

当社の渦電流探傷試験

熱交換器伝熱管の検査を実施



- ・センサー（プローブ）を
エアーで伝熱管内へ挿入
 - ・引き抜く時に検査
 - ・引き抜きは手動
- ⇒1本当たりのデータ長が異なる

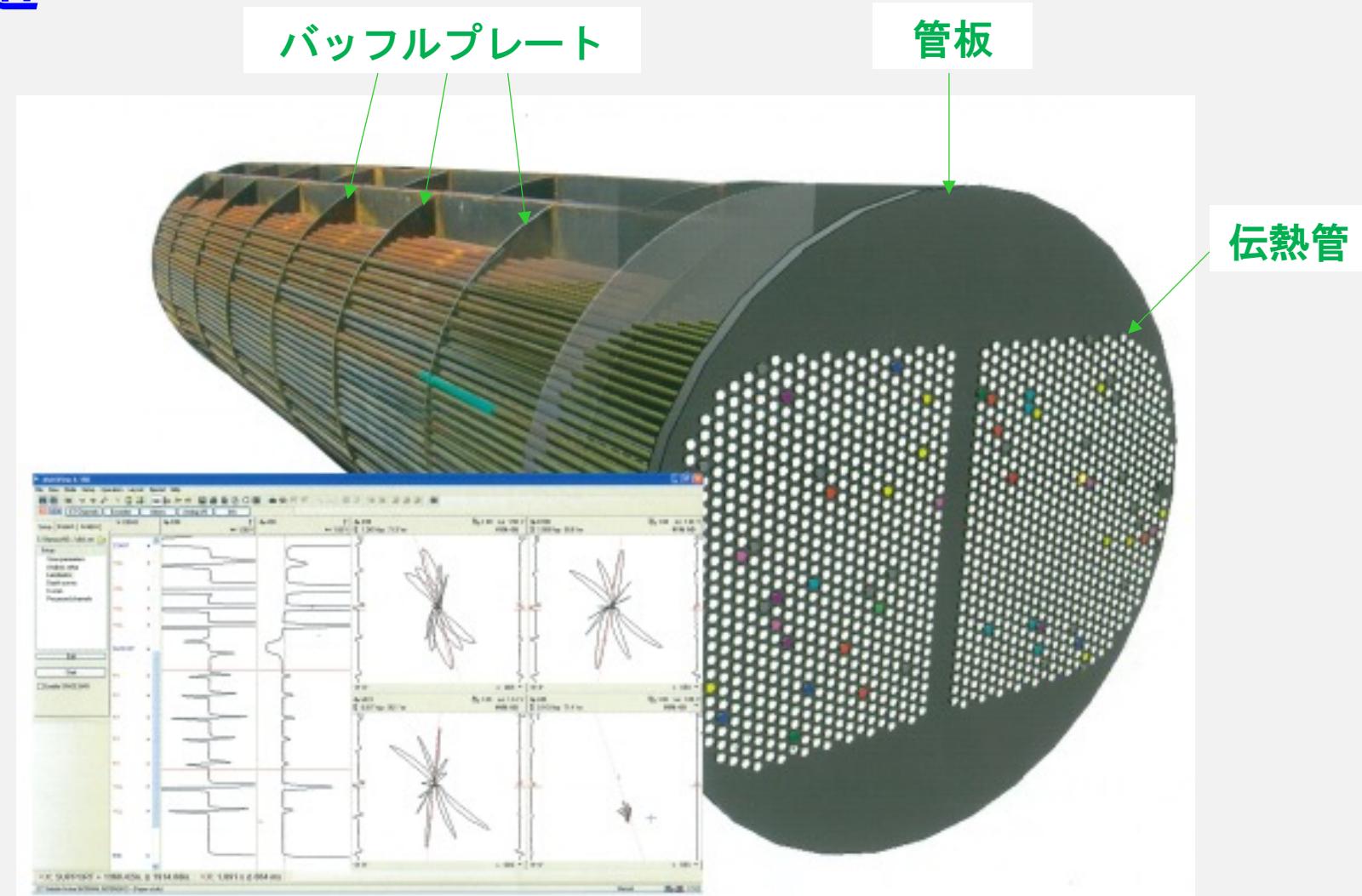
- ・対象伝熱管材質
非磁性管が 95%
C6872(アルミブ拉斯)が 90%
SUS、銅管等
- ・外径
OD 16.0 ~ OD 25.4 mm
- ・厚さ
 t 1.0 ~ t 2.0 mm
- ・長さ
3,000 ~ 7,500 mm

C6872 OD 19.0 × t 1.6 × 6,000Lが 70%

[引用]OLYMPUS MultiView/TubePro 加叻
P/N:920-238-JA Rev.A N065NB-112012

当社の渦電流探傷試験

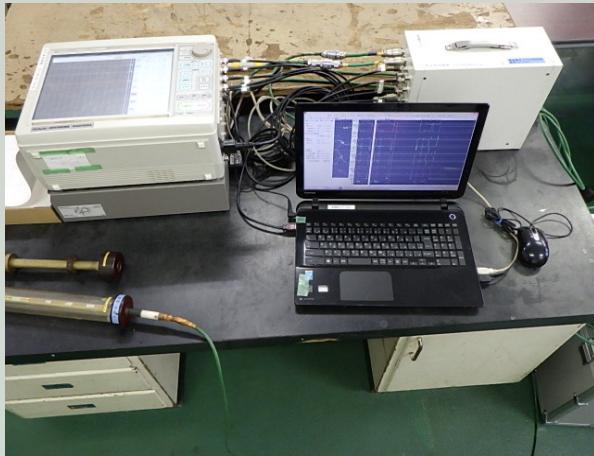
熱交換器の構造



[引用]OLYMPUS MultiView/TubePro 放映
P/N:920-238-JA Rev.A N065NB-112012

当社の渦電流探傷試験

探傷装置の概要



センサー（内挿プローブ）

1本は対比試験片に
1本は試験用に試験体に適用



記録計

資格者により傷を評価（目視）

報告書出力



報告書作成用PC(手入力)



報告書作成機能は有しているが使用していない
(A波形、D波形の記録が出来ない)

完全な記録不可

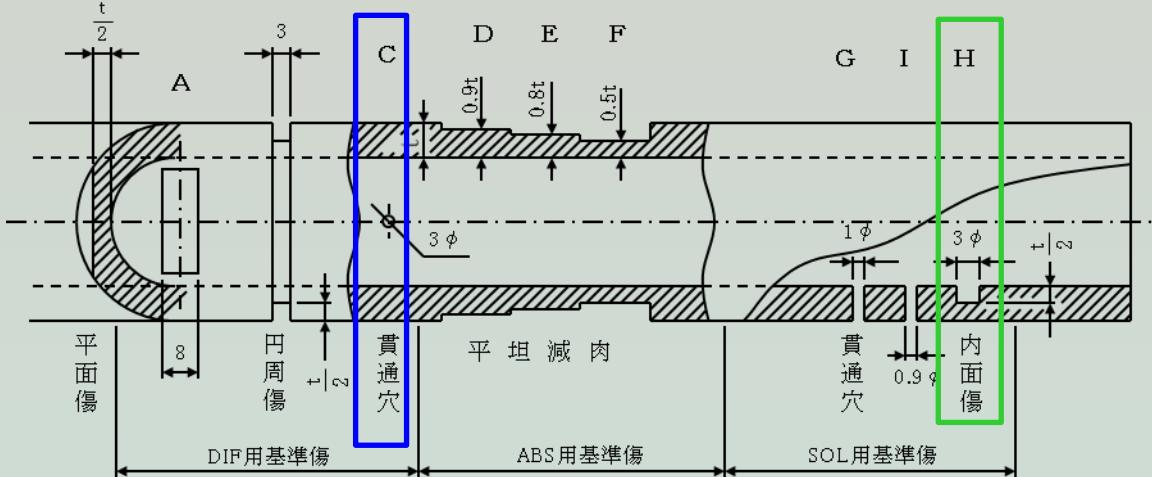


渦電流探傷器制御、
デジタル記録用PC

当社の渦電流探傷試験

探傷条件（テストピースで調整）

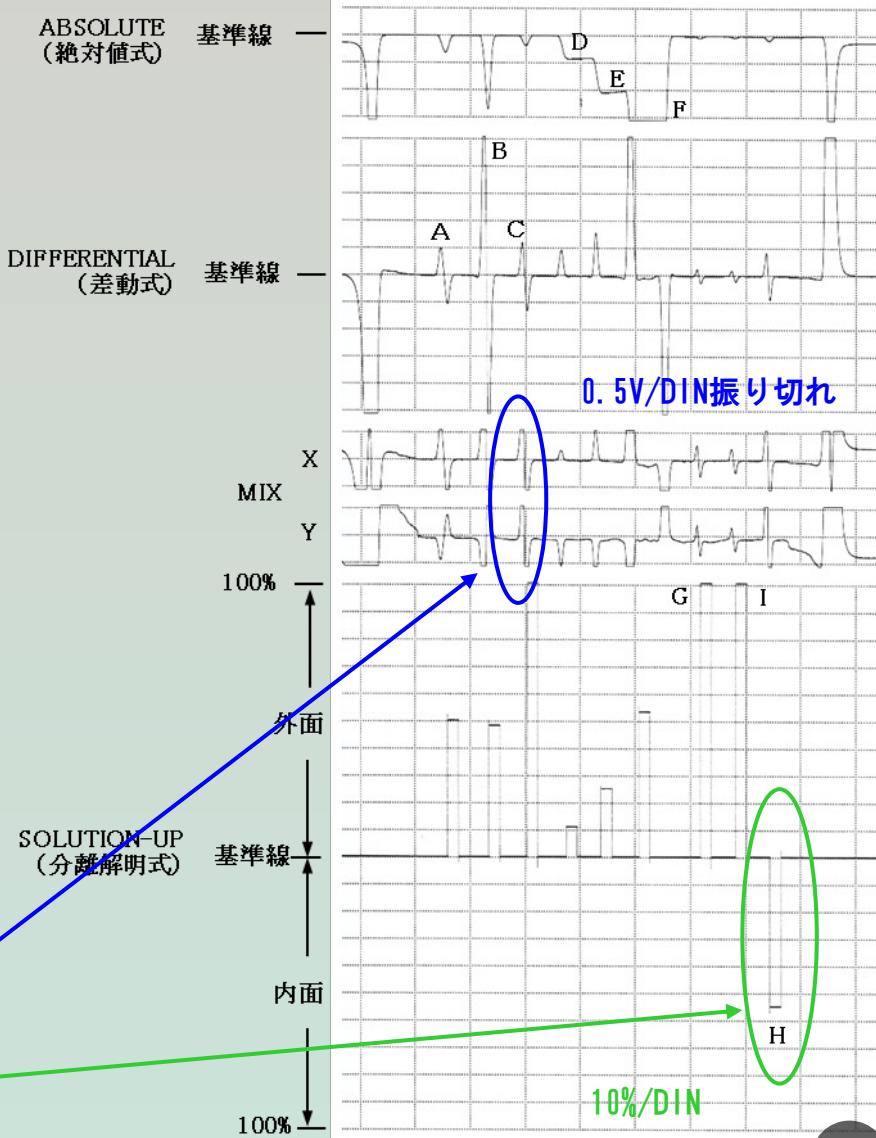
感度レベルは、傷 「C」 3φ貫通穴=3V_{P-P}=30mm
 & 「H」 3φ55%減肉=55%に調整



探傷基準

	記号	人工欠陥	振幅
ABSOLUTE (A波) 絶対値式	D	円周・10%平坦減肉(外面)	4mm
	E	円周・20%平坦減肉(外面)	10mm=1V(基準)
	F	円周・50%平坦減肉(外面)	30mm
DIFFERENTIAL (D波)	A	ヤスリ・8mm-50%減肉(外面)	10mm=1V(基準)
	B	円周・3mm-50%減肉(外面)	50mm
差動式	C	ドリル穴・3mm φ	細管仕様により異なる
SOLUTION-UP (S波)	G	ドリル穴・1mm φ	50mm
分離解明式	H	ドリル孔・3mm-55%減肉(内面)	27.5mm
	I	ドリル穴・0.9mm φ	50mm

※SOLUTION-UPの感度は0.9mm φの信号まで応答するように調整する。閾値 0.15VP-P以上



当社の渦電流探傷試験

探傷記録基準

記録方法

1. チャート表示

	解析方法	検査周波数	コイルタイプ(型)	チャート読み方	解 析 用 途
上段 ABSOLUTE (A波)	振幅法	单一	標準比較	片振幅 1mm=2%	平坦減肉の深さ判定 傷形態の判別 不必要信号の判別
中段 DIFFERENTIAL (D波)	振幅法	单一	自己比較	両振幅 (mm)	傷、傷位置の確認 傷形態の判別 不必要信号の判別
下段 SOLUTION-UP (S波 減肉率)	位相法	多重	自己比較	片振幅 2.5mm=10%	一般傷に深さ判定 内、外面傷の判別 基準線より下側→内面、上側→外面

2. 記録基準

三波形(S波、A波、D波)の指示を次の基準で記録する、

S波(減肉率)	5%以上
A波	10%以上
D波	3mm以上 但しS波記録基準の傷は1mm以上

注記:S波形50%未満で、D波形10mm以上の場合は三波形とも最大値を記録する。

3. 記録上の記号

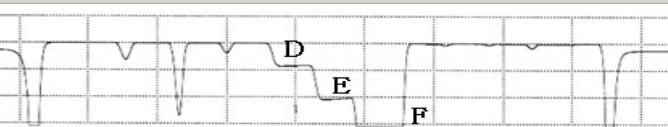
無記号	内面傷
外	外面傷
イ	インレットアタック
打	打痕
B	バッフル

4. バッフルNoの記録

バッフルNoは、反検査側より1、2、3、……とする。尚、バッフル枚数はチューブによって異なる。

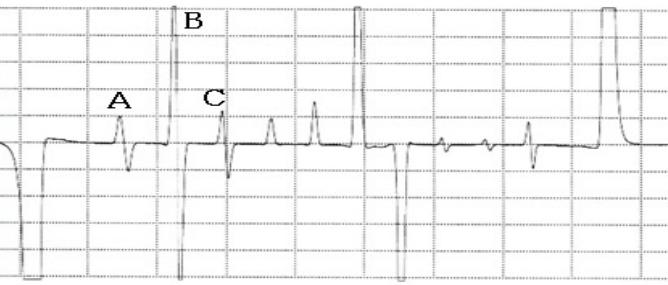
ABSOLUTE
(絶対値式)

基準線 —



DIFFERENTIAL
(差動式)

基準線 —



X
MIX
Y

100%

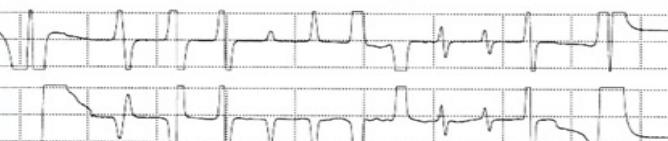
外面

基準線

内面

100%

SOLUTION-UP
(分離説明式)



当社の渦電流探傷試験

探傷記録基準

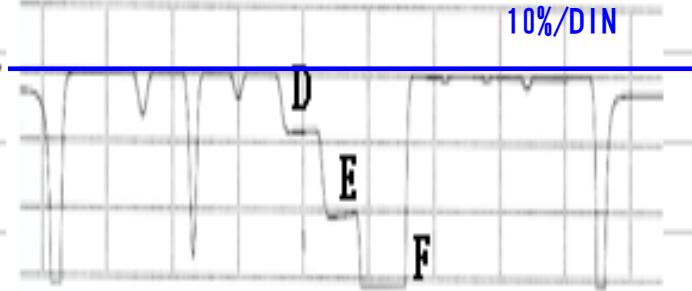
「A波」 ABSOLUTE (標準試験方式 (振幅法))



プローブの1方を対比試験片にも
う1方を検査用に対象伝熱管に挿
入してその差を検出

平坦な全面減肉の深さを判定
平均減肉率%で記録

ABSOLUTE 基準線 —
(絶対値式)



傷のない時反応 0

10%以上を記録、報告
基準が温度変化でも変動

ABSOLUTE 基準線 —
(絶対値式)

DIFFERENTIAL 基準線 —
(差動式)

X
MIX
Y

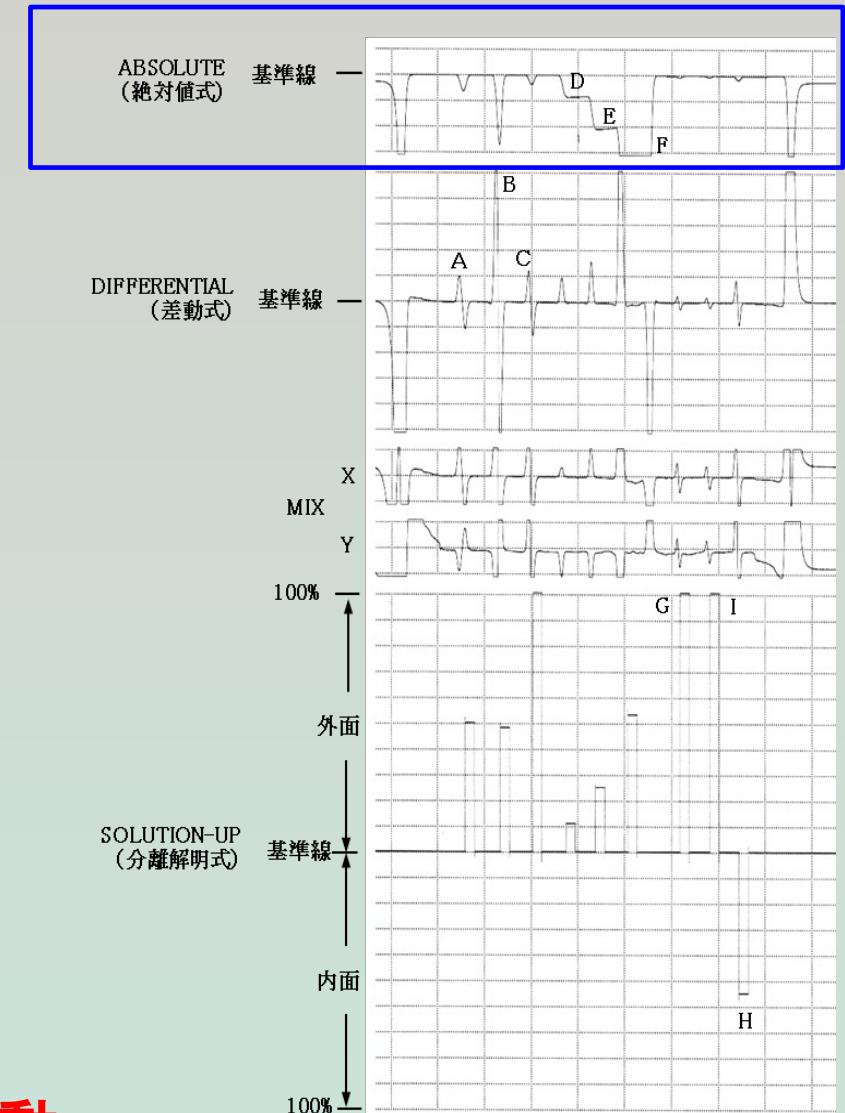
100%

外面

SOLUTION-UP 基準線 —
(分離解明式)

内面

100%



当社の渦電流探傷試験

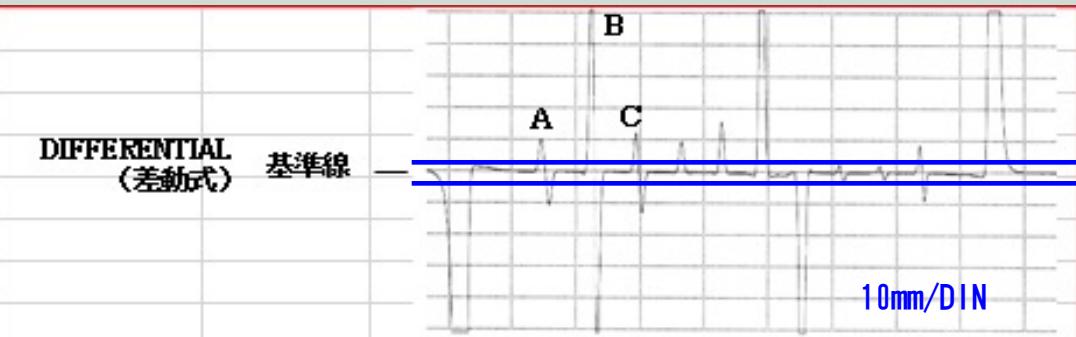
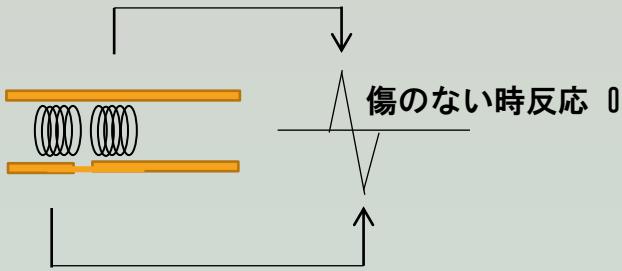
探傷記録基準

「D波」 DIFFERENTIAL (自己比較方式 (振幅法))

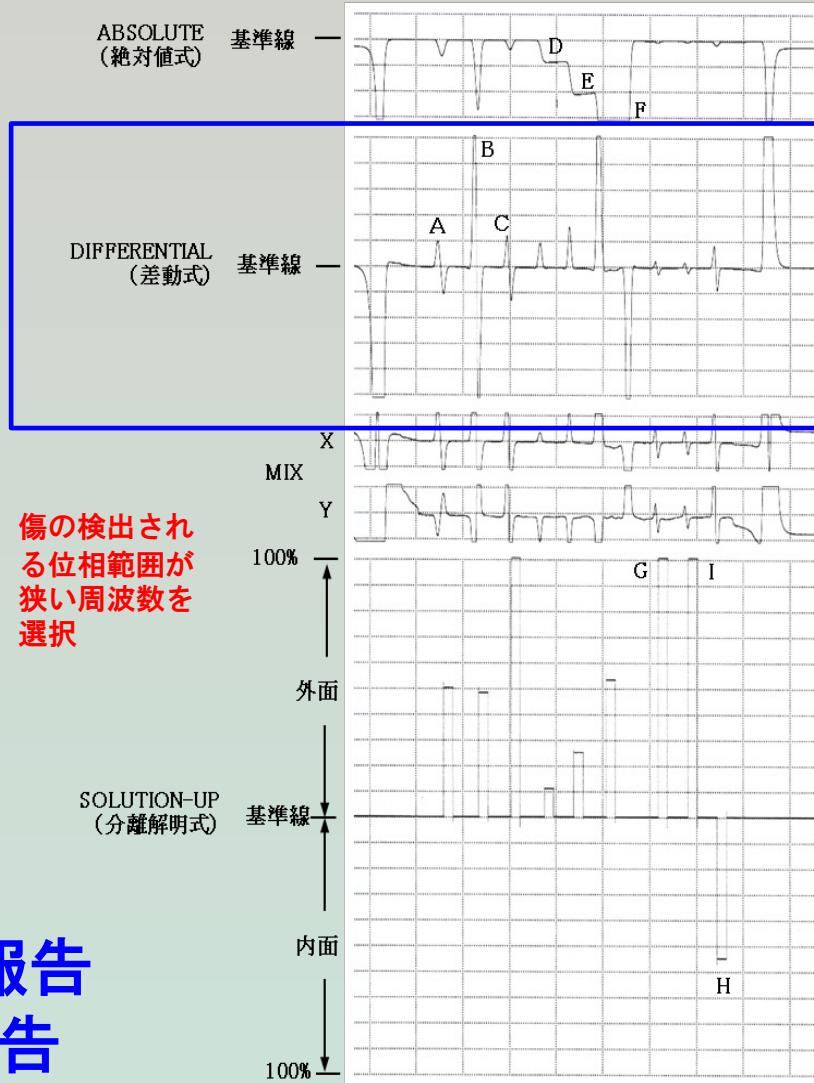
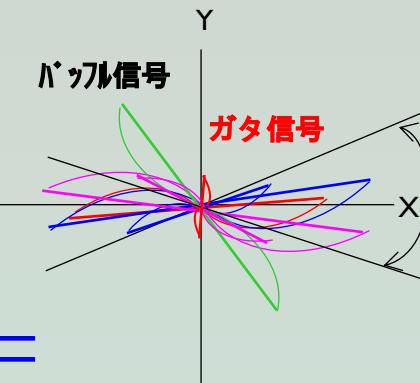
プローブの隣接する2つのコイルの
差を検出

傷位置の確認、傷の大きさ
体積にほぼ比例

$\sqrt{X^2+Y^2}$ 傷の体積に比例



D波のみ検出の場合3mm以上を記録、報告
S波検出のものは 1mm以上を記録、報告
傷を判別(ノイズ・バッフル等)傷位置確認



当社の渦電流探傷試験

探傷記録基準

「S波」 SOLUTION-UP (自己比較方式 (位相法))

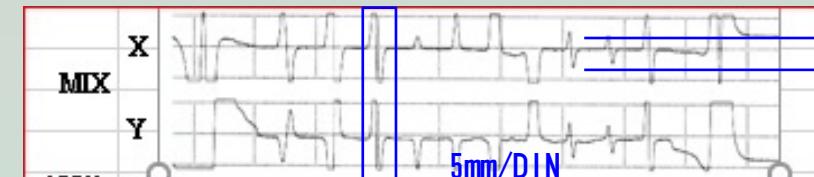
信号の位相差から傷の深さを判定

傷の局部減肉を判定、

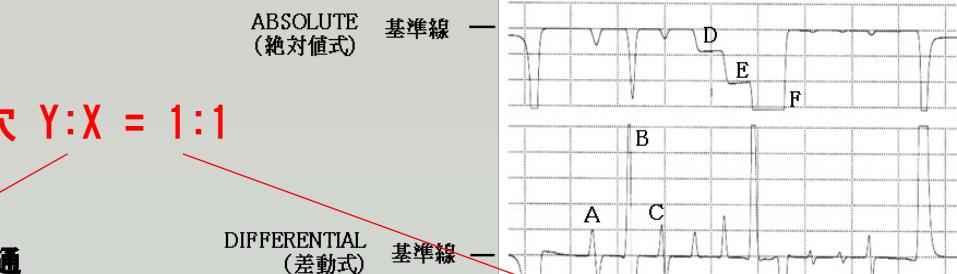
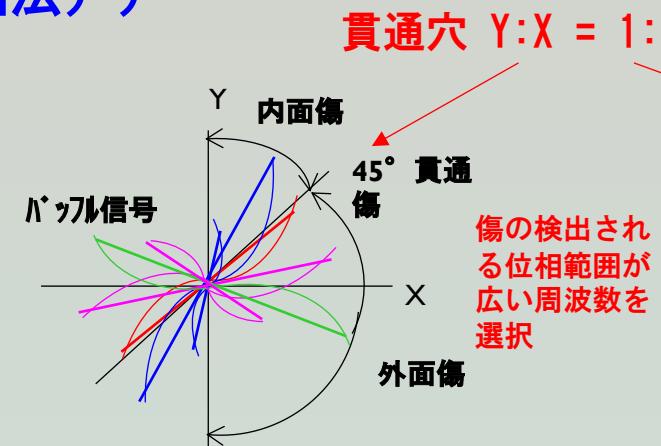
傷の位置内面・外面を判定、

多重周波数(2周波でバッフル信号消去)

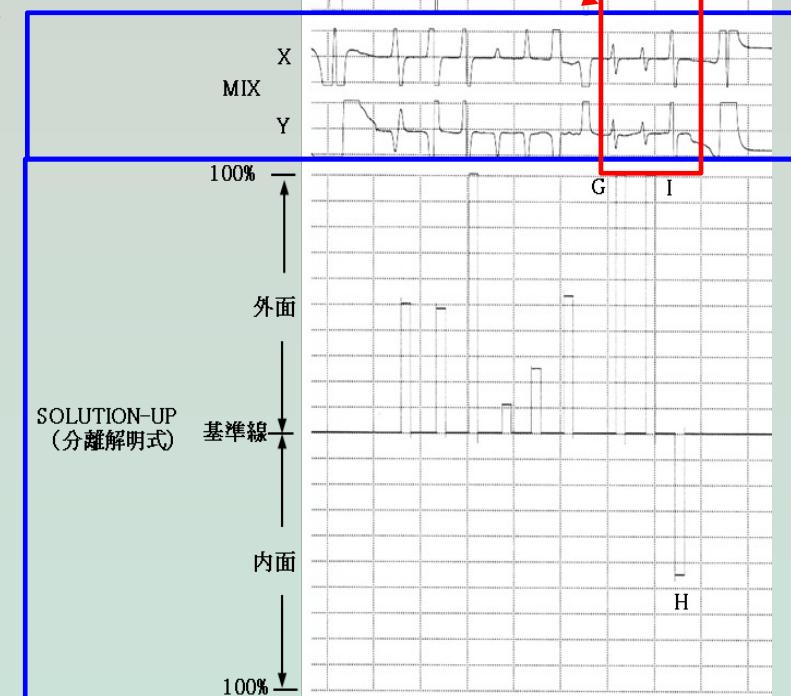
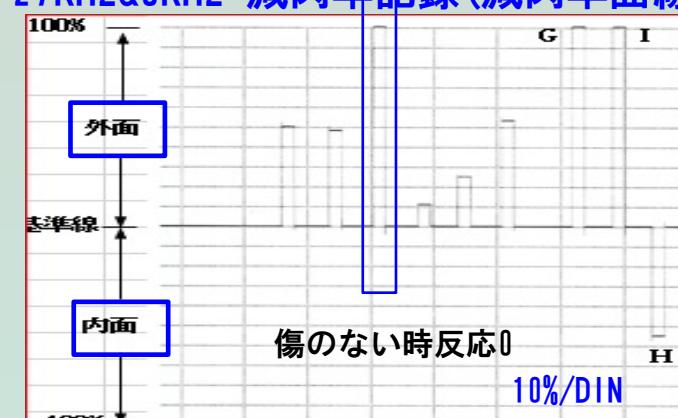
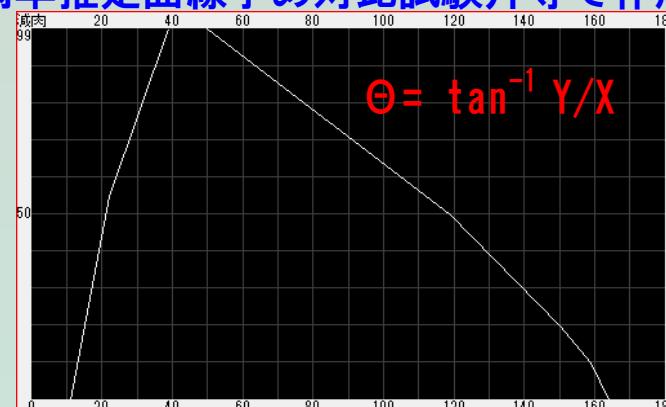
27KHz&8KHz XY記録 設定感度はΦ3.0を30mmP-P=3VP-Pに設置



φ0.9貫通穴の
S波を検出するように
閾値を設定



減肉率推定曲線予め対比試験片等で作成



当社の渦電流探傷試験

confidential

多重周波（バッフル信号消去）

バッフルプレートの信号と傷が重なると

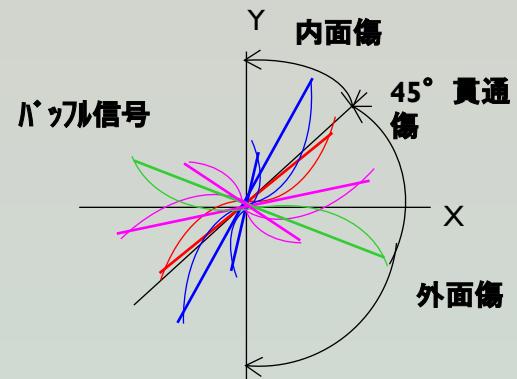
- ・傷の判別が難しくなる。
- ・傷の大きさの推定が難しくなる。
- ・傷の深さの判定が出来ない。



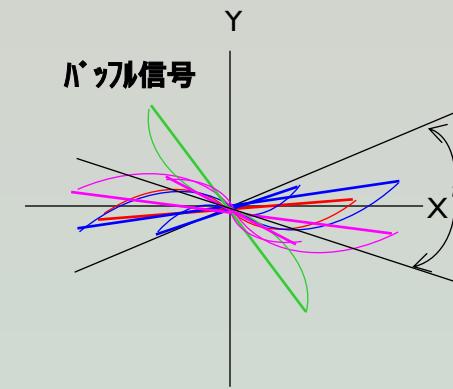
多重周波数 2周波を使ってバッフルプレートの信号を消去（極力小さく）する。

2周波(8KHz)の信号を消したい1周波の信号に合わせて、
1周波(27KHz)の信号 - 2周波(8KHz)の演算

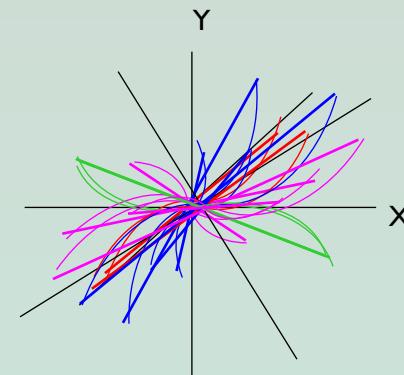
F1 (27KHz)



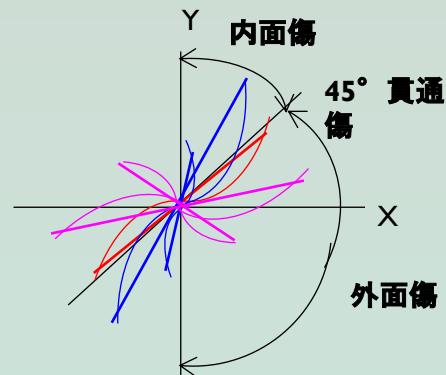
F2 (8KHz)



F1 (27KHz) - F2 (8KHz)



F1 (27KHz) & F2 (8KHz) MIX
演算後探傷条件に調整



当社の渦電流探傷試験

confidential

傷判定

1. A波、D波、S波形いずれかを検出 S波はコンペデータに含まれません
2. D波(F2-X)、MIX波(MIX-X)の触れが上から下に振れている
3. スケールの影響でないか、材料による影響でないか、検出位置が同じ所でないか等検査員としての判断要
4. A波検出時、全面減肉は考えられるか

当社の渦電流探傷試験

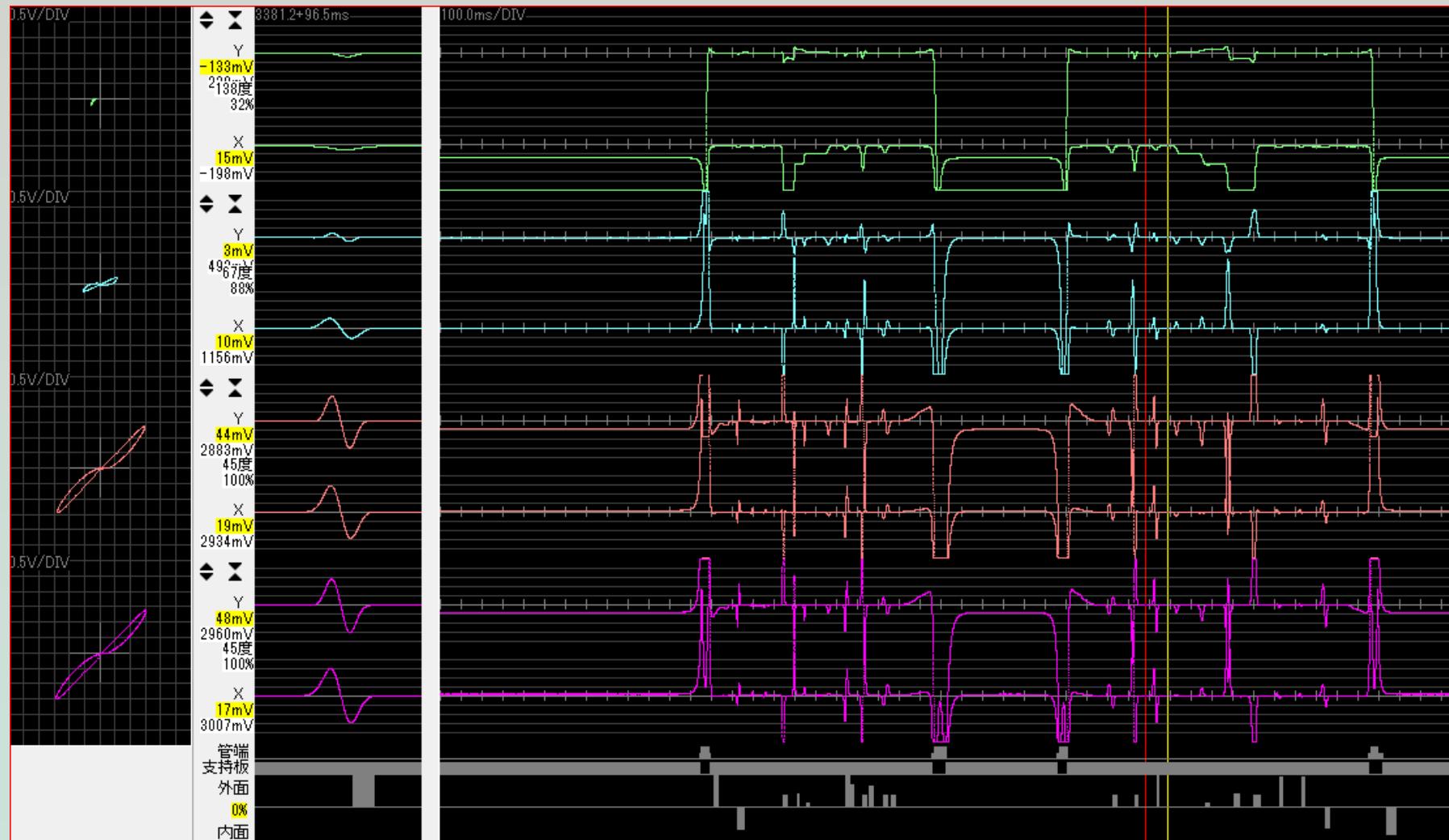
ノイズ要因

- ・ ガタ信号（ギャップ）
チューブとプローブ間、
チューブとバッフルプレート間
- ・ スケール（非磁性、磁性）
- ・ 変形（凹み、膨らみ、打痕、曲がり）、打痕は報告対象
- ・ 抜きとり速さ
- ・ 温度

当社の渦電流探傷試験

confidential

探傷波形サンプル(PC記録波形)

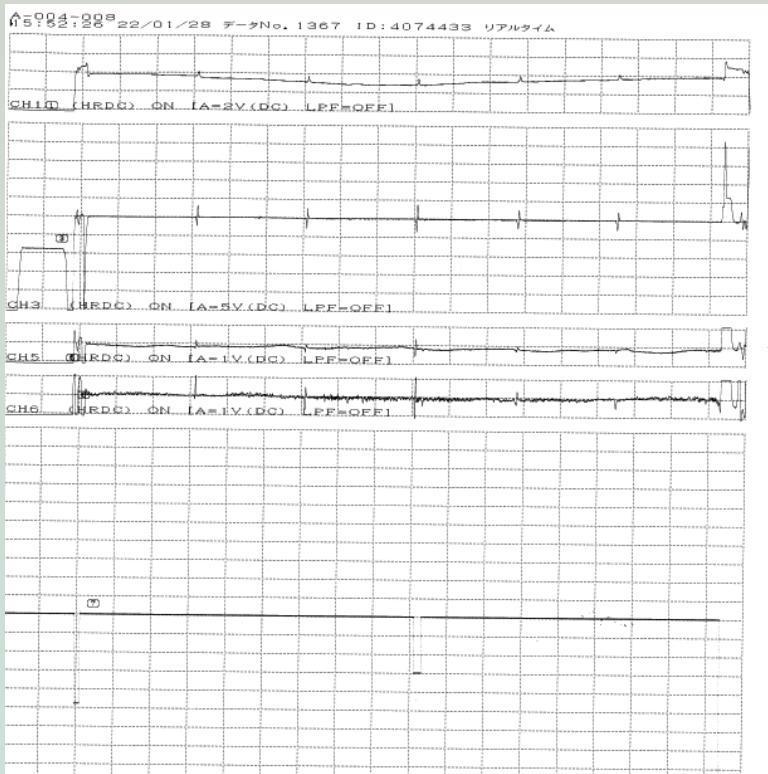


当社の渦電流探傷試験

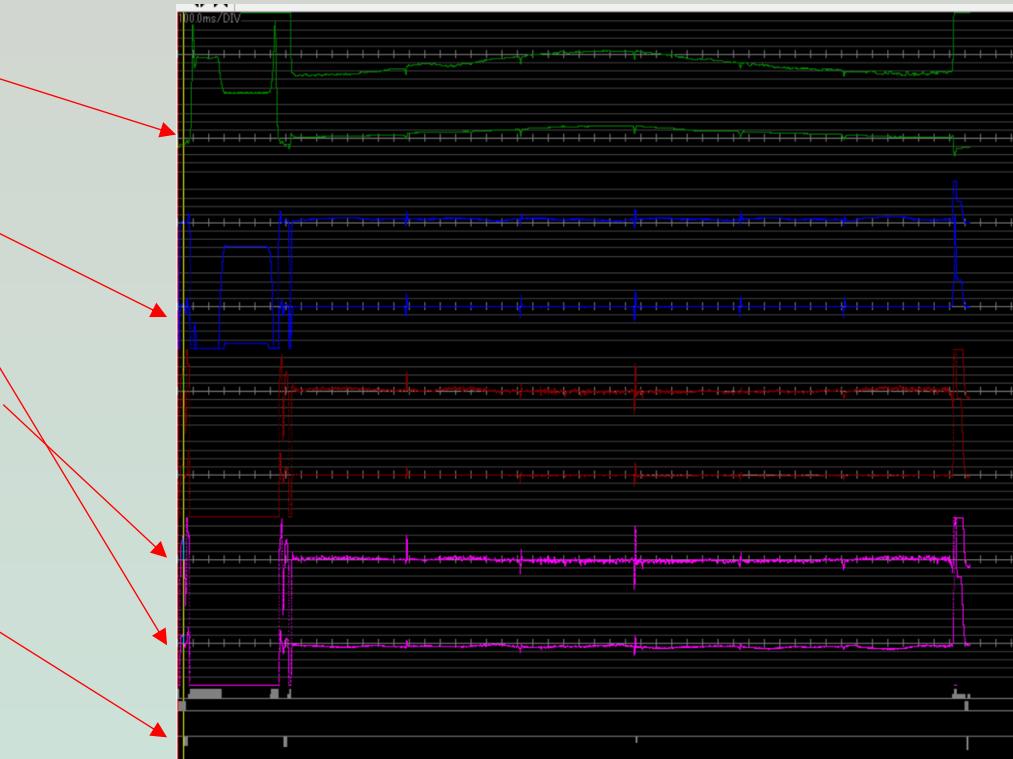
confidential

記録波形とCSVデータの関係性

レコーダー記録波形



PC記録波形



波形名称

CSV名称

←A波形Y成分

←F3-Y

←A波形X成分

←F3-X

←D波形Y成分

←F2-Y

←D波形X成分

←F2-X

←演算用X成分

←F1-X

←演算用Y成分

←F1-Y

←MIX波形Y成分

←MIX-Y

←MIX波形X成分

←MIX-X

←S波形

←Status

S波はコンペデータに
含まれません

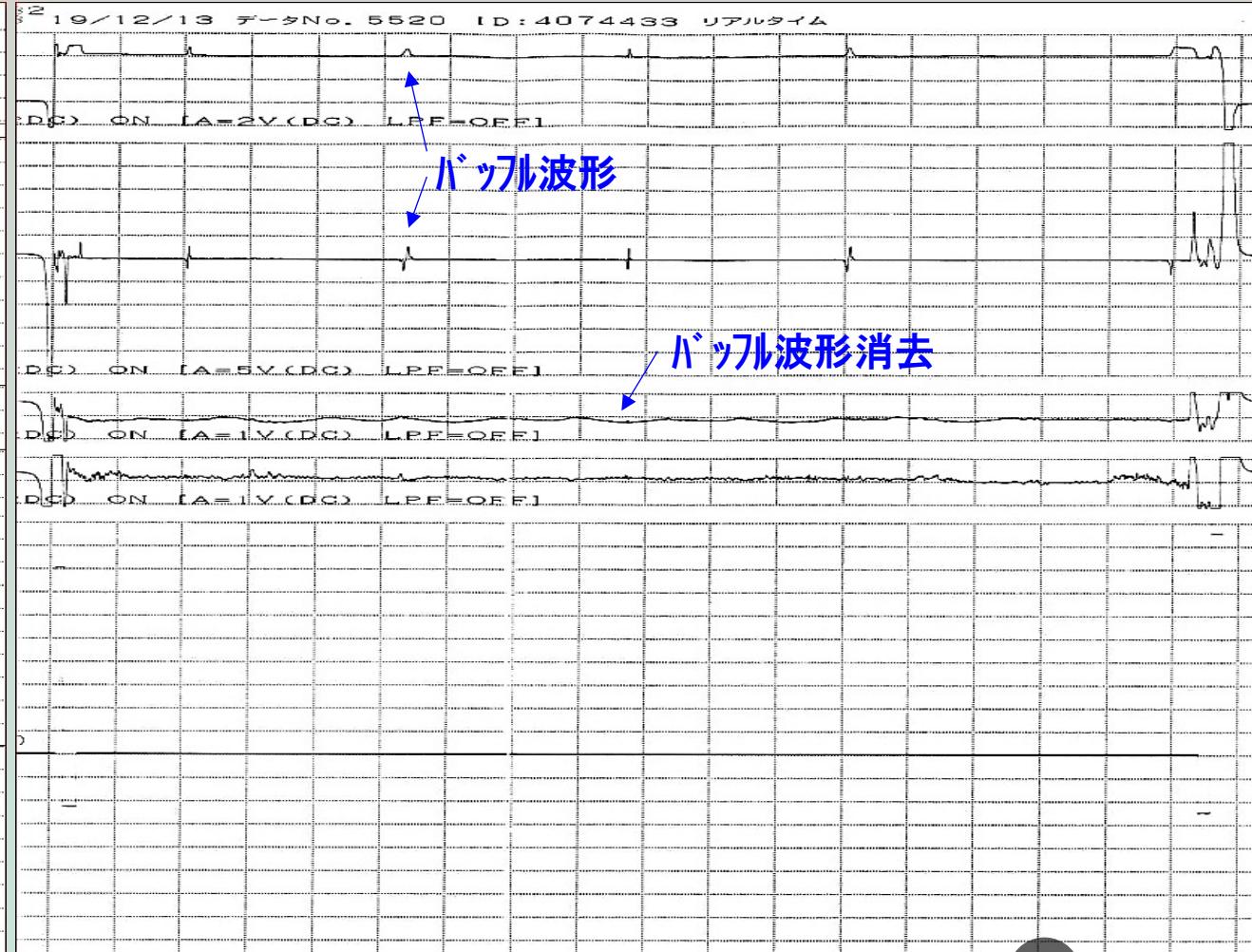
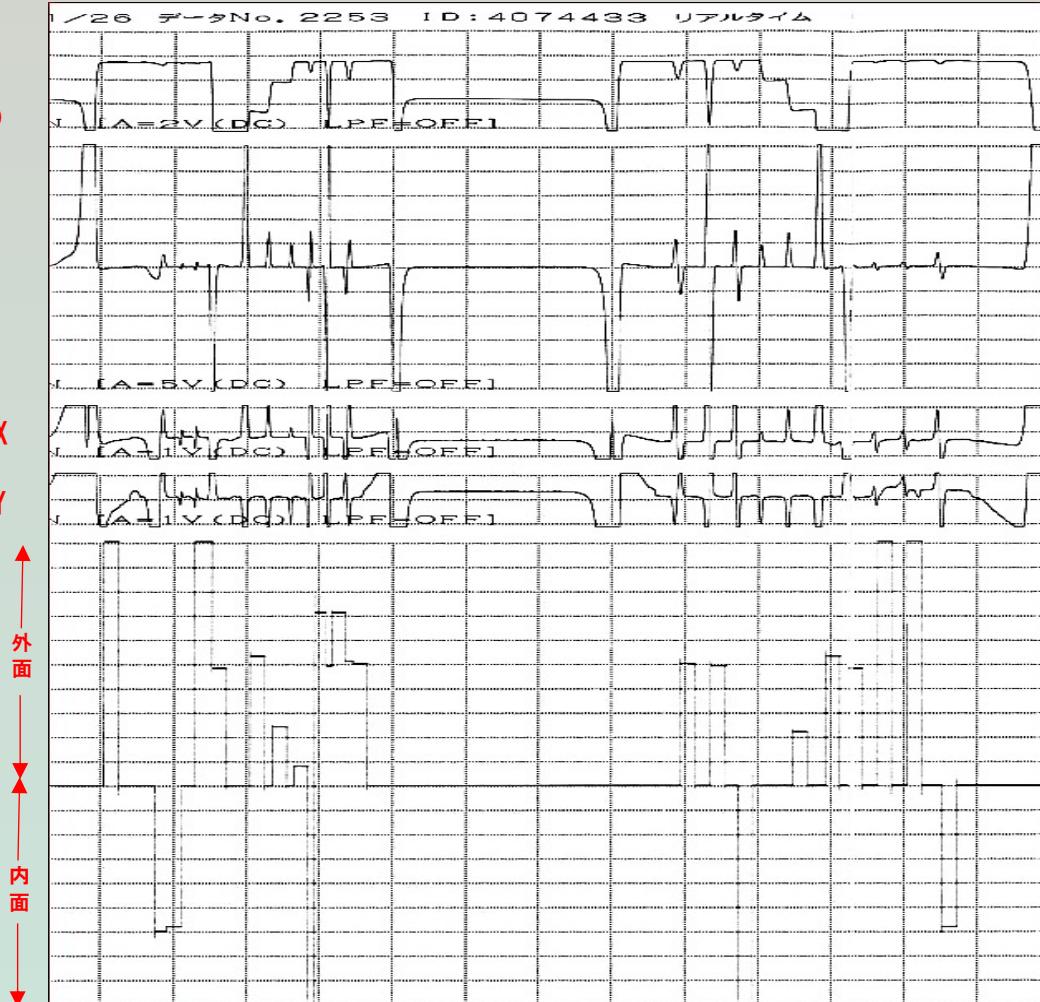
当社の渦電流探傷試験

探傷波形サンプル(レコーダー記録波形)

A波形
(絶対値式)

D波形
(差動式)

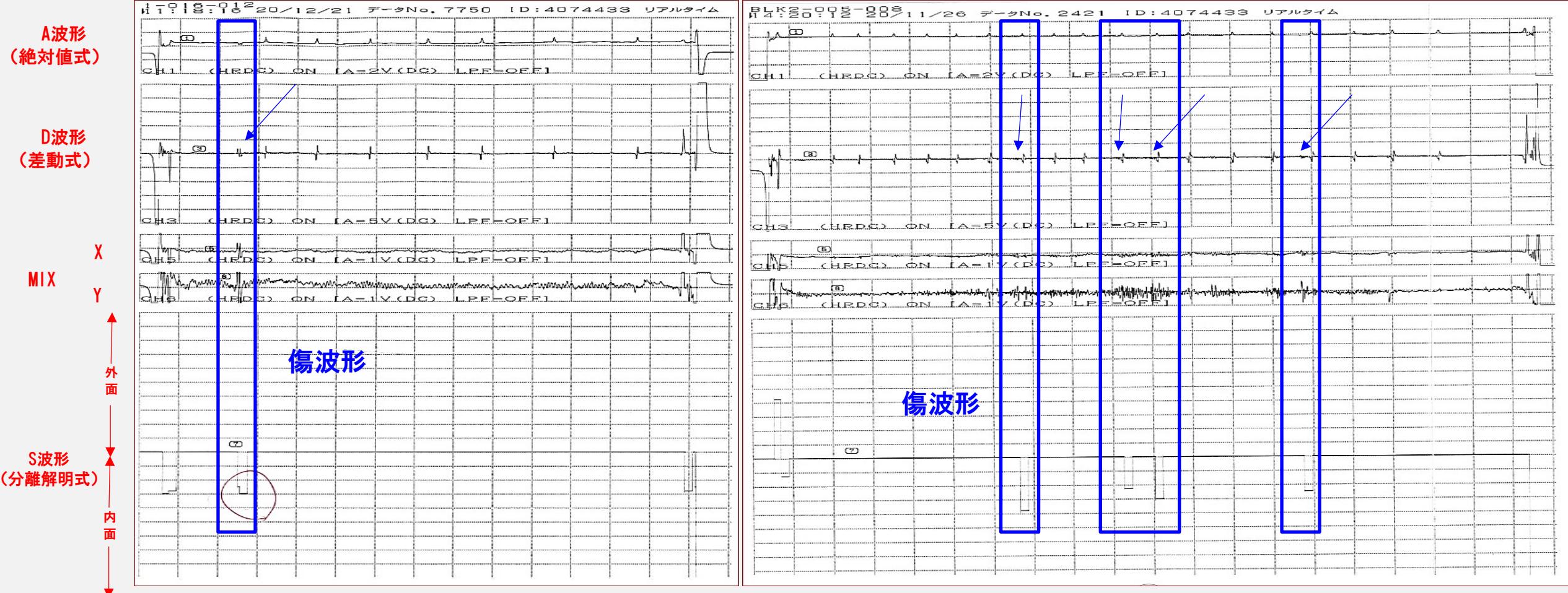
MIX



C6872T $\phi 19.0 \times t1.6$

当社の渦電流探傷試験

探傷波形サンプル(レコーダー記録波形)



当社の渦電流探傷試験

confidential

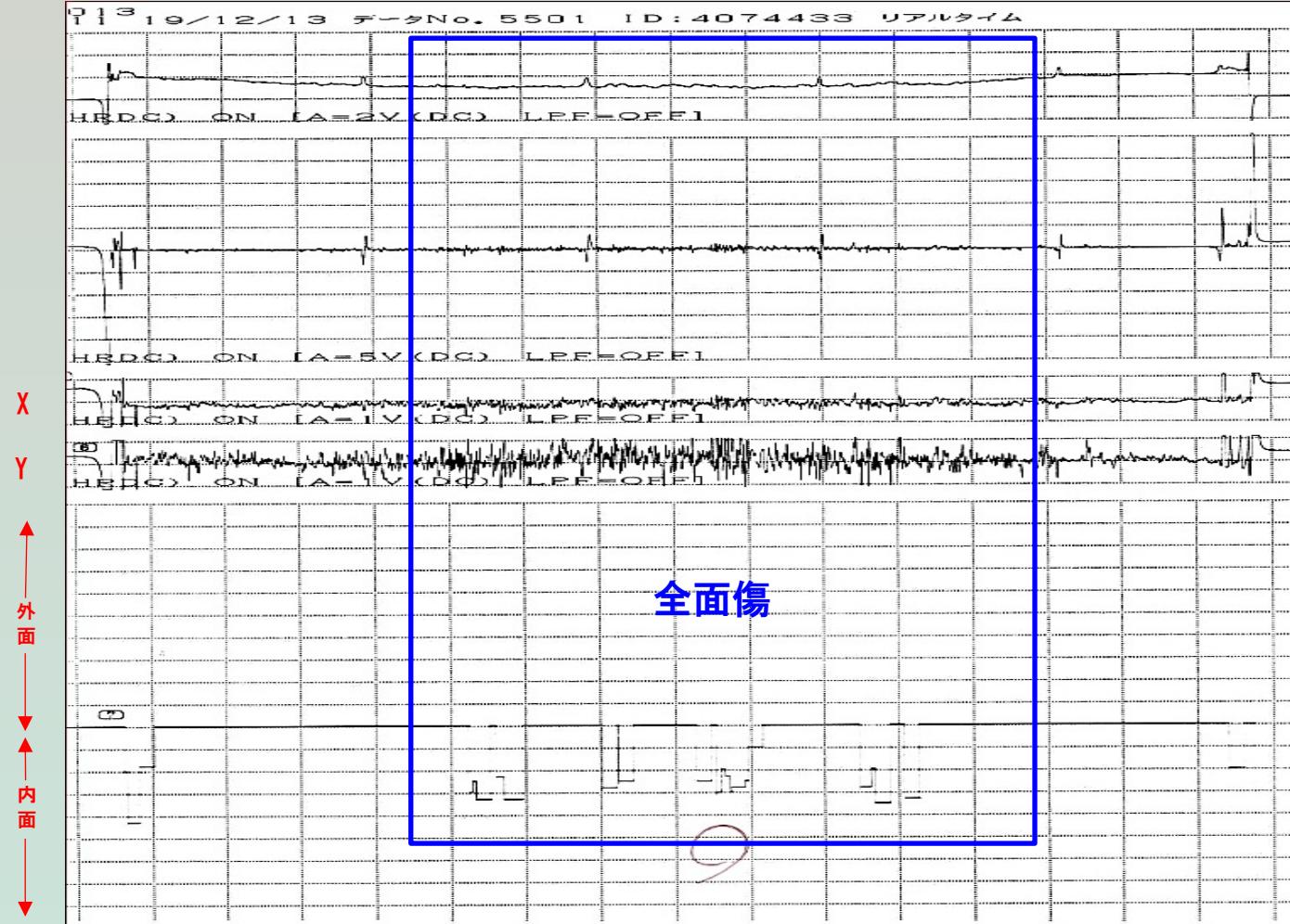
探傷波形サンプル(レコーダー記録波形)

A波形
(絶対値式)

D波形
(差動式)

MIX

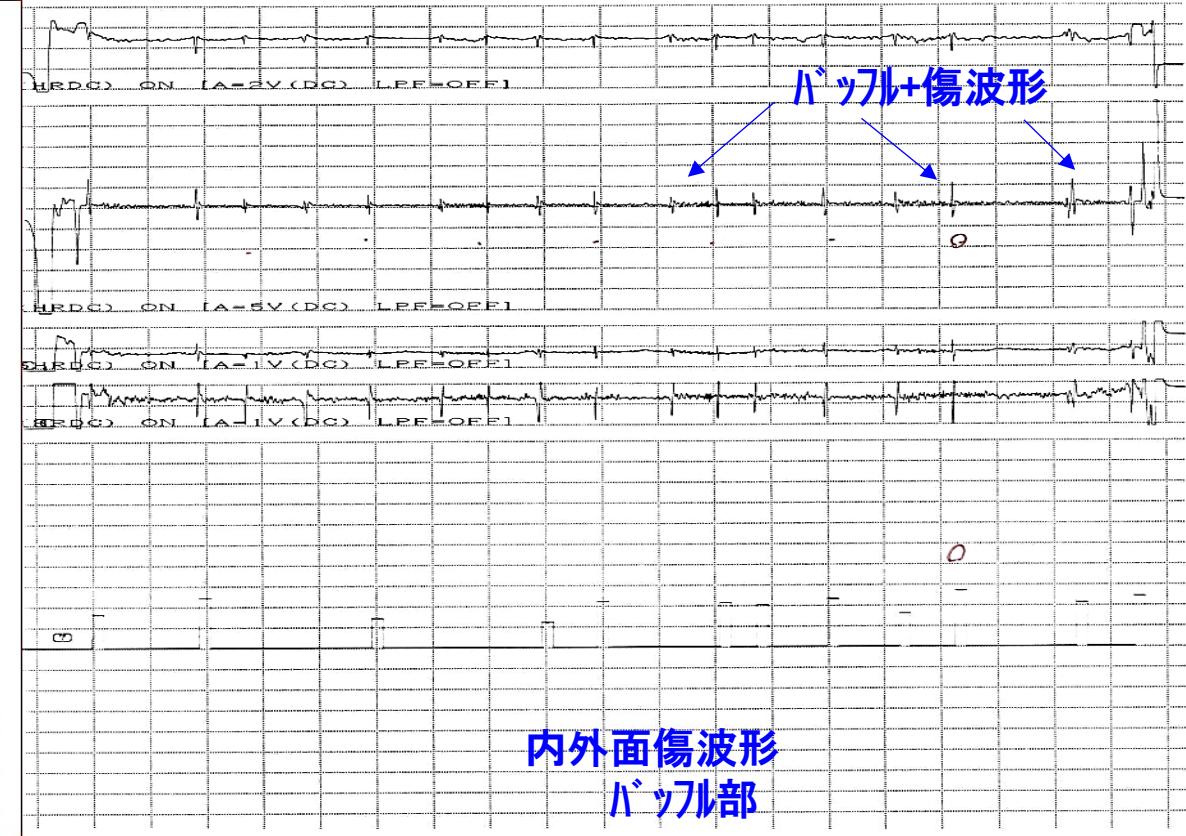
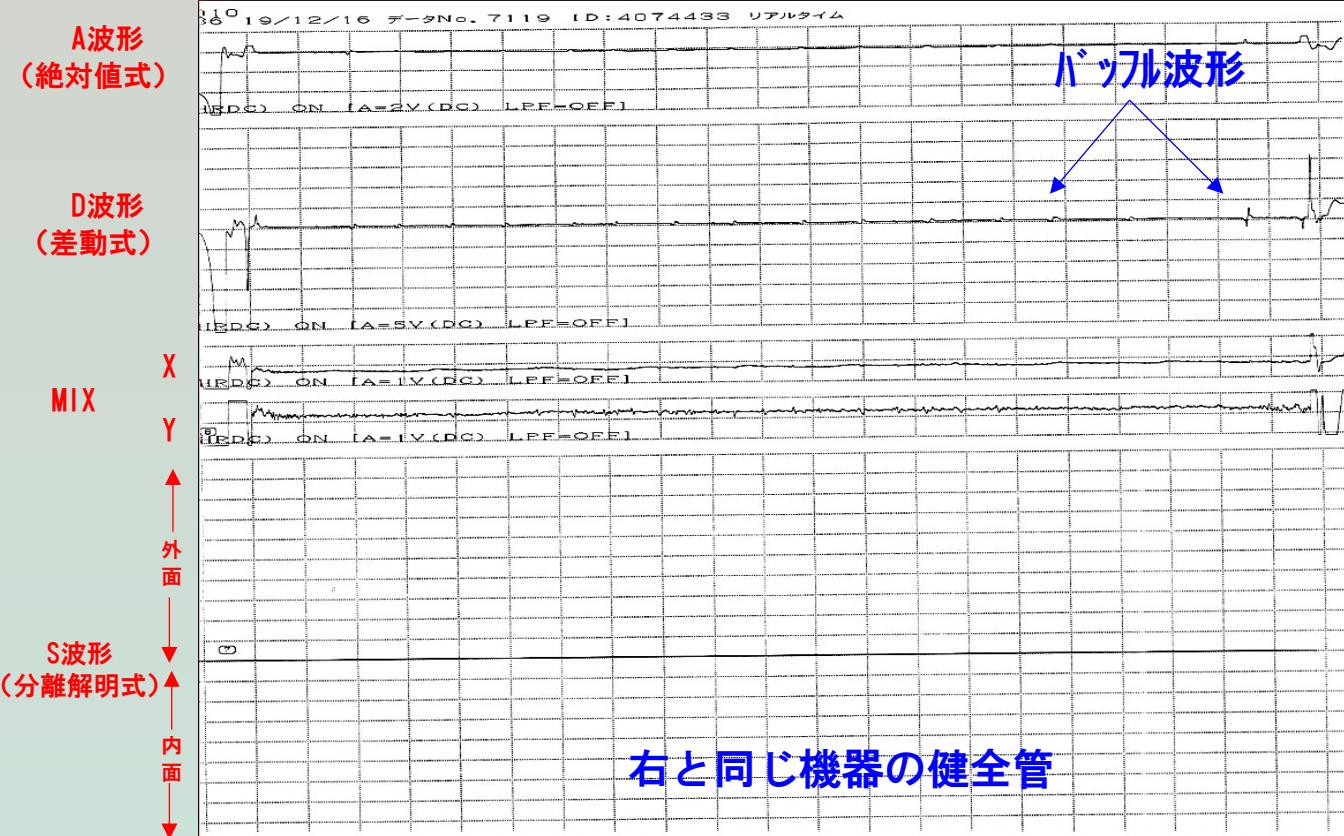
S波形
(分離解明式)



当社の渦電流探傷試験

confidential

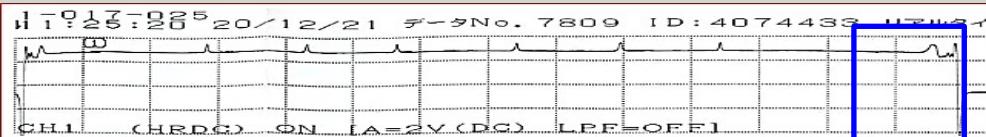
探傷波形サンプル(レコーダー記録波形)



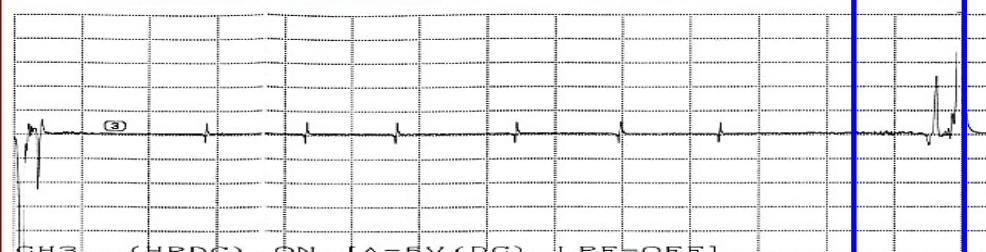
当社の渦電流探傷試験

探傷波形サンプル(レコーダー記録波形)

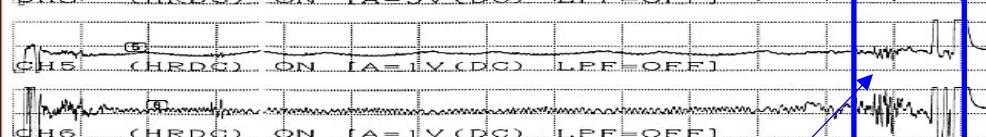
A波形
(絶対値式)



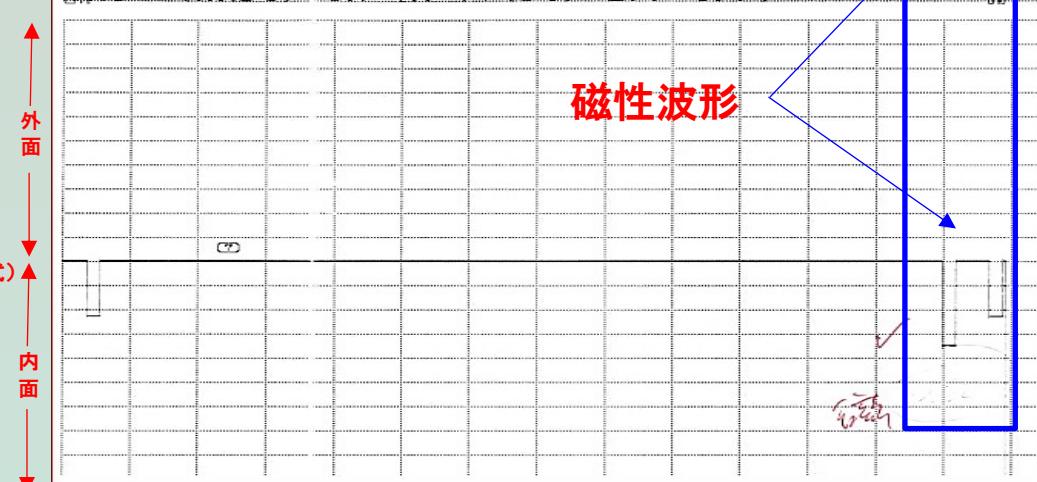
D波形
(差動式)



MIX

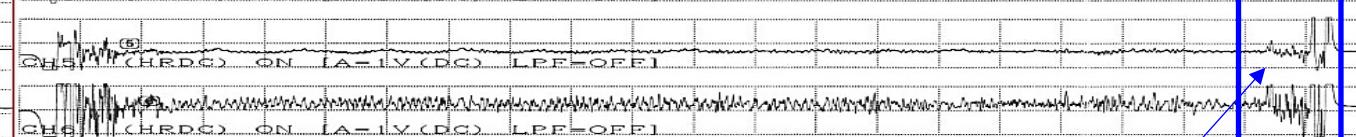
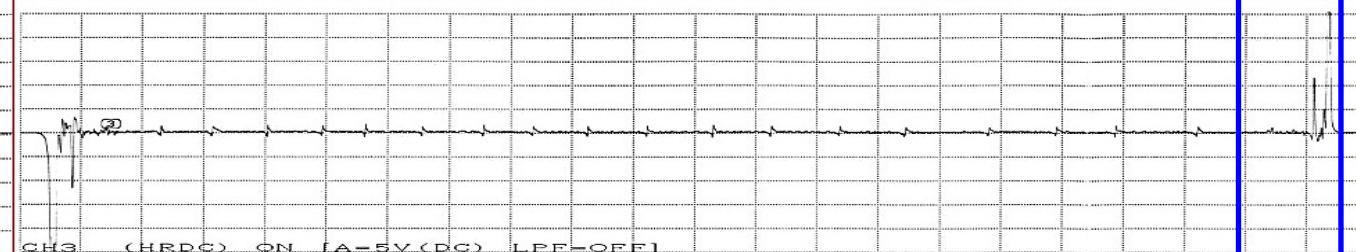
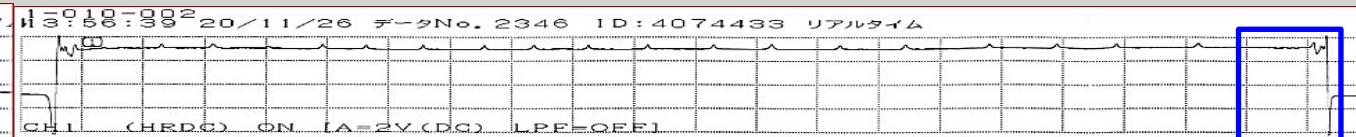


S波形
(分離解明式)



↑
外面
↓
内面

磁性波形



磁性波形

当社の渦電流探傷試験

confidential

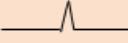
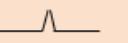
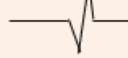
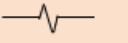
探傷波形サンプル(レコーダー記録波形)



当社の渦電流探傷試験

confidential

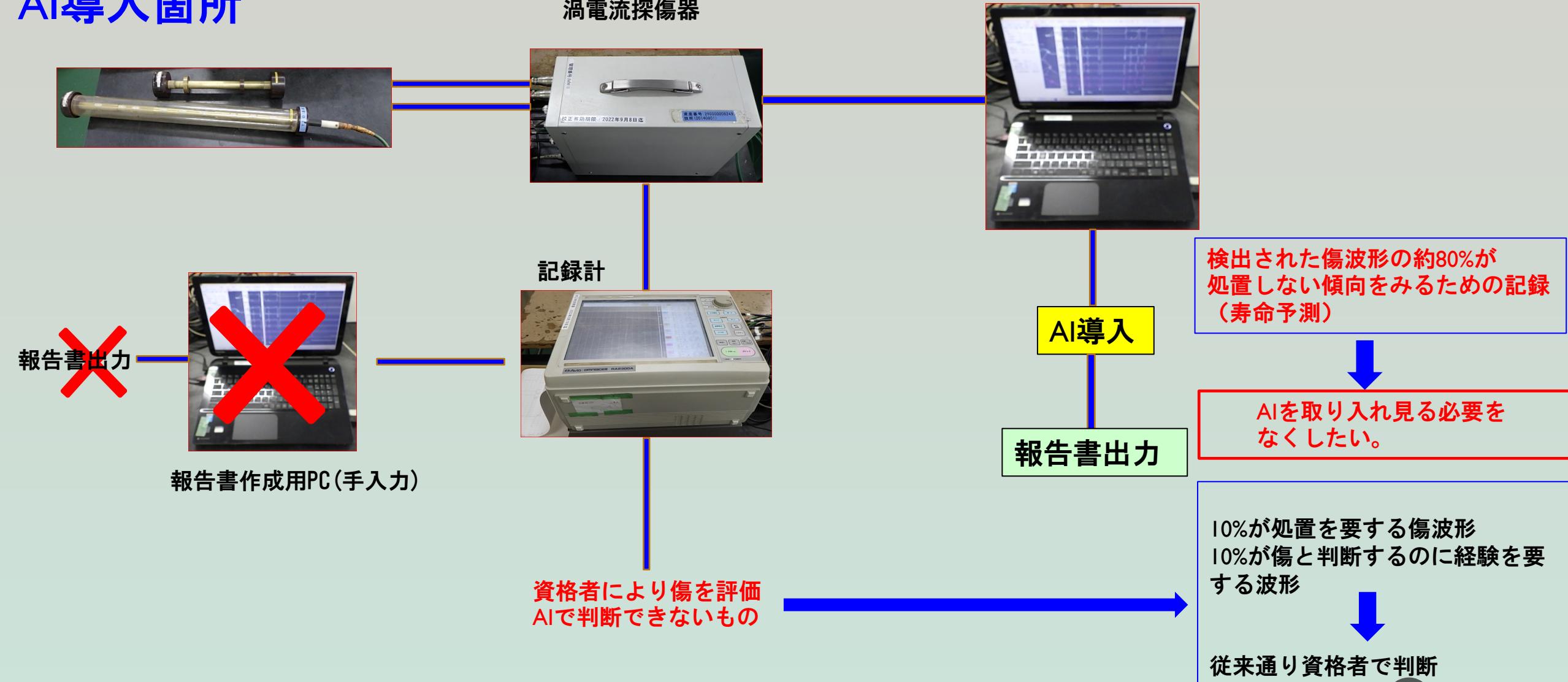
バッフル部の基本パターン化

	パターン① (大半はこれに該当)	パターン② (D波が反転)	パターン③ (D波が小さい)	パターン④ (D波が大きい) 内面検出40%以上
A波形 (絶対値式)				 若干大きくなる
D波形 (差動式)	 通常の大きさ 下から入る	 上から入る(反転)	 通常より小さい	 通常より大きい
MIX X				
S波形 (分離解明式)	検出なし	検出あり	検出あり	内面検出 40%以上
傷	健全	傷あり	傷あり →開いてみると 傷なしもあった	傷なし 内外面傷の 可能性あり。 内面の場合 深めに出る 傾向

S波はコンペデータに
含まれません

当社の渦電流探傷試験

AI導入箇所



A | 導入の期待（目指すところ）

1. データ解析の時間短縮（効率化）
検査記録の自動出力
(手入力をなくする)

2. 解析精度の向上（標準化）
自動出力された記録の修正を
少なくする

当社の渦電流探傷試験

confidential

以上