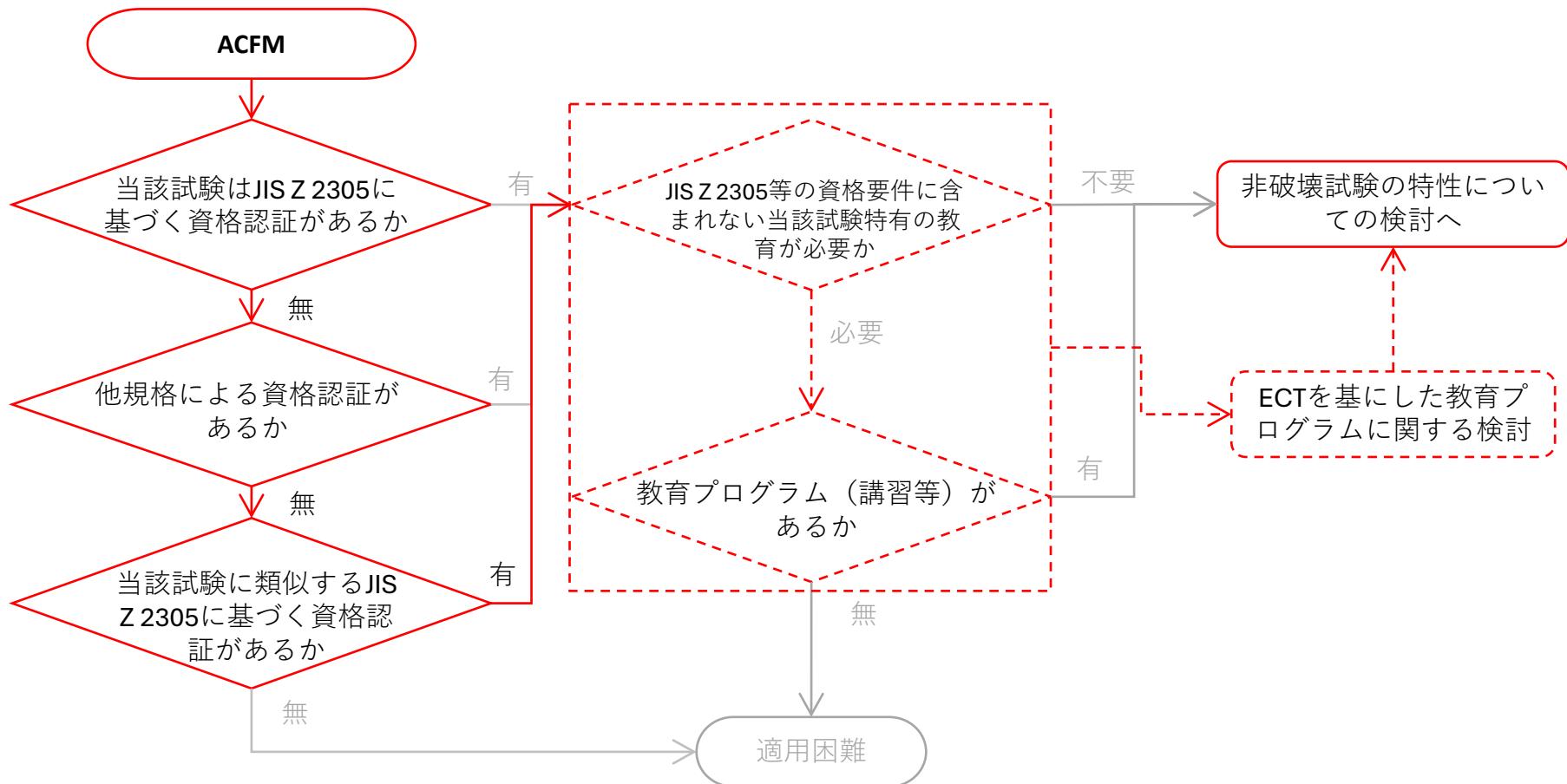


ACFMを用いた検査性能の確認方法（案） の実施計画について



非破壊試験技術者に求められる資格等に関する確認フロー（案）



課題

- ISO9712:2021 「Non-destructive testing — Qualification and certification of NDT personnel」を基にした JIS Z 2305 「非破壊試験技術者の資格及び認証」において、ACFMの資格認定がない。
- ACFM熟練作業者による試験は概ね実施可能と考えられるが、その他の作業者では確認されていない。



ACFMの作業従事者に求められる技能の検討

JIS Z 2305:2024 「非破壊試験技術者の資格及び認証」

6. 資格レベル

6.1 レベル1

6.1.1 レベル1の認証を受けた個人は、NDT指示書に従って、かつ、レベル2又はレベル3のNDT技術者の監督の下で、NDTを実施する力量を実証している。(以下略)

6.1.2 レベル1の認証を受けたNDT技術者は、使用するNDT方法及びNDT技法の選択並びにNDT結果の解釈のいずれについても責任を負わない。

本検証では結果の解釈を含む

6.2 レベル2

レベル2の認証を受けた個人は、NDT手順書又はNDT指示書に従ってNDTを実施する力量を実証している。
(以下略)

6.3 レベル3

レベル3の認証を受けた個人は、認証の対象となるNDT作業を実施及び指示する力量を実証している。
(以下略)

「ACFMに類するECTレベル2以上の資格保有者」 + 「ACFMに関する教育」により検証

「ACFMに関する教育」について、JIS Z 2305等を参考に行う



非破壊試験技術者についての検討

③

JIS Z 2305 ECTにおける訓練とACFM試験 技術者としての訓練の必要性について（案）

ACFM試験技術者として必要と考えられる訓練事項（案）

屋外貯蔵タンク試験のための訓練事項（案）

訓練 内容	主な訓練項目	レベル1			レベル2			レベル3		
		主な 訓練	講義	実習	主な 訓練	講義	実習	主な 訓練	講義	実習
渦電流探傷の概要	主なNDT方法	○	2.0		○	2.0		○	2.5	
	渦電流探傷試験の特長	—			○			○		
	各種の電磁誘導試験	—			○			○		
渦電流探傷試験の基礎	金属の電気的特性と磁気的特性	○	3.0		○	4.0		○	4.0	
	電磁誘導作用	—			○			○		
	交流回路とインピーダンス	—			○			○		
	電磁界解析	—			—			○		
電磁誘導試験の適用	試験コイル（内挿、貫通、上置）	○	2.0		○	3.0		○	3.0	
	タンジェンシャル、一様、クロスポイント、アレイプローブ	○			○			○		
	励磁と検出方法	—			○			○		
	表皮効果とインピーダンス平面	—			○			○		
	試験に及ぼす影響の物理的意味	—			—			○		
探傷システム	装置の構成（発振器、ブリッジ等）	○	2.0		○	3.0		○	3.0	
	装置の調整（周波数、感度、位相等）	○			○			○		
	装置の種類（内挿コイル、多重周波数等）	—			○			○		
	機能と信号	—			—			○		
	デジタル探傷器	—			—			○		
製品の知識	等級、状態や形状	○			○			○		
	試験条件、検査範囲	○			○			○		
	他のNDT方法の適用	—			—			○		

ACFM用コイルの
特長

ACFM表示の原理
(バタフライ
マーク)

屋外貯蔵タンク
対象部の形状



非破壊試験技術者についての検討

4

訓練 内容	主な訓練項目	レベル1			レベル2			レベル3		
		主な 訓練	講義	実習	主な 訓練	講義	実習	主な 訓練	講義	実習
対比試験 片	対比試験片の目的	○	1.0		○	2.0		○	1.5	
	材料ときず加工方法	○			○			○		
	装置の調整、管理	—			○			○		
探傷試験 の実際	上置プローブ	○	3.0	6.0	○	6.0	6.0	○	5.0	
	貫通プローブ	○			○			○		
	内挿プローブ	○			○			○		
	試験コイルの選定	—			○			○		
	鋼管に発生するきず	—			○			○		
	非磁性管に発生するきず	—			○			○		
	機械部品に発生するきず	—			○			○		
	配管に発生するきず	—			○			○		
	機械部品、航空機に発生するきず	—			—			○		
	プラント構造物と配管に発生するきず	—			—			○		
	リモートフィールド探傷法	—			○			○		
評価	合否基準（コード、標準）	—	0.0		○	1.0		○	0.5	
報告	仕様書、要領書	—	1.0	1.0	—	1.0	1.0	○	1.0	
	手順書、指示書	○			○			○		
	試験報告書	○			○			○		
品質アス ペクト	認証規格	○	1.0		○	1.0		○	1.5	
	国内外の試験方法規格と製品規格	○			○			○		
開発	新しい探傷方法、数値解析	—	0.0		—	0.0		○	1.0	
計			16.0	7.0		24.0	7.0		24.0	0.0
必要な講義時間			16~33	—		24~41	—		24~40	—
実様な実習時間			—	7~24		—	7~24		—	0~16
最小限の訓練時間			40			48			40	

屋外貯蔵タンク
探傷用の対比試
験片

ACFM用コイル
の走査方法

屋外貯蔵タンク
で発生するきず

屋外貯蔵タンク
の合否基準

省令、施行通知
運用通知

JSNDIシラバス
より抜粋



非破壊試験技術者に求められる資格等に関する確認フロー（案）に沿った検証

方針

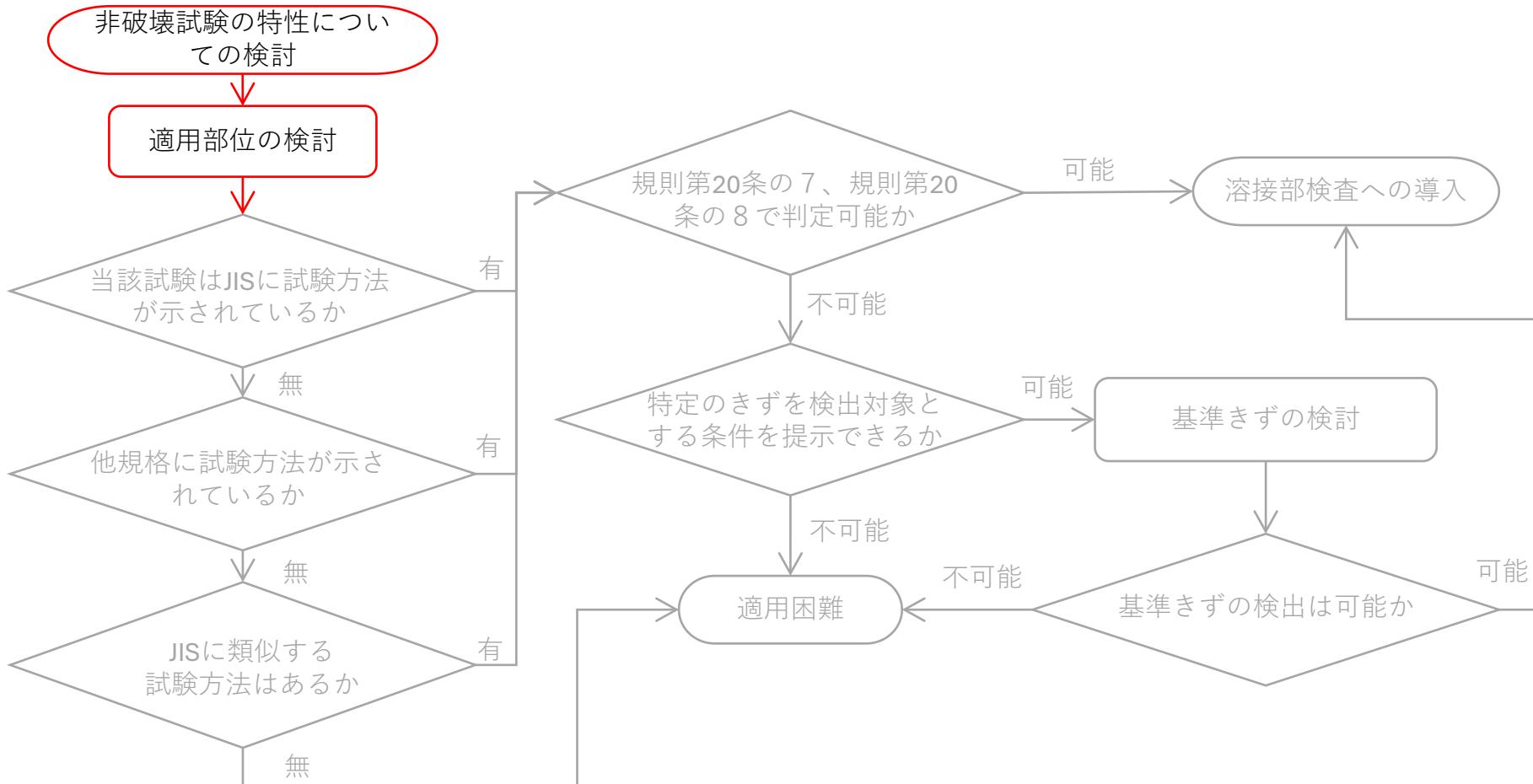
ACFMはECTに類する技術であるため、以下の技能を有するものが試験を行い、きずの評価性の結果を比較し、求められる技能を総合的に判断。

- ・ ECTレベル2の資格 + ACFMに関する教育
- ・ ECTレベル3の資格 + ACFMに関する教育
- ・ ACFM熟練作業者（メーカー）

きずの評価性について、熟練作業者その他、ACFMに類するECT有資格者にACFMの教育を受けたもので「きず検出能の検証」（後述）を実施した結果等を比較し、必要な技能を整理する。



非破壊試験の特性に関する確認フロー（案）



ACFMの現状

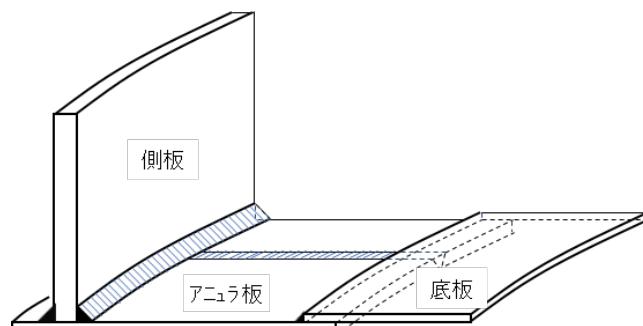
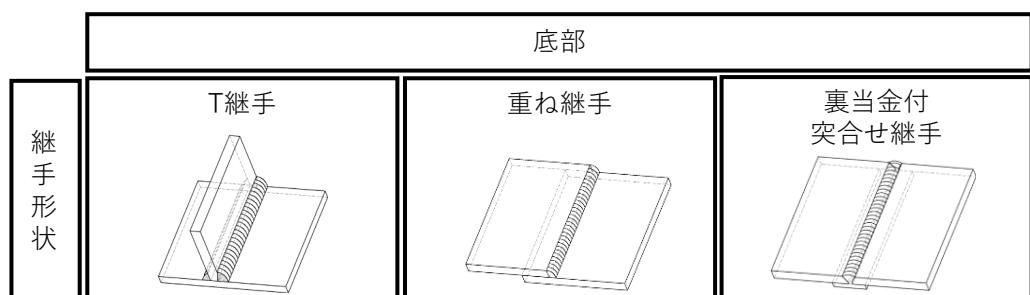
- ・非破壊試験の手法の一つで、ECTに類する技術によるもので表層のきずを対象。
- ・ECTの基準きずを対象とした検証において、ECTと同程度の検出能を有していることを確認済み。（添付資料1－2）



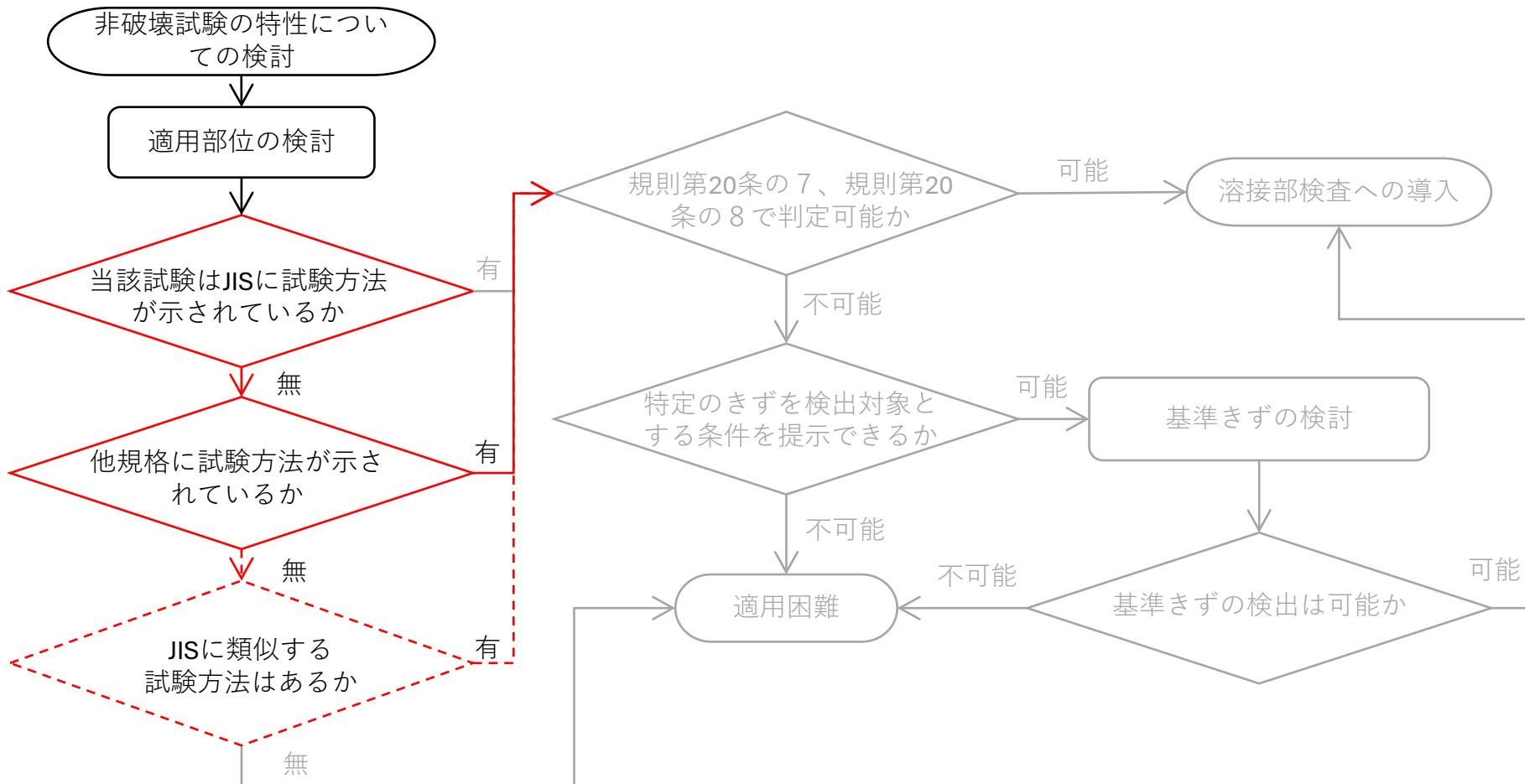
底部溶接部への適用を検証

対象物

試験対象	特定屋外タンク貯蔵所のタンク本体の底部溶接部	
試験体の情報	溶接構造	すみ肉溶接（T継手、重ね継手）、突合せ溶接（裏当金付）
	板厚	アニュラ板：6～40mm程度、底板：6～30mm程度
	溶接表面	溶接のまま又は表面調整、腐食等の可能性有
	試験面	溶接表面又はコーティング
	裏面	腐食等の可能性有
環境	温度	外気温
	明暗	暗所



非破壊試験の特性に関する確認フロー（案）



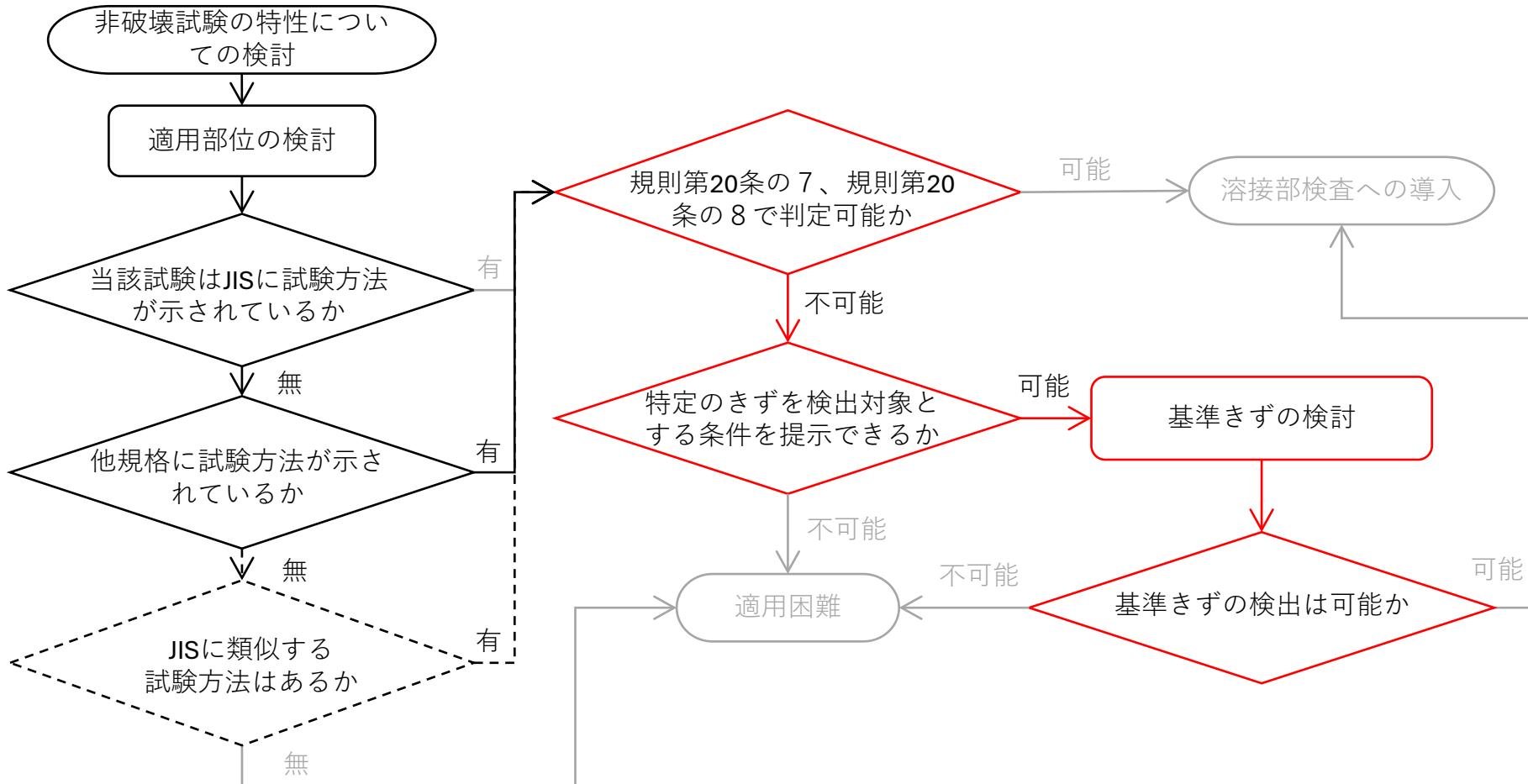
非破壊試験の特性に関する確認フロー（案）に沿った検証

方針

規格について継続調査し、非破壊試験技術者の検証、きず検出能の検証（後述）等を踏まえて確認する。



非破壊試験の特性に関する確認フロー（案）



非破壊試験の特性に関する確認フロー（案）に沿った検証

方針

ECTと同様の検出性が想定されるため、長さ4mm、深さ1.5mmのきずを検出対象。
⇒「特定のきずを検出対象とする条件の提示」に該当。

検証内容

- ・基準きずの検討
- ・基準きずの検出性
- ・きずの評価性



きず検出能に関する課題

- 基準きず
 - ・ ACFMの基準きずを確認する必要がある。
- きずの検出性
 - ・ 上記基準きずに類するきずの検出性を検証する必要がある。
- 感度補正（装置としての課題）
 - ・ 本体校正が完全自動化されており、添付資料1－3 別記「渦電流探傷試験を活用した屋外貯蔵タンクの底部の検査等に係るガイドライン（案）」の感度補正に関する作業が困難。
- 位相（装置としての課題）
 - ・ 検出信号に位相情報がないため、添付資料1－3 ガイドライン案の位相によるきず信号とノイズ信号の判別が困難。

課題に対し検証を実施、検証過程、結果を基に感度補正、位相に関する課題を整理



試験機器等

探傷器

Eddyfi Technologies 社製 Amigo2



プローブ

Eddyfi Technologies 社製 ペンシルプローブ

Eddyfi Technologies 社製 アレイプローブ

試験片

基準きず検討

きずの幅、形状の影響確認 R7-TP1

材質特性確認用 R7-TP1,TP2,TP3

基準きずの検出性

平板における検出性 R7-TP4

溶接部における検出性 R7-TP5,TP6,TP7,TP8

きずの評価性 R7-TP4,TP8



添付資料 1 – 4 参照

シミュレーション

有限要素法ソフト

Netgen/NGSolve : $j\omega$ method

添付資料 1 – 5 参照

室内試験

ACFM熟練作業者が実施

きずの幅、形状、材質の影響を確認

平板にスリットきずを設けた試験片を製作

寸法

長さ : 4mm

深さ : 1.5mm

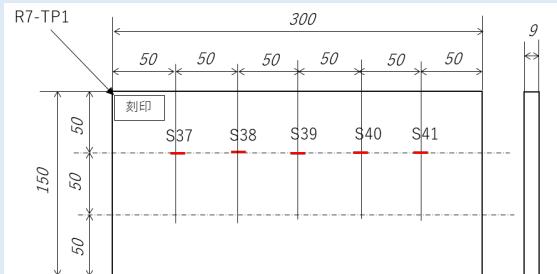
幅 : 0.25mm、0.5mm、0.75mm、1.0mm

形状

矩形、円弧

材質

SM400A、SS400、SPV490Q



試験片No.	スリットNo.	材質	形状	きず寸法(mm)		
				長さL	深さD	幅W
R7-TP1	S37	SM400A	矩形	4.0	1.5	0.25
	S38					0.5
	S39					0.75
	S40		円弧	4.0	1.5	1.0
	S41					0.25

スリット許容寸法 長さL : $\pm 0.1\text{mm}$ 、深さD : $\pm 0.1\text{mm}$ 、幅W : $\pm 0.2\text{mm}$

シミュレーション

きずの幅の影響を確認

寸法

長さ : 4mm

深さ : 1.5mm

幅 : 0.02mm~1.0mm

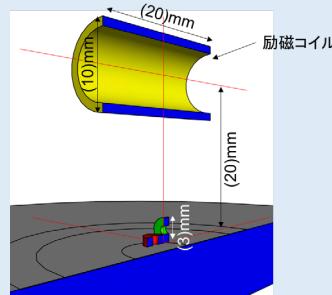


Fig. シミュレーションモデル(1/2).

添付資料 1 – 5 参照

基準きずの検出性

平板における検出性

ACFM熟練作業者が実施

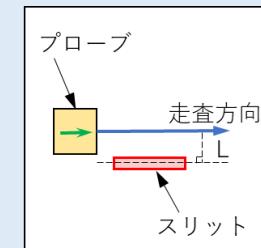
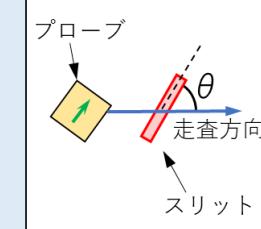
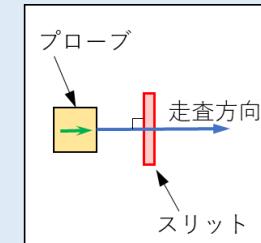
基準きずの検出性

基準きずの理想条件における信号を確認

角度感度特性

プローブの走査の方向ときずの角度による影響を確認

θ : 0° 、 30° 、 45° 、 60° 、 90°



オフセット特性

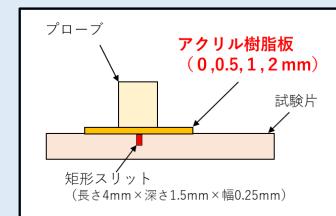
プローブときずの位置関係による影響を確認

L : 0mm、 1mm、 2mm、 3mm、 4mm、 5mm

コーティングの影響

コーティングの厚さ（リフトオフ）の影響を確認

t : 0mm、 0.5mm、 1mm、 2mm (樹脂シート)



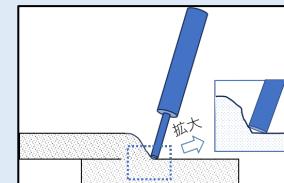
※試験片を作成（材質：SM400A）

溶接部における検出性

ACFM熟練作業者が実施

溶接構造

検出し難いすみ肉溶接（重ね継手）とする。

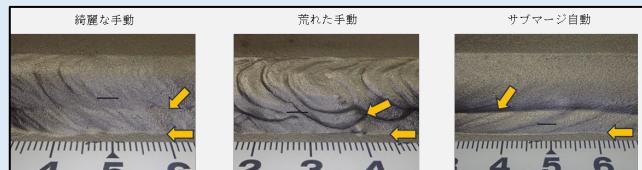


表面形状

溶接の表面形状による影響を確認

表面形状の異なる試験片を製作

溶接：綺麗な手動、荒れた手動、自動サブマージ

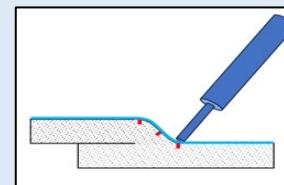


きずの位置

きずの位置による検出性の影響を確認

上記試験片に異なる位置に同一のきずを設ける

位置：上止端部、中央、下止端部

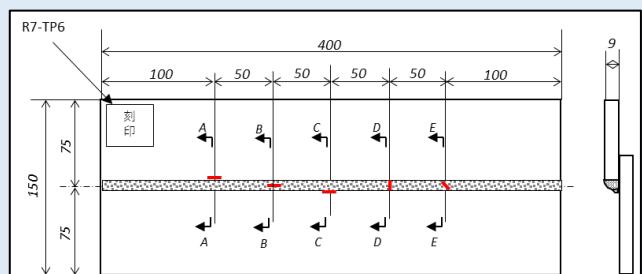


きずの角度

溶接線における角度感度特性の影響を確認

上記試験片に異なる角度 θ のきずを設ける

θ : 0° 、 45° 、 90° (位置は溶接余盛中央部)



コーティングの影響

コーティングの厚さ（リフトオフ）の影響を確認

t : 0mm、0.5mm、1mm、2mm

※試験片を作成（材質：SM400A）



きずの種類

検出信号からきずの種類を正確に判別できないため、実施しない。

きずの大きさ

L2+ACFM教育、L3+ACFM教育、ACFM熟練作業者が実施

寸法の異なるきずを評価可能か確認

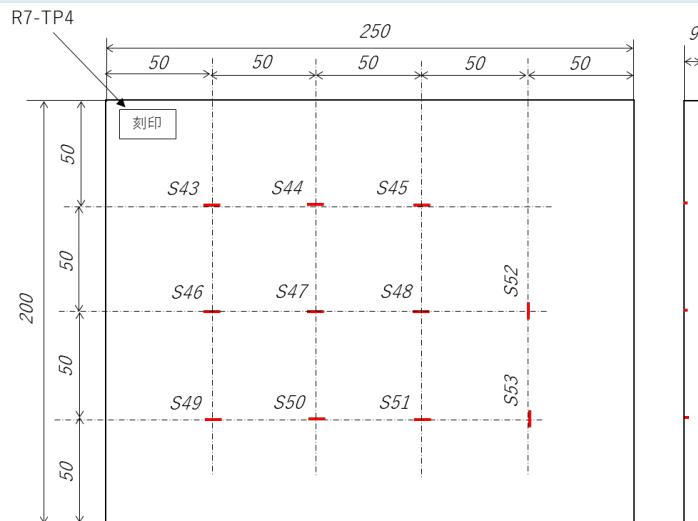
長さ：3.0mm、3.5mm、4.0mm、4.5mm、5.0mm

深さ：1.0mm、1.2mm、1.5mm、1.7mm、2.0mm

幅：基準きずによる



作業実施者による
結果を比較し、必要な
技能を検討



試験片 No.	スリット No.	材質	形状	スリット寸法(mm)		
				長さL	深さD	幅W
R7-TP4	S43	SM400A	矩形	3.0	1.0	0.25
	S44			3.0	1.5	
	S45			3.0	2.0	
	S46			4.0	1.0	
	S47			4.0	1.5	
	S48			4.0	2.0	
	S49			5.0	1.0	
	S50			5.0	1.5	
	S51			5.0	2.0	
	S52			4.5	1.7	
	S53			3.5	1.2	

スリット寸法許容寸法

長さL: $\pm 0.1\text{mm}$ 、深さD: $\pm 0.1\text{mm}$ 、幅W: $\pm 0.2\text{mm}$

※試験片を作成
材質はSM400A



確認フロー（案）に沿った検証

① 非破壊試験技術者についての検証

きずの評価性について、熟練作業者その他、ACFMに類するECT有資格者にACFMの教育を受けたもので、きず検出能の検証を実施した結果等を比較し、整理する。

② 非破壊試験の特性についての検証

□ 適用部位の検証

きず検出能の検証結果を踏まえて整理する。

□ 試験方法の検証

規格を調査したうえで、きず検出能の検証、非破壊試験技術者についての検証結果を踏まえて、整理する。

□ きず検出能の検証

基準きずの検討、基準きずにおける検出性、きずの評価性については、各種試験片を作成し、整理する。

ACFMの運用案の検討

「検査性能の確認方法（案）に沿った検証」の結果に基づき、ACFMの運用に関する条件等をとりまとめる。

検査性能の確認方法（案）における課題の抽出、とりまとめ