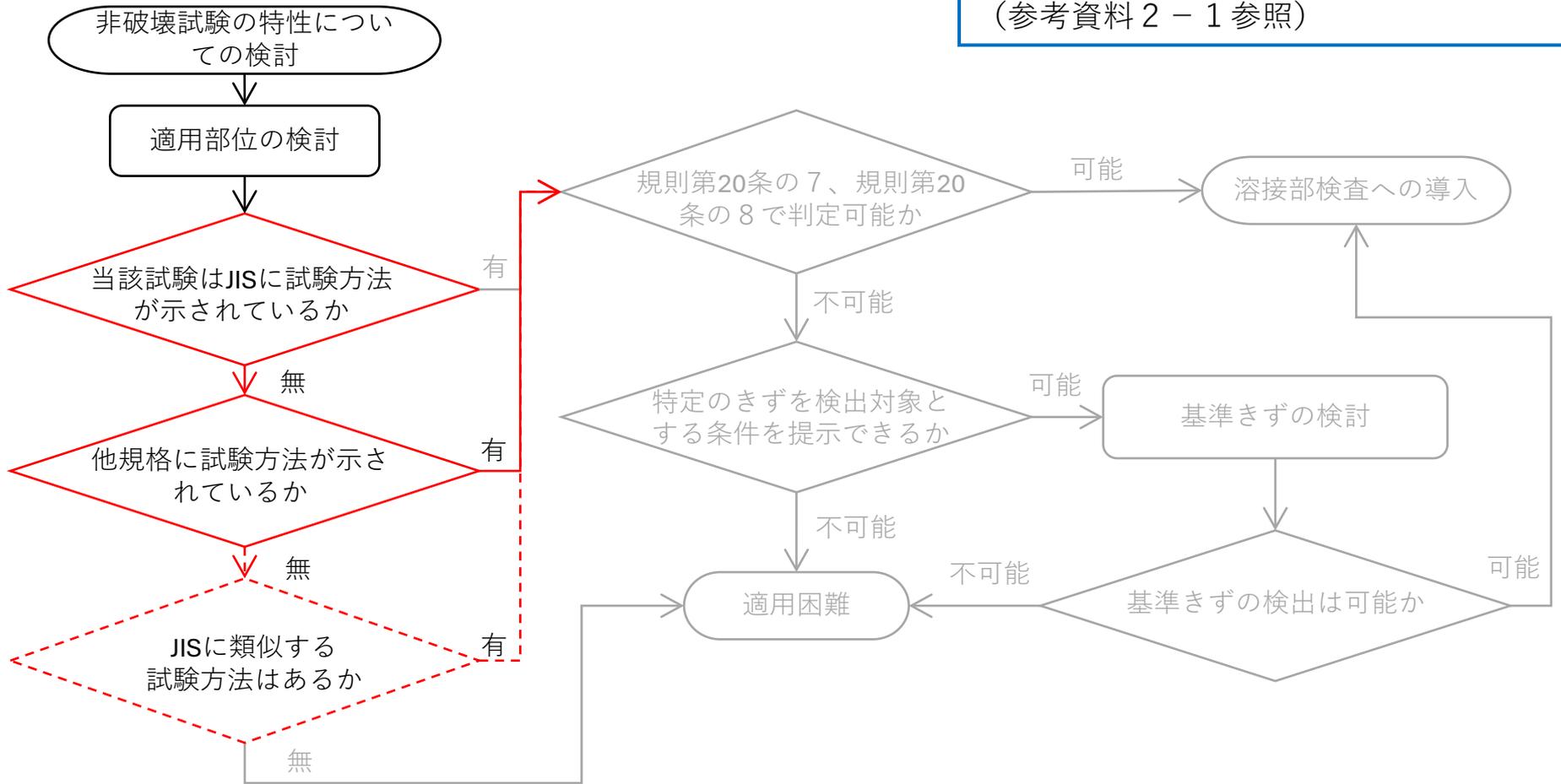


# 非破壊試験の特性についての検証



## ② 試験方法の規格に関する検討

### 非破壊試験の特性に関する確認フロー（案）



第1回調査検討会 資料1-7より抜粋  
(参考資料2-1参照)

### 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。

### 規格調査

ASTM E2261/E2261M-17 (2021)

Standard Practice for Examination of Welds Using the Alternating Current Field Measurement Technique1

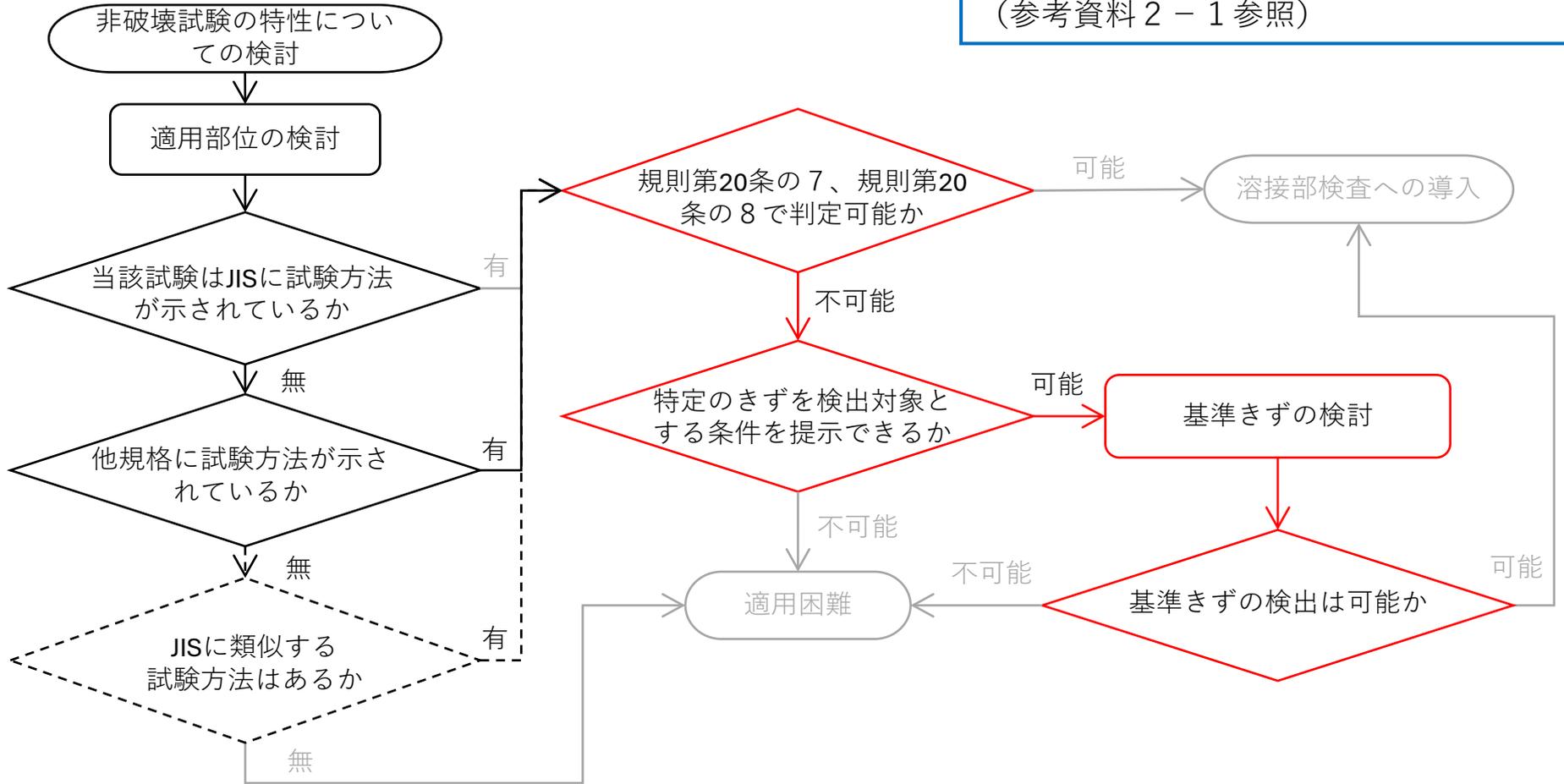
ISO 17643 (2015)

Non-destructive testing of welds — Eddy current testing of welds by complex-plane analysis

(溶接部の非破壊検査－複素平面解析による溶接部の渦電流試験)

第3回調査検討会にて提示予定。

## 非破壊試験の特性に関する確認フロー（案）



第1回調査検討会 資料1-7より抜粋  
(参考資料2-1参照)

## 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

渦電流探傷試験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

# ③ 基準きずの検討

## 使用機器

※ 参考資料 2 - 2 参照

チーム	装置		プローブ	
	メーカー	型式	メーカー	型式
A	Eddyfi Technologies	AMIGO2	Eddyfi Technologies	TUCA005-08T

## 検証内容

1. きずの形状による影響の確認  
矩形スリットと円弧スリットにより検証
2. きずの幅による影響の確認  
幅を変化させた試験片により検証、0.3mmより小さい幅についてはシミュレーションを用いて検証
3. 鋼材の材質による影響の確認  
屋外貯蔵タンクに多く用いられている炭素鋼（SS400、SM400A、SPV490Q）を用いて検証

※ シミュレーション結果については、第3回調査検討会において提示予定

## 試験片

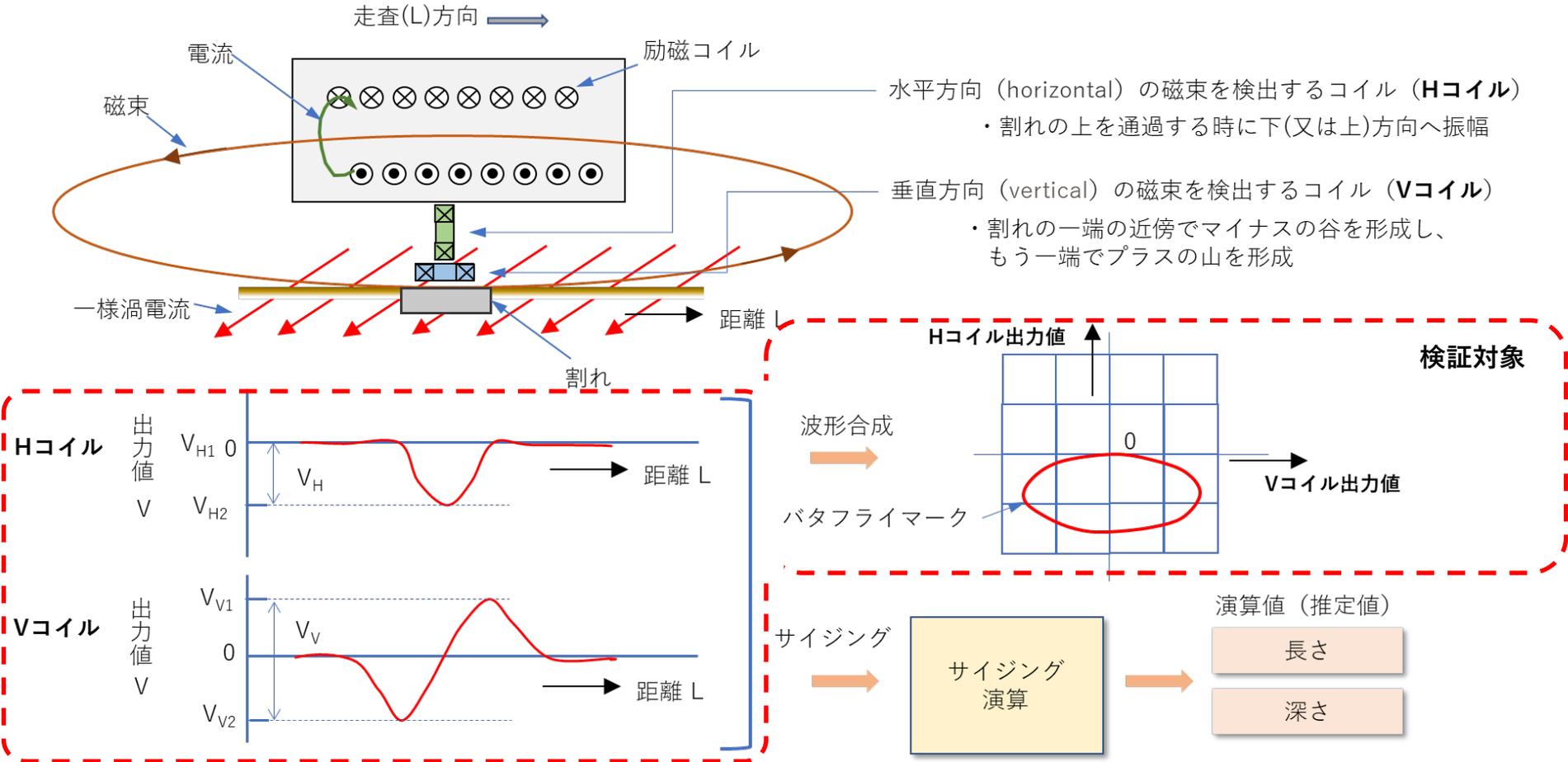
※ 詳細については参考資料 2 - 3 参照

試験片	材質	きずの形状	長さ(mm)	深さ(mm)	幅(mm)
R7-TP1	SM400A	矩形、円弧	4.0	1.5	0.3(矩形、円弧)、0.5(矩形)、0.75(矩形)、1.0(矩形)
R7-TP2	SS400	矩形	4.0	1.5	0.3、0.5、0.75、1.0
R7-TP3	SPV490Q	矩形	4.0	1.5	0.3、0.5、0.75、1.0

※ 試験片R7-TP3の検証データについては、第3回調査検討会において提示予定



## ACFMの coils と出力モード図

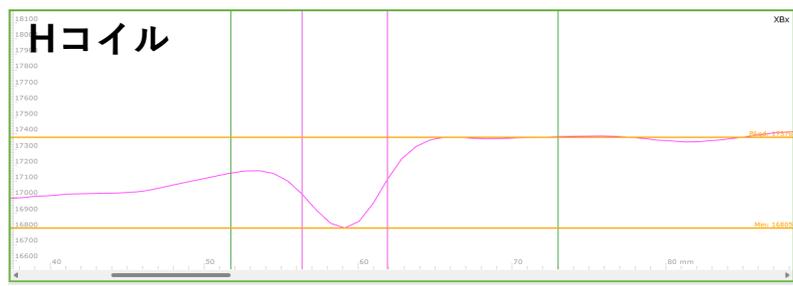


検証対象機器からは、Hコイルの出力値 ( $V_H$ )、Vコイルの出力値 ( $V_V$ )、それらの波形を合成したバタフライマークと、機器の内部でHコイルとVコイルの波形から演算した、推定のきず長さ、深さのデータが得られる。検証ではHコイルの出力値 ( $V_H$ )、Vコイルの出力値 ( $V_V$ )、バタフライマークのデータを用いる。

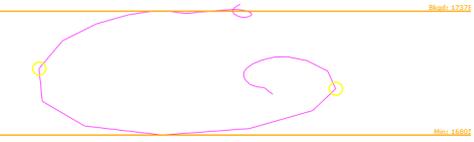


# ③ 基準きずの検討

## 1. きずの形状による影響の確認



R7-TP1(矩形きず)  
長さ：4.0mm、深さ：1.5mm、幅：0.3mm



バタフライマーク

ID	Len.(mm)	Dep.(mm)	Loc.(mm)
Line:	Mixed		
Type:	Mixed		
Probe:	ACFM-TUCA005-08T-40A 2234605		
Config:	1: Ferritic steel		
Coating:	0.0 mm		

Defect Information - Defect 2

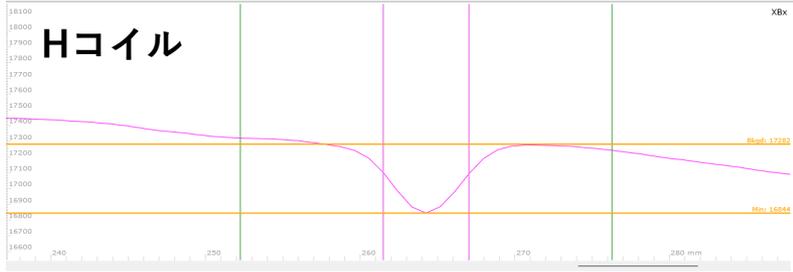
Length Estimator: 5.5 mm

Coating Thickness: 0.0 mm

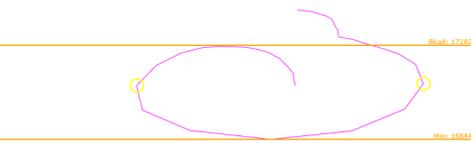
Calculated Length: 5.0 mm

Calculated Depth: 1.4 mm

Add  Cancel



R7-TP1(円弧きず)  
長さ：4.0mm、深さ：1.5mm、幅：0.3mm



バタフライマーク

ID	Len.(mm)	Dep.(mm)	Loc.(mm)
Line:	Mixed		
Type:	Mixed		
Probe:	ACFM-TUCA005-08T-40A 2234605		
Config:	1: Ferritic steel		
Coating:	0.0 mm		

Defect Information - Defect 2

Length Estimator: 5.5 mm

Coating Thickness: 0.0 mm

Calculated Length: 5.0 mm

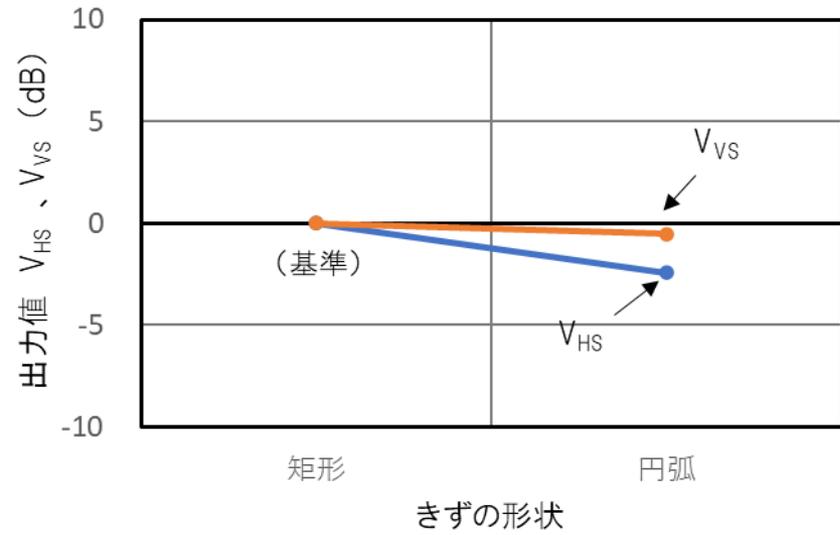
Calculated Depth: 0.9 mm

Add  Cancel



## 1. きずの形状による影響の確認

形状	出力値			
	$V_H$		$V_V$	
	$V_H$ (-)	$V_{HS}$ (dB)	$V_V$ (-)	$V_{VS}$ (dB)
矩形	579	0.0	808	0.0
円弧	438	-2.4	761	-0.5



### 【比較内容】

矩形きず（長さ：4.0mm、深さ：1.5mm、幅：0.3mm）の出力値を基準とし、円弧きず（長さ：4.0mm、深さ：1.5mm、幅：0.3mm）から得られた出力値との比較を行った。

### 【検証結果】

- $V_{HS}$ と $V_{VS}$ を比較すると $V_{HS}$ の方が形状の影響を受けた。
- 矩形きずと比較して円形きずでは出力値の低下が認められた。
- バタフライマークについても若干の違いが確認された。

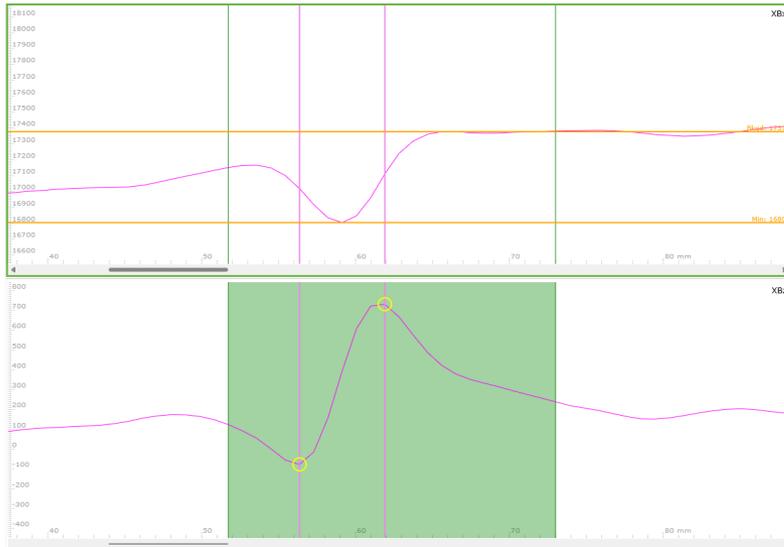
### 【考察】

長さ：4.0mm、深さ：1.5mm、幅：0.3mmのきずであれば、出力値の低下は $V_{HS}$ で-2.4dB、 $V_{VS}$ で-0.5dBであり、プローブの走査を手動で行っていることを考慮するときずの形状による影響は小さいと考えられる。そのため、きずの施工性を考慮して、基準きずの形状は矩形とできるものと考えられる。

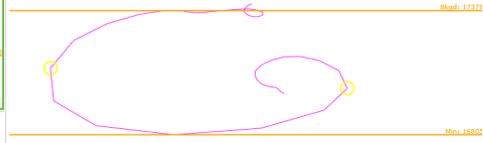


# ③ 基準きずの検討

## 2. きずの幅による影響の確認



R7-TP1(矩形きず)  
長さ：4.0mm、深さ：1.5mm、幅：0.3mm



ID	Len.(mm)	Dep.(mm)	Loc.(mm)
Line:	Mixed		
Type:	Mixed		
Probe:	ACFSA-TLCA005-08T-40A 2234605		
Config:	1: Ferritic steel		
Coating:	0.0 mm		

Defect Information - Defect 2

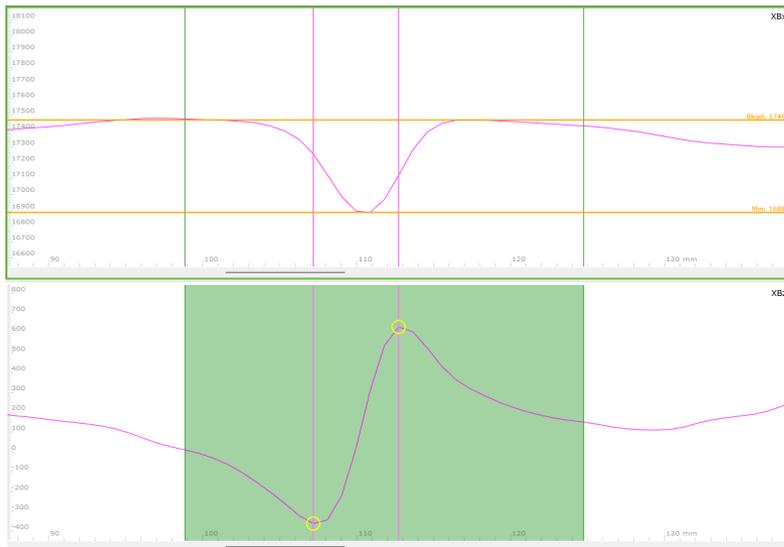
Length Estimate: 5.5 mm

Coating Thickness: 0.0 mm

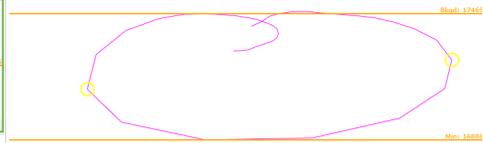
Calculated Length: 5.0 mm

Calculated Depth: 1.4 mm

Add  Cancel



R7-TP1(矩形きず)  
長さ：4.0mm、深さ：1.5mm、幅：0.5mm



ID	Len.(mm)	Dep.(mm)	Loc.(mm)
Line:	Mixed		
Type:	Mixed		
Probe:	ACFSA-TLCA005-08T-40A 2234605		
Config:	1: Ferritic steel		
Coating:	0.0 mm		

Defect Information - Defect 2

Length Estimate: 5.5 mm

Coating Thickness: 0.0 mm

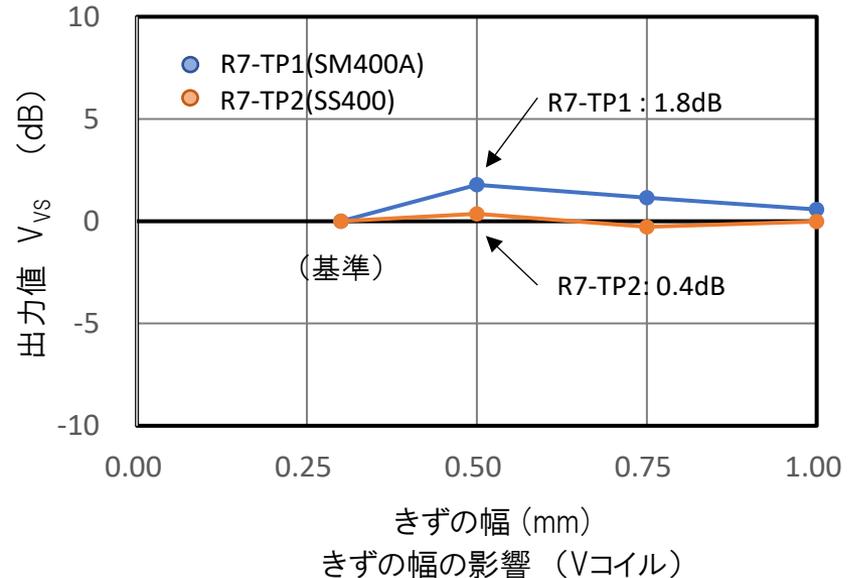
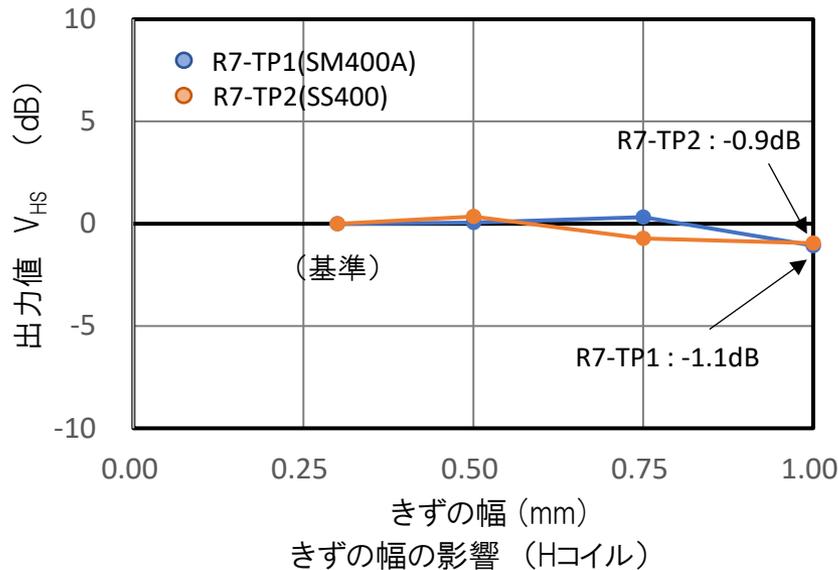
Calculated Length: 5.0 mm

Calculated Depth: 1.4 mm

Add  Cancel

※ Vコイルにおいて最大1.8dBの出力値の上昇が確認されたデータ

## 2. きずの幅による影響の確認



### 【比較内容】

矩形きず（長さ：4.0mm、深さ：1.5mm、幅：0.3mm）の出力値を基準とし、きずの幅を0.3mm、0.5mm、0.75mm、1.0mmと変化させた矩形きずから得られた出力値との比較を行った。

### 【検証結果】

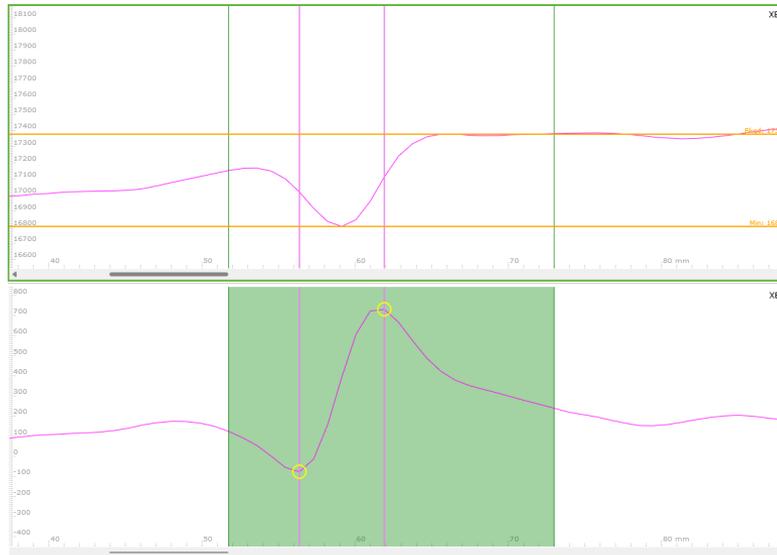
- $V_{HS}$ は最大-1.1dBの出力値の低下が確認された。
- $V_{VS}$ は最大1.8dBの出力値の上昇が確認された。
- バタフライマークについては、最大1.8dBの出力値の上昇が確認されたもの（R7-TP1の幅0.3mm、0.5mm）を比較した場合に若干の違いが確認された。

### 【考察】

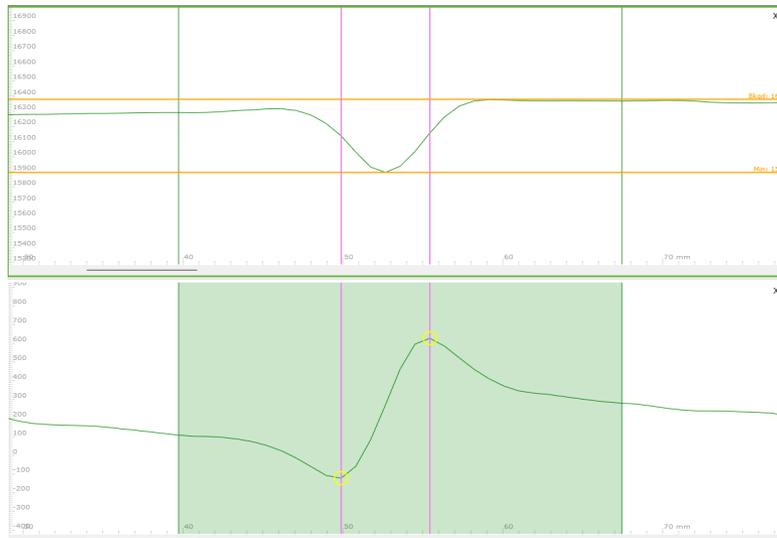
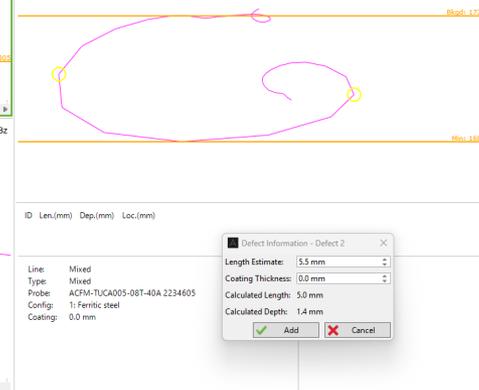
0.3mm～1.0mmの範囲における幅の変化による影響は小さいことが確認された。現状時点では基準きずの幅は0.3mm～1.0mmの任意の幅にできると考えられる。（今後、R7-TP3(SPV490Q)についても同様の比較を実施予定。）



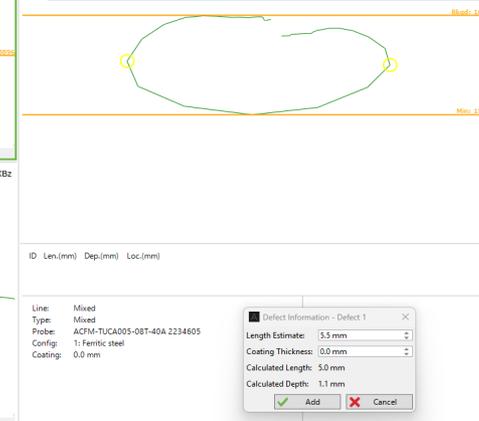
## 3. 鋼材の材質による影響の確認



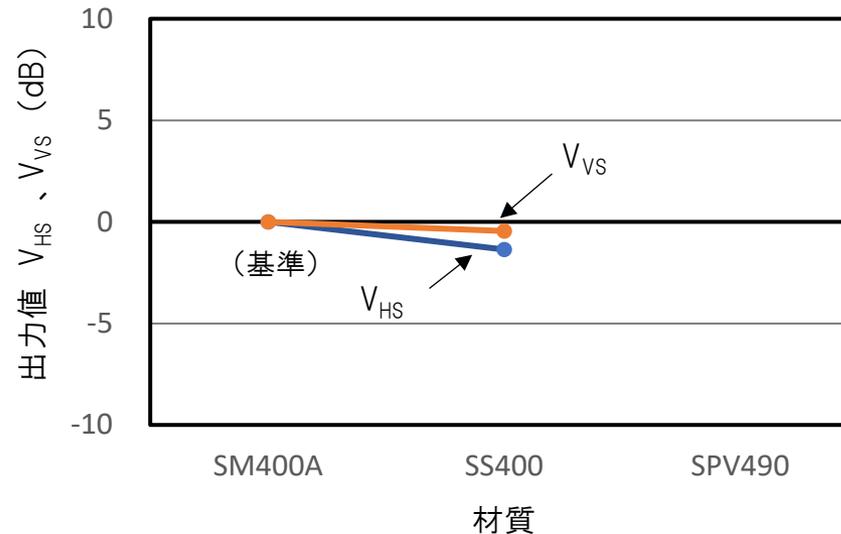
R7-TP1 : SM400A(矩形きず)  
長さ : 4.0mm、深さ : 1.5mm、幅 : 0.3mm



R7-TP2 : SS400(矩形きず)  
長さ : 4.0mm、深さ : 1.5mm、幅 : 0.3mm



## 3. 鋼材の材質による影響の確認



### 【比較内容】

R7-TP1 (SM400A) の矩形きず（長さ：4.0mm、深さ：1.5mm、幅：0.3mm）の出力値を基準とし、R7-TP2 (SS400) の矩形きず（長さ：4.0mm、深さ：1.5mm、幅：0.3mm）から得られた出力値との比較を行った。

### 【検証結果】

- R7-TP1 (SM400A) と比較してR7-TP2 (SS400) は $V_{HS}$ では-1.4dB、 $V_{VS}$ では-0.5dBの出力値の低下が確認された。
- バタフライマークについても若干の違いが確認された。

### 【考察】

渦電流探傷試験と同様にSM400AとSS400では材質による影響が小さいことが確認された。（今後、R7-TP3(SPV490Q)についても同様の比較を実施予定。）

### 今後の予定

- ・ R7-TP3（SPV490Q）における試験の実施

### まとめ（現状）

1. 長さ：4.0mm、深さ：1.5mm、幅：0.3mmの矩形、円弧の形状による出力値、バタフライマーク（以下「検出信号」という。）への影響は小さいことが確認された。施工性を考慮して矩形を基準きず形状とできると考えられる。
2. 0.3mm～1.0mmの幅では検出信号への影響が小さいことが確認された。基準きずの幅は0.3mm～1.0mmの任意の幅とすることができると考えられる。  
（他の検証では0.3mmで実施）
3. SM400AとSS400の低炭素鋼では検出信号への影響が小さいことが確認された。（他の検証では一定の品質が保証されているSM400Aを用いて実施）

# ④ 基準きずの検出性について

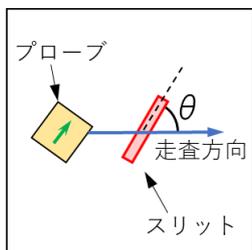
## ④-1 理想環境 (SM400A平板) におけるきずの検出性の確認

### 検証内容

※ 試験片詳細については参考資料2-3参照

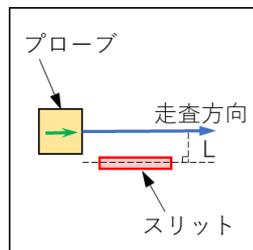
1. 平板上の仮基準きず(長さ:4.0mm、深さ:1.5mm、幅:0.3mm)とプローブとの位置関係による影響の確認 (角度感度特性、オフセット特性の確認)
2. きずの大きさによる影響の確認 (幅:0.3mmにおける検出信号への影響を確認)
3. コーティングによるリフトオフの影響の確認

### 項目1



#### 角度感度特性

$\theta$  : 0°, 30°, 45°, 60°, 90°



#### オフセット特性

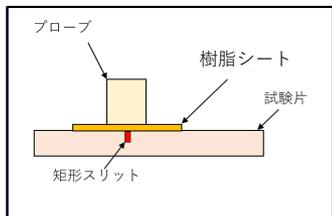
L(mm) : 0, 1, 2, 3

### 項目2 ※ 実寸値

長さ(mm)	深さ(mm)	長さ(mm)	深さ(mm)
3.0	0.9	3.0	0.9
	1.4		1.4
	1.8		1.8
4.0	0.9	4.5	1.6
	1.4	3.5	1.1
	1.8		

※ 試験片の詳細については参考資料2-3参照

### 項目3

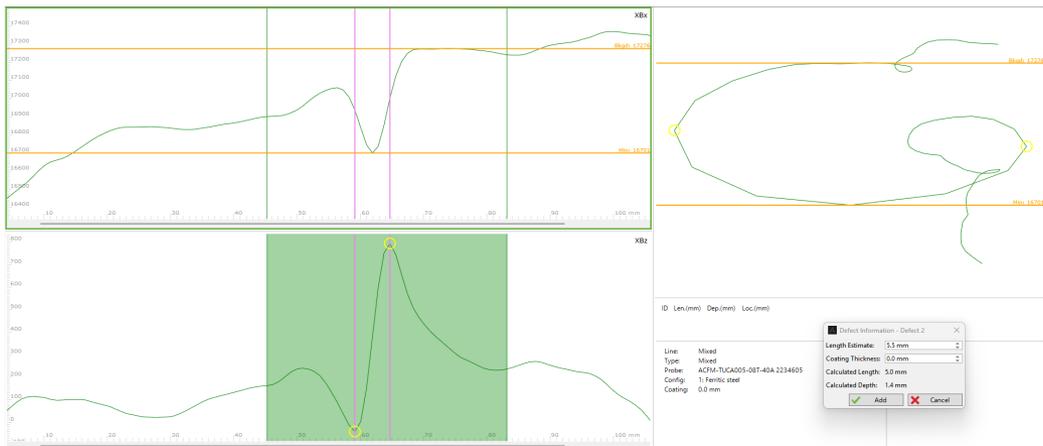


t(mm) : 0, 1, 2 (樹脂シート)

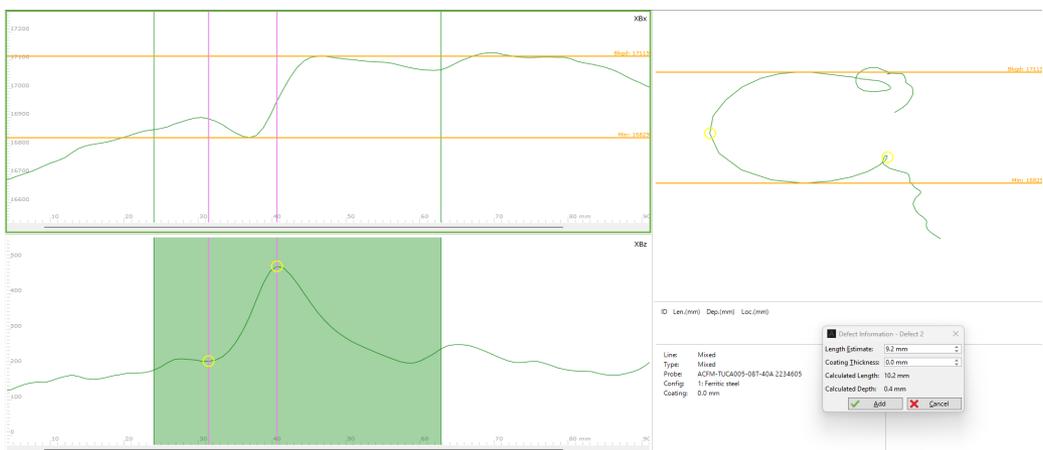
# ④ 基準きずの検出性について

1. 平板上の仮基準きず(長さ：4.0mm、深さ：1.5mm、幅：0.3mm)とプローブとの位置関係による影響の確認 (角度感度特性の確認)

0°



30°

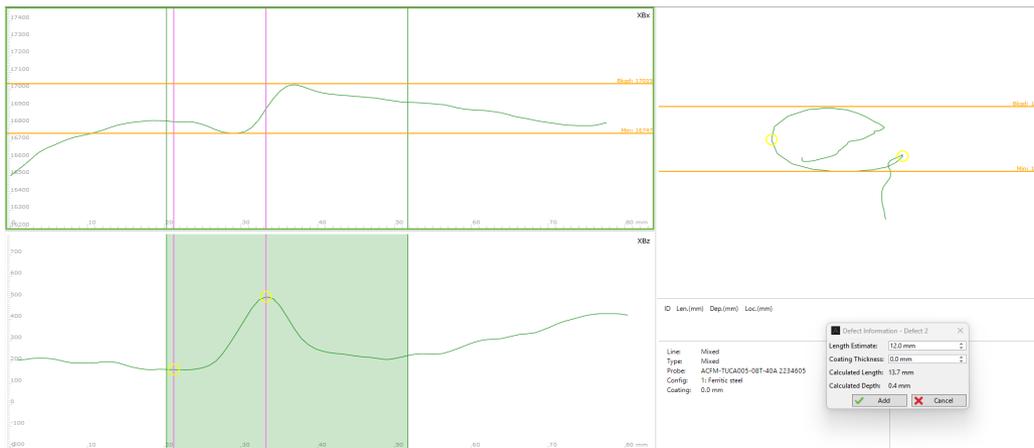




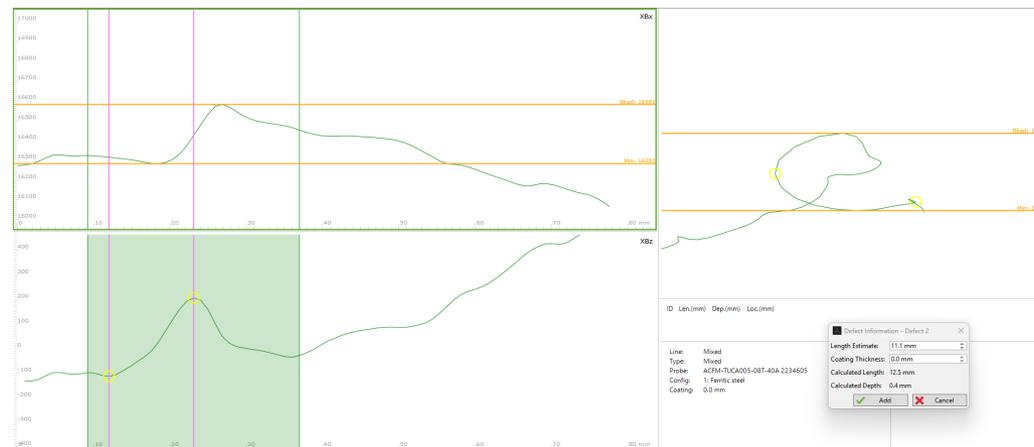
# ④ 基準きずの検出性について

1. 平板上の仮基準きず(長さ：4.0mm、深さ：1.5mm、幅：0.3mm)とプローブとの位置関係による影響の確認 (角度感度特性の確認)

45°

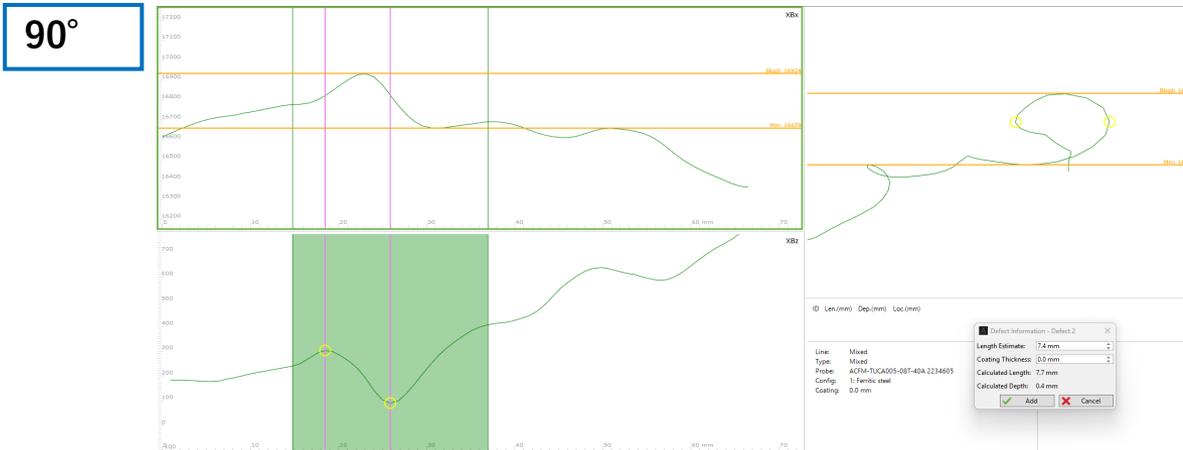


60°



# ④ 基準きずの検出性について

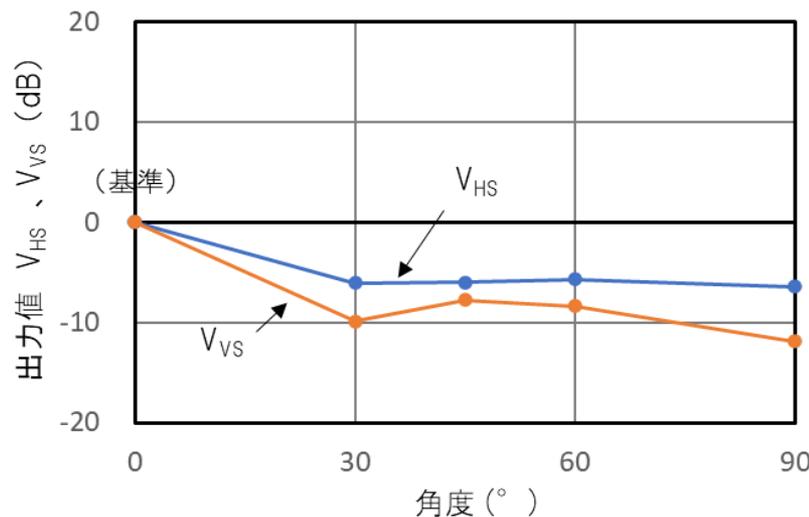
1. 平板上の仮基準きず(長さ：4.0mm、深さ：1.5mm、幅：0.3mm)とプローブとの位置関係による影響の確認 (角度感度特性の確認)



## 【比較内容】

0° の出力値を基準とし、プローブの走査方向ときずの長さ方向のなす角度を変化させた場合に、矩形きずから得られる出力値との比較を行った。

角度 (°)	出力値			
	$V_H$		$V_V$	
	$V_H$ (-)	$V_{HS}$ (dB)	$V_V$ (-)	$V_{VS}$ (dB)
0	575	0.0	835	0.0
30	286	-6.1	268	-9.9
45	288	-6.0	341	-7.8
60	299	-5.7	319	-8.4
90	275	-6.4	213	-11.9



## ④ 基準きずの検出性について

### 1. 平板上の仮基準きず(長さ：4.0mm、深さ：1.5mm、幅：0.3mm)とプローブとの位置関係による影響の確認 (角度感度特性の確認)

#### 【検証結果】

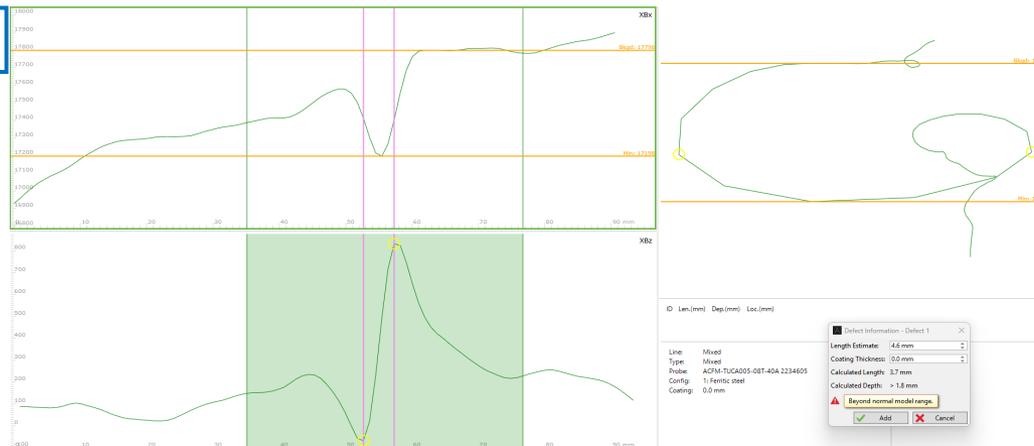
- ❑ 走査方向ときずのなす角度 $0^\circ$ において出力値は最大となった。
- ❑ 走査方向ときずが角度をなすと出力値が低下することが確認された。
- ❑ Hコイル、Vコイルの出力値波形が角度により変化することが確認された。
- ❑ バタフライマークは、顕著に違いがあることが確認された。

#### 【考察】

ACFMでは渦電流探傷試験と同様に走査方向ときずの長さ方向のなす角度によって検出信号が減少することが確認された。そのため、検出されたきずを評価する際はきずによる検出信号が最大となるようにプローブを走査すること、感度補正が可能な場合は検出信号が最大となる探傷感度においてプローブを走査すること、きずが検出可能な走査角度、複数の走査角度においてプローブを走査することが重要であると考えられる。

### 1. 平板上の仮基準きず(長さ：4.0mm、深さ：1.5mm、幅：0.3mm)とプローブとの位置関係による影響の確認 (オフセット特性の確認)

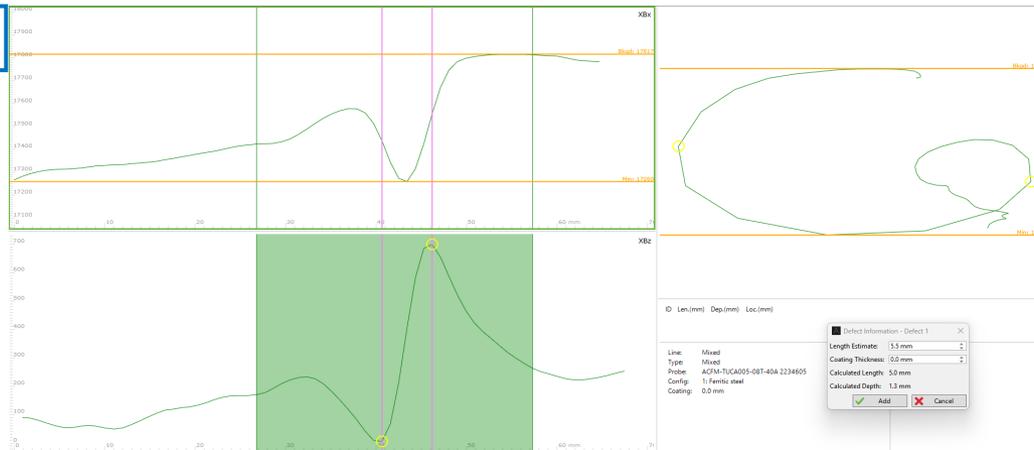
オフセット 0 mm



# ④ 基準きずの検出性について

1. 平板上の仮基準きず(長さ：4.0mm、深さ：1.5mm、幅：0.3mm)とプローブとの位置関係による影響の確認 (オフセット特性の確認)

## オフセット1.0mm



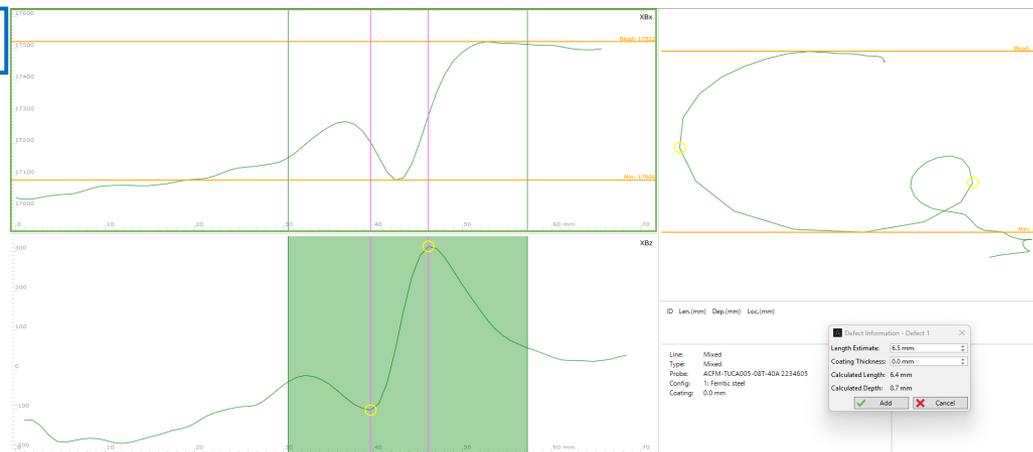
## オフセット2.0mm



# ④ 基準きずの検出性について

1. 平板上の仮基準きず(長さ：4.0mm、深さ：1.5mm、幅：0.3mm)とプローブとの位置関係による影響の確認 (オフセット特性の確認)

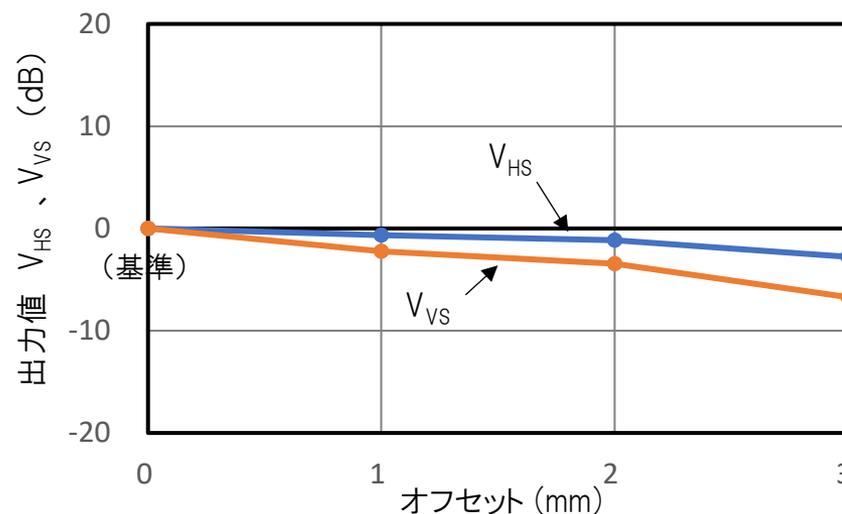
オフセット 3.0mm



## 【比較内容】

オフセット距離 0 mm の出力値を基準とし、オフセット距離を変化させた場合の矩形きずから得られる出力値との比較を行った。

オフセット (mm)	出力値			
	$V_H$		$V_V$	
	$V_H$ (-)	$V_{HS}$ (dB)	$V_V$ (-)	$V_{VS}$ (dB)
0	600	0.0	899	0.0
1	557	-0.6	694	-2.2
2	526	-1.1	605	-3.4
3	436	-2.8	415	-6.7





# ④ 基準きずの検出性について

## 1. 平板上の仮基準きず(長さ：4.0mm、深さ：1.5mm、幅：0.3mm)とプローブとの位置関係による影響の確認 (オフセット特性の確認)

### 【検証結果】

- ❑ オフセット距離が増加すると、出力値が低下することが確認された。(V<sub>HS</sub>は最大-2.8dB、V<sub>VS</sub>は最大-6.7dBの低下)
- ❑ バタフライマークについても、若干の違いがあることが確認された。

### 【考察】

ACFMでは渦電流探傷試験と同様にオフセットにより検出信号が減少することが確認された。そのため、きずによる信号が最大となるような探傷範囲、探傷感度においてプローブを走査することが重要であると考えられる。

## 2. きずの大きさによる影響の確認

### 【比較内容】

きずの幅を0.3mmに固定し、長さと深さをそれぞれ変化させた場合における出力値の変化について確認を行う。また、それぞれの出力値について、長さ4.0mm、深さ1.4mmの出力値を基準として比較を行った。

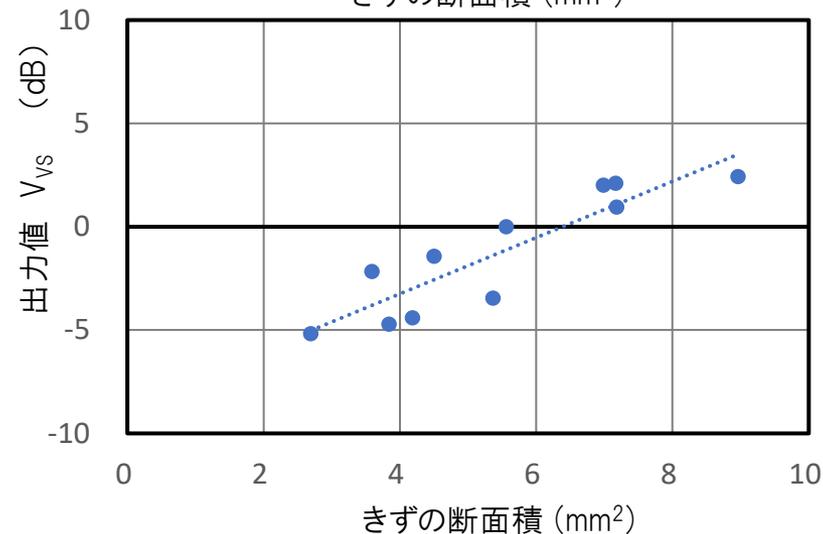
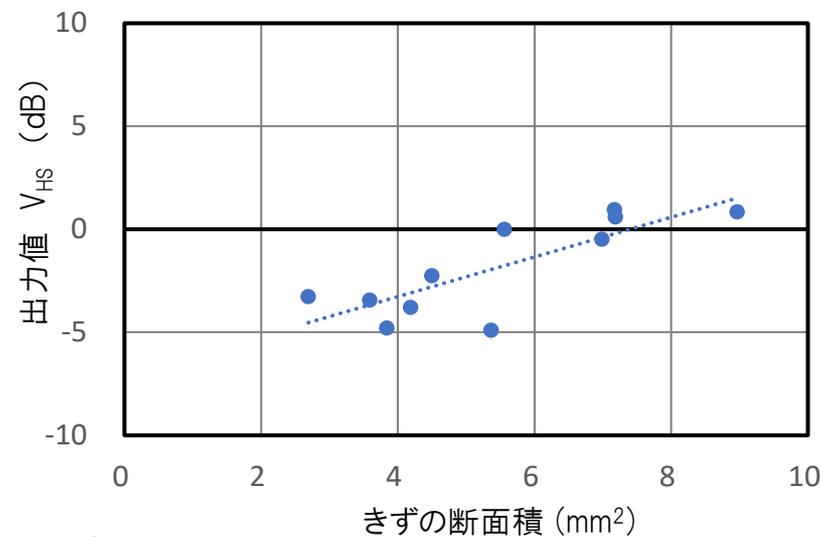
### 項目2 ※ 実寸値

長さ(mm)	深さ(mm)	長さ(mm)	深さ(mm)
3.0	0.9	3.0	0.9
	1.4		1.4
	1.8		1.8
4.0	0.9	4.5	1.6
	1.4	3.5	1.1
	1.8		

# ④ 基準きずの検出性について

## 2. きずの大きさによる影響の確認

形状	寸法(mm)			断面積 (mm <sup>2</sup> )	出力値			
	長さ	深さ	幅		V <sub>H</sub>		V <sub>V</sub>	
					V <sub>H</sub> (-)	V <sub>HS</sub> (dB)	V <sub>V</sub> (-)	V <sub>VS</sub> (dB)
矩形	3.0	0.9	0.30	2.7	452	-3.3	538	-5.2
	3.0	1.4		4.2	425	-3.8	588	-4.4
	3.0	1.8		5.4	374	-4.9	656	-3.5
	4.0	0.9		3.6	443	-3.4	761	-2.2
	4.0	1.4		5.6	658	0.0	977	0.0
	4.0	1.8		7.2	705	0.6	1089	0.9
	5.0	0.9		4.5	508	-2.2	828	-1.4
	5.0	1.4		7.0	623	-0.5	1231	2.0
	5.0	1.8		9.0	725	0.8	1291	2.4
	4.5	1.6		7.2	734	0.9	1244	2.1
3.5	1.1	3.8	379	-4.8	568	-4.7		

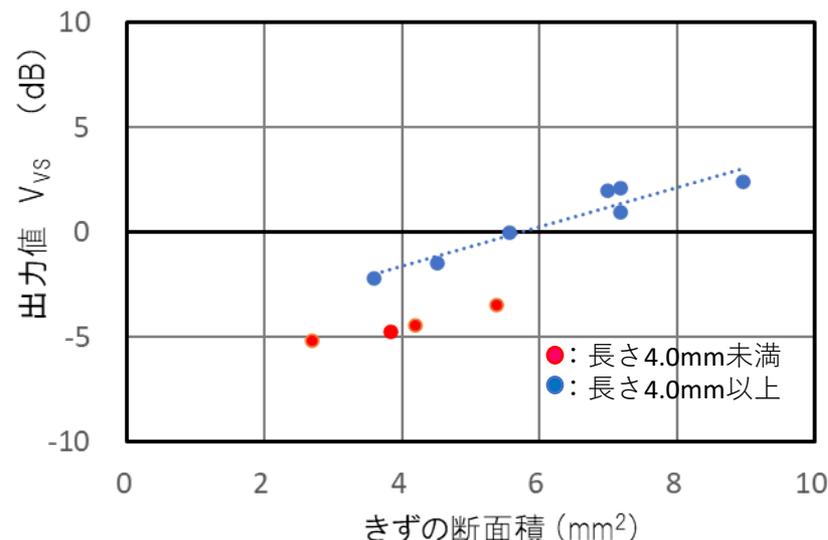
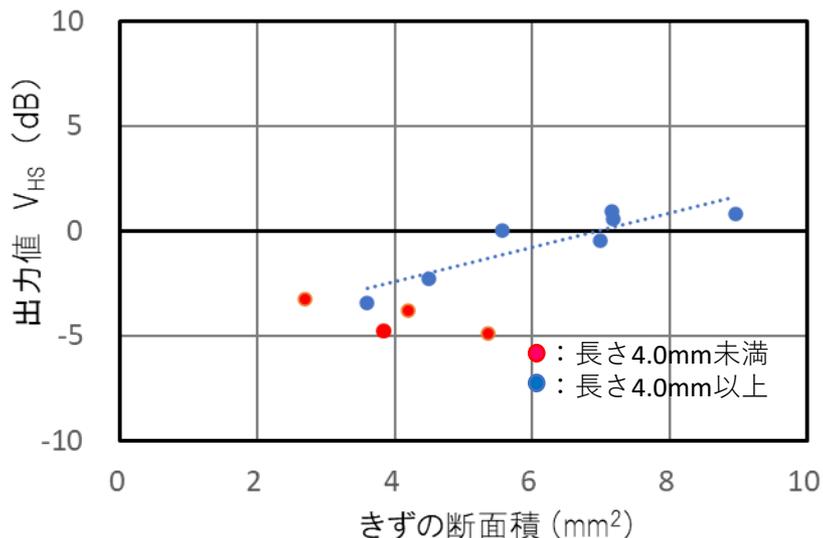


### 【検証結果】

- 渦電流探傷試験と同様にV<sub>HS</sub>、V<sub>VS</sub>共に断面積に相関性があることが確認された。

# ④ 基準きずの検出性について

## 2. きずの大きさによる影響の確認



### 【考察】

- 検証に用いた機器の性能上、長さ4.0mm未満のきずの出力値は、長さ4.0mmを超えるきずの出力値と比較すると断面積との相関性に違いがあることが示唆される。



他の機器においても検証を実施

チーム	装置		プローブ	
	メーカー	型式	メーカー	型式
A	Eddyfi Technologies	AMIGO2	Eddyfi Technologies	TUCA005-08T
B	SGNDT	$\mu$ S2G2	SGNDT	WAVE-90,WAVE-180
C	アスワン電子	Aect-LF01	アスワン電子	MS-LF01-CH16

※ Bチームの検証データについては、第3回調査検討会において提示予定

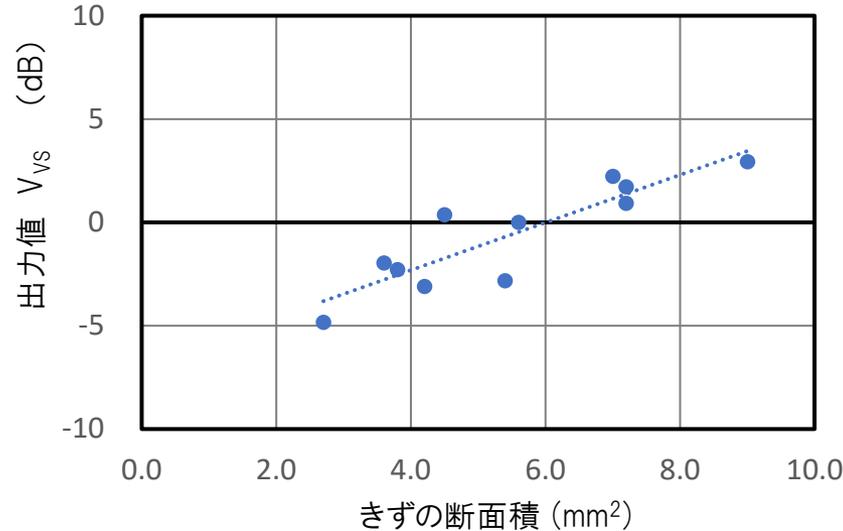
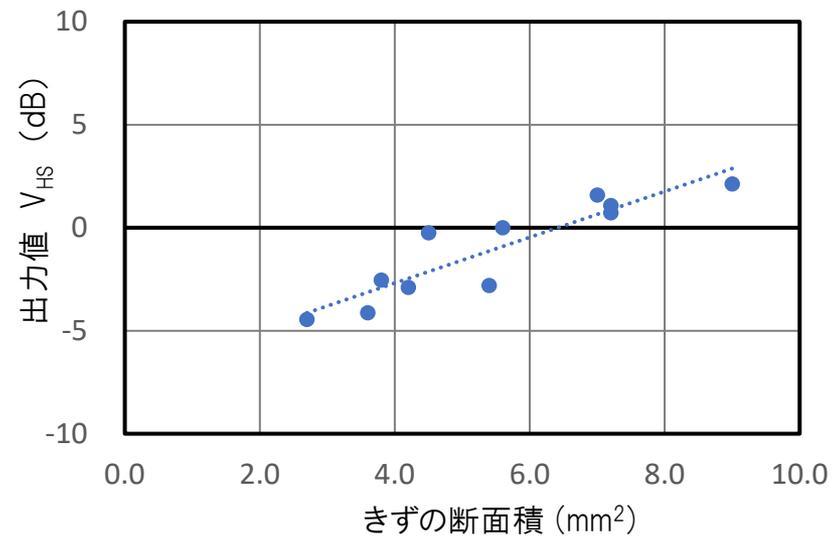
※ 使用機器については参考資料2-2参照



# ④ 基準きずの検出性について

## 2. きずの大きさによる影響の確認 (Cチーム)

きず(スリット)				断面積 (mm <sup>2</sup> )	出力値			
形状	寸法(mm)				V <sub>H</sub>		V <sub>V</sub>	
	長さ	深さ	幅		V <sub>H</sub> (V)	V <sub>HS</sub> (dB)	V <sub>V</sub> (V)	V <sub>VS</sub> (dB)
矩形	3.0	0.9	0.30	2.7	7.87	-4.5	1.99	-4.8
	3.0	1.4		4.2	9.42	-2.9	2.43	-3.1
	3.0	1.8		5.4	9.51	-2.8	2.51	-2.8
	4.0	0.9		3.6	8.17	-4.1	2.77	-2.0
	4.0	1.4		5.6	13.14	0.0	3.47	0.0
	4.0	1.8		7.2	14.28	0.7	3.86	0.9
	5.0	0.9		4.5	12.77	-0.2	3.62	0.4
	5.0	1.4		7.0	15.77	1.6	4.49	2.2
	5.0	1.8		9.0	16.79	2.1	4.87	2.9
	4.5	1.6		7.2	14.89	1.1	4.23	1.7
	3.5	1.1		3.8	9.81	-2.5	2.67	-2.3



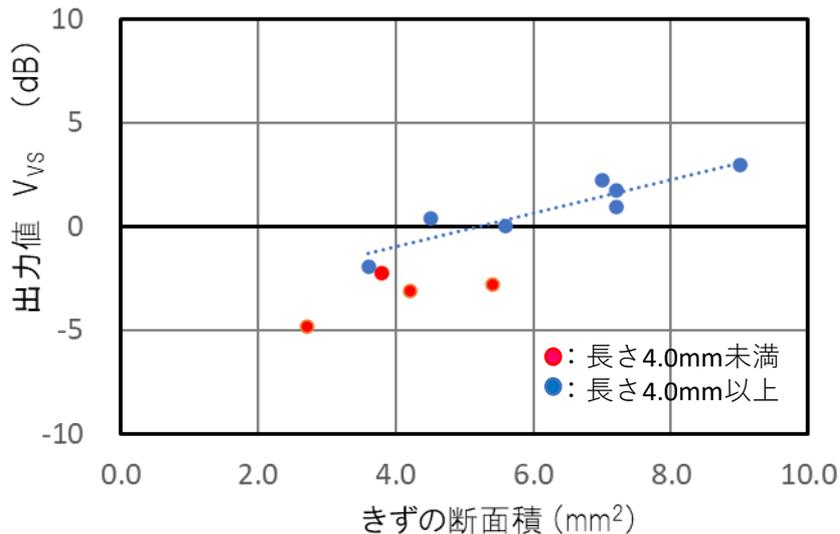
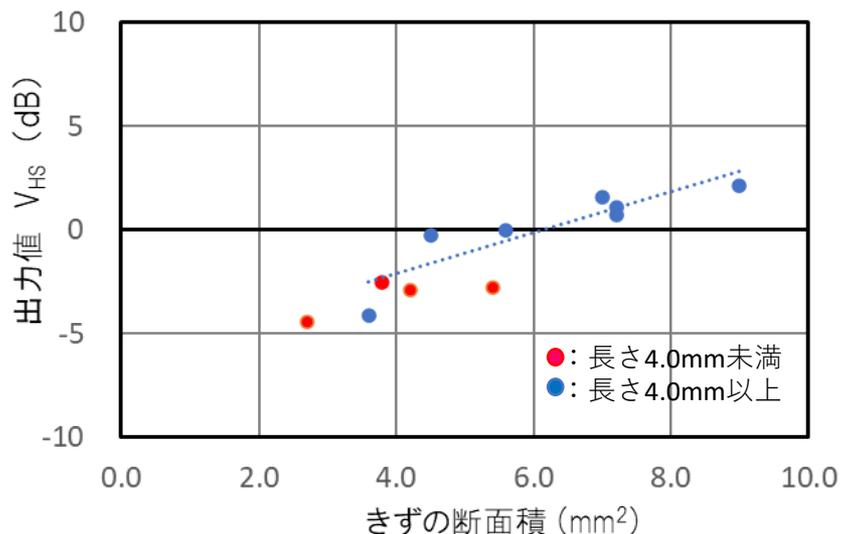
### 【検証結果】

□ 渦電流探傷試験と同様にV<sub>HS</sub>、V<sub>VS</sub>共に断面積に相関性があることが確認された。



# ④ 基準きずの検出性について

## 2. きずの大きさによる影響の確認 (Cチーム)



### 【考察】

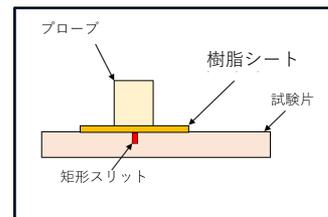
□ Aチームの機器と比較すると、きず長さによる相関性の違いは確認されなかった。

## 3. コーティングによるリフトオフの影響の確認 (A、Cチーム)

### 【比較内容】

項目2の検証に用いた試験片を用いて、きずの長さ：4.0mm、深さ：1.4mm、幅：0.3mmのリフトオフ0.0mmの出力値を基準として比較を行った。

### 項目3

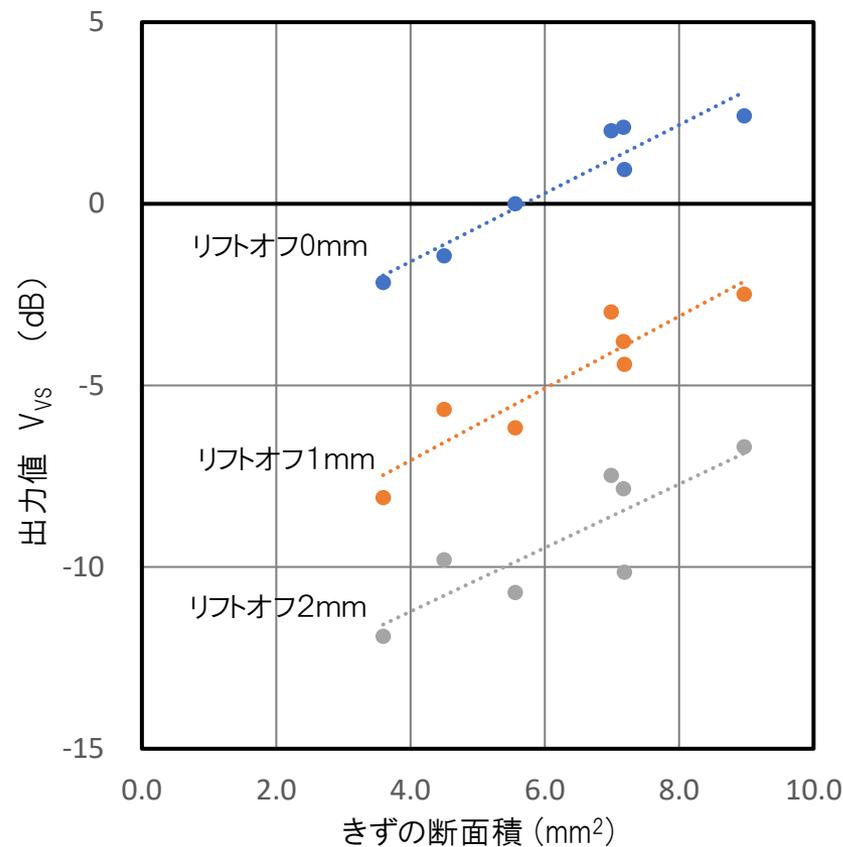
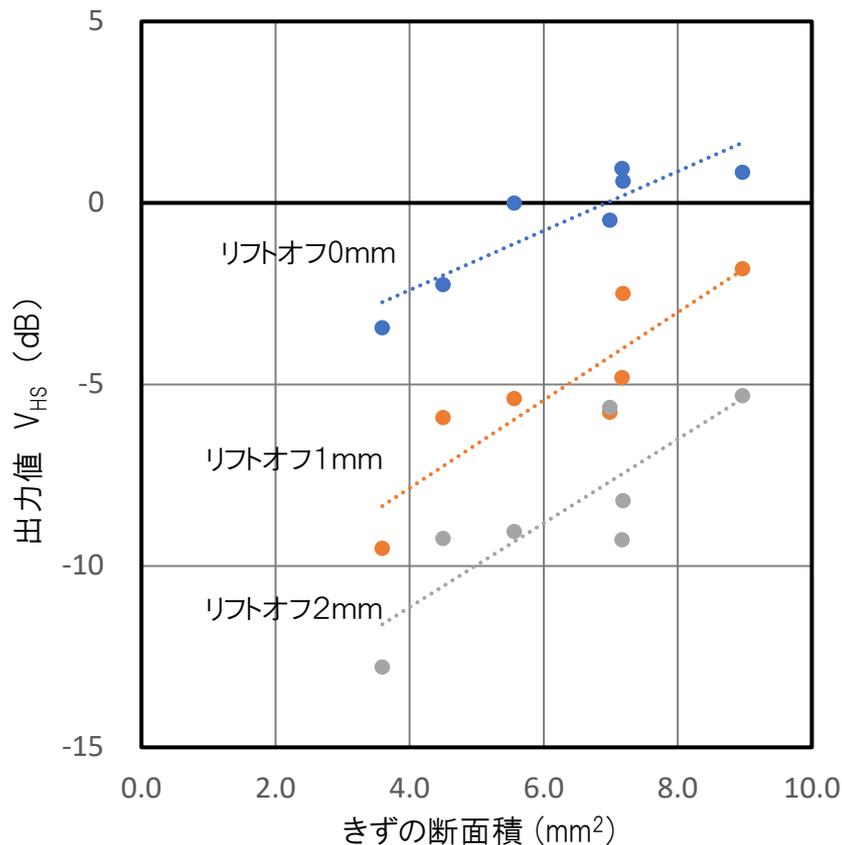


t(mm) : 0、1、2 (樹脂シート)



# ④ 基準きずの検出性について

## 3. コーティングによるリフトオフの影響の確認 (Aチーム)

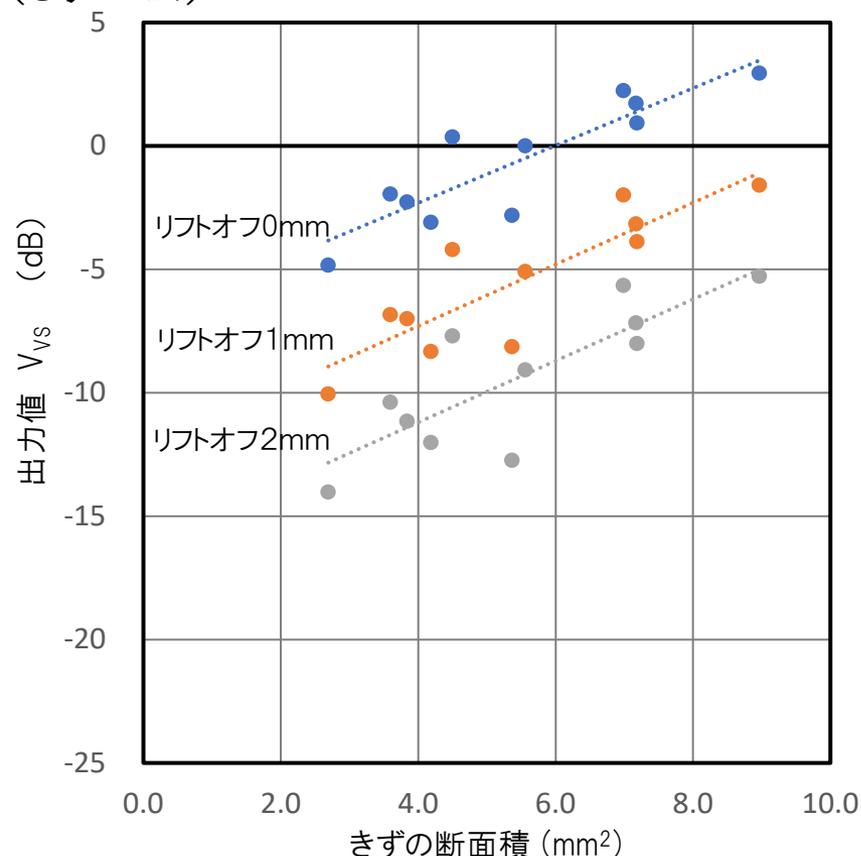
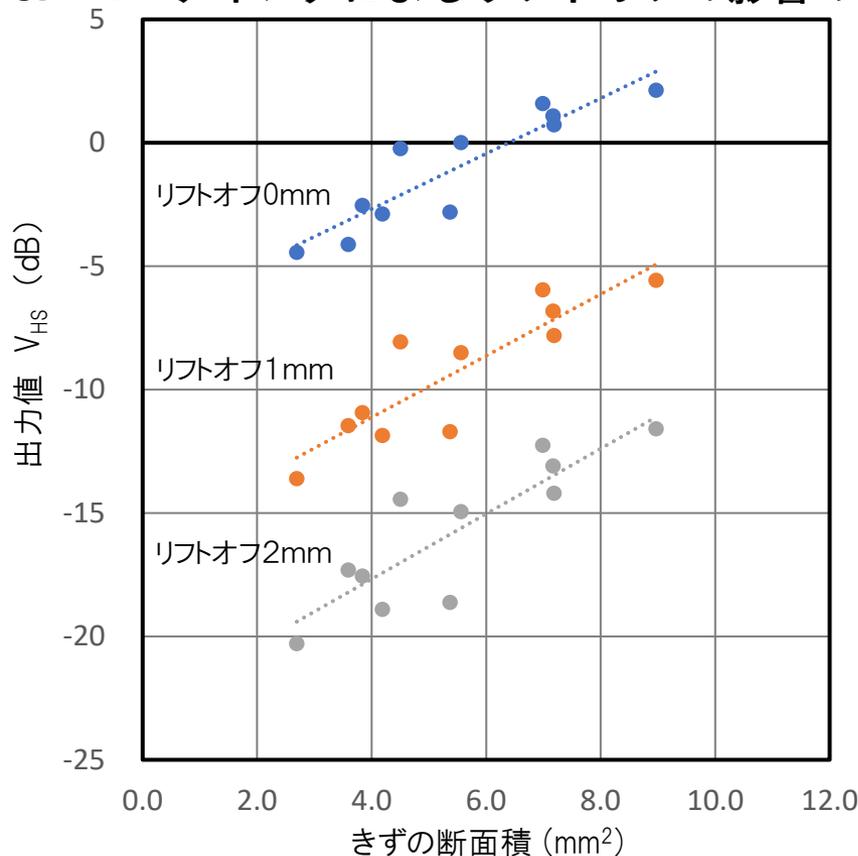


【検証結果】 ※機器の性能上きず長さ4.0mm未満の結果については除く。

- 渦電流探傷試験と同様にコーティング厚さの増加に伴い、 $V_{HS}$ 、 $V_{VS}$ 共に出力値の低下が確認された。
- 渦電流探傷試験と同様にコーティング上でも $V_{HS}$ 、 $V_{VS}$ 共に断面積に相関性があることが確認された。

## ④ 基準きずの検出性について

### 3. コーティングによるリフトオフの影響の確認 (Cチーム)



#### 【検証結果】

- ❑ 渦電流探傷試験と同様にコーティング厚さの増加に伴い、 $V_{HS}$ 、 $V_{VS}$ 共に出力値の低下が確認された。
- ❑ 渦電流探傷試験と同様にコーティング上でも $V_{HS}$ 、 $V_{VS}$ 共に断面積に相関性があることが確認された。

#### 【考察】

渦電流探傷試験と同様に、試験前に試験対象物のコーティング厚さを確認し、コーティング厚さに応じた試験を行うことが重要であると考えられる。

## 検証内容

- 平板のきずについてコーティング厚さ0.0mmの検出信号を基準として、コーティング厚さを増加させた場合の影響について、渦電流探傷試験とACFMの比較を行った。

## 渦電流探傷試験機器及びプローブ（参考資料2 - 4 参照）

チーム	渦電流探傷装置		プローブ	
	メーカー	型式	メーカー	型式
PTU	Digilent社	Analog Discovery 2	ACTUN株式会社	AT-129
A	SG NDT社	S2G2-800	SG NDT社	SHAPE-LS050-TR-034-295-41P03
B	ZETEC社	MIZ-21C	ZETEC社	SURFXW-S01
C	Eddyfi社	MIZ-21C	Eddyfi社	SURFXW-S01
D	Eddyfi社	MIZ-21C	Eddyfi社	SURFXW-S01 SURFXT-S0010
E	ACTUNI株式会社	EddyStation HL	ACTUN株式会社	CP-6B
F	アスワン電子株式会社	aect-2000Multi	アスワン電子株式会社	L230
G	日本電測機株式会社	MXD6011	日本電測機株式会社	SWP03
H	株式会社IHI 検査計測	Mobile EDDy®	株式会社IHI 検査計測	I1-457

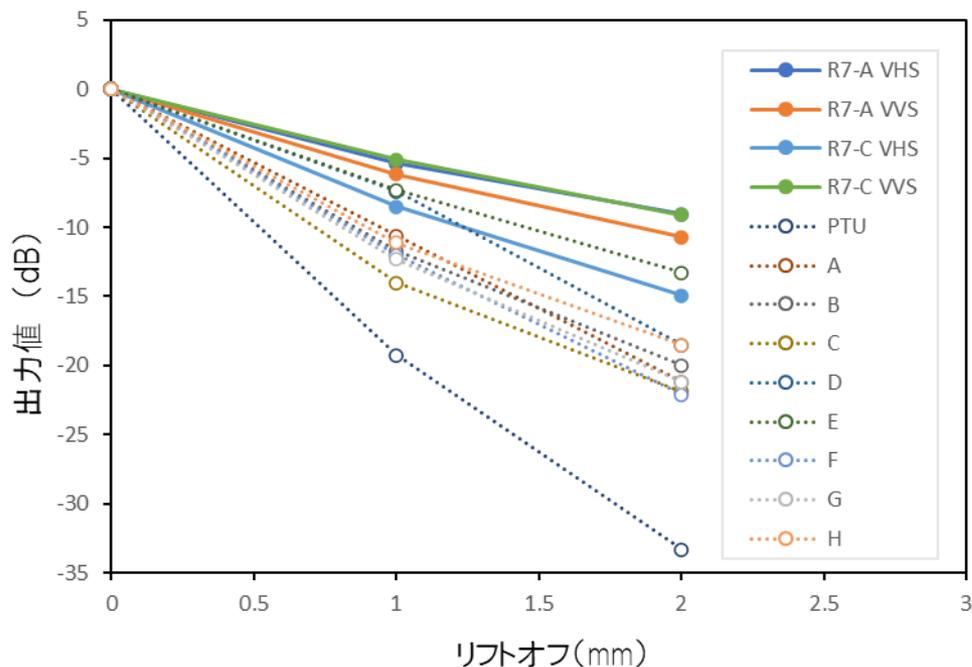
※ B～Dは同じ機器

## 【検証結果】

- 渦電流探傷試験と比較すると、ACFMはコーティング厚さによるオフセットの影響が小さいことが確認された。

## 【今後の予定】

- Bチームにおいて同様の検証を実施



ACFM (実線) : A、Cの2社  
ECT (破線) : 9社

コーティング厚さによるスリットの検出特性 (長さ4.0mm、深さ1.5mm、幅0.3mm)

参考資料2-4 「(令和4年度)渦電流探傷試験によるコーティング上からの溶接線検査の適用に向けた調査研究報告書(令和5年3月 危険物保安技術協会)」より抜粋

### ④-1 理想環境（SM400A平板）におけるきずの検出性の確認

#### 今後の予定

- ・ Bチームの試験を実施

#### まとめ（現状）

1. 渦電流探傷試験と同様に角度感度特性及びオフセット特性を考慮した探傷感度、探傷範囲において走査行うこと。また、検出信号の評価を行う際は、きずの検出信号が最大となるようにプローブを走査すること。
2. 渦電流探傷試験と同様に、試験前に試験対象物のコーティング厚さを確認し、コーティング厚さに応じた試験を行うこと。
3. 理想環境におけるきずの検出性の検証結果から、きずの判定を行う場合は、バタフライマークによる判定は難しく、出力値（ $V_H$ 、 $V_V$ ）が基準きずからの出力値をそれぞれ超えないことが考えられる。
4. ACFMはコーティングによるオフセットの影響は渦電流試験より少ないことが確認された。

# ④ 基準きずの検出性について

## ④-2 実環境（溶接部）における基準きずの検出性

### 検証内容

※ 試験片については参考資料2-3参照

- 溶接部の表面形状による影響の確認
- きずの位置による影響の確認
- きずの角度による影響の確認
- コーティング（0mm、1mm、2mm）によるリフトオフの影響の確認  
※ 渦電流探傷試験装置（参考資料2-5参照）との比較を実施
- 自然割れの検出性の確認

### 試験片

試験片	重ね継手の施工方法	材質	きずの形状	長さ (mm)	深さ (mm)	幅 (mm)	きずの位置及び向き
R7-TP5	綺麗な手動溶接	SM400A	矩形	4.0	1.5	0.3	上止端部 (0° 方向)
R7-TP6	荒れた手動溶接						余盛部 (0° 方向)
R7-TP7	サブマージ自動溶接						余盛部 (45° 方向)
							余盛部 (90° 方向)
							下止端部 (0° 方向)

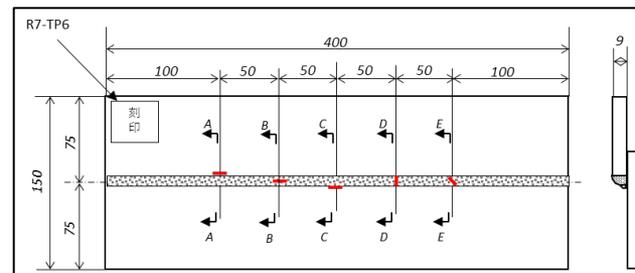
綺麗な手動

荒れた手動

サブマージ自動



重ね継手溶接部の表面形状



### きずの位置及び角度による影響の検証

位置：上止端部、余盛部、下止端部 ( $\theta:0^\circ$ )  
 $\theta:45^\circ$  (斜め)、 $90^\circ$  (横)

# ④ 基準きずの検出性について

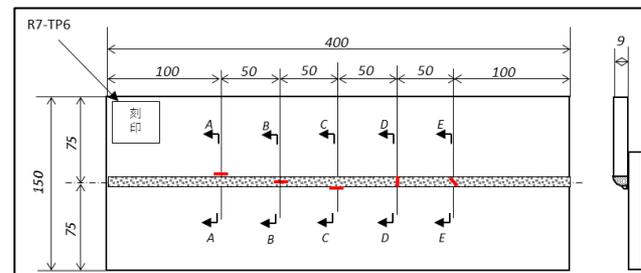
## ④-2 実環境（溶接部）における基準きずの検出性

### 実施検証内容

1. きずの位置による影響の確認（サブマージ自動溶接部）
2. きずの角度による影響の確認（サブマージ自動溶接部）



重ね継手溶接部の表面形状



### きずの位置及び角度による影響の検証

位置：上止端部、余盛部、下止端部（ $\theta:0^\circ$ ）  
 $\theta:45^\circ$ （斜め）、 $90^\circ$ （横）

チーム	装置		プローブ	
	メーカー	型式	メーカー	型式
A	Eddyfi Technologies	AMIGO2	Eddyfi Technologies	TUCA005-08T
B	SGNDT	$\mu$ S2G2	SGNDT	WAVE-90,WAVE-180
C	アスワン電子	Aect-LF01	アスワン電子	MS-LF01-CH16

※ A、Bチームの検証データについては、第3回調査検討会において提示予定

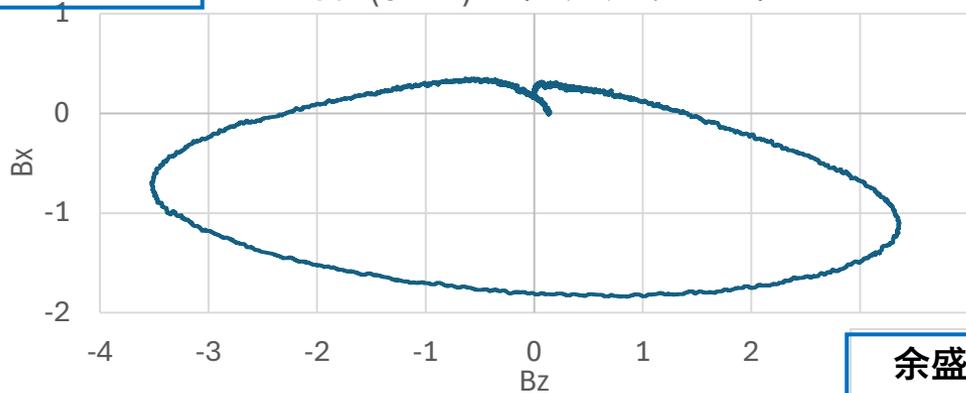


# ④ 基準きずの検出性について

## 1. きずの位置によるの影響の確認 (サブマージ自動溶接部) : Cチーム

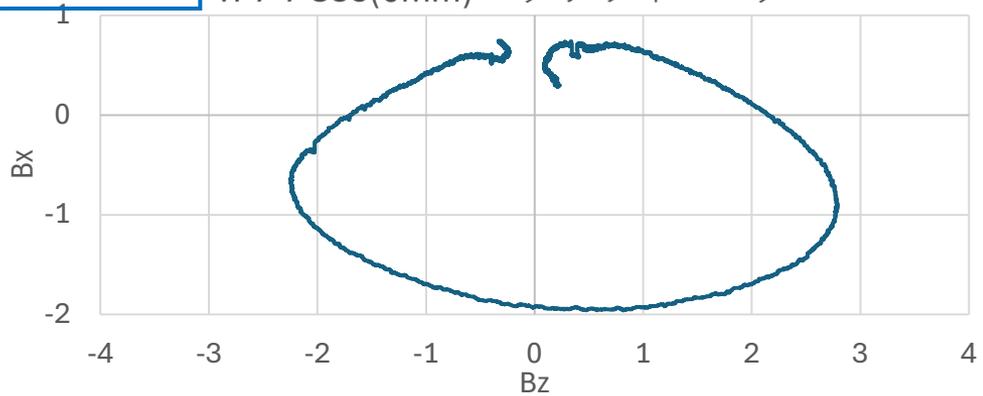
上止端部

TP7-7 S84(0mm) バタフライマーク



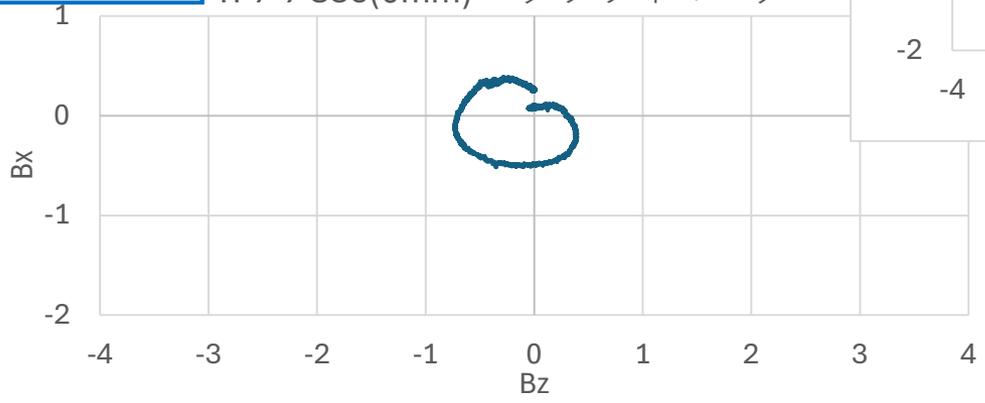
余盛部

TP7-7 S85(0mm) バタフライマーク



下止端部

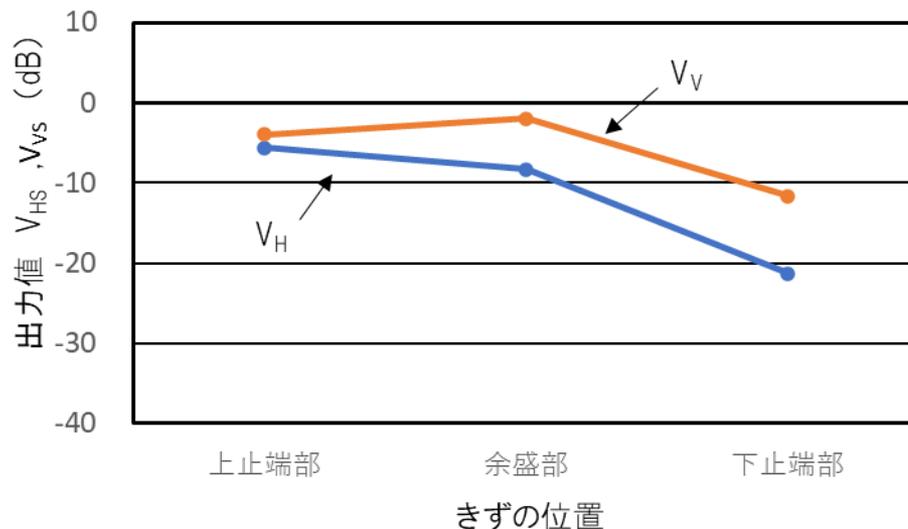
TP7-7 S86(0mm) バタフライマーク



# ④ 基準きずの検出性について

## 1. きずの位置によるの影響の確認（サブマージ自動溶接部）：Cチーム

位置	出力値			
	$V_H$		$V_V$	
	$V_H$ (V)	$V_{HS}$ (dB)	$V_V$ (V)	$V_{VS}$ (dB)
上止端部	6.889	-5.6	2.193	-4.0
余盛部	5.044	-8.3	2.754	-2.0
下止端部	1.133	-21.3	0.909	-11.6



基準出力値(V)	$V_H$	13.14	$V_V$	3.47
----------	-------	-------	-------	------

基準出力値：平板、矩形きず（長さ：4.0mm、深さ：1.5mm、幅：0.3mm）、リフトオフ0mm、角度0°、オフセット0mm

### 【検証結果】

- 理想環境（SM400A平板）における感度補正值を用いてプローブを走査した結果、 $V_{HS}$ 、 $V_{VS}$ 共にサブマージ自動溶接部各部においてきずの検出ができた。ただし、理想環境（SM400A平板）における基準出力値と比較した結果、各部位において $V_{HS}$ 、 $V_{VS}$ 共に検出信号の低下が確認された。
- $V_{HS}$ 、 $V_{VS}$ 共に下止端部で検出信号の低下が確認された。

### 【考察】

下止端部での検出信号の低下は渦電流探傷試験と同様に、プローブと溶接部の隙間が影響していると示唆される。また、理想環境（SM400A平板）からの検出信号の低下が確認されたため、渦電流探傷試験と同様に溶接部において感度補正を行うことが重要と考えらる。

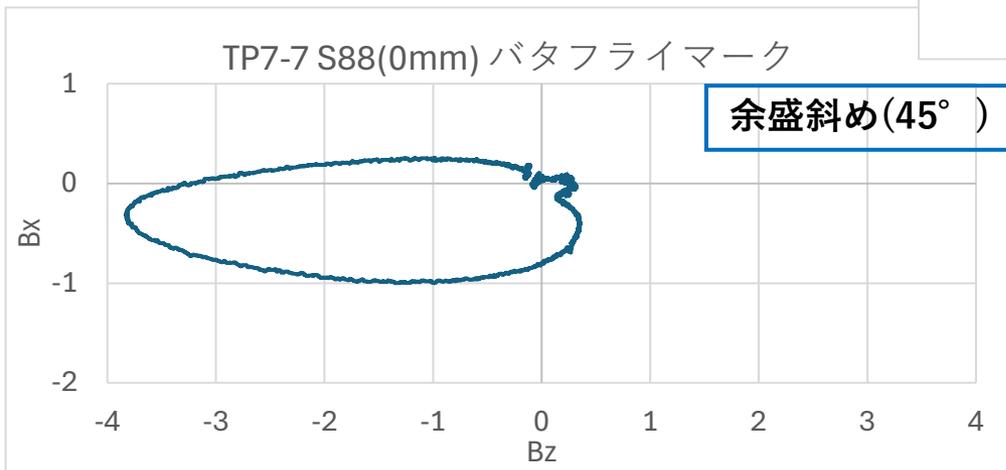
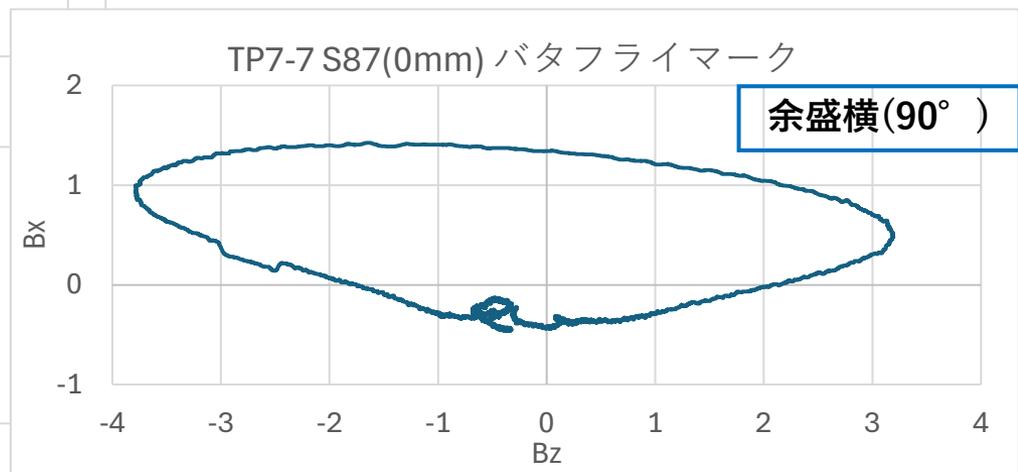
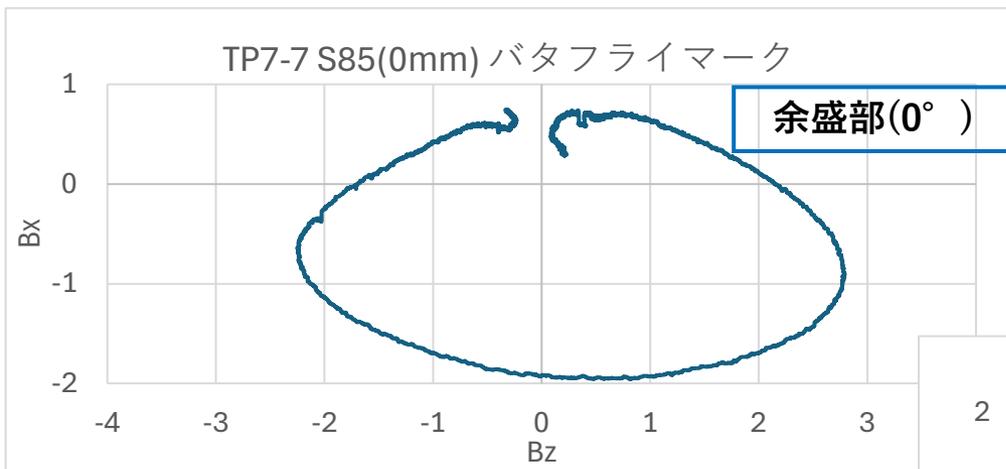
### 【今後の予定】

Aチーム、Bチームの検証を行い、各溶接部におけるきずの検出性の確認を行う。



# ④ 基準きずの検出性について

## 2. きずの角度による影響の確認 (サブマージ自動溶接部) : Cチーム

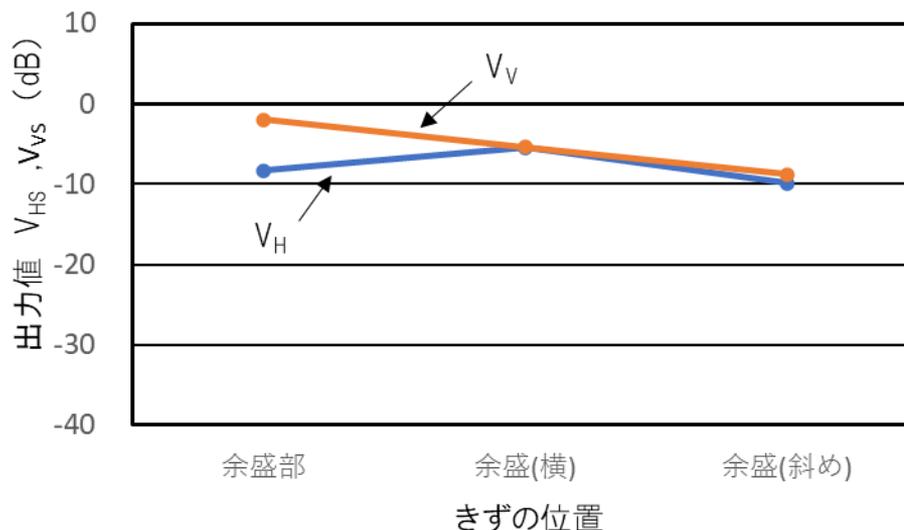


# ④ 基準きずの検出性について

## 2. きずの角度による影響の確認（サブマージ自動溶接部）：Cチーム

位置	出力値			
	$V_H$		$V_V$	
	$V_H$ (V)	$V_{HS}$ (dB)	$V_V$ (V)	$V_{VS}$ (dB)
余盛部	5.044	-8.3	2.754	-2.0
余盛(横)	6.982	-5.5	1.865	-5.4
余盛(斜め)	4.189	-9.9	1.260	-8.8

基準出力値(V)	$V_H$	13.14	$V_V$	3.47
----------	-------	-------	-------	------



基準出力値：平板、矩形きず（長さ：4.0mm、深さ：1.5mm、幅：0.3mm）、リフトオフ0mm、角度0°、オフセット0mm

### 【検証結果】

- 理想環境（SM400A平板）における感度補正值を用いてプローブを走査した結果、 $V_{HS}$ 、 $V_{VS}$ 共にサブマージ自動溶接部において角度を有するきずの検出ができた。ただし、理想環境（SM400A平板）における基準出力値と比較した結果、各きず角度において $V_{HS}$ 、 $V_{VS}$ 共に検出信号の低下が確認された。

### 【今後の予定】

Aチーム、Bチームの検証を行い、各溶接部における角度を有するきずの検出性の確認を行う予定。