

## 書籍のご案内 漏れ試験Ⅲ

編集：(一社)日本非破壊検査協会 編集委員長 田村芳一  
体裁：B5版, 166頁  
発行：平成28年8月15日  
定価：本体3,700円+税(送料別)

(一般社団法人)日本非破壊検査協会では、NDIS 0605「非破壊試験—漏れ試験技術者の資格及び認証」に基づくレベル1(2012秋開始)、レベル2(2013春開始)の技術者の認証を実施している。これは、国内外の漏れ試験の需要の高まり、必要性を背景としたものである。非破壊試験技術者は、それぞれのレベルに対応した知識及び経験をもって、漏れ試験業務を行っていただく必要がある。

本書はISO 9712及びJIS Z 2305を参考に制定されたNDIS 0605「非破壊試験—漏れ試験技術者の資格及び認証」に基づくレベル3漏れ試験技術者が必要または参考とする内容とし、ISO/TR 25107のNon-destructive testing –Guidelines for NDT training syllabusesに沿う様に作成した。しかし、時代の変遷により使用されなくなったものや逆に使用されるようになったものに対しては適宜対応した。特に今後必要になる“不確かさ(Uncertainty)”については項を追加し掲載した。本書はレベル3漏れ試験技術者の資格を取得しようとしている方々が習得すべき技術を得るだけでなく、問題に直面した時の参考になる知識や最新の事例についても、出来るだけ掲載した。この為、本書に掲載の内容に特許に絡むものがある可能性もあることにご留意戴きたい。

漏れ試験は、試験方法の種類が多く、それぞれの方法で検出原理も大きく異なるが、本書により漏れ試験共通の知識、各試験の原理、などを十分理解していただき、信頼性のある確実な漏れ試験の実施に役立つことを期待したい。

(はしがきより)



# 目次

第1章 技術者の資格と品質側面	1
1.1 試験技術者の資格と試験に関わる品質側面	1
1.1.1 試験の品質に影響を及ぼす因子	1
1.1.2 試験技術者の役割	1
1.2 試験に関わる品質側面	2
1.2.1 機器の校正及びトレーサビリティ	2
1.2.2 NDT 文書の様式	4
1.2.3 NDT 文書のトレーサビリティ	5
1.2.4 他の NDT 資格及び認証システム	6
1.2.5 適用可能な NDT 方法と製品規格のレビュー	9
第2章 漏れ試験の選択・安全・輸出	
2.1 漏れ試験方法の選択	13
2.1.1 漏れ試験の目的	13
2.1.2 種類と選択	13
2.1.3 検出感度	13
2.1.4 試験の時期と頻度	14
2.1.5 試験の対象となる貫通傷	14
2.2 漏れ試験と安全確保	15
2.2.1 安全教育	15
2.2.2 漏れ試験における危険要素	16
2.2.3 過度の差圧における考慮	16
2.2.4 物質の物理的及び化学的性質と危険性	16
2.2.5 物理的状态, 形状, 色	16
2.2.6 pH	16
2.2.7 沸点, 初留点及び沸騰範囲	17
2.2.8 蒸気密度	17
2.2.9 引火点と爆発範囲	17
2.2.10 蒸気圧	17
2.2.11 密度と比重	17
2.2.12 溶解度	17

2.2.13 化学反応・分解	18
2.2.14 粘度	18
2.3 国内の法規	18
2.3.1 消防法	18
2.3.2 高压ガス保安法	19
2.3.3 労働安全衛生法	19
2.3.4 毒物及び劇物取締法	19
2.3.5 有機溶剤中毒予防規則	19
2.3.6 SDS 制度	20
2.3.7 水質汚濁防止法	21
2.3.8 酸素欠乏症等防止規則	21
2.3.9 エアゾール製品について	21
2.4 安全保障貿易管理	21
2.4.1 リスト規制	21
2.4.2 キャッチオール規制	22
2.4.3 米国再輸出規制	23

### 第3章 漏れ試験の基礎理論

3.1 真空の概念	25
3.2 真空技術で使用される圧力の単位	25
3.3 真空の定義	26
3.4 気体に関する基礎法則	27
3.4.1 アボガドロの法則	27
3.4.2 気体分子の運動と圧力	27
3.4.3 気体の分子速度	30
3.4.4 平均自由行程	32
3.4.5 気体の流れ方	34
3.5 気体の流量	36
3.5.1 粘性流でのコンダクタンス	36
3.5.2 分子流でのコンダクタンス	37
3.5.3 オリフィスのコンダクタンス	37
3.5.4 コンダクタンスの合成	39
3.6 漏れ量	39

3.6.1 気体の漏れ（リーク）量	40
3.6.2 気体と液体の漏れ	40
3.7 真空排気関連式の導出	42
3.7.1 油回転真空ポンプの排気の基本原理	42
3.7.2 真空排気時間(到達圧力を無視した場合)	43
3.7.3 真空排気時間(到達圧力を考慮した場合)	44
3.7.4 実効排気速度	44

#### 第4章 発泡, 液体漏れ試験方法

4.1 発泡漏れ試験	45
4.1.1 界面と表面張力	45
4.1.2 並行隙間での上昇高さ	46
4.1.3 観察条件の向上	46
4.1.4 孔を塞ぐ物質	47
4.1.5 発泡漏れ試験の種類と選択	47
4.1.6 液没試験	48
4.1.7 発泡液塗布法	48
4.1.8 発泡漏れ試験の実際	49
4.2 液体漏れ試験	52
4.2.1 液体の性質	53
4.2.2 ぬれ性について	53
4.2.3 漏れ指示模様の観察を左右するもの	55
4.2.4 蛍光輝度に影響を与える因子	57
4.2.5 浸透探傷試験を応用した漏れ試験の感度	58
4.2.6 発色現像剤を用いた液体漏れ試験の感度	59

#### 第5章 圧力変化漏れ試験方法

5.1 圧力変化法	61
5.2 量産される試験体の試験	61
5.2.1 低圧で内容積が大きな試験	61
5.2.2 金属パイプ試験	63
5.2.3 生活防水品試験	63
5.2.4 高圧試験	66

5.2.5 合否の分類	66
5.3 構造物の試験	68
5.3.1 水蒸気圧の補正	68
5.3.2 容積の補正	69
5.3.3 多点データを用いた手法	69
5.4 圧力変化漏れ試験の実施例	73
5.4.1 2輪車用ホイールの漏れ試験	73
5.4.2 菓子包装品などの漏れ試験	73
5.4.3 大容量の試験体における漏れ試験	74
5.5 圧力変化漏れ試験の治具	75
5.5.1 シール技術	75
5.5.2 シール困難部におけるゲルシールの活用（直角シール）	75
5.5.3 シール困難部におけるゲルシールの活用（ケーブルシール）	76
5.5.4 円筒形内面シールにおける空気式チャックの活用	76
<b>第6章 ヘリウム漏れ試験方法</b>	
6.1 ヘリウム漏れ試験実施例	77
6.1.1 表面実装部品（水晶振動子）の漏れ試験	77
6.1.2 シーム管製造時のスニッフ法漏れ試験	79
6.1.3 長いパイプのチャンバ法漏れ試験	79
6.1.4 長いパイプのフード法漏れ試験	79
6.1.5 ベーン、逆止弁やキャピラリのある物の漏れ試験の注意	80
6.1.6 自動車アルミホイールの漏れ試験	80
6.1.7 自動アルミホイール漏れ試験設備の実際	81
6.1.8 ポテトチップス袋の漏れ試験	82
6.1.9 200ℓ 缶の漏れ試験	83
6.1.10 ドラム缶自動漏れ試験設備	84
6.1.11 燃料タンクの漏れ試験	85
6.1.12 漏れ試験差圧の小さい試験体の漏れ試験	86
6.1.13 大きな溶接板材の漏れ試験（船舶）	86
6.1.14 大型空調機の漏れ試験	87
6.1.15 上水道管の漏れ試験	87
6.1.16 自動車車内の気密性	88

6.2	ヘリウム漏れ試験関連技術	88
6.2.1	二重ガスケット法	88
6.2.2	$\text{Pa}\cdot\text{m}^3/\text{s}$ と $\text{g}/\text{year}$ の換算	89
6.2.3	ヘリウムガスの挙動	89
6.2.4	ヘリウム回収装置	90
<b>第7章 その他の漏れ試験方法</b>		
7.1	ハロゲン漏れ試験	91
7.2	可聴周波数帯域での水漏れ試験	91
7.3	AE(音響放出)漏れ試験	92
7.3.1	AE波の発生と伝搬	92
7.3.2	AE漏れ試験に影響する要素	92
7.3.3	基準となる漏れ(校正リーク)	93
7.3.4	波動伝搬への影響	93
7.3.5	波動の減衰	93
7.3.6	測定項目	93
7.3.7	装置の感度校正(人工欠陥からのノイズの利用)	94
7.3.8	バックグラウンドノイズ	94
7.3.9	データ収集	94
7.3.10	位置決めの手順	94
7.3.11	デルタ T 法 (時間差法)	95
7.3.12	相互相関法	96
7.3.13	漏れ試験作業前後での漏れの実証	96
7.3.14	圧力との関係	96
7.3.15	疑似漏れ	96
7.4	質量分析計	97
7.4.1	四重極質量分析計	97
7.4.2	動作概説	97
7.4.3	測定	102
7.5	半導体センサによる水素漏れ試験	107
7.5.1	サーチガス	107
7.5.2	バックグラウンド	107
7.5.3	スニッフア法	109

7.5.4	チャンバ法	111
<b>第8章 手順書</b>		
8.1	技術文書	113
8.2	手順書に必要な項目	114
8.3	発泡漏れ試験の手順書例	115
8.3.1	試験実施例 A	115
8.3.2	試験実施例 B	116
8.3.3	試験実施例 C	117
8.4	圧力変化漏れ試験の手順書例	119
8.4.1	試験実施例 D	119
8.5	ヘリウム漏れ試験の手順書例	122
8.5.1	ヘリウム漏れ試験チャンバ法+スニッフ法漏れ試験の手順書例 E	122
8.5.2	ヘリウム漏れ試験スプレー法手順書例 F	124
<b>第9章 測定の不確かさ</b>		
9.1	測定の不確かさ	127
9.1.1	不確かさ	127
9.1.2	不確かさの求め方	128
9.2	代表的な計算例	131
9.2.1	測定量が入力量の和で表される場合	131
9.2.2	測定量が入力量の積で表される場合	131
9.3	計測器の測定値の不確かさの推定方法	132
9.3.1	はじめに	132
9.3.2	圧力計の入力量と測定量との関係	133
9.3.3	不確かさ成分の抽出・評価	133
9.3.4	合成標準不確かさの計算	135
9.3.5	測定の不確かさを軽減させるためには	136
9.3.6	圧力が極端に安定している場合	137
9.3.7	不確かさ評価のメリット	137
9.4	漏れ量の不確かさの評価事例(1)	138
9.4.1	入力量と測定量との関係	138
9.4.2	不確かさ成分の抽出・評価	139

9.4.3 合成標準不確かさの計算	141
9.4.4 合成標準不確かさを小さくするために	143
9.4.5 より実条件に近づけるために	144
9.5 不確かさ計測の評価事例(2)	149
9.5.1 モデル化	149
9.5.2 不確かさの要因分析	149
9.5.3 不確かさの要因毎の標準不確かさの推定	150
9.5.4 入力量に対する出力量の感度の推定	152
9.5.5 各入力量毎の出力量の標準不確かさの算出	153
9.5.6 合成不確かさの算出	153
9.5.7 拡張不確かさの算出	154
9.5.8 バジレットシート	154
第10章 資料及び索引	157
索引	162