



JANDT

The Japanese Association for Non-destructive Testing Industry

工業用 Xレイフィルムの 保管上の注意について

2017年1月

一般社団法人 日本非破壊検査工業会

◇ はじめに

使用前のフィルムはその保存条件によっては性能が変化する可能性があり、また、現像済みフィルムも処理の状況や保存環境によって劣化する可能性がある。

しかし、これらの問題は時間が経過し劣化が起こってしまった後では取り返しがつかないことになり、これを回避するために当初から保管のための配慮が必要である。ではどのようなことに配慮すべきか、また、その結果期待できる保管期間がどの程度か、各種規格類に記載された内容を調査し、まとめた。

今回調査した規格は ISO、ANSI、ASTM、JIS であるが、JIS にはこれに類するものはなく、内容は ISO、ANSI、ASTM を抜粋することになった。このうち ISO と ANSI は新 ISO 規格として統合され、現在は新 ISO と ASTM にまとまってきている。

◇ もくじ

1. 現像前のフィルム保管	・・・2
2. 現像したフィルム画像の保管	
2.1 フィルムとして満足すべきこと	・・・3
2.2 現像処理時に考慮すべきこと	・・・5
2.3 保管用包材として考慮すべきこと	・・・6
2.4 保管環境	・・・7
2.5 保存期間と保存条件の関係	・・・8

1. 現像前のフィルム保管

現像前のフィルム性能に影響を与える要因としては保管する包装と保管環境が考えられるが、今回調査した範囲では包装に関するものは無かった。この状況から、この背景にはフィルム保管はフィルムメーカーの包装のままであることが前提となっていると推定される。したがって、メーカー製の包装から出して保管する場合は本資料の範囲では不十分な可能性があるため注意が必要である。

(1) ISO-18928-'02

本規格は、液体现像のハロゲン化銀フィルムおよびペーパーを対象とする規格であるが、本資料では工業用 X 線フィルムが関係する部分に限定して抜粋する。

- ◆ フィルム保管の相対湿度は 40～60%
65%を超えると容器の破壊、フィルム上にカビの生成、接着が懸念される。30%以下ではカールまたは乳剤割れが懸念される。
- ◆ 保管温度は、1ヶ月間以下の保管では約 25℃。1～6ヶ月間の保管では 21℃以下、6ヶ月間以上では 13℃以下とする。長期間の保管のためには -18～-20℃での保管が推奨される。
- ◆ 低温に保管した場合は使用する前にフィルムの温度を室温にあわせること。
※ 室温にあわせるための時間としては、温度差が 15℃の場合は約 10 時間、40℃の差がある場合は 25 時間程度が推奨される。
- ◆ 保管環境は硫化水素、二酸化イオウ、ホルムアルデヒド、酸化性ガス、水銀 等の有害なガスから遮断されていること。
- ◆ 保管環境での放射線被ばくの量は 1.29×10^{-4} C/Kg 以下が推奨される。
- ◆ 露光から現像までの間はできるだけ短くし、またこの間フィルムにはセーフライト等も余分に照射されないようにする。

(2) ASTM E1254-'98

ASTM の本規格では以下のように記載されている。

- ◆ 適用する対象は工業用 X 線フィルム
- ◆ 未使用のフィルムの保管は、温度: 4.4～24℃、相対湿度: 30～60% が好ましい。
- ◆ 上記より低温での保管では使用前にフィルム温度を室温とほぼ同じになるようにすれば問題はない。
- ◆ 上記より高温での保管では、例えば 32℃、30 日を超えたら未露光で現像して、異状なカブリが発生していないかテストする必要がある。
- ◆ 30%より低湿に保管した場合は乳剤割れとスタチックに注意が必要である。
- ◆ 60%より高湿で保管した場合は接着に注意が必要である。
- ◆ 防湿包装を開けた以降は接着やカブリの確認の頻度を上げる必要がある。
- ◆ ベース+カブリの濃度が 0.3 を超えた場合、E746*で定義された EPS 値 (Equivalent Penetrameter Sensitivity) が 1.4%を維持していることを確認する。(*内容は省略)
- ◆ 保管中は放射線の被ばくを受けないようにすること。

2. 現像したフィルム画像の保管

白黒フィルムの画像は金属銀でできており、一般的には画像は安定と考えられるが、フィルムの現像処理や保管する環境が好ましくない場合は長期間の保管中に徐々に変化し、色調が変わったり、極端な場合は画像が見えなくなることがある。

特に、工業用X線フィルムでは他のフィルムに比べて極めて長い期間の保管が要求される場合があり、当初からこれを避けるための考慮が重要になる。

本資料ではフィルム、現像処理、保管包材、保管環境に分けて考慮すべき観点を説明する。

2.1 フィルムとして満足すべきこと

(1) ISO-18901-'02

= ANSI/NAPM IT9.1-'96 = ANSI/ISO-10602-'95

本規格の対象はハロゲン化銀-ゼラチン系の白黒フィルムである。

これには長期保管が可能なフィルムとして満足すべき観点が多数記載されているが、それらのほとんどがフィルムの設計および製造に関わることであり、それらはフィルムメーカーが保証すべき内容と考えられる。参考まで記載されている項目と内容を以下に抜粋する。

■ フィルムの耐火性

詳細は別の規格が引用され ISO-543 の要求事項に合致することとしているが、内容はフィルムに火をつけても燃え進まないというもので、実質的には現在のポリエステルベース製品では問題がない。

※ ISO-543

= ANSI/NAPM IT9.6-'91 = ISO-18906-'00

■ ベースの反応性・・・ "Free acidity" :

ベース自体に反応性が残存していないことを確認する内容。

■ ベースの抗張力特性

熱がかかっても変形しにくいベースであることを確認する内容。

■ ベースと乳剤層の密着

処理前、処理中、処理後、どの段階でも乳剤層がベースから剥がれないことを確認する内容。

■ 乳剤層の耐溶解性

処理時に乳剤層が溶解してなくならないことを確認する内容。

■ フィルムの接着性

処理後、フィルムを重ねても接着が起らないことを確認する内容。

(2) ASTM E94-'00

本規格のフィルムに関する章では、製造について ANSI PH1. 41、PH4.8、T9.1、T9.2 への適応が記載されているが、結局、内容は次ページの様に、上記(1)の ISO-18901 が引用された内容となっている。

- PH1.41 → 現在は廃止され、内容が改訂されて、IT9.1 (前ページ(1))に引き継がれている。
- PH4.8 → 2.2 項を参照。ただし、本内容は分析方法に関するものであり、フィルム製造とは直接関係しない。
- T9.1 → IT9.1 と考えられる。
- T9.2 → IT9.2 と考えられるが、製造方法には直接は関係しない。

2.2 現像処理時に考慮すべきこと

(1) ISO-18901-'02

= ANSI/ISO-10602-'95 = ANSI/NAPM IT9.1-'96

本規格の対象はハロゲン化銀-ゼラチン系の白黒フィルムであるが、ここでは工業用Xレイフィルムに限定して内容を抜粋する。

- ◆ 要求項目のひとつとして、膜中に残留しているチオ硫酸量があり、放射線用フィルムを長期保存するためには以下のような低い値が要求されている。

※この値は フィルム処理の水洗の程度により変わり、充分水洗すれば残留量が少なくなり、水洗が十分でないと大きな値となる。

(分類)	チオ硫酸量
LE-10 …	0.100 g/m ² 以下
LE-100 …	0.050 g/m ² 以下
LE-500 …	0.020 g/m ² 以下

※残留チオ硫酸量の測定方法は ISO-18917、ISO-417、ANSI/NAPM IT9.17 等(下記 (2))が引用されている。

※上記表の LE-数は、画像保存が期待できる最低年数をあらわしている。

また、それが可能となる保管環境等は指定されており、詳細は本文 2.4 および 2.5 を参照願いたい。

- ◆ もうひとつの要求項目として残留銀化合物量が記載されている。これを満足するためには 処理工程で充分定着すること(および充分水洗すること)が必要である。その程度を測定する方法は本規格に記載されており、手順にしたがってフィルム処理をし、色味の変化が見られないこととしている。手順の詳細は本文を参照願いたい。

(2) ISO-18917-'99

= ANSI/ISO-417-'93、 ANSI/NAPM IT9.17-'93

= revision of ANSI PH4.8-'85

- 上記(1)規格の補助の位置付けとして、残留チオ硫酸量を定量する方法を規定している。手段として、沃素アミロード法、メチレンブルー法、硫化銀法が記載されている。各手法とも手順が非常に細かく複雑なため、詳細が必要な場合は原文で確認願いたい。

(3) ASTM E1254-'98

ASTM の本規格には次のように記載されている。

- ◆ 適用する対象は工業用X線フィルム
- ◆ 画像が経時で異常をおこさないためには、残留チオ硫酸量と保管条件が重要であり、残留チオ硫酸量の測定方法として ANSI PH4.8 が引用され、また、類似の簡易的なスポットテストの手順も記載されている。

2.3 保存用包材として考慮すべきこと

(1) ISO-18902-'01

= ANSI/NAPM IT9.2-'98

フィルムを保管するための包材について考慮すべき点が記載されている。

ここでは 一般的な考え方と紙包材について内容を抜粋するが 他の材料についての内容やより詳細な内容が必要な場合は原文を参照願いたい。

- ◆ 包材としては一般的に次のような観点を考慮する。
 - 酸や過酸化物を含まないこと。
 - 包材の分解物や含まれている汚れ等は画像に害をおよぼす可能性があり、それらを含まないようにすること。材料としては化学的に安定であること。
 - 表面の性質は重要である。接着防止のために適度のマットネスは必要だが過度なマットネスはフィルムを傷つける。
- ◆ 包装材料は ISO-14523 の写真活性度テストにより、フィルム画像に対する影響の与えやすさを考慮する。
- ◆ フィルムに直接接触する紙は次のようなものであること。
 - アルファセルローズが 87%以上
 - pH は 7~9.5
 - 発水防止剤、紙力増強剤は必要以上に使わない。
 - 水に 48 時間漬けても色素などが溶出しないこと。
 - 表面に凸部、粉、粒子が無いこと。ワックス等も含まないこと。

※簡単に言うと、紙としては原料パルプを主体にできるだけ余分なものを含まないこと。

すなわち市場回収成分は少なく、白色度を増すために漂白などもせず、紙の表面を強くし過ぎないものが良いと解釈できる。

(2)ISO-14523-'99

=ANSI/NAPM IT9.16-'93 = ISO-18916

- (1)の補助の位置付けとして、素材の画像への影響度をテストする方法が記載されている。内容は 2 種のテスト用素材を作成し、これらをテスト対象物と接触させてサーモにかけ、そのときのテスト素材の変化の様子から画像への影響を推定するもの。詳細は本文を参照願いたい。

(3) ASTM E1254-'98

- ◆ 保管のための包材としては化学的に安定であり、表面はフィルムをキズつけないものであるとし、材質のガイドラインを含めて ANSI IT9.2 すなわち上記(1)に従うとしている。

2.4 保管環境

(1) ISO-18911-'00

=ANSI/PIMA IT9.11-'98

保管環境として、倉庫、容器、エアコン等、広範な記載があるが、工業用X線フィルムが保管される可能性のある範囲に限定して抜粋する。

- ◆ 本規格の内容は保管条件、保管設備、取り扱い等を含んでいる。
- ◆ 保存条件として、
 - ①medium-term storage condition
 - ②extended-term storage conditionが定義されている。
- ◆ ①の保管温湿度条件としては、平均湿度が 50%以下、最高でも 60%以下、温度は大部分が 25℃以下で、好ましくは 21℃以下、一時的でも 32℃を超えないこと。
- ◆ ②の保管条件としては、温度は 21℃以下、湿度は 20～50%
- ◆ それぞれの保管条件をどのような場合に採用するかは本文 2.5 を参照。
- ◆ 一般的には温度と湿度は相互に補完でき、例えば、より低温にすれば少々の高湿は許容できる。(詳細は規格本文の Annex F を参照のこと)
- ◆ 空気中には、堅い微粒子、二酸化イオウや亜硫酸ガスのようにゼラチン膜をキズつけたり銀画像に悪影響をおよぼす成分は含まないこと。
- ◆ 暗室下(すなわち、光の照射はない環境)が推奨される。
- ◆ フィルムにものを書く場合は ANSI/NAPM IT9.16 に合格した素材であること。
- ◆ フィルムは手袋をして端を持ち、損傷を与えず、清潔に保つこと。
- ◆ 少なくとも 2 年程度の間隔で状況を監視し、変化等が見られた場合は原因を調査し、改善のための措置を取ること。

(2) ASTM E1254-'98

工業用X線フィルムの保管環境として以下の観点が記載されている。

- ◆ 微粉末や化学的反応性のある不純物を含む大気中での保管は好ましくない。
- ◆ 温度は、38℃を長期間上回るとチオ硫酸塩の反応が進み、結露点以下の温度では接着が懸念されることから、温度範囲は 4.4～24℃ が推奨される。
- ◆ 60%以上ではカビの生成や接着による画像層の劣化が懸念され、低湿では乳剤はがれや乳剤ワレが問題となることから、一般には 30～60%が推奨される。

2.5 保存期間と保存条件の関係

前章まで(2.1~2.4)で、フィルム、処理、包材、保管環境、それぞれについて考慮すべき観点を述べたが、それらを考慮することによってどの程度の期間、画像保存が期待できるのか、この点について整理した。

◎ ISO/ANSI 系 規格

保管期間が明記されたものは以下の ISO/ANSI 系だけである。

本表の見方： 縦の全ての条件が満足される場合に、最上段の保管期間が期待できる。

保存期間	ISO-18901 の分類			
	10 年以下	LE-10 最低 10 年	LE-100 最低 100 年	LE-500 最低 500 年

フィルム	ISO-18901 のフィルムの必要条件を満足 (ポリエステルベースの製品)			
	↓	↓	↓	↓
処理	ISO-18901 の 残留チオ硫酸濃度 (g/m ²)			
	~0.1	0.1~0.05	0.05~0.02	0.02~0
	ISO-18901 の 残留銀化合物量を満足			
	↓	↓	↓	↓
包材	ISO-18902 を満足			
	↓	↓	↓	↓
環境	ISO-18911 に記載された環境に保管			
		① Medium-Term storage condition	② Extended-term storage condition	
	温度	25°Cを超えない 一時的 32°C以下	21°C以下	
	湿度	50%を超えない 一時的 60%以下	20~50%	

発行

(一社)日本非破壊検査工業会
機材支部 RT分科会

発行日

2005年 3月

2017年 1月 改正
