

Temp. No. ⑧ : JIS Z 2343-5(2012)「非破壊試験—浸透探傷試験—第5部：50℃を超える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）は、下表のように JIS 規格が引用されている。

区 分	引用 JIS 規格
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分類」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、50℃を超える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 2343-5 (2012)「非破壊試験—浸透探傷試験—第5部：50℃を超える温度での浸透探傷試験」が制定されたことにより、クロムモリブデン鋼等の耐圧代替試験時での予熱温度程度まで保持した状態でのプログレス PT を可能にし、より溶接部の品質を向上させることが可能になった。このように、環境によっては 50℃を超える温度での 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 2343-5 の規定概要

JIS Z 2343-5 では、50℃を超える温度での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⑧-1 に JIS Z 2343-5 の概要を、添付⑧に JIS Z 2343-5 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許容温度範囲が決定され、附属書又は 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 50℃を超える温度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。

50℃を超える温度での浸透探傷試験について、JIS Z 2343-1 (2001) を適用すると規定されている。

(2) 高温での検出性の比較評価

国内で既に市販されている高温形探傷剤（タセトカラーチェック高温形（P-HE, R-HE, D-HE）：IICd-2/F）を JIS Z 2343-5 の規定に基づき探傷した結果は良好であり問題はなかった[1]。

常温と高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) 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⑧-1 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、高温での試験は 200℃まで格付けされた高温用の探傷剤を用いて実施した。試験条件の詳細を表⑧-2 に示す。常温では試験室内に試験片を置き探傷した。高温では前処理後の試験片をホットプレート上に置き出力調節つまみを調節することにより温度を管理した。浸透処理時、除去処理時及び現像処理時は、試験片をホットプレート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ホットプレート上に戻した。試験片をホットプレート上に置き温度を管理したため、試験片温度は、ホットプレート上での試験片の側面の温度を連続して測定した。現像時間後の常温での浸透探傷試験結果を図⑧-2 に、現像時間後の高温での浸透探傷試験結果を図⑧-3 に示す。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。両者の現像時間を同一としたため、図⑧-3 では指示模様がにじむ傾向が認められた。加えて、現像剤も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]と高温[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⑧-3 に示す。常温での試験結果の例を図⑧-4 に、高温での試験結果の例を図⑧-5 及び図⑧-6 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。高温での試験に用いられたタイプ 1 対比試験片のシリアル番号の記載はないが、指示

模様の様子から、常温での試験に用いられたものと同一の試験片と考えられる。なお、図⑧-5 及び図⑧-6 の試験片は、図⑧-4 の試験片を 180° 回転して撮影されている。

また、検出感度試験での常温[3]と高温[4]での定量的な検出率も両者は同じ結果となっており、高温[4]での検出率は JIS Z 2343-5 を満足している。

なお、JIS Z 2343-5 での格付け試験の評価では、定量評価する場合、「基準探傷剤の場合の少なくとも 90%以上でなければならない」とされているが、栄進化学株式会社で取得した検出感度試験[4]では、20～220℃までのメッキ層 50 μm でのタイプ 1 対比試験片を用いた検出率が比較されており、各温度共、100%の検出率となっている。このことから、実質的にこの温度範囲では、JIS Z 2343-5 での格付け試験の定量評価基準は十分満足するものと考えられる。

表⑧-1 JIS Z 2343-5 の概要

<p>1. 適用範囲</p> <p>50℃を超える温度（以下、高温という。）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。</p> <p>探傷剤は、探傷剤製造業者の指示に従い、定められた温度範囲で格付けされたものを用いる。</p> <p>2. 高温での浸透探傷試験についての要求事項</p> <p>探傷試験の一般事項は、この規格又は探傷剤製造業者の指示がない場合は、JIS Z 2343-1 を適用する。</p> <p>3. 高温浸透探傷剤</p> <p>① 探傷剤の分類</p> <p>JIS Z 2343-2 の表 1 に基づくタイプ、方法及びフォームによって分類しなければならない。ただし、高温での検出感度は、この規格による。</p> <p>探傷剤は、10℃～50℃の温度範囲での分類及び格付けに 50℃を超える使用温度範囲を適切な記号を付して規定することもできる。</p> <p>例 タイプ I（蛍光浸透液），方法 C（有機溶剤除去），フォーム a（乾式現像），レベル 2（普通感度），温度 M（中温度形）：表記（ICa-2/M）</p> <p>② 対比試験片</p> <p>温度範囲の決定は、対比試験片〔例 附属書 A のタイプ 3 対比試験片（切断形）又は JIS Z 2343-3 のタイプ 1 対比試験片〕を使用して実施しなければならない。</p> <p>③ 格付け試験</p> <p>格付け試験は、探傷剤製造業者によって実施される。格付け試験の許容温度</p>

範囲内であれば、探傷前の追加の確認試験は、必要としない。上記対比試験片を用いて、下表での試験温度において試験を行い、JIS Z 2343-2 に規定されている比較探傷剤を用いた浸透探傷結果と比較する。

温度範囲	許容温度範囲	試験実施温度	許容値
M：中温度形	50℃～100℃	50℃及び 100℃	±5℃
H：高温度形	100℃～200℃	100℃, 150℃及び 200℃	±5℃
F：探傷剤製造業者 が定める温度 範囲形	a℃～b℃	a℃, b℃及びその間 は、50℃ごと	±5℃

④ 格付け試験の評価

試験結果は、比較探傷剤と比べ、同等以上でなければならない。定量評価では、供試用探傷剤の評価は、基準探傷剤の場合の少なくとも 90%以上でなければならない。

表⑧-2 検出性比較試験条件

	常温	高温
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 (℃)	表面で 15	側面で 168～181
前処理	R-1M(NT)Special*で 2 回洗浄	R-1MH(NT)**で 2 回洗浄
浸透処理	R-1A(NT)Special*で 10 分浸透	R-1AH(NT)**で 10 分浸透
除去処理	R-1M(NT)Special*で除去	R-1MH(NT)**で除去
現像処理	R-1S(NT) Special*で 10 分現像	R-1SH(NT)**で 10 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）

**： 栄進化学株式会社 90～200℃用の探傷剤（JIS Z 2343-5 に準拠）

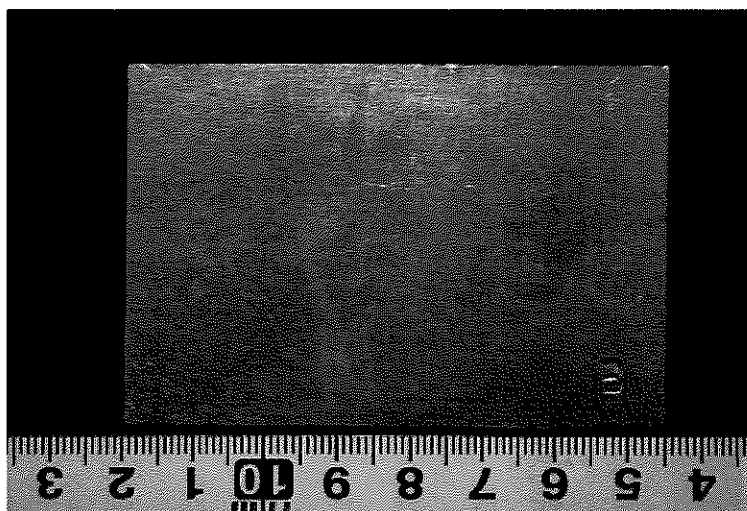
表⑧-3 用いた栄進化学株式会社の試験条件

	常温[3]	高温[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	150	200
前処理	R-1ML(NT)Special*	アセトンによる超音波洗浄	
浸透処理	R-1A(NT)Special**で 5 分浸透	R-1AH(NT)***で 5 分浸透	
除去処理	R-1M(NT)Special**で除去	R-1MH(NT)***で除去	
現像処理	R-1S(NT) Special**で 10 分現像	R-1SH(NT)***で 3 分現像	

*： 栄進化学株式会社 低温用の探傷剤（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）

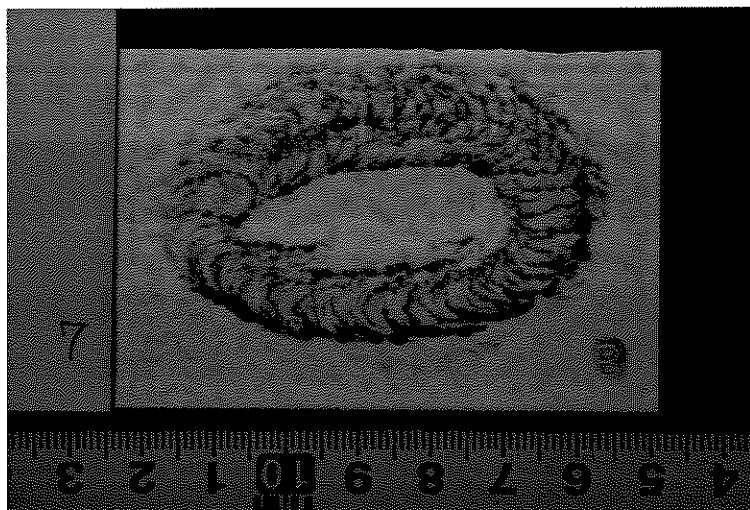
***： 栄進化学株式会社 90～200°C用の探傷剤（JIS Z 2343-5 に準拠）



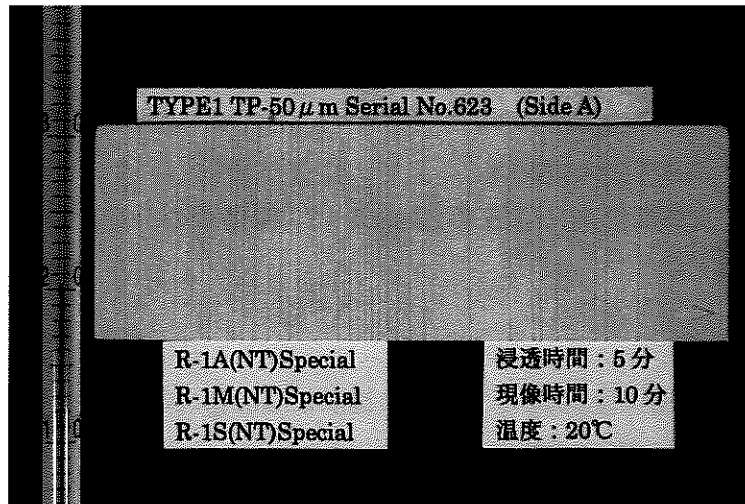
図⑧-1 使用した試験片の外観



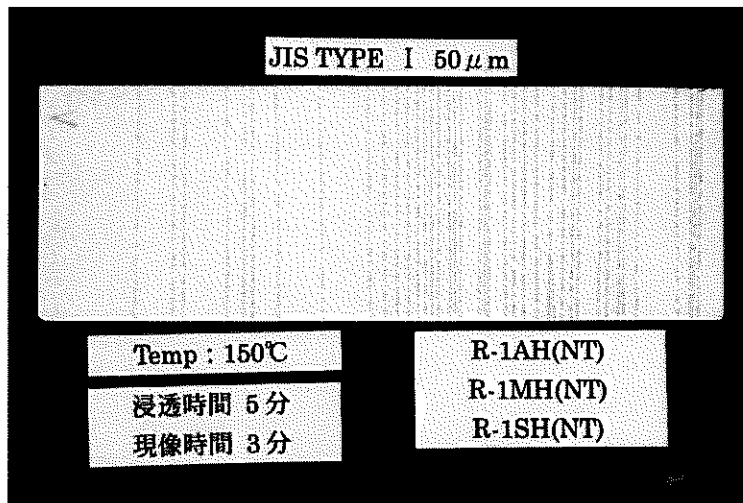
図⑧-2 現像時間後の常温での浸透探傷試験結果



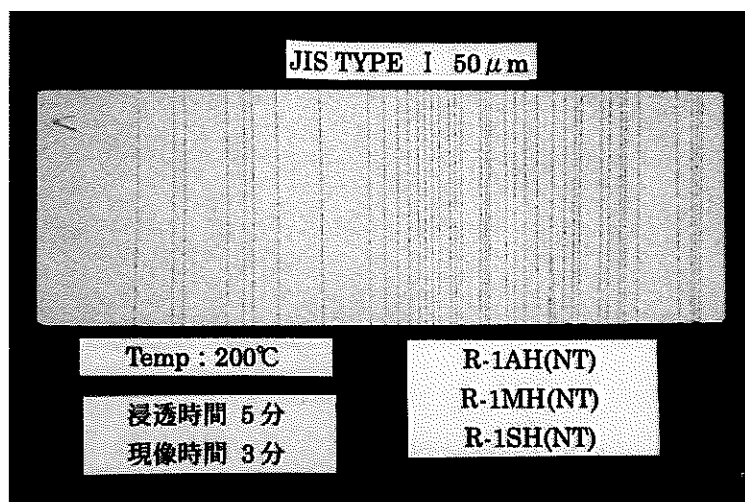
図⑧-3 現像時間後の高温での浸透探傷試験結果



図⑧-4 常温での浸透探傷試験結果例[3]



図⑧-5 高温（150℃）での浸透探傷試験結果例[4]
 (図⑧-4の試験片を180°回転しての撮影)



図⑧-6 高温（200℃）での浸透探傷試験結果例[4]
 (図⑧-4の試験片を180°回転しての撮影)

4. 要請

試験方法に JIS Z 2343-5「4. 高温での探傷試験についての要求項目」を引用し、試験装置及び探傷剤に JIS Z 2343-5「7. 探傷剤の分類」から「14. 結果の評価」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⑧を記載）

6. イメージ

イメージを図⑧-7に示す。

		JIS Z 2343-5(2012)「非破壊試験－浸透探傷試験－第5部：50℃を超える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;"> $\begin{matrix} \uparrow 50^{\circ}\text{C} \\ \downarrow 10^{\circ}\text{C} \end{matrix}$ </div>	<div style="border: 3px double black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">JIS Z 2343-5(2012) 【制定】</div> <div style="text-align: center; margin-top: 5px;"> $\uparrow 50^{\circ}\text{C}$ </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;"> $\begin{matrix} \uparrow 50^{\circ}\text{C} \\ \downarrow 10^{\circ}\text{C} \end{matrix}$ </div>
検討	<p>JIS Z 2343-5(2012)「非破壊試験－浸透探傷試験－第5部：50℃を超える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許容温度範囲が決定され、附属書又は 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 (2001) 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 50℃を超える温度での使用に対して十分なことが確認される。</p> <p>常温と高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: 3px double black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">JIS Z 2343-5(2012) 【制定】</div> <div style="text-align: center; margin-top: 5px;"> $\uparrow 50^{\circ}\text{C}$ </div> <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;"> $\begin{matrix} \uparrow 50^{\circ}\text{C} \\ \downarrow 10^{\circ}\text{C} \end{matrix}$ </div>	<div style="border: 3px double black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">JIS Z 2343-5(2012) 【制定】</div> <div style="text-align: center; margin-top: 5px;"> $\uparrow 50^{\circ}\text{C}$ </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;"> $\begin{matrix} \uparrow 50^{\circ}\text{C} \\ \downarrow 10^{\circ}\text{C} \end{matrix}$ </div>

図⑧-7 JIS Z 2343-5(2012)「非破壊試験－浸透探傷試験－第5部：50℃を超える温度での浸透探傷試験」の引用

参考文献

- [1]津村俊二、相澤栄三、津葉本寿博、藤岡和俊、相山英明、JIS Z 2343-5「50℃を超える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-1AH(NT), R-1MH(NT), R-1SH(NT)、各温度 (90℃～200℃) における検出感度試験[JIS Z 2343-5 : 2012 の感度試験に準拠]、栄進化学株式会社、FR12-126