

検討方針・検討方法

- 内部溶接欠陥の検査要領（鋼船規則検査要領 M編 溶接(2014) 附属書M1.4.2-3.(1) 船体構造の溶接部の内部欠陥に対する非破壊検査に関する検査要領）で引用している超音波探傷試験方法、すなわちJIS Z 3060に準拠
- JIS Z 3060が適用されている従来型の試験法とフェーズドアレイ試験法の同等性・相違点や、国内外の関連規格との整合を考慮し、フェーズドアレイ試験法の導入を検討
- フェーズドアレイ試験法による超音波探傷試験実施要領(仮称)(案)を作成
- 模擬試験体を用いて実施要領(案)の妥当性を確認

•検討内容(1)

• 引用JISの改正の影響について

• JIS Z 2305

- 検査要領で引用されているJIS Z 2305:2001から最新版のJISへの移行については、日本非破壊検査協会から移行期間の処置が公開されており、改正の影響はない。

• JIS Z 3060

- 検査要領で引用されているJIS Z 3060:1994からの主な変更箇所とその影響

- 基準感度調整:STB-A2の使用に制限、原則として対比試験片(RB-41)へ変更

- 屈折角 70° 及び 45° :影響はほとんどない。
- 屈折角 60° :従来は極端に高い感度に調整されていたものが適正化されたものと考えられる。

●検討内容(2)

●フェーズドアレイ試験法の導入について(1)

●従来型の固定角のUT法との差異・同等性評価

●模擬試験体を探傷し、探傷結果を比較・・・検討内容(4)

●探触子から発生する超音波の波面を直接比較

●既往の研究¹⁾で超音波パルスを直接観察し、適正な条件でフェーズドアレイ試験法が実施されている場合は、同等な結果が得られている。

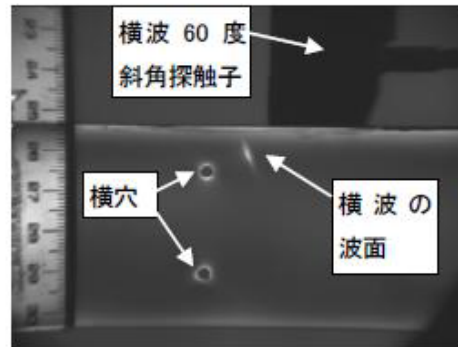
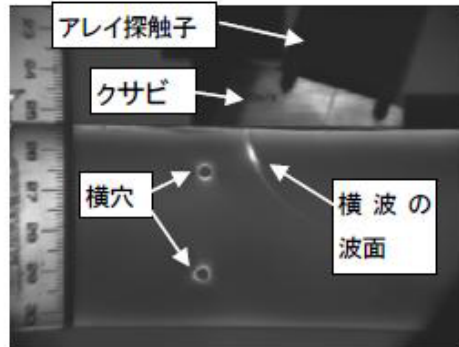
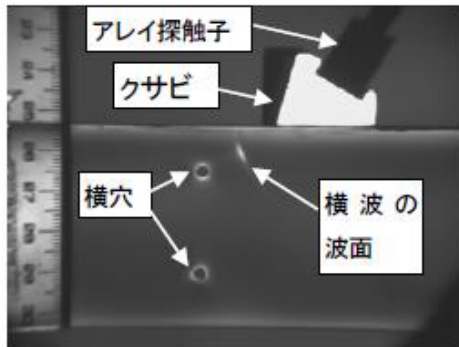


図4 横波斜角60度の設定でアレイ探触子1から発生した超音波パルスの光弾性可視化結果

図5 横波斜角60度の設定でアレイ探触子2から発生した超音波パルスの光弾性可視化結果

図6 横波60度斜角探触子(4Z8x9A60)から発生した超音波パルスの光弾性可視化結果

鋼中で斜角70°に相当する超音波パルスを観察した結果の比較¹⁾

1) 古川、古村:超音波の可視化技術を用いたフェーズドアレイUT条件の評価、日本保全学会第5回学術講演会要旨集、p.24(2008)

- 検討内容(2)

- フェーズドアレイ試験法の導入について(2)

- JIS Z 3060準拠への対応及びフェーズドアレイ試験法特有の留意事項への対応
以下の4項目について検討

1. 入射点の測定
2. エコー高さ区分線の作成
3. 探触子の走査方法
4. グレーティンググローブの影響の確認方法

●検討内容(2)

- フェーズドアレイ試験法の導入について(2)
 - JIS Z 3060準拠への対応及びフェーズドアレイ試験法特有の留意事項への対応
 1. 入射点の測定

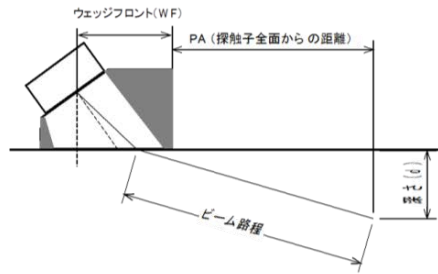
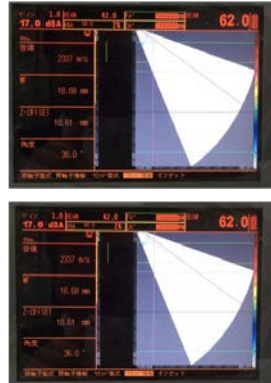
フェーズドアレイ試験法に用いる探触子も入射点は存在、しかし、複数の屈折角毎に入射点異なるため測定は困難



入射点の役割=探触子の座標系と試験体の座標系の換算(作図)のため

探触子又はくさびに基準位置を決めて探傷器に設定

アレイ探触子	
周波数:	4MHz
エレメント数:	16
ピッチ:	0.5 mm
ウェッジ(くさび)	
ウェッジ角度:	36°
ウェッジフロント(WF):	22.18 mm
オフセット:	10.61 mm



探傷器への設定例と作図・位置計測の例

●検討内容(2)

- フェーズドアレイ試験法の導入について(2)
 - JIS Z 3060準拠への対応及びフェーズドアレイ試験法特有の留意事項への対応
2. エコー高さ区分線の作成

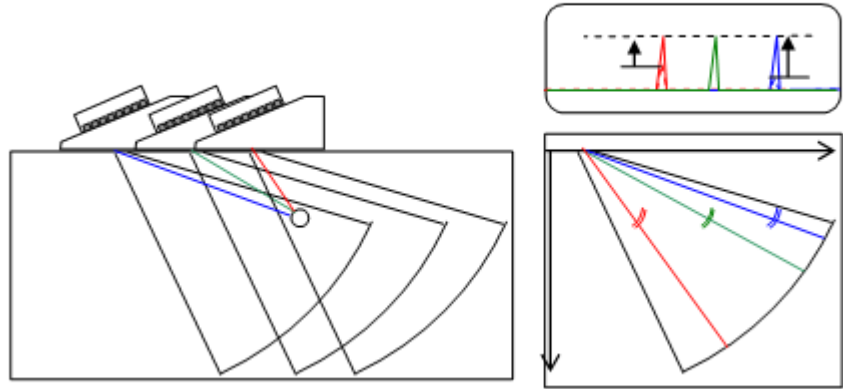
フェーズドアレイ試験法でもエコー高さ区分線の作成は可能、しかし、複数の屈折角毎に区分線を作成し表示することは困難



エコー高さ区分線役割=距離と振幅(エコー高さ)の関係を補正する線



全ビームに対して電子的に感度を補償⇒Time Corrected Gain (TCG)



反射源に対して全ての角度で超音波ビームがあたるように前後走査して各ビームの最大エコー高さを記録し、各ビームのエコー高さが同等になるように感度を補正

距離振幅補償による距離振幅特性の補正例

●検討内容(2)

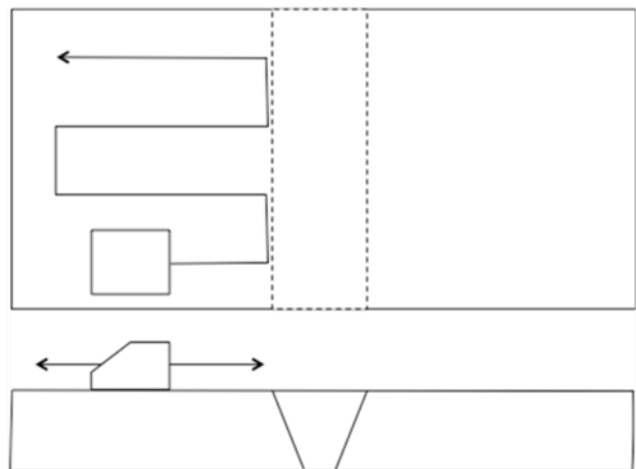
- フェーズドアレイ試験法の導入について(2)
 - JIS Z 3060準拠への対応及びフェーズドアレイ試験法特有の留意事項への対応

3. 探触子の走査方法

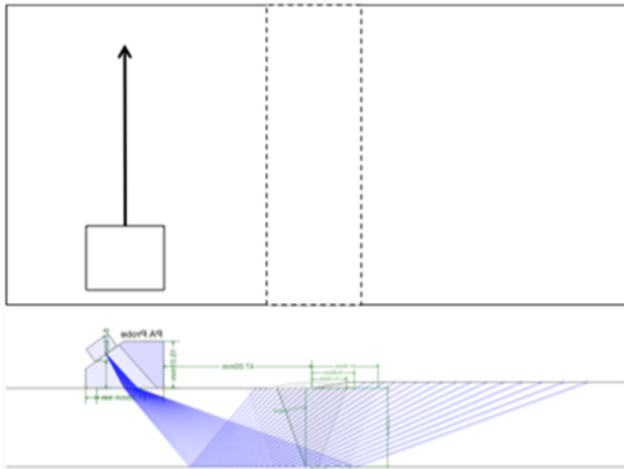
フェーズドアレイ試験法では前後走査をセクター走査に置き換えの可能性



探触子の設置位置、ビームの振り角やステップを試験方法で決めることが必要



従来型(固定角)での探触子走査方法の例



フェーズドアレイ試験法(セクター走査)の例

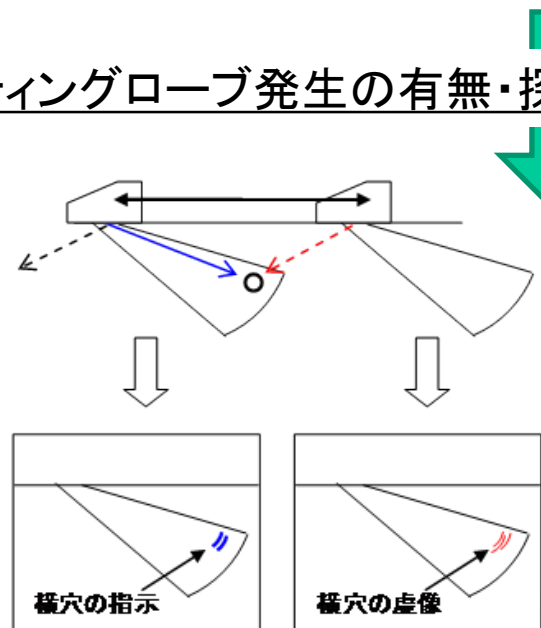
●検討内容(2)

- フェーズドアレイ試験法の導入について(2)
 - JIS Z 3060準拠への対応及びフェーズドアレイ試験法特有の留意事項への対応

4. グレーティングローブの影響の確認方法

グレーティングローブとは目的とする超音波ビームの方向と異なる方向に伝搬する超音波・・・フェーズドアレイ試験法特有の現象

グレーティングローブ発生の有無・探傷試験に及ぼす影響の確認が必要



横穴に対して、設定した屈折角成分を超える範囲までアレイ探触子を走査・・・グレーティングローブ発生の場合、通常では指示が出現しない探触子位置で指示(虚像)が生じる

グレーティングローブが発生している場合の例

グレーティングローブの影響の確認方法の例

●検討内容(3)

● フェーズドアレイ試験法による超音波探傷試験実施要領(仮称)(案)

1. 適用範囲
2. 引用規格
3. 用語の定義
4. 技術者
5. 使用する探傷装置
6. 使用する標準試験片及び対比試験片
7. 接触媒質
8. 探傷試験の準備
9. フェーズドアレイ探傷器の設定, 調整及び確認
10. 探傷試験
11. 記録

附属書1 フェーズドアレイ超音波探傷装置の性能

- 検討内容(4)

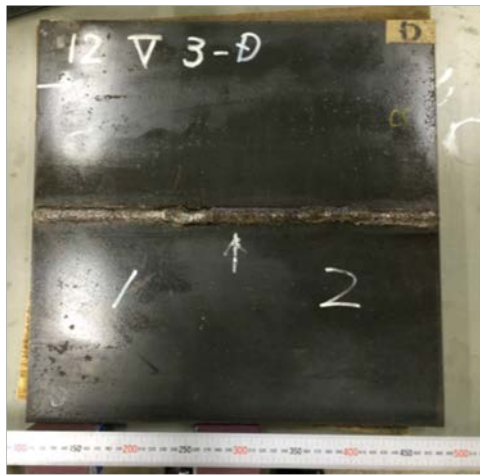
- 模擬試験体を用いた実施要領(案)の妥当性確認

- 以下の3手法で探傷試験を実施

- フェーズドアレイ試験法による超音波探傷試験実施要領(仮称)(案)
- JIS Z 3060:2002 (従来型の超音波探傷試験 70° 斜角法)
- JIS Z 3104:1995 (放射線透過試験)

- 試験体

- 鋼(SM490)完全溶込突合せ溶接試験体 厚さ25mm及び12mm 各1体

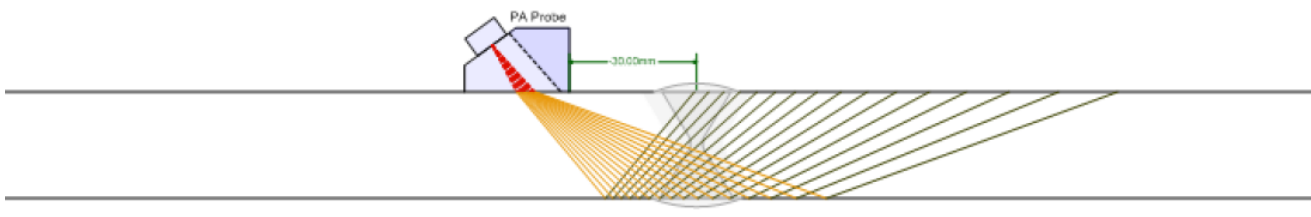


板厚12mm, 溶接線長約400mm (V開先)



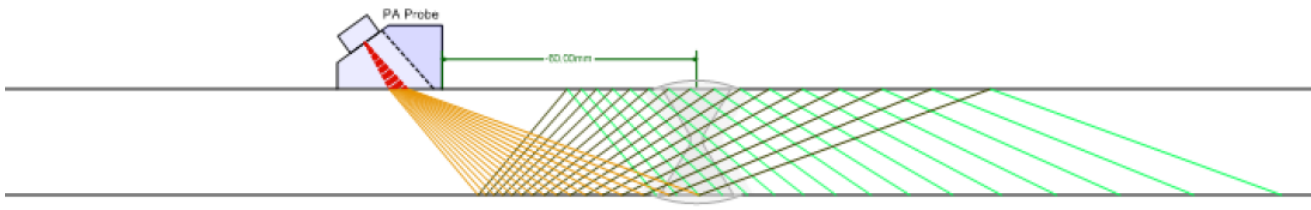
板厚25mm, 溶接線長約400mm(X開先)

- 検討内容(4)
- 模擬試験体を用いた実施要領(案)の妥当性確認
 - 主な試験手順(1)



主に裏面側の割れ, 開先面の融合不良等の検出を念頭に設定した条件

(a)板厚中央付近から表面側を探傷する条件 (オフセット 30 と呼ぶ)



主に表面側の割れ, 開先面の融合不良, 初層部の溶込み不足等の検出を念頭に設定した条件

(b)板厚中央付近から裏面側を探傷する条件 (オフセット 60 と呼ぶ)

板厚25mmの試験体に対する試験方法

実施内容(II. 4. フェーズドアレイ試験法による超音波探傷試験実施要領(仮称)(案)の検討)

- 検討内容(4)
 - 模擬試験体を用いた実施要領(案)の妥当性確認
 - 主な試験手順(1)

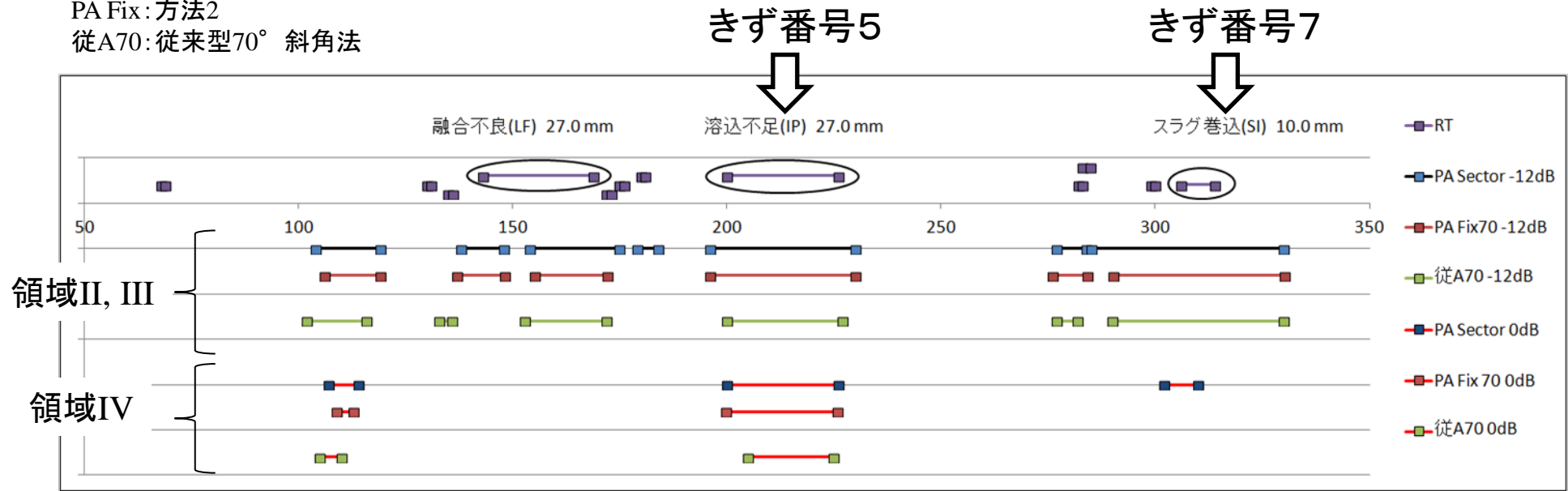
探傷試験に用いる機材及び探傷試験の条件

	フェーズドアレイ法	従来法
探傷器(メーカー 型式)	GEIT Phasor XS	GEIT Phasor XS
探触子(メーカー 型式 / 仕様)	GEIT 115-500-013 / 4MHz 0.5 mmピッチ16ch	GEIT MWB4-70 / 4MHz 8x9 A70
くさび(メーカー 型式 / 仕様)	GEIT 118-350-024 / ポリスチレン製, 入射角度36°	—(一体型)
探触子ケーブル長	2 m	3 m
接触媒質	マシン油	マシン油
標準試験片	—	STB-A1
対比試験片	RB-41(φ3mm横穴, 厚さ25mm), 横穴の深さ5mmおよび12.5mm	RB-41(φ3mm横穴, 厚さ25mm), 横穴の深さ5mmおよび12.5mm
検出レベル	L検出レベル	L検出レベル
指示長さ	方法1: 溶接線と探触子の距離一定 領域II及びIII, 領域IV	領域II及びIII(L線カット) 領域IV(H線カット)
	方法2: 70° 又は45° 成分で測定 領域II及びIII, 領域IV	

実施内容(II. 4. フェーズドアレイ試験法による超音波探傷試験実施要領(仮称)(案)の検討)

- 検討内容(4)
 - 模擬試験体を用いた実施要領(案)の妥当性確認
 - 探傷試験結果(平面に投影した作図の比較 12mm V開先)

RT:放射線透過試験
 PA Sector: 方法1
 PA Fix: 方法2
 従A70:従来型70° 斜角法

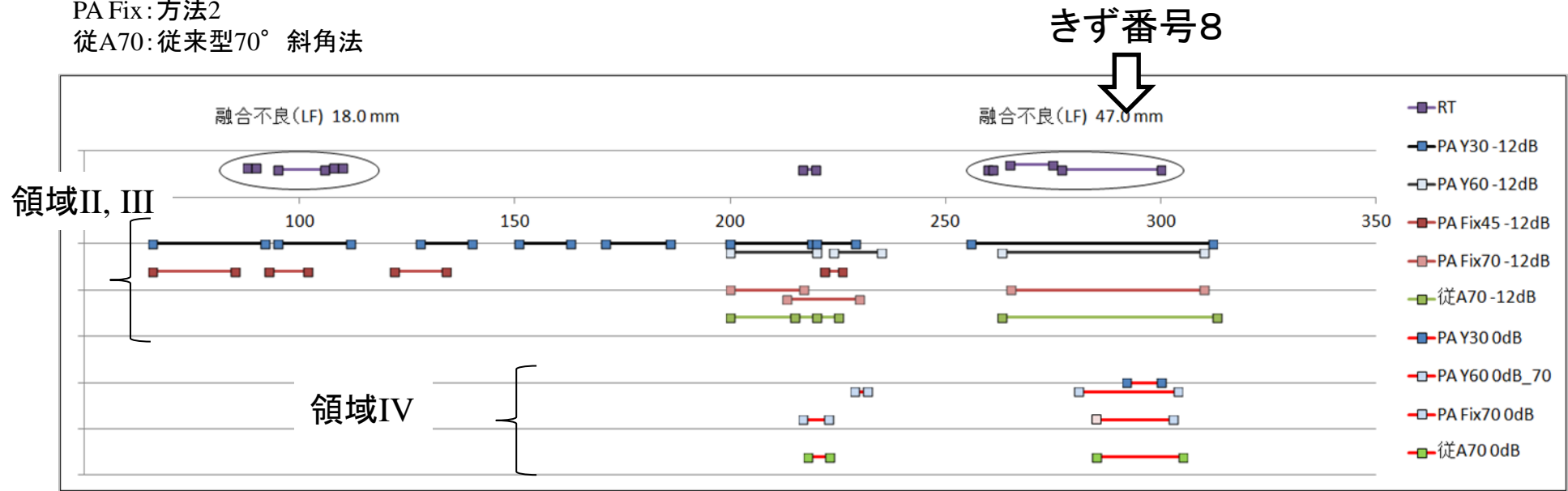


厚さ12mm V開先溶接部の探傷試験結果

実施内容(II. 4. フェーズドアレイ試験法による超音波探傷試験実施要領(仮称)(案)の検討)

- 検討内容(4)
 - 模擬試験体を用いた実施要領(案)の妥当性確認
 - 探傷試験結果(平面に投影した作図の比較 25mm X開先)

RT:放射線透過試験
 PA Y30:オフセット30mm, Y60:オフセット60mm, 方法1
 PA Fix:方法2
 従A70:従来型70° 斜角法



厚さ25mm X開先溶接部の探傷試験結果

実施内容(II. 4. フェーズドアレイ試験法による超音波探傷試験実施要領(仮称)(案)の検討)

- 検討内容(4)
- 模擬試験体を用いた実施要領(案)の妥当性確認
 - 主なきずにおける測定結果の比較

試験体／ きず番号	RT	UT			
		項目	フェーズドアレイ 試験法(方法1)	フェーズドアレイ 試験法(方法2)	従来法(A70°)
12mm厚／5	溶込不足(IP) 27 mm	最大エコーの領域	IV	IV	IV
		指示長さ(領域II)	34 mm	27 mm	34 mm
		指示長さ(領域IV)	26 mm	20 mm	26 mm
12mm厚／7	スラグ巻込(SI) 10 mm *1	最大エコーの領域	IV	II	II
		指示長さ(領域II)	45mm	40mm	50mm
		指示長さ(領域IV)	8	-	-
25mm厚／8	融合不良(LF) 47 mm	最大エコーの領域	IV	IV	IV
		指示長さ(領域II)	47mm	45mm	50mm
		指示長さ(領域IV)	23mm	18mm	20mm

*1 UTでは当該きずに隣接したきずも含めて(分離できずに)測定

「フェーズドアレイ試験法(方法1)」は、従来法と同等の探傷性