

Temp. No. ⑨ : JIS Z 2343-6(2012)「非破壊試験—浸透探傷試験—第 6 部 : 10℃より低い温度での浸透探傷試験」の引用

1. 現状

浸透探傷試験（以下、PT という）の方法は、下表のように JIS 規格が引用されている。

試験方法	日本工業規格 JIS Z 2343-1 (2001)「非破壊試験—浸透探傷試験—第 1 部 : 一般通則 : 浸透探傷試験方法及び浸透指示模様のカテゴリ」の「5.2 方法の説明」、「5.3 試験順序」、「5.5 有効性」、「6. 探傷剤の組合せ、感度及び分類」、「7. 探傷剤及び試験体の適合性」及び「8. 試験手順」によること。
試験装置及び探傷剤	日本工業規格 JIS Z 2343-2 (2001)「非破壊試験—浸透探傷試験—第 2 部 : 浸透探傷剤の試験」及び JIS Z 2343-4 (2001)「非破壊試験—浸透探傷試験—第 4 部 : 装置」に適合したものであること。

引用されている JIS Z 2343-1 (2001)「8. 試験手順」では、「試験面の温度は、通常 10～50℃の範囲としなければならない。特別の場合は、5℃程度の低い温度まで適用してもよい。10℃未満又は 50℃を超える温度については、JIS Z 2343-2 に基づきこの目的に対して推奨された探傷剤の組合わせ及び試験手順で適用しなければならない」と規定されている。しかし、10℃未満の温度についての具体的な規定はなかった。このため、非破壊試験としての PT 及び耐圧代替試験としての PT は、10～50℃の範囲で実施されている。

2. 目的

JIS Z 2343-6 (2012)「非破壊試験—浸透探傷試験—第 6 部 : 10℃より低い温度での浸透探傷試験」が制定されたことにより、冬季に屋外で実施する非破壊試験としての PT 及び耐圧代替試験としての PT が可能になった。このように、環境によっては 10℃未満での PT が必要であることから、この JIS 規格を引用する。

3. 検討

(1) JIS Z 2343-6 の規定概要

JIS Z 2343-6 では、10℃未満で浸透探傷試験を適用する場合の特殊要求事項及び適応する浸透探傷剤の格付けについて規定が具体的に規定されている。表⑨-1 に JIS Z 2343-6 の概要を、添付⑨に JIS Z 2343-6 の本文全文を示す。

使用する浸透探傷剤は、探傷剤製造業者により最低使用温度が決定され、JIS Z 2343-3 (2001)「非破壊試験—浸透探傷試験—第 3 部 : 対比試験片」に規定する対比試験片を使用してこの温度で検出感度レベルが JIS Z 2343-2 により決定される格付け試験が実施される。このため、使用する浸透探傷剤の性能は 10℃未満での使用に対して十分なことが確認されるため、JIS Z 2343-2

と同等と評価される。

10℃未満での浸透探傷試験手順について、前処理、浸透処理、除去処理、現像処理及び観察について規定されており、その内容は JIS Z 2343-1 (2001) 「8. 試験手順」と同等と評価される。

(2) 低温での検出性の比較評価

JIS Z 2343-6 の制定以前から各探傷剤製造業者により低温域での実証試験を行っており、現状の浸透探傷剤で対応が可能であることが確認されている [1]。

常温と低温における検出性について同一試験片を用いて、JIS Z 2343-1 (2001) 又は JIS Z 2343-6 (2012) を適用して速乾式現像剤を用いた溶剤除去性染色浸透探傷試験により定性的に比較評価した。試験片は、長さ 75 mm、幅 50 mm、厚さ 8 mm のアルミニウム合金表面に肉眼では観察できない微細な焼き割れが付与されている JIS Z 2343-3 のタイプ 3 対比試験片相当のものを使用した。使用した試験片の外観を図⑨-1 に示す。試験は、JIS Z 2305 浸透探傷試験・レベル 3 の資格を有する同一者が実施した。常温での試験は常温用の探傷剤を用い、低温での試験は-10℃まで格付けされた探傷剤を用いて実施した。試験条件の詳細を表⑨-2 に示す。常温では試験室内に試験片を置き探傷した。低温では前処理後の試験片を氷上に置き温度を管理した。浸透処理時、除去処理時及び現像処理時は、試験片を氷上から机上に移動し探傷処理を行い、浸透時間中及び現像時間中は氷上に戻した。低温 1 は、常温と同じ探傷剤を用いて浸透時間と現像時間を常温の 2 倍として探傷したが、-10℃まで使用可能な探傷剤を用いた。低温 2 は、前処理と除去処理で使用する探傷剤を低温用のものを用いたが、ここでの浸透時間と現像探傷時間を常温の 2 倍として探傷した。現像時間後の常温での浸透探傷試験結果を図⑨-2 に、現像時間後の低温での浸透探傷試験結果を図⑨-3 及び図⑨-4 示す。常温と低温の試験結果を定性的に比較評価した結果、検出性に相違はないと判断した。図⑨-3 では、現像剤が少し厚めの傾向が、図⑨-4 では現像剤が少しむらのある塗膜になる結果となったが、検出性の判断に影響されるものではないため、そのまま評価した。 [2]

加えて、栄進化学株式会社で取得した速乾式現像剤を用いた溶剤除去性染色浸透探傷試験における検出感度試験での常温 [3] と低温 [4] での結果の例を用いて、両者を定性的に比較評価した結果、検出性に相違はないと判断した。用いた結果の試験条件を表⑨-3 に示す。常温での試験結果の例を図⑨-5 に、低温での試験結果の例を図⑨-6 に示す。両試験で使用された試験片は、幅 70 mm、長さ 100 mm、厚さ 2 mm の黄銅の基板の上にニッケルメッキ及びクロムメッキの層を 50 μm 施し、メッキ面を外にして曲げ、メッキ層のみに微細な割れ (目標幅 2.5 μm) を発生させた後、元に戻し、幅 35 mm に 2 分割した JIS Z 2343-3 のタイプ 1 対比試験片が用いられている。同一のシリアル番号

の Side A と Side B の相違はあるが、上述の製造方法で製作され、2分割した各 Side での比較となり指示模様の様子からもほぼ同じメッキ割れを有する試験片と考えられる。また、検出感度試験での常温[3]と低温[4]での定量的な検出率も両者は、100%となっており同じ結果となっており、両者とも JIS Z 2343-2 を満足している。

表⑨-1 JIS Z 2343-6 の概要

1. 適用範囲

10℃より低い温度（以下、低温という。）で浸透探傷試験を適用する場合の特殊要求事項及び適応する浸透探傷剤の格付けについて規定する。

2. 低温浸透探傷試験手順

① 前処理

温度が-5～10℃の範囲では、問題発生の主な原因は、水であり、それは、液体（湿気）、霜又は氷によるものである。水の存在は、探傷に支障をきたすので除去する必要がある。その方法としては、試験体表面を数分かけてゆっくりと暖めたり、水溶性の揮発剤を使用して除去したりする。試験体を結露するような温度に下げないことも有効な方法である。

温度が-5℃より低い場合は、霜又は氷のないことを確認する。僅かな霜又は氷でも取り除かなければならない。

② 浸透処理

浸透液は、スプレー法を適用してもよい。浸透時間は、JIS Z 2343-1 に規定する時間（温度 10～50℃での浸透時間：5～60分までの範囲で変化させることが出来る。一般的には10分が多い。）の2倍にすることが望ましい。この理由は、きず内部の水を完全に除去することが困難であり、水が存在すると浸透液の浸入が困難になるためである。

③ 除去処理

最初に、きれいな布又は紙でできる限り浸透液を除去する。次に、布又は紙に少しの揮発性溶剤を湿らせて残りの浸透液を除去する。最後に、乾いた布又は紙で浸透液及び揮発性溶剤の残りを拭き取る。

④ 現像処理

速乾式現像剤が最も望ましい。薄く積層された適切な現像剤塗膜を得るために、スプレー缶は、最低でも10℃の温度に保持しておかなければならない。溶剤は、3分以内に乾燥するように適用しなければならない。溶剤の乾燥を速めるために、暖かい空気（赤外線ヒータを除く。）をゆっくり当ててもよい。現像時間は、JIS Z 2343-1 に規定する時間（温度 10～50℃での現像時間：10

～30 分の間とすることが望ましい。一般には 10 分が多い。) の 2 倍まで延ばしてもよい。

⑤ 観察

観察条件は、JIS Z 2323 による。

3. 低温浸透探傷剤

10～50℃の範囲で用いられる探傷剤の多くは、低温でも使用することができる。洗浄剤は、水溶性で速乾性のものでなければならない。除去剤も、速乾性でなければならない。最低使用温度の規定は、探傷剤製造業者の責任で決定し、JIS Z 2343-3 に規定する対比試験片を使用して検出感度レベルは JIS Z 2343-2 により決定される。このような格付け試験は、探傷剤製造業者が行い、製品が規定の範囲内で使用される場合は、それ以上の試験を現場で行う必要はない。

表⑨-2 検出性比較試験条件

	常温	低温 1	低温 2
試験実施者の資格	JIS Z 2305 浸透探傷試験・レベル 3		
試験片	JIS Z 2343-3 のタイプ 3 対比試験片相当		
試験片温度 (°C)	表面で 15	表面で 1	表面で 1
前処理	R-1M(NT)Special* で 2 回洗浄	R-1M(NT)Special* で 2 回洗浄	R-1ML(NT)**で 2 回洗浄
浸透処理	R-1A(NT)Special* で 10 分浸透	R-1A(NT)Special* で 20 分浸透	R-1A(NT)Special* で 20 分浸透
除去処理	R-1M(NT)Special* で除去	R-1M(NT)Special* で除去	R-1ML(NT)**で除 去
現像処理	R-1S(NT)Special* で 10 分現像	R-1S(NT)Special* で 20 分現像	R-1S(NT)Special* で 20 分現像

*： 栄進化学株式会社 常温用の探傷剤 (JIS Z 2343-2 に準拠)、ただし、-10℃
まで使用可能 (JIS Z 2343-6 に準拠)

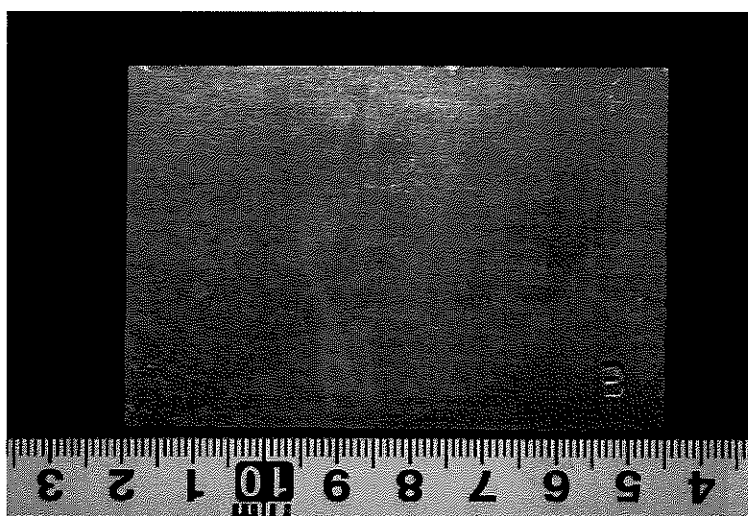
**： 栄進化学株式会社 -10℃まで用の探傷剤 (JIS Z 2343-6 に準拠)

表⑨-3 用いた栄進化学株式会社の試験条件

	常温[3]	低温[4]
試験実施者の資格	浸透探傷試験・レベル 2、レベル 3	
試験片	JIS Z 2343-3 のタイプ 1 対比試験片	
試験片温度 (°C)	20	-10
前処理	R-1ML(NT)Special*	R-1ML(NT)Special*
浸透処理	R-1A(NT)Special**で 5 分浸透	R-1A(NT)Special**で 10 分浸透
除去処理	R-1M(NT)Special**で除去	R-1ML(NT)Special*で除去
現像処理	R-1S(NT) Special**で 10 分現像	R-1S(NT) Special**で 10 分現像

*： 栄進化学株式会社 -10°Cまで用の探傷剤 (JIS Z 2343-6 に準拠)

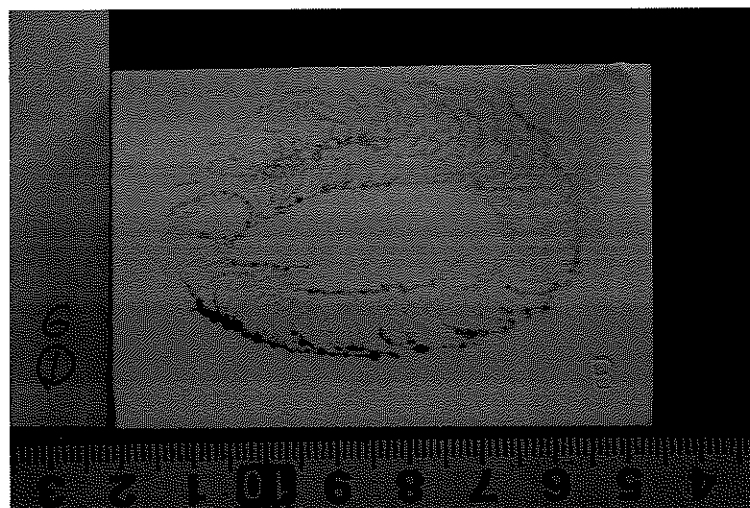
**： 栄進化学株式会社 常温用の探傷剤 (JIS Z 2343-2 に準拠)、ただし、-10°Cまで使用可能 (JIS Z 2343-6 に準拠)



図⑨-1 使用した試験片の外観



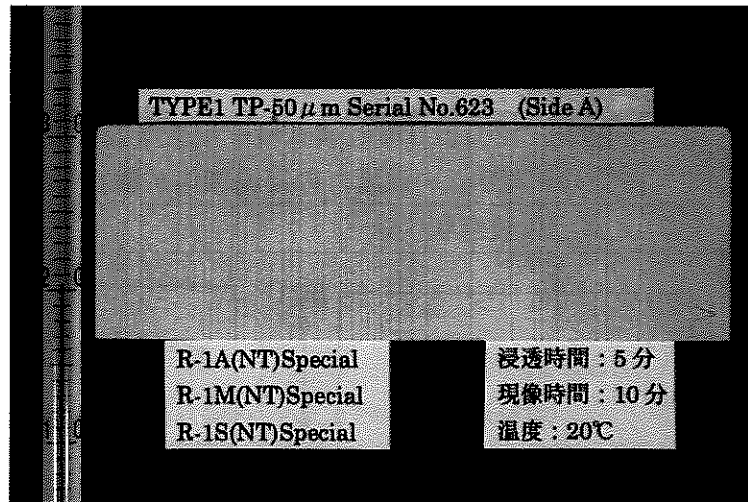
図⑨-2 現像時間後の常温での浸透探傷試験結果



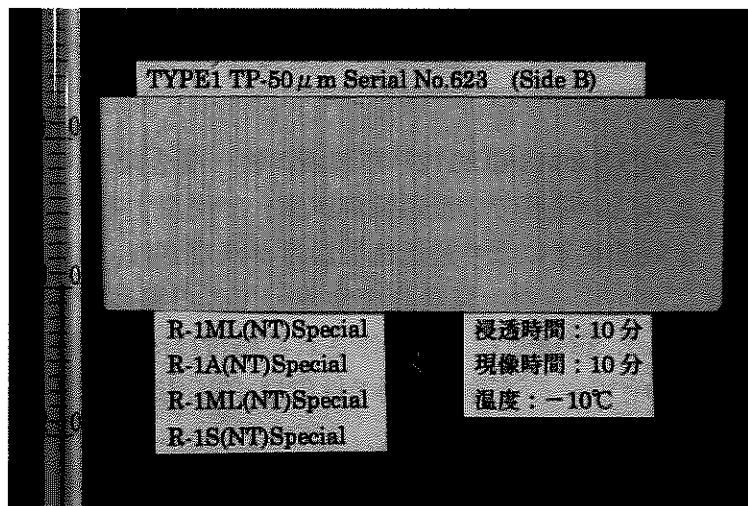
図⑨-3 現像時間後の低温 1 での浸透探傷試験結果



図⑨-4 現像時間後の低温 2 での浸透探傷試験結果



図⑨-5 常温での浸透探傷試験結果例[3]



図⑨-6 低温での浸透探傷試験結果例[4]

4. 要請

試験方法に JIS Z 2343-6 「4. 低温浸透探傷試験手順」を引用し、試験装置及び探傷剤に JIS Z 2343-6 「5. 低温浸透探傷剤」を引用する。

5. 条項等

別表第 28 浸透探傷試験（改正案の箇所に Temp. No.の⑨を記載）

6. イメージ

イメージを図⑨-7に示す。

		JIS Z 2343-6(2012)「非破壊試験—浸透探傷試験—第6部：10℃より低い温度での浸透探傷試験」の引用	
		火技解釈	JIS規格
現行 (平成28年)		<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">JIS Z 2343-1, 2, 4 (2001)</div> <div style="text-align: center; margin-top: 5px;"> 50°C \updownarrow 10°C </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">JIS Z 2343-1~4(2001)</div> <div style="text-align: center; margin-top: 5px;"> 50°C \updownarrow 10°C </div> <div style="border: 3px double black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto; margin-top: 10px;">JIS Z 2343-6(2012) 【制定】</div> <div style="text-align: center; margin-top: 5px;"> 10°C \updownarrow </div>
検討	<p>JIS Z 2343-6(2012)「非破壊試験—浸透探傷試験—第6部：10℃より低い温度での浸透探傷試験」で使用する浸透探傷剤は、探傷剤製造業者により最低使用温度が決定され、JIS Z 2343-3 (2001)に規定する対比試験片を使用してこの温度で検出感度レベルがJIS Z 2343-2により決定される格付け試験が実施される。このため、使用する浸透探傷剤の性能は10℃未満での使用に対して十分なことが確認される。</p> <p>常温と低温における検出性について同一試験片を用いて比較試験を行い、同等であることを確認した。</p>		
改正案		<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">JIS Z 2343-1, 2, 4 (2001)</div> <div style="text-align: center; margin-top: 5px;"> 50°C \updownarrow 10°C </div> <div style="border: 3px double black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto; margin-top: 10px;">JIS Z 2343-6(2012) 【制定】</div> <div style="text-align: center; margin-top: 5px;"> 10°C \updownarrow </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">JIS Z 2343-1~4(2001)</div> <div style="text-align: center; margin-top: 5px;"> 50°C \updownarrow 10°C </div> <div style="border: 3px double black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto; margin-top: 10px;">JIS Z 2343-6(2012) 【制定】</div> <div style="text-align: center; margin-top: 5px;"> 10°C \updownarrow </div>

図⑨-7 JIS Z 2343-6(2012)「非破壊試験—浸透探傷試験—第6部：10℃より低い温度での浸透探傷試験」の引用

参考文献

- [1]津葉本寿博、相澤栄三、津村俊二、藤岡和俊、相山英明、JIS Z 2343-6「10℃より低い温度での浸透探傷試験」、平成24年度春季講演大会講演概要集、一般社団法人日本非破壊検査協会
- [2]発電技検データ
- [3]R-1A(NT)Special, R-1M(NT)Special, R-1S(NT)Special, 前処理洗浄液 R-1ML(NT)Special, 各温度(20℃~-10℃)における検出感度試験[JIS Z 2343-6 : 2012 の感度試験に準拠]、栄進化学株式会社、FR12-029
- [4]R-1A(NT)Special, R-1ML(NT)Special, R-1S(NT)Special, 前処理洗浄液 R-1ML(NT)Special, 各温度(20℃~-10℃)における検出感度試験[JIS Z 2343-6 : 2012 の感度試験に準拠]、栄進化学株式会社、FR12-030