

検証試験計画概要



令和5年度の検証内容抜粋（危険物保安技術協会）

No.	項 目	方 法	結 果
(1)	基準信号の確認	・検出目標スリットの検出性を確認	・長さ4mm×深さ1.5mm×幅0.25mmの矩形スリット（放電加工）の基準信号を確認した。
(3)	角度感度特性	・プローブに対するスリットの角度が出力信号に与える影響を確認	・スリットに対しプローブの走査方向に傾きがある場合、最大10dB程度の検出感度の低下を確認した。
(6)	コーティング厚さ特性	・コーティング厚さによるスリットの出力信号の影響を確認	・コーティングが厚くなるほど、検出感度が低下することを確認した
(7)	スリットの応答領域	・きず長さ及びリフトオフによるスリットの応答領域への影響を確認	・応答領域の長さは、実際のきず長さより長く、また、リフトオフが大きくなると、より長くなること（より安全側の評価となること）を確認した。 ・JIS Z 2316-3:2014(6.2.3.8)にて規定される「応答領域(-6dB)長さ」による評価 +α を検討する必要があることが確認された。
(8)	自然きずの検出性	・自然きずの検出性を確認	・コーティングが無しでは、いずれのきずも検出でき、線状のきずはより信号が大きい傾向が見られた。 ・「コーティング厚さ特性」から、リフトオフが2mmになると0mmより検出信号が-10dB以下になることが予想された。 ・T継手試験片では、隅肉溶接止端部を走査しやすいペン型が有効であった。
(9)	数値解析 （シミュレーション）	・スリット形状（矩形、円弧）、長さ・深さ及び幅が検出信号に与える影響を確認。	・円弧スリットと矩形スリットの検出性は同等であることを確認した。 ・きず長さ・深さにより渦電流の経路が変化することから信号の振幅に影響を与えることを確認した。 ・コイル径よりスリット幅が十分小さくなると、スリット幅は検出信号に影響を与えない。 ・最小きずの検出信号を閾値とした場合、振幅-きず長さ特性及び応答長さ-きず長さ特性による評価は安全側の評価となる。 ・振幅-応答長さ平面で得られる判定曲線を閾値とした場合、評価精度は高くなる。
(10)	材質の影響	・SS400材とSPV490Q材に対する検出信号を確認	・材質による信号の差はほぼなかった。但し、SS400材は炭素量やマンガンなどの含有量の上限が規定されていないため、対比試験片の材質は、SPV490Q材などの方が適していると考えられた。
(11)	溶接余盛の影響 （試験体の表面性状：表面粗さ）	・隅肉溶接表面の形状が急変した箇所が検出信号に与える影響を確認 （きれいな表面の手動溶接、荒れた表面の手動溶接、サブマージ溶接）	・溶接部の表面粗さの影響を受け、荒れた手動溶接の試験片ではきずの検出性は難しいが、検出可能な装置もあることを確認できた。 ・溶接ビードの状態における適用の可否については、無欠陥部のピークtoピーク等から定量化し適宜判断する必要があることが示唆された。
(12)	溶接余盛+コーティング厚さの影響	・コーティングを樹脂テープ等にて模擬し、隅肉溶接表面の形状による検出信号の影響を確認	・余盛部・コーティングの影響を受け、プローブごとの補正が必要であることが確認され、実タングの試験体やプローブ毎に妥当性確認する必要があることが示唆された。
(13)	きず深さ・形状の影響	・矩形スリットの深さ（1mm、1.5mm）による検出信号の影響を確認 ・スリット形状（矩形・円弧）による検出信号の影響を確認。	・深さによる検出信号では、大きな差ではないが深いほど信号が大きくなる傾向が見られた。 ・きず形状(矩形・円弧)に対する検出信号に、大きな差はなかった。



本検討会における検証項目と内容

	項目	内 容
室内	①対比試験片を使った 検出性確認	【概要】 材質によるきずの検出性を確認し、基準感度を設定する 対比試験片に適切な材質について比較検討する。 ・使用材質：SS400、SPV490Q、SM400A
	②きずの評価方法の 検証	【概要】 大きさの異なる矩形スリットきずを評価可能な方法について 検証する。
	③溶接部のスリット きずの検出性確認	【概要】 リフトオフが発生し易い隅肉溶接におけるきずの検出性 について確認する。 ・SS400の重ね継手（3種類）
	④割れきずの 検出性確認	【概要】 現行基準の指示模様長さに近い大きさの割れにおける 検出性について確認する。 ・表面割れ試験片を用意し確認した。
現地	⑤現地試験による 検証	【概要】 実タンクでの試験を通して、実タンク特有の留意事項、 実タンクに存するきずに対する検出性を確認する。



①対比試験片を使った検出性確認

材質によるきずの検出性を確認し、基準感度を設定する対比試験片に適切な材質について比較検討する。

試験片仕様

番号	材質	コーティング厚さ(mm)	位置	きず性状	長さ(mm)	深さ(mm)	幅(mm)
S6	SS400	0	平板表面	矩形スリット	4	1.5	0.5
S9	SPV490Q						
S21	SM400A						

探傷機器及びプローブ（室内試験①～④共通）

	渦電流探傷装置		プローブ				
	メーカー	型式	プローブ種別		メーカー	型式	周波数(kHz)
A社	SG NDT社	S2G2-800	差動方式 コイル径3mm	フレキシブル アレイタイプ	SG NDT社	SHAPE-LS050- TR-034-295- 41P03	100
E社	ACTUNI(株)	EddyStation HL	シングル方式 差動方式	ペンタイプ	ACTUNI(株)	CP-6B	50
H社	(株)IHI検査計測	Mobile EDDy®	シングル方式 相互誘導形	ペンタイプ	(株)IHI検査計測	I1-457	80

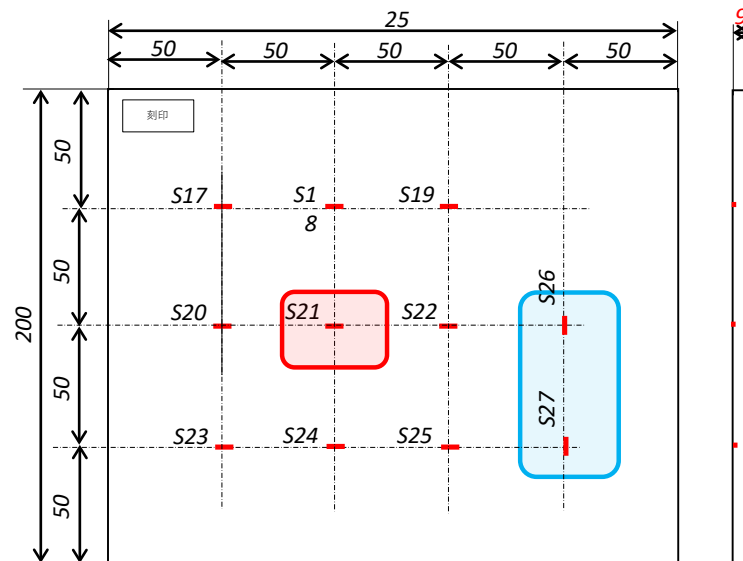


②きずの評価方法の検証

大きさの異なる矩形スリットきずを評価可能な方法について検証する。

試験片中のきず寸法

番号	材質	コーティング 厚さ(mm)	位置	きず性状	長さ (mm)	深さ (mm)	幅 (mm)
S17	SM400A	0,1,2	平板表面	矩形スリット	3	1	0.5
S18						1.5	
S19						2	
S20					4	1	
S21						1.5	
S22						2	
S23					5	1	
S24						1.5	
S25						2	
S26					4.5	1.7	
S27					3.5	1.2	



- 基準きず
- 評価用のきず

- プローブ方式
マルチアレイ
シングル方式（差動・相互誘導）等
- コーティング厚さ（0mm、1mm、2mm）
※樹脂テープによる模擬

図-1 きずの評価方法を検証する試験片



③溶接部のスリットきずの検出性確認

リフトオフが発生し易い隅肉溶接におけるきずの検出性について確認する。

試験片仕様

番号	溶接方法	材質	コーティング 厚さ(mm)	位置	きず 性状	長さ (mm)	深さ (mm)	幅 (mm)
S12	きれいな手動	SS400	0, 1, 2	余盛部	矩形スリット	4	1.0	0.25
S28				止端部			1.5	0.5
S29				余盛部				
S30				止端部			1.0	0.25
S13	荒れた手動			余盛部				
S31				止端部			1.5	0.5
S32				余盛部				
S33				止端部			1.0	0.25
S14	サブマージ自動			余盛部				
S34				止端部			1.5	0.5
S35				余盛部				
S36				余盛部				

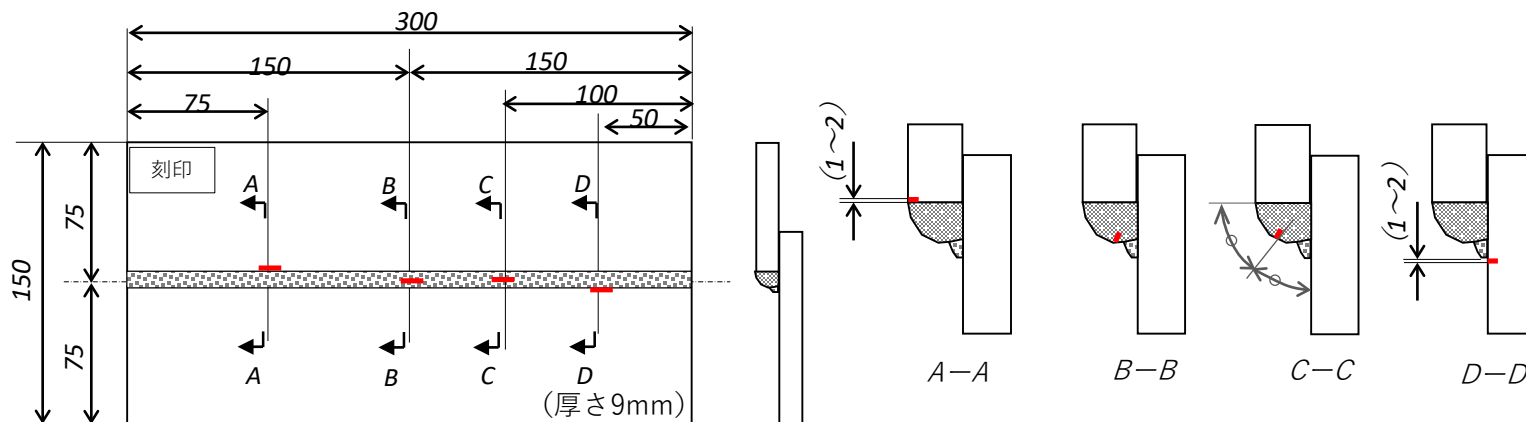
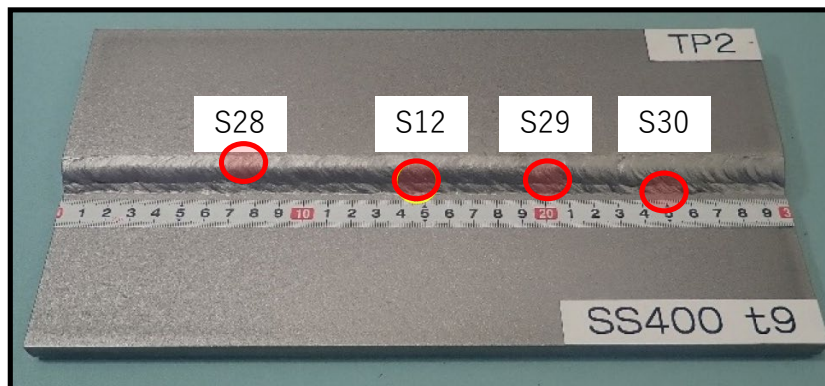


図-2 溶接部のスリットきずの検出性を検証する試験片

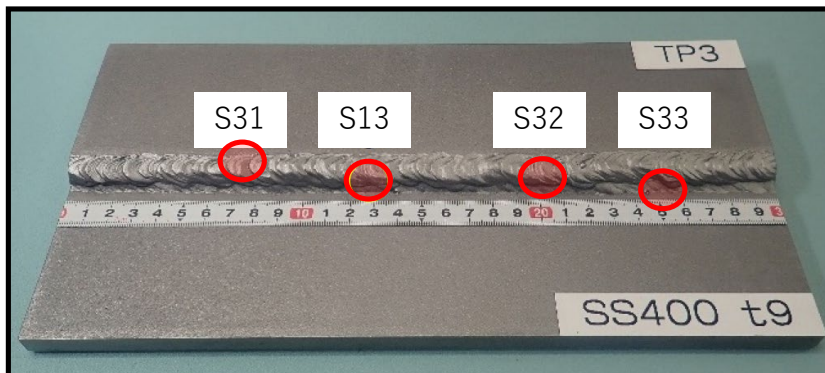
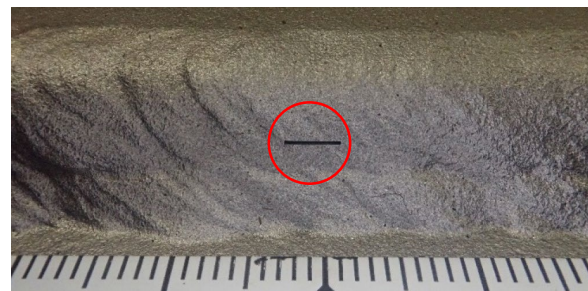


③溶接部のスリットきずの検出性確認

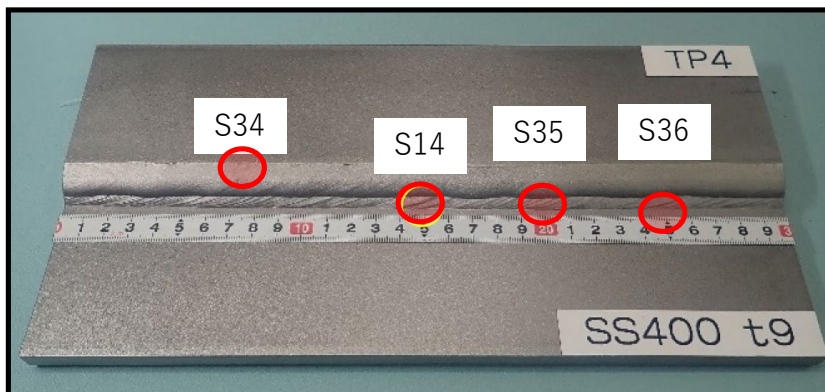
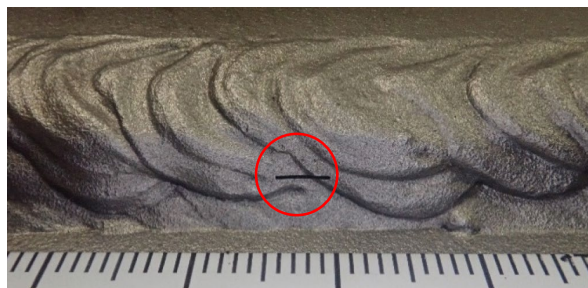
試験片の例



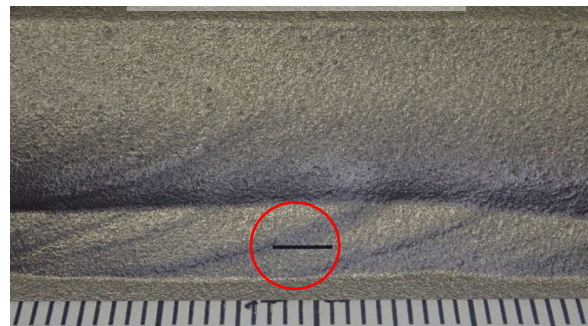
きれいな手動



荒れた手動



サブマージ自動



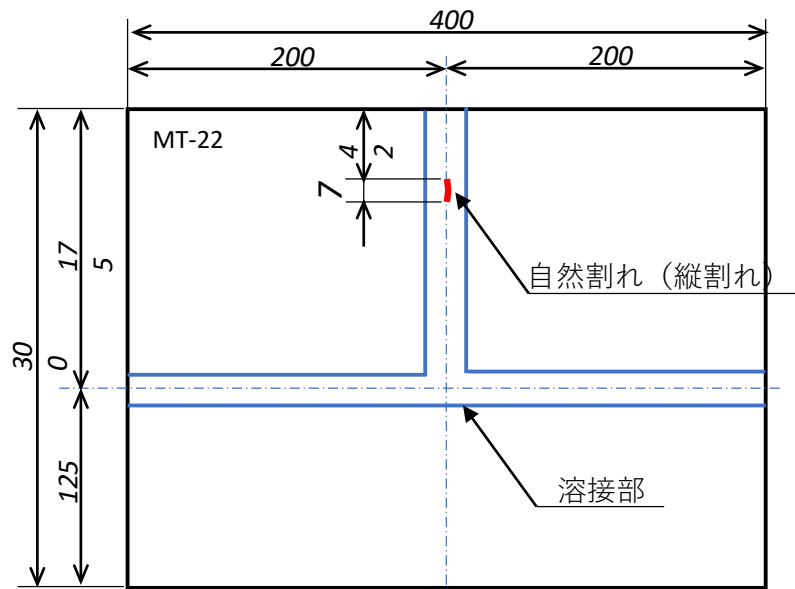
④割れきずの検出性確認

現行基準の指示模様長さに近い大きさの割れにおける検出性について確認する。

試験片仕様

番号	材質	コーティング 厚さ(mm)	位置	きず性状	長さ(mm)	深さ(mm)
S37	SS400	0	突合せ溶接 余盛部	割れ	7	0.3

斜角UT測定値
参考資料2-1



図ー 3 割れきずの検出性を確認する試験片

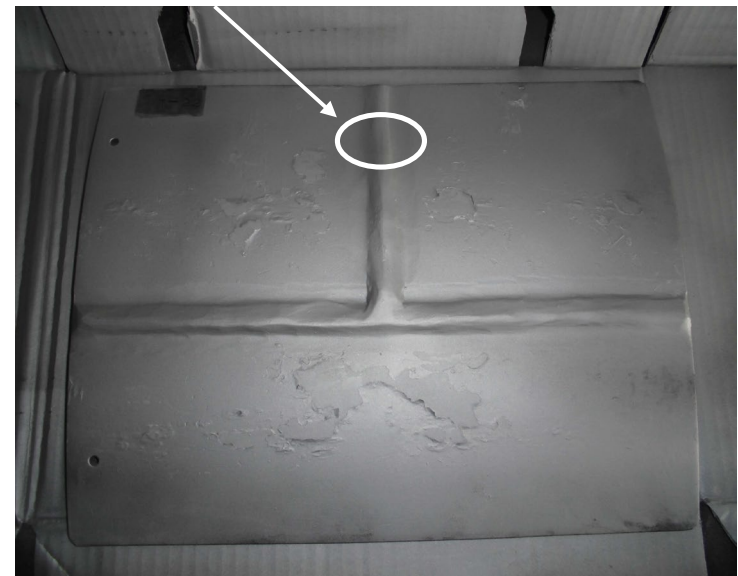


写真 1 割れきず試験片の外観



⑤現地試験による検証

実タンクでの試験を通して、実タンク特有の留意事項、実タンクに存するきずに対する検出性を確認する。コーティング厚さについては、実タンクに合わせて0mm、0.5mm、1.5mmとする。

タンク（2基）

定期点検開始

内部クリーニング

コーティング剥離

5千kL級タンクは
コーティング施工無

VT・MT

現地試験立会

補修

ECT
検証試験
コーティング
0, 0.5, 1.5mm
3条件

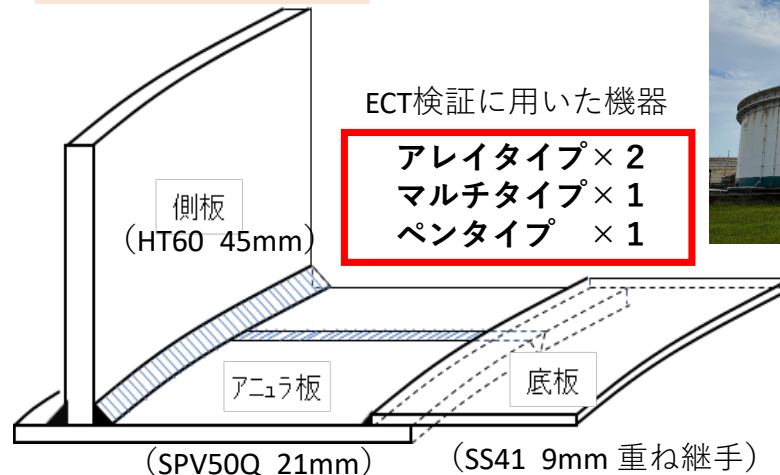
きず
判定

Yes

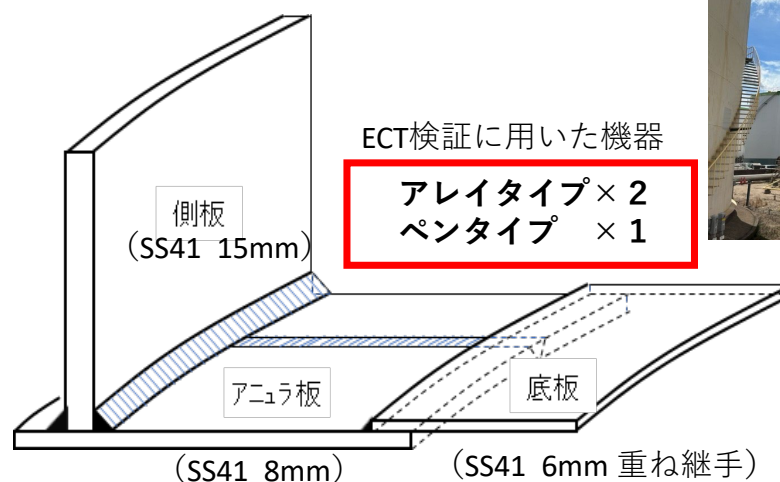
No

点検終了

16万kL級タンク



5千kL級タンク

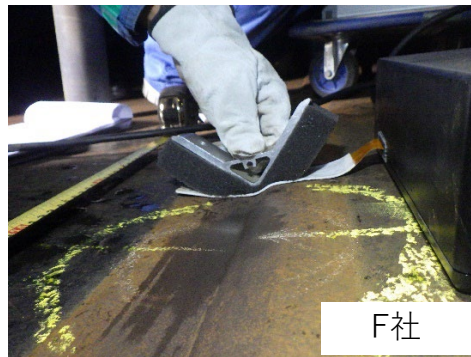




現地試験（16万kL級タンク）

探傷機器及びプローブ

	渦電流探傷装置		プローブ				
	メーカー	型式	プローブ種別		メーカー	型式	周波数 (kHz)
C社	Eddyfi社	MIZ-21C	差動方式	フレキシブル アレイタイプ	Eddyfi社	SURFXW- S01	100
F社	アスワン電子(株)	aect- 2000Multi	相互誘導形 絶対値方式	フレキシブル アレイタイプ	アスワン電子(株)	L230	100
J社	TesTex社	Triton II	差動方式	マルチタイプ	TesTex社	BFET	30
H社	(株)IHI検査計測	Mobile EDDy®	シングル方式 相互誘導形	ペンタイプ	(株)IHI検査計測	I1-457	80



写真－2 探傷状況の例

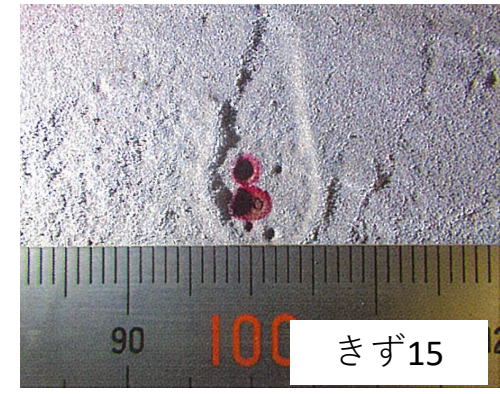
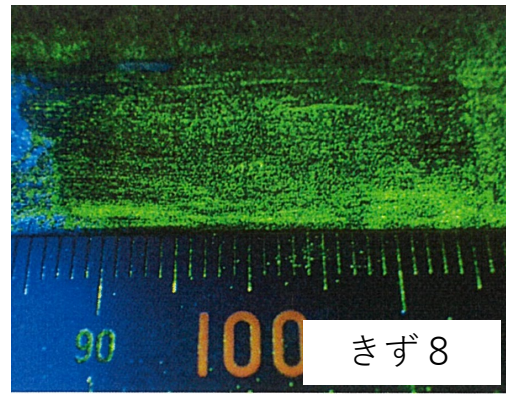
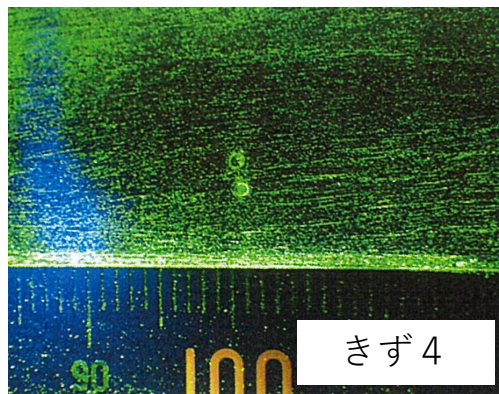


現地試験（16万kL級タンク）

きずの詳細（磁粉探傷試験及び浸透探傷試験等の結果）

部位	溶接継手形状	箇所数	きずサイズ
側板×アニュラ板（内側）	T継手	2	【1】 集中ブローホール（Φ1mm以下複数）、【2】 融合不良（2mm）
側板×アニュラ板（外側）		2	【16】 ブローホール（Φ1mm以下）、【17】 ブローホール（Φ1mm以下）
アニュラ板×アニュラ板	突合せ継手	2	【3】 ブローホール（Φ1mm以下）、【4】 集中ブローホール（Φ1mm×2）
アニュラ板×底板	重ね継手	2	【6】 ブローホール（Φ1mm以下）、【8】 集中ブローホール（Φ1mm以下複数）
底板×底板	重ね継手	4	【10】 アンダーカット（2mm）、【12】 ブローホール（Φ1mm以下）、 【13】 集中ブローホール（Φ1mm以下複数）、 【14】 ブローホール（Φ1mm以下）
底板母材部	—	1	【15】 ブローホール（Φ1mm以下）
	計	13	

【】 内の数は記録上の番号

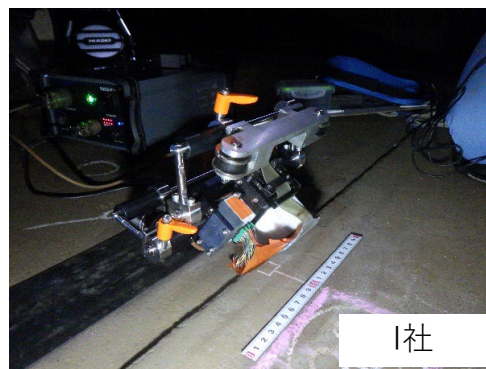


写真－3 きずの例



探傷機器及びプローブ

	渦電流探傷装置		プローブ				
	メーカー	型式	プローブ種別		メーカー	型式	周波数 (kHz)
A社	SG NDT社	S2G2-800	差動方式 コイル径3mm	フレキシブル アレイタイプ	SG NDT社	SHAPE- LS050-TR- 034-295- 41P03	100
I社	SG NDT社	S2G2i	差動方式 隅肉溶接用	フレキシブル アレイ改良タイプ	三菱重工業(株)	S2G2-WS	200
H社	(株)IHI検査計測	Mobile EDDy®	シングル方式 相互誘導形	ペンタイプ	(株)IHI検査計測	I1-457	80



写真－４ 探傷状況の例

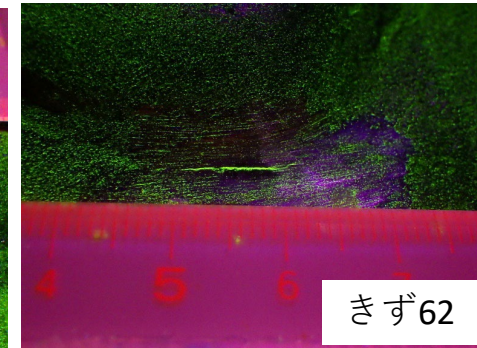
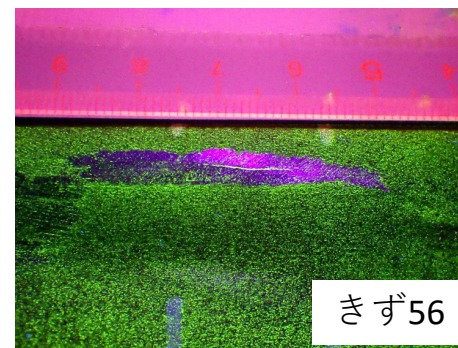
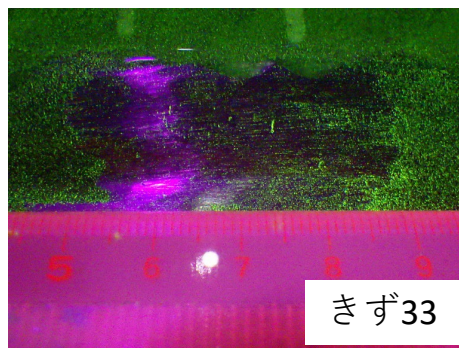
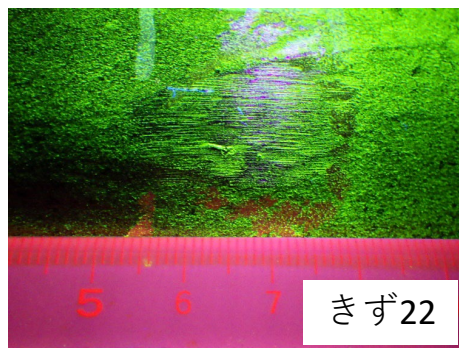


現地試験（5千kL級タンク）

きずの詳細（磁粉探傷試験及び浸透探傷試験等の結果）

部位	溶接継手形状	箇所数	きずサイズ
側板×アニュラ板（内側）	T継手	2	【15】アンダーカット（3mm）、【16】融合不良（3mm）
側板×アニュラ板（外側）		2	【－】形状不良、【－】集中ブローホール
アニュラ板母材部	－	1	【19】融合不良（1mm×3）
アニュラ板×底板	重ね継手	2	【22】融合不良（6mm）、【33】融合不良（2mm以下の群きず長さ15mm）
底板×底板	重ね継手	3	【44】融合不良（1mm程度の群きず長さ5mm）、【56】融合不良（11mm） 【64】融合不良（2mm）
底板×底板（当板部）	重ね継手	1	【62】融合不良（10mm）
	計	11	

【】内の数は記録上の番号、【－】は目視の結果



写真－5 きずの例