

## 危険物関係用語の解説（第42回）

特定屋外貯蔵タンクの溶接部は、総務省令で定めるところにより行う試験において、総務省令で定める基準に適合するものであることとされています（危険物の規制に関する政令第11条第1項第4号の2）。これを受けて、危険物の規制に関する規則（以下「規則」という。）では、特定屋外貯蔵タンクの各溶接部に対して、以下の試験を行うこととされています（表1）。今回の用語解説では、特定屋外貯蔵タンクの各溶接部に必要な非破壊検査について解説します。

### 1 放射線透過試験

放射線透過試験は、X線やγ線などの放射線の透過作用を利用して、溶接部のきずを検出する試験方法です。試験体中に割れや空洞等の不連続部があれば、健全部と比べ透過放射線の吸収が少なく、その分、背面のフィルムに到達する放射線強度が強くなります。その結果として得られるフィルム上の濃度が変わることによって、きずの存在を識別することが可能となります。

放射線透過試験は、内在するきずを確認することが出来るという優れた特徴があります。図1で示すように、線源から放出された放射線が、試験体を透過してフィルムへ到達し、フィルムを感化させます。放射線源とフィルムの間に試験体を配置する必要があることから、側板と側板の溶接継手については放射線透過試験の実施が可能です。一方、基礎上に直接設置されている

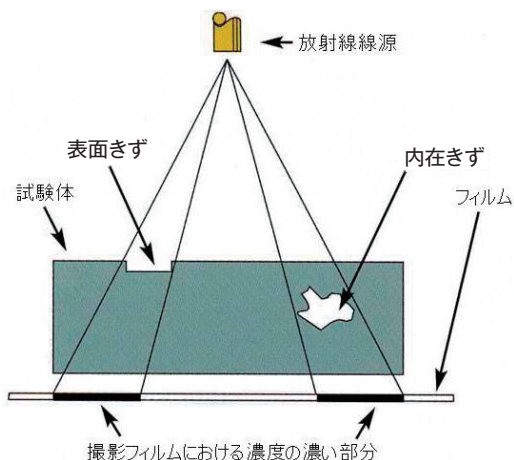


図1 放射線透過試験の概要

表1 各溶接部位と試験方法

溶接部位	試験方法
側板の縦継手及び水平継手 (接液部以外の側板に係る溶接部を除く) 側板の取替工事に係る溶接部	放射線透過試験 (規則第20条の7)
側板とアニュラ板との溶接継手 アニュラ板とアニュラ板との溶接継手 アニュラ板と底板との溶接継手 底板と底板との溶接継手 重ね補修にかかる側板と側板との溶接継手 (接液部にかかるものに限る)	磁粉探傷試験及び浸透探傷試験 (規則第20条の8)
接液部以外の側板に係る溶接部 屋根及び浮き蓋に係る溶接部 ノズル、マンホール等に係る溶接部	漏れ試験 (規則第20条の9)

るタンク底部の溶接部に対しては、アニュラ板 可能なため、放射線透過試験を実施することが  
 や底板の裏面側にフィルムを配置することが不 出来ません。

表2 ブローホール等の長径に応じて定める点数

ブローホール等の長径 (単位:mm)	点数
1.0以下	1
1.0を超え2.0以下	2
2.0を超え3.0以下	3
3.0を超え4.0以下	6
4.0を超え6.0以下	10
6.0を超え8.0以下	15
8.0を超える	25

表3 母材の材質及び厚さに応じて定めるブローホール点数の合計

母材		ブローホール点数の合計	
材質	厚さ (単位:mm)	縦継手	水平継手
高張力鋼 (引張強さ: 490N/mm <sup>2</sup> 以上) 以外	10以下	6	6
	10を超え25以下	12	12
	25を超える	12	24
高張力鋼	10以下	3	6
	10を超え25以下	6	12
	25を超える	12	24

表4 母材の材質及び厚さに応じて定めるスラグ巻き込み等の長さ

母材		長さ	
材質	厚さ (単位:mm)	縦継手	水平継手
高張力鋼 (引張強さ: 490N/mm <sup>2</sup> 以上) 以外	12以下	6 mm	6 mm
	12を超え25以下	母材の厚さの1/2	母材の厚さの1/2
	25を超える	母材の厚さの1/3	母材の厚さの1/2
高張力鋼	12以下	4 mm	6 mm
	12を超える	母材の厚さの1/3	母材の厚さの1/2

表5 母材の材質及び厚さに応じて定めるブローホール点数の合計 (ブローホール等及びスラグ巻き込み等が混在する場合)

母材		ブローホール点数の合計	
材質	厚さ (単位:mm)	縦継手	水平継手
高張力鋼 (引張強さ: 490N/mm <sup>2</sup> 以上) 以外	10以下	3	3
	10を超え25以下	6	6
	25を超える	4	12
高張力鋼	10以下	1	3
	10を超え25以下	2	6
	25を超える	4	12

表6 母材の材質及び厚さに応じて定めるスラグ巻き込み等の長さ  
(ブローホール等及びスラグ巻き込み等が混在する場合)

母材		長さ	
材質	厚さ (単位:mm)	縦継手	水平継手
高張力鋼 (引張強さ : 490N/mm <sup>2</sup> 以上) 以外	12以下	4 mm	4 mm
	12を超え25以下	母材の厚さの1/3	母材の厚さの1/3
	25を超える	母材の厚さの1/4	母材の厚さの1/3
高張力鋼	12以下	3 mm	4 mm
	12を超える	母材の厚さの1/4	母材の厚さの1/3

規則第20条の7第2項では、放射線透過試験に関する合格の基準が定められています。なお、ブローホール等の長径は母材の厚さの1/2を超えてはならないことに留意が必要です。

## 2 磁粉探傷試験

### (1) 磁粉探傷試験の概要

磁粉探傷試験は、鉄鋼材料などの強磁性体の表面およびその近傍のきずを検出することに適した探傷試験です。強磁性体に磁気を作用させ(磁化)、磁粉探傷剤を散布することで、表面および表面直下の比較的浅い部分(表面から約1~2mm程度)のきず部から生じた漏洩磁束(きず部分から漏れ出した磁束)に磁粉が付着し、きずが拡大され磁粉模様として現れます。

磁粉探傷試験で使用される磁粉には、蛍光発光を利用する蛍光磁粉と、可視光線下

で使用する白、黒、赤などで着色された非蛍光磁粉があります。また、磁粉を適用する場合に粉体のまま使用する乾式磁粉と、水や油に分散させて使用する湿式磁粉があります。屋外タンクの底部溶接部においては蛍光湿式磁粉が一般的に使用されています。湿式媒体は主に水ですが、適切な濃度で磁粉液が作られていることが重要となります。磁粉探傷試験に関する日本工業規格JIS Z2320-1では、検査液中の磁粉分散濃度として蛍光磁粉の場合は0.2~2g/Lの範囲とすると記載されていますが、屋外タンクの溶接部試験では一般的に1.0g/L程度の磁粉濃度で試験が実施されています。

蛍光磁粉を適用した場合は、試験範囲をブラックライトで照射し観察を行います。その際の条件としては、周囲の明るさを最大20Lx以下にすることと、ブラックライトの紫外線照度が10W/m<sup>2</sup>を超えることとJIS Z2320-1に記載されています。また、休憩を取ったあと等でタンク外の明るい場所から戻ってきて試験を行う場合は、観察に先立って、十分な時間をかけて周囲の明るさに目を慣らすことも重要です。

### (2) 磁粉模様の判定について

検査員は溶接部検査において、磁粉探傷試験によって現れた磁粉模様を判定する必要があります。試験において磁粉模様が現れた場合に最初に行なうべきことは、一度

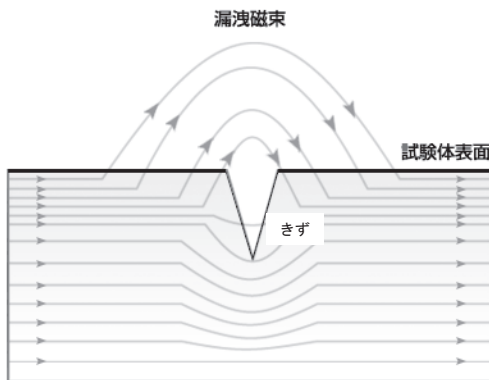


図2 磁粉探傷試験の概要

磁粉模様を除去し、明るい可視光線の下で試験面をよく観察し、付着物などを除去した後、再試験により再現性を調べるようになります。

再試験により再現性が確認された磁粉模様については、溶接部のきずによる磁粉模様か、そうでない疑似模様であるのかを確認することが重要です。表面が滑らかに処理されずに溶接したままの状態の部分や、腐食等により表面に凹凸がある部分で磁粉探傷試験を実施した場合、磁粉の模様だけからでは、それがきずによるものなのか、凹凸による表面粗さによる疑似模様なのか判断することは出来ません。このような場合は、グラインダー等により表面を滑らかにして再度試験を実施することで、現れた磁粉模様がきずによる磁粉模様か、きずによらない疑似模様かを確認しなければなりません。

規則第20条の8では、磁粉探傷試験による以下の合格基準が定められています。

- ・割れがないものであること。
- ・アンダーカットはアニュラ板と底板及び底板と底板との溶接継手については0.4mm以下のもの、その他の部分の溶接継手については、ないものであること。
- ・磁粉模様（疑似磁粉模様を除く）は、その長さが4mm以下であること。  
（2以上の磁粉模様がほぼ同一線上に2mm以下の間隔で存する場合は、当該磁粉模様の長さと同該間隔の合計の長さとする。ただし相隣接する磁粉模様のいずれかの長さが2mm以下のものであって当該磁粉模様の長さ以上の間隔で存する場合は除く）
- ・磁粉模様（疑似磁粉模様を除く）が存する任意の箇所について25cm<sup>2</sup>の長方形（一辺の長さは15cmを限度とする）の部分にお

いて、長さが1mmを超える磁粉模様の長さの合計が8mm以下であること。

### 3 浸透探傷試験

危険物の規制に関する規則第20条の8では、磁粉探傷試験によることが困難な場合、浸透探傷試験を行うことができるとされています。また、磁粉探傷試験の結果、磁粉模様の長さがその幅の3倍未満のものについては、浸透探傷試験により指示模様の確認を行うこととされています。

浸透探傷試験の特徴は、材料表面に開口したきずを探し出すことができることです。吸水性の良いものや多孔質なもの以外のほぼ全ての材料に使用できますが、検出できるのは表面に開口されたもののみとなります。

浸透探傷試験は、探傷剤として使用される浸透液、余剰浸透液の除去剤及び現像剤の種類の組み合わせにより分類されています。その中で、屋外タンク貯蔵所の溶接部のような大型構造物の検査に用いられるのは、浸透液としては染色浸透液、余剰浸透液の除去剤としては有機溶剤除去剤、及び現像剤としては速乾式現像剤を用いた方法が一般的です（溶剤除去性染色浸透探傷試験－速乾式現像法）。

速乾式現像法による溶剤除去性染色浸透探傷試験では、まず試験面の清掃処理を行った後に試験体表面に浸透液を塗布します。一定時間放置後、浸透液がきずの内部に浸透するので、その後、表面に残っている浸透液を拭き取り現像液を吹き付けると、現像液がきずの内部に染み込んだ浸透液を吸い出す作用が働いて、拡大した像の指示模様となって現れ、きずを検出することができます。

また、前処理を十分に行うことや、過剰な除去処理（過洗浄）を行わないことは、適切な評価を行ううえでとても重要となります。

磁粉探傷試験と浸透探傷試験の特徴を比較す

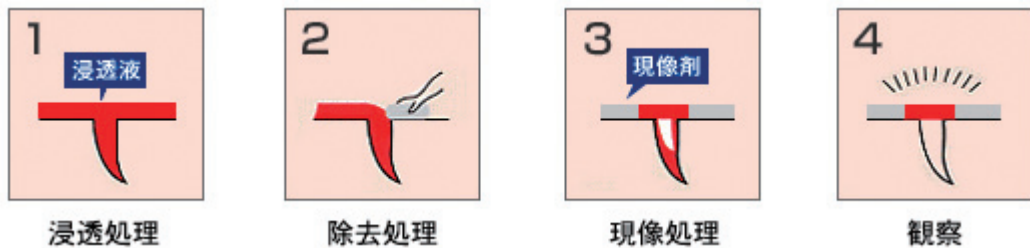


図3 浸透探傷試験の概要

ると、磁粉探傷試験は、表層部の線状きずの検出に優れており、浸透探傷試験は、表面に開口したブローホール等の体積を持ったきずの検出に優れているということになります。逆にいえば、表面に開口したブローホールに磁粉探傷試験を適用した場合や、表面の微細な線状きずに浸透探傷試験を適用した場合に、磁粉模様や指示模様が形成されない場合があるということです。

規則第20条の8では、浸透探傷試験による以下の合格基準が定められています。

- ・割れがないものであること。
- ・指示模様（擬似指示模様を除く）は、その長さが4 mm以下であること。
- （2以上の指示模様がほぼ同一線上に2 mm以下の間隔で存する場合は、当該指示模様の長さと同該間隔の合計の長さとする。ただし相隣接する指示模様のいずれかの長さが2 mm以下のものであって当該指示模様の長さ以上の間隔で存する場合を除く）
- ・指示模様（擬似指示模様を除く）が存する任意の箇所について25cm<sup>2</sup>の長方形（一辺の長さは15cmを限度とする）の部分において、長さが1 mmを超える指示模様の長さの合計が8 mm以下であること。

#### 4 漏れ試験

容器や配管の一部または全体の気密性および水密性を確認するために、漏れの存在、漏れ箇

所または漏れ量を検出するために行う試験を漏れ試験といいます。

規則第20条の9では、表1の箇所に対して真空試験、加圧漏れ試験、浸透液漏れ試験等の試験によって漏れがないものでなければならぬとされています。

鋼製石油貯槽の規格であるJIS B8501では、以下の漏れ試験の規定があります。

- (1) 底板、アニュラプレートの溶接部は、せつけん水などを使用し、真空中で漏れを調べる。この場合の圧力は、少なくとも-53.3 kPaとする。
- (2) 屋根板の溶接部は、空気圧試験、真空試験、その他適当な方法による漏れ試験を行う。ただし、空気圧をかけるときは、その圧力は、最低353Paとし、設計圧力を超えてはならない。
- 浮き屋根のポンツーンやデッキの溶接部も同じく試験する。
- (3) 開口部強め材溶接部の漏れ試験として本体水張り試験前に強め材のテルテルホールから100kPaゲージ圧以下の空気圧、その他の不活性ガスで圧力をかけ、溶接部の漏れを調べる。

なお、浮き蓋に適用される漏れ試験のうち、簡易フロート型のフロートチューブに対する漏れ試験は、フロートチューブの製作工場において実施された気密試験の結果をもって代用することが可能です。