまで経験と勘によって判定されてきた現像膜の良否を、客観的かつ容易に判定できる尺度が出来ることを意味している。数値による管理値を定めて探傷試験を実施することで染色浸透探傷試験における目視精度の向上が期待できる。また、現像膜の形成は技術者の技量に依存するところが大きいので、結果としての現像膜の数値的評価は同時に技術者の技量の評価に使用できる。

<sup>1)</sup>三好 滋 近藤栄作；“浸透探傷試験に用いる探傷剤の性能評価方法に関する試験研究”（1995）  
財団法人発電設備技術検査協会、p9