

## フェーズドアレイを用いた非破壊試験による溶接欠陥の探傷精度に関する研究

### —その3 探傷計画—

正会員 ○中島洋士<sup>\*1</sup> 正会員 西澤秀樹<sup>\*2</sup> 正会員 古城豊光<sup>\*3</sup> 正会員 廣重隆明<sup>\*4</sup>  
正会員 佐野 正<sup>\*5</sup> 正会員 嶋 徹<sup>\*6</sup> 正会員 笠原基弘<sup>\*7</sup> 正会員 榎本克美<sup>\*8</sup>

溶接欠陥 自然欠陥 非破壊試験 フェーズドアレイ 断面マクロ試験 X線透過試験

#### 1.はじめに

前報で溶接技量試験体に発生した自然欠陥を対象として水浸UT及びY方向走査5mmピッチによるフェーズドアレイ(PA)を用いた超音波探傷試験(UT)による欠陥の比較を行ったが、本研究はPAにおける探傷精度を確認するためにマクロ試験による実欠陥寸法とを比較する。なお、参考のためX線透過試験(RT)における探傷精度も確認する。

本報ではマクロ試験、PA及びRTによる探傷計画を示す。

#### 2. 探傷計画

##### 2.1 探傷計画の手順

図2.1に探傷計画の手順を示す。

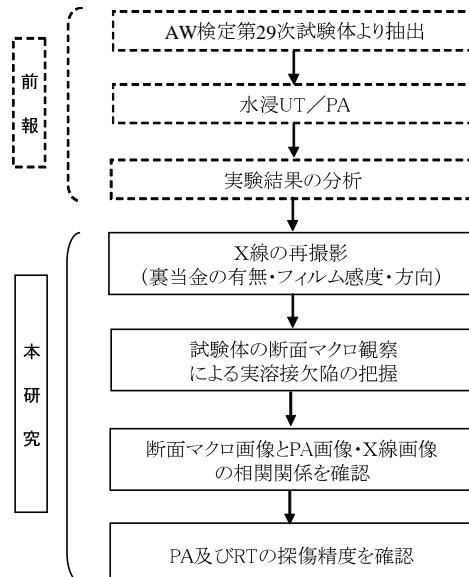


図2.1 探傷計画の手順

#### 2.2 試験体の抽出

第29次AW検定の工場溶接試験において、外観検査に合格し、RTで不合格となった試験体を対象として、欠陥の大きいものを選定し10体(TP-1～TP-10)を抽出した。65度による斜角UTを実施し、これらを探傷の対象とした。

試験体の板厚はt=19mmで、RTでは余盛を1mmまで削除したが、裏当金(t=9mm)は削除していないため、RTにおける透過厚さは29mmである。

図2.2に抽出した試験体TP-1、TP-3、TP-7におけるRTとUT(図中、□で表示)による試験結果の概要を示す。

RTで検出された欠陥は65度によるUTでもほぼ検出されている。

#### Study on the flaw detection accuracy of welding defects due to non-destructive testing using a phased array - Part.3 Test Planning

\*1 Nakajima Yoji \*2 Nishizawa Hideki \*3 Furuki Toyomitsu \*4 Hiroshige Takaaki  
\*5 Sano Tadashi \*6 Shima Tohru \*7 Kasahara Motohiro \*8 Katsumi Enomoto

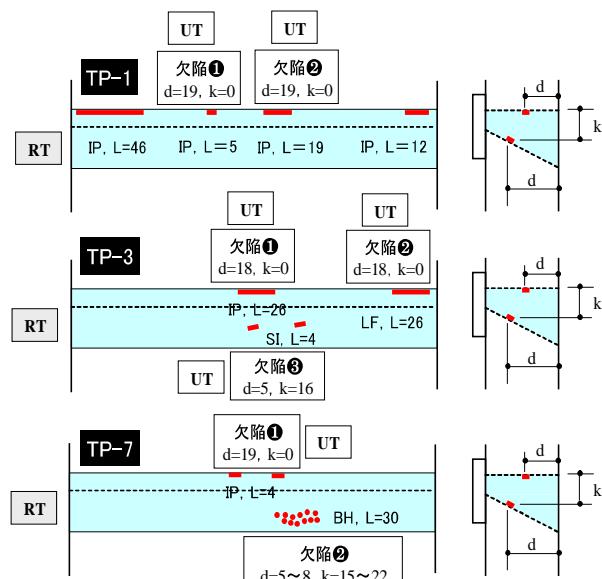


図2.2 抽出した試験体のRT及びUT結果

#### 3. 各種試験方法の手順

##### 3.1 フェーズドアレイ(PA)

試験体(TP-1～TP-10)について、横波セクタースキャンによるフェーズドアレイを実施した。横方形走査(Y1～Y14)を5mmピッチ(14回)でデータを採取した(図3.1)。

①音速校正

STB-A1のR100と屈折角60度を基準に、エコーのピークを80%としたときのエコーの立ち上がり20%で読み取り、校正を行った。

②ウェッジ遅延校正

STB-A1の横穴(d=15mm, φ1mm)を使用し、40度～70度の屈折角に対するエコーのピークを用いて、ウェッジ遅延の校正を行った。

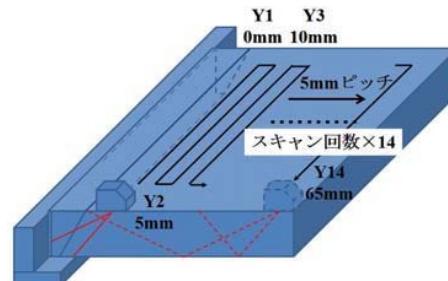


図3.1 フェーズドアレイにおける探触子走査

### ③感度校正 (TCG)

STB-A1に準じた深さが  $d=10mm, 20mm, 30mm$  の  $\phi 1mm$  の横穴が40度～70度の屈折角において、エコー高さが80%になるように校正した。

### ④探傷感度

水浸UTで得られた結果で代表的な欠陥を抽出し、その欠陥と探傷結果が同等になるようにPAの感度を調整した。

### ⑤X走査

探触子の走査は溶接線に平行な横方形走査とし、探触子の走査範囲は溶接断面をすべてカバーするように5mmピッチ(Y1～Y14)で実施した。

### ⑥記録

データはすべて保存し、適宜、画像処理を行った。

PAに用いた試験機器を表3.1、探傷条件を表3.2に示す。

表3.1 使用したPA試験機器の仕様

	品名	備考
探傷装置名	OmniScan SX	
探触子	SL16-A10	周波数:5MHz
		振動子数:16ch
		モード:横波鋼中55度
エンコーダ	ワイヤエンコーダ	
解析ソフト	Tomoview 2.10	

表3.2 PAにおける探傷条件

	設定数値・項目	備考
スキャン方式	セクター	
同時制御振動指数	16ch	
屈折角(θ)	40度～70度	1度ピッチ
焦点深さ	板厚×3/2	
励起電圧	115V	
フィルター	BP5MHz	

### 3.2 断面マクロ試験

マクロ試験は一般的な方法ではなく、図3.2に示すように裏当金を削除した後、板厚底( $d=18.9mm$ )から0.5mmごとに溶接線全長を板厚と平行にスライスし、エッティング後、写真撮影を行い、全断面(板厚底～ $d=1.4mm$ )まで繰返した。

TP-1, TP-2, TP-3, TP-7, TP-8, TP-9, TP-10の7体について全断面マクロ試験を実施し、欠陥長さ  $L_m$  を測定した。欠陥高さ  $H_m$  は各マクロ断面で欠陥が検出された部分は0.5mmあるものとして評価した。

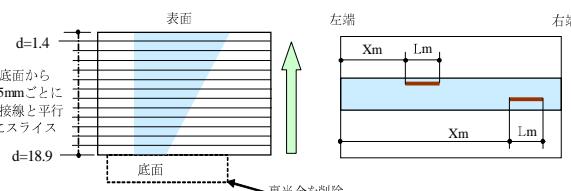


図3.2 断面ごとのマクロ試験方法と欠陥評価

\*1 (株)大建設計 \*2 アラップ \*3 (株)鴻池組  
\*4 (株)竹中工務店 \*5 (株)大林組 \*6 戸田建設(株)  
\*7 (有)アクトエイジョンハート \*8 清水建設(株)

### 3.3 X線透過試験 (RT)

X線透過試験は図3.3に示すように、一般的な溶接線の真上面からの撮影に加え、溶接欠陥の形状・傾きを考慮し開先面(ベベル面)に平行方向の撮影も実施した。

試験体の底には裏当金があり、その厚さが9mmと試験体の板厚  $t=19mm$  の約1/2を占めており、さらに余盛が1mmあるため、実際の試験体の板厚に比べて撮影する板厚が1.5倍の透過厚さとなっていることから、鮮鋭度を考慮して裏当金を取り付けた9mmと1mmまで削除した状態で撮影した。

一般的な撮影には、フィルムの感度が#100が使用されているが、より鮮明な欠陥像を得るためにには、できるだけフィルム感度が低く、粒状性の細かいフィルムを使用した方がよいことから、#100に加えて#50でも撮影した。

使用したX線装置、フィルム及び撮影条件を表3.3に示す。TP-1, TP-3, TP-7, TP-8, TP-9, TP-10の6体について実施した。

照射に要する時間は、真上からの撮影では裏当金が9mm、フィルムが#100を基準にすると、裏当金が9mmでフィルムが#50の場合には3倍程度、裏当金が1mmでフィルムが#100の場合には2/3程度、裏当金が1mmでフィルムが#50の場合には同程度、開先面側からの撮影では3割増しであった。

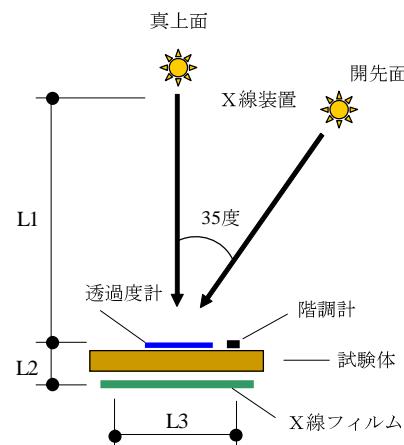


図3.3 X線透過試験における撮影配置

表3.3 X線撮影における装置、フィルム及び撮影条件

X線装置	RF-250EGS	L1:600mm
X線フィルム	#50, #100	L2:40mm
増感紙	Pb0.03	L3:溶接長
透過度計	08F	階調計 15形
試験体	TP-1～TP-10	
照射方向	真上面・開先面(35度)	
裏当金	9mmのまま・1mmまで削除	
写真濃度	D=1.3～4.0	

### 謝辞

本研究において、オリンパス(株)に機器の提供及びデータの解析を、またマクロ試験ではJFEテクノリサーチ(株)に技術協力を頂いたことに謝意を表する。

\*1 DAIKEN SEKKELINC \*2 ARUP \*3 Konoike Construction Co.Ltd  
\*4 Takenaka Corporation \*5 OBAYASHI CORPORATION \*6 TODA Corporation  
\*7 Act-Creation-Heart Co.,Ltd \*8 SHIMIZU Corporation

## フェーズドアレイを用いた非破壊試験による溶接欠陥の探傷精度に関する研究 — その4 PAによる探傷結果の精度 —

正会員 ○古城豊光<sup>\*1</sup> 正会員 西澤秀樹<sup>\*2</sup> 正会員 中島洋士<sup>\*3</sup> 正会員 廣重隆明<sup>\*4</sup>  
正会員 佐野 正<sup>\*5</sup> 正会員 嶋 徹<sup>\*6</sup> 正会員 山本優一郎<sup>\*7</sup> 正会員 榎本克美<sup>\*8</sup>

溶接欠陥 自然欠陥 非破壊試験 フェーズドアレイ 断面マクロ試験 X線透過試験

### 1.はじめに

前報(その3)の実験計画に基づき、本報では試験体の内、TP-1, TP-2, TP-3, TP-7, TP-8, TP-9, TP-10の7体について、マクロ試験に対するフェーズドアレイ(PA)による探傷結果について比較及び考察を行った。

### 2. 実験結果

ここでは、代表的な欠陥がみられた試験体TP-1, TP-3, TP-7におけるマクロ試験及びPAによる探傷結果を表2.1に示す。また、それらの画像を図2.1～図2.3に示す。

TP-1, TP-3, TP-7の何れの試験体においても、マクロ試験では初層部及び中間層または表層部の2箇所、計6箇所に欠陥が検出されているが、PAでは初層部の溶込不良(IP)は検出されていない。

表2.1 マクロ試験及びPAによる探傷結果

試験体番号	欠陥検出位置		欠陥種別	評価手法	欠陥(mm)		
	No.	断面位置			深さ	長さ	高さ
TP-1	④	初層 壁側	溶込不良(IP)	マクロ	18.9	56.5	0.5
	⑤	表層 壁側		PA	—	0.0	0.0
TP-3	④	初層 裏当側	溶込不良(IP)	マクロ	5.9～1.4	100.0	5.0
	⑤	中間層 開先側		PA	6.4～0.0	143.5	6.9
TP-7	④	初層 壁側	溶込不良(IP)	マクロ	18.4	65.5	1.5
	⑤	表層 中央		PA	—	0.0	0.0

### 2.1 試験体TP-1

マクロ試験で初層部に検出された溶込不良(IP)は長さがLm=56.5mmと比較的長いものの、欠陥高さHm=0.5mmと微小であったため、PAでは検出されていない。

表層部に検出された欠陥は壁側の融合不良(LF)であり、マクロ試験による深さd=5.9～1.4mmであることから、高さHm=5.0mm、長さLm=100mmであった。PAでは一回反射法で検出されており、高さHp=6.9mm、長さLp=143.5mmとマクロ試験に比べて過大評価となっている。

### 2.2 試験体TP-3

マクロ試験で初層部に検出された溶込不良(IP)は長さがLm=65.5mmと比較的長いものの、高さHm=1.5mmであるがPAでは検出されていない。

中間層で検出された欠陥は開先側の融合不良(LF)であり、マクロ試験による深さd=7.4～4.4mmであることから、高さHm=3.5mm、長さLm=9.5mmであった。PAでは一回反射法で検出されており、高さHp=4.0mm、長さLp=11mmとマクロ試験に比べて、高さも長さもほぼ同等な評価となった。

### 2.3 試験体TP-7

マクロ試験で初層部に検出された溶込不良(IP)の長さはLm=27mmと中程度であったが、欠陥高さHm=1.0mmと微小であったため、PAでは検出されていない。

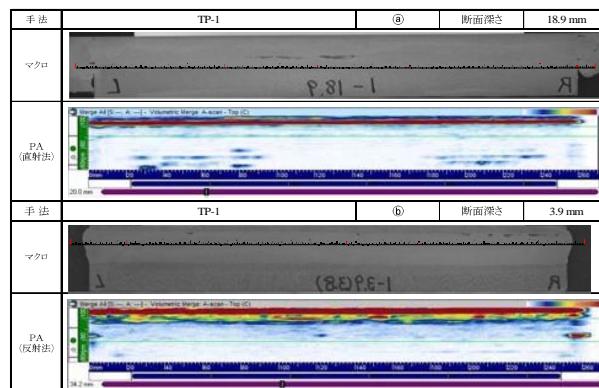


図2.1 マクロ試験及びPAによる画像(TP-1)

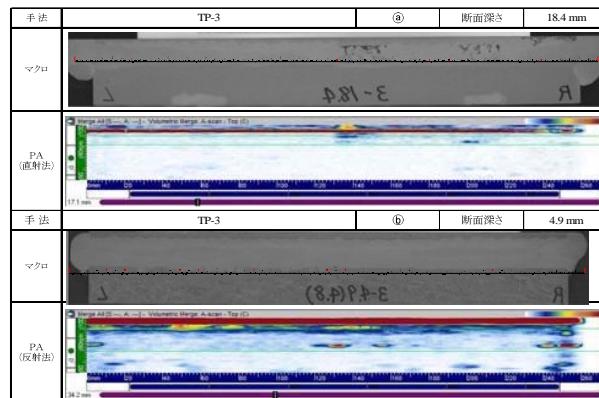


図2.2 マクロ試験及びPAによる画像(TP-3)

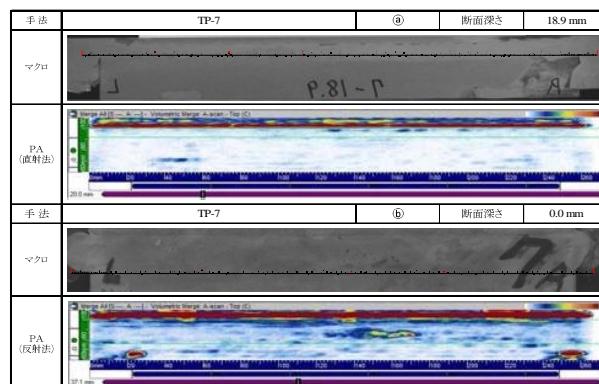


図2.3 マクロ試験及びPAによる画像(TP-7)

Study on the flaw detection accuracy of welding defects due to non-destructive testing using a phased array - Part.4 accuracy of flaw detection result by PA

\*1 Furuki Toyomitsu \*2 Nishizawa Hideki \*3 Nakajima Yoji \*4 Hiroshige Takaaki  
\*5 Sano Tadashi \*6 Shima Tohru \*7 Yamamoto Yuichiro \*8 Katsumi Enomoto

表層部に検出された欠陥は表層近傍における溶接中央部の連続ブローホール（BH）であり、マクロ試験による深さ  $d=3.4 \sim 1.4\text{mm}$  に加えて表面研磨の目視検査でも確認できることから  $d=3.4 \sim 0\text{mm}$  とし、高さ  $H_m=3.9\text{mm}$ 、長さは  $L_m=30.5\text{mm}$  とした。PA では一回反射法で検出され、高さ  $H_p=3.4\text{mm}$ 、長さ  $L_p=12\text{mm}$  であり、マクロ試験に比べて欠陥高さは同等であったが、欠陥長さは過小評価となっている。

### 3. 考察

試験体TP-1, TP-2, TP-3, TP-7, TP-8, TP-9, TP-10におけるマクロ試験による欠陥長さ  $L_m$  と欠陥高さ  $H_m$ 、また PA による欠陥長さ  $L_p$  と欠陥高さ  $H_p$  を比較したものが図 3.1 及び図 3.2 である。

マクロ試験による欠陥寸法の測定は、溶接線方向かつ板厚と平行に裏当金側から  $0.5\text{mm}$  ずつ研磨し、ナイタールによりマクロ観察を行い、欠陥が検出された部分を拡大して寸法計測を行っているため、欠陥高さ  $H_m$  における精度は  $\pm 0.5\text{mm}$  と考えられる。

PAにおいては、溶接部に最も接近する位置から探触子を平行に保持し、 $5\text{mm}$  ピッチずつ 7 往復の横方形走査（Y1 ~ Y14）を行い、直射法と一回反射法で得られた画像を合成し、マクロ試験と同様に、裏当金底から表面まで、深さ  $0.5\text{mm}$  毎に画像化した。

初層で検出された欠陥は直射法により、板厚中央から表面

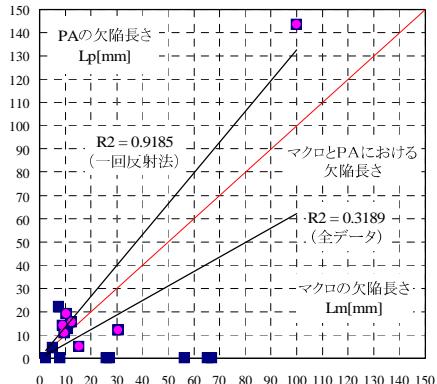


図 3.1 マクロ試験と PA における欠陥長さ

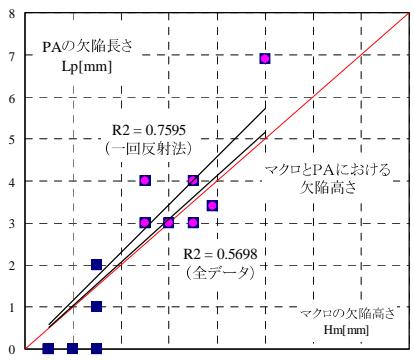


図 3.2 マクロ試験と PA における欠陥高さ

近傍で検出された欠陥は直射法と一回反射法による画像を比較し、エコー高さの高い方法により評価した。欠陥長さ  $L_p$  は PA 画像の橙色部分（エコー高さが 70 ~ 90%）、欠陥高さ  $H_p$  は PA 画像の赤色部分（エコー高さが 90% 以上）で評価した。

図 3.1 におけるマクロ試験と PA との欠陥長さの相関は  $R^2=0.3189$  であり、よい相関とはいえないが、初層部の溶込不良の欠陥高さが  $H_m=0.5 \sim 1.5\text{mm}$  と欠陥高さの低いものを除くと  $R^2=0.9185$  と非常によい相関が得られた。

図 3.2 におけるマクロ試験と PA との欠陥高さの相関は  $R^2=0.5698$  とあまり相関は高くないが、欠陥高さが  $H_m=0.5 \sim 1.5\text{mm}$  と欠陥高さの低いものを除くと  $R^2=0.7595$  と相関が得られた。

初層部の溶込不良（IP）については、欠陥高さ  $H_m=0.5 \sim 1.5\text{mm}$  と小さめだったので、PA では検出が困難であったと考えられる。裏当金付近の溶込不良を検出する場合には、横波の往復反射率が低下し、エコー高さが低くなり欠陥の画像が得られ難いため、探傷感度の設定等を考慮する必要がある。また、一回反射法により表層付近にある壁側及び開先面側の融合不良（LF）及び連続ブローホール（BH）のような欠陥を検出する場合には、超音波ビームの指向性が悪くなり、欠陥の位置精度が低下するため、図 3.3 に示すように欠陥高さ  $H_p$  の相関が低下 ( $R^2=0.5297$ ) する傾向があることから、PAにおいても一般的な UT と同様に、できるだけ直射法で探傷すべきであると考えられる。

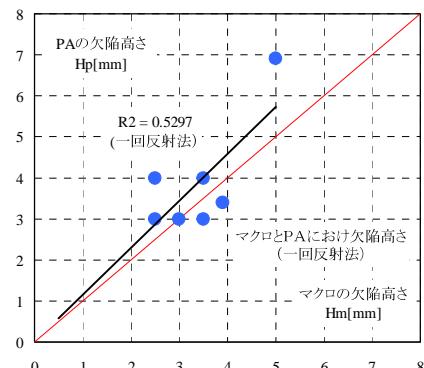


図 3.3 PA における一回反射法による欠陥高さ

### 4. まとめ

マクロ試験と PA における欠陥寸法の推定精度を比較した結果、欠陥高さが微小なものを見除けば、欠陥長さについては非常によい相関が得られた。欠陥高さについても欠陥高さが微小なものを見除けば、よい相関が得られた。

PA を実施する場合には、通常の UT と同様に、できるだけ直射法により探傷し、初層の溶込不良などの欠陥の発生位置によっては、感度設定を考慮する必要があると考えられる。

今後は、欠陥高さが大きく、種々の溶接欠陥を含む試験体を抽出して PA の精度を確認する予定である。

この研究は、AW 検定協議会の研究評価委員会 WG21 において行ったものである。

\*1 (株)鴻池組 \*2 アラップ \*3 (株)大建設計  
\*4 (株)竹中工務店 \*5 (株)大林組 \*6 戸田建設(株)  
\*7 オリンパス(株) \*8 清水建設(株)

\*1 Konoike Construction Co.,Ltd \*2 ARUP \*3 DAIKEN SEKKEL INC.  
\*4 Takenaka Corporation \*5 OBAYASHI CORPORATION \*6 TODA Corporation  
\*7 OLYMPUS Corporation \*8 SHIMIZU Corporation

## フェーズドアレイを用いた非破壊試験による溶接欠陥の探傷精度に関する研究 — その5 RTによる探傷結果の精度 —

正会員 ○廣重隆明<sup>\*1</sup> 正会員 西澤秀樹<sup>\*2</sup> 正会員 古城豊光<sup>\*3</sup> 正会員 中島洋士<sup>\*4</sup>  
正会員 佐野 正<sup>\*5</sup> 正会員 嶋 徹<sup>\*6</sup> 正会員 笠原基弘<sup>\*7</sup> 正会員 榎本克美<sup>\*8</sup>

溶接欠陥 自然欠陥 非破壊試験 フェーズドアレイ 断面マクロ試験 X線透過試験

### 1.はじめに

前報（その3）の実験計画に基づき、本報では試験体の内、TP-1, TP-3, TP-7, TP-8, TP-9 及び TP-10 の6体を対象として、マクロ試験とX線透過試験(RT)による探傷結果について比較及び考察を行った。

### 2. 実験結果

ここでは、代表的な欠陥がみられた試験体TP-1, TP-3, TP-7におけるマクロ試験及びRTによる探傷結果を表2.1示す。また、それらの画像を図2.1～図2.3に示す。

TP-1, TP-3, TP-7の何れの試験体においても、マクロ試験では初層部及び中間層または表層部の2箇所、計6箇所に欠陥が検出されているが、RTでは初層部の溶込不良(IP)はTP-1及びTP-7では検出されていない。なお、ここでRTにおけるデータは、裏当金を1mmまで削除し、フィルム感度は#50、真上からの照射を基本としたが、TP-3においては斜め照射の方が鮮明な欠陥画像が得られたため、斜め照射の方で評価した。

表2.1 マクロ試験及びRTによる探傷結果

試験体番号	欠陥検出位置		欠陥種別	評価手法	RTの照射角度	欠陥 (mm)		
	No.	断面位置				深さ	長さ	高さ
TP-1	①	初層 壁側	溶込不良(IP)	マクロ	斜め	18.9	56.5	0.5
	②	表層 壁側	融合不良(LF)	R.T	真上	0.0	0.0	0.0
TP-3	③	初層 裏当側	溶込不良(IP)	マクロ	斜め	5.9~1.4	100.0	5.0
	④	中間層 開先側	融合不良(LF)	R.T	真上	0.0	97.0	0.0
TP-7	⑤	初層 壁側	溶込不良(IP)	マクロ	斜め35度	18.4	65.5	1.5
	⑥	表層 中央	プローホール(BH)	R.T	斜め35度	0.0	44.0	0.0
					斜め	7.4~4.4	9.5	3.5
					斜め	0.0	9.0	0.0
					斜め	18.9~18.4	27.0	1.0
					斜め	0.0	0.0	0.0
					斜め	3.4~0.0	30.5	3.9
					斜め	0.0	22.0	0.0

### 2.1 試験体TP-1

マクロ試験で初層部に検出された溶込不良(IP)は長さがLm=56.5mmと比較的長いものの、欠陥高さHm=0.5mmと微小であったため、RTでは検出されていない。

表層部に検出された欠陥は壁側の融合不良(LF)であり、マクロ試験による深さd=5.9～1.4mmであることから、高さHm=5.0mm、長さLm=100mmであった。RTではマクロ試験と同様に長さLx=97mmとなっている。

### 2.2 試験体TP-3

マクロ試験で初層部に検出された溶込不良(IP)は高さHm=1.5mmであるためRTでは検出されているが、マクロ試験による長さがLm=65.5mmと比較的長いものの、RTでは長さLx=44mmと過小評価となっている。

中間層に検出された欠陥は開先側の融合不良(LF)であり、マクロ試験による深さd=7.4～4.4mmであることから、高さHm=3.5mm、長さLm=9.5mmであった。RTでも検出されており、

マクロ試験と同様に長さLx=9.0mmであった。

### 2.3 試験体TP-7

マクロ試験で初層部に検出された溶込不良(IP)の長さはLm=27mmと中程度であったが、欠陥高さHm=1.0mmと微小であったため、RTでは検出されていない。

表層部に検出された欠陥は表層近傍における溶接中央部の連続プローホール(BH)であり、マクロ試験による深さd=3.4～1.4mmに加えて表面研磨の目視検査でも確認できることからd=3.4～0mmとし、高さHm=3.9mm、長さはLm=30.5mmとした。RTでは長さLx=22mmであり、マクロ試験に比べて欠陥長さが若干過小評価されている。

### 3. マクロ試験とX線画像の比較

TP-1, TP-3, TP-7, TP-8, TP-9及びTP-10の6体におけるマクロ試験による欠陥長さLmとRTによる欠陥長さLxを比較したものが図3.1である。RTではX線透過写真をデジタル画像化し、欠陥像を拡大観察し、欠陥長さLxを求めた。

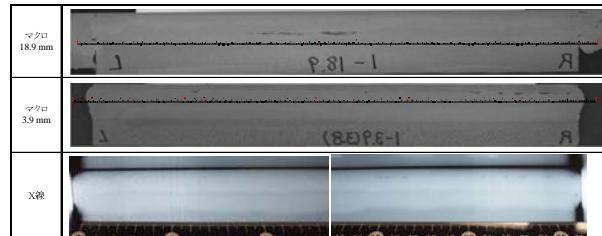


図2.1 マクロ試験及びRTによる画像 (TP-1)

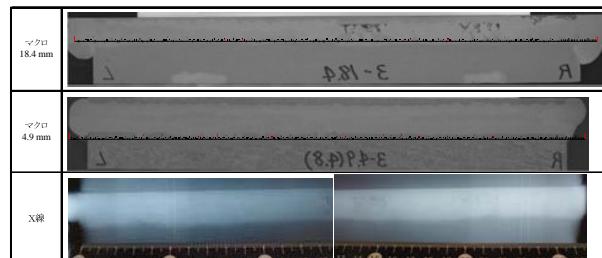


図2.2 マクロ試験及びRTによる画像 (TP-3)

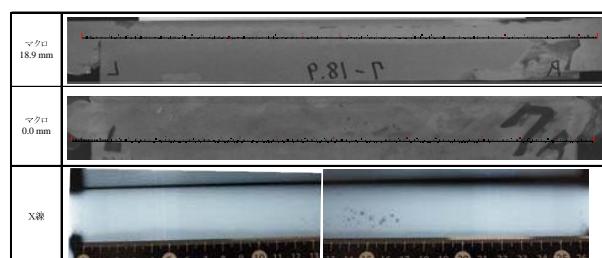


図2.3 マクロ試験及びRTによる画像 (TP-7)

Study on the flaw detection accuracy of welding defects due to non-destructive testing using a phased array - Part.5 accuracy of flaw detection result by RT

\*1 Hiroshige Takaaki \*2 Nishizawa Hideki \*3 Furuki Toyomitsu \*4 Nakajima Yoji  
\*5 Sano Tadashi \*6 Shima Tohru \*7 Kasahara Motohiro \*8 Katsumi Enomoto

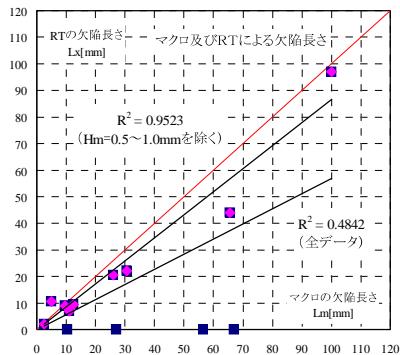


図 3.1 マクロ試験と RT における欠陥長さ

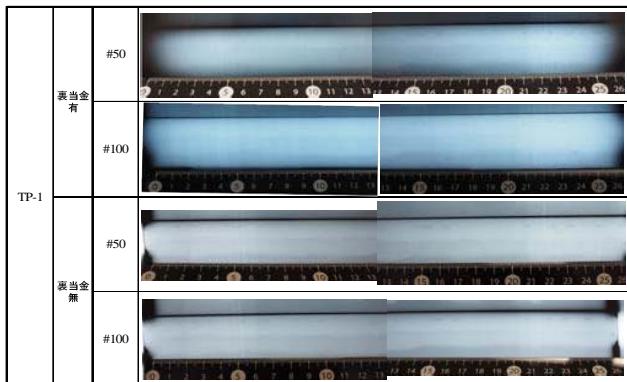


図 4.1 RT による画像 (TP-1) 真上照射

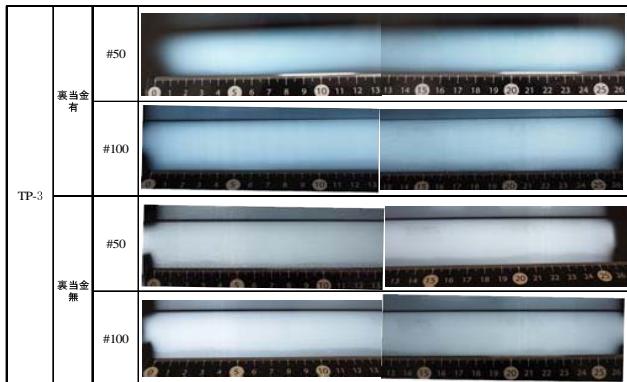


図 4.2 RT による画像 (TP-3) 真上照射

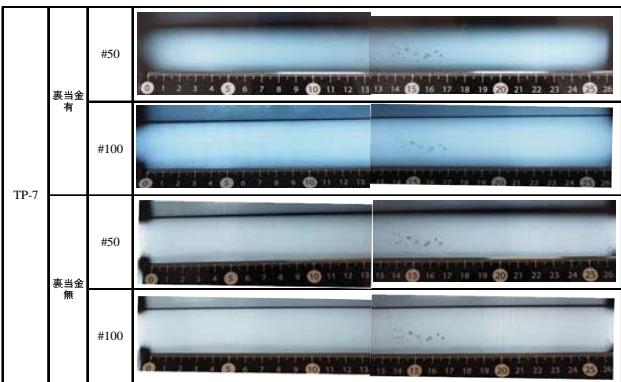


図 4.3 RT による画像 (TP-7) 真上照射

図 3.1 によるマクロ試験と RT における欠陥長さの相関は  $R^2=0.4842$  で相関はあまり高くなかったが、溶込不良及び融合不良の欠陥高さが小さかったこと、欠陥の傾きによって RT では検出が困難であったことが原因であり、検出できなかった欠陥高さ  $Hm=0.5 \sim 1.0\text{mm}$  を除くと  $R^2=0.9523$  となり、ほぼマクロ試験と同等な結果が得られた。

#### 4. X線画像における鮮鋭度の検証

RT の鮮鋭度を確認するため、裏当金の有無 ( $t=9\text{mm}, 1\text{mm}$ )、フィルム感度 (#50, #100) の影響について、一般に行われている真上からの照射で比較した（図 4.1～図 4.3）。裏当金無し、フィルム感度が #50 の方が欠陥像の鮮鋭度が向上するが、TP-7 における欠陥 (BH) の鮮鋭度には影響が少ない。

RT の照射角度による欠陥の鮮鋭度を確認するため、開先角度 35 度方向に照射した結果を図 4.4 に示す。TP-3 における図 4.2 と図 4.4 を比較すると、35 度照射の方が鮮鋭度が向上していることがわかる。これは欠陥形状が照射方向によって欠陥の透過厚さが変化することが原因と考えられる。

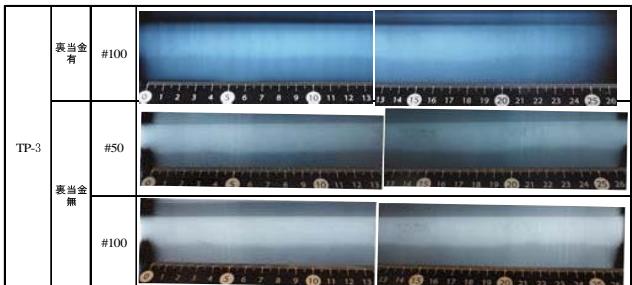


図 4.4 照射角度による影響 (TP-3) 35 度斜め照射

#### 5.まとめ

マクロ試験と RT における欠陥長さの推定精度を比較した結果、全データによる欠陥長さについては相関があまり高くなかったものの、微小な欠陥高さのものを除けば RT における相関は非常に高い結果が得られた。なお、欠陥高さの大小、裏当金の削除の有無、フィルム感度及び照射方向により、透過写真の鮮鋭度が異なり、欠陥の検出、欠陥種別の判定及び欠陥長さの評価に差異が生じることがわかった。

一般的な X 線透過試験では、フィルム感度 #100、裏当金を削除せずに、真上からの照射による撮影方法が実施されているが、裏当金を 1mm まで削除し、フィルム感度を #50 にして撮影すれば、照射時間も同等のままで、鮮鋭度が向上した高品質な透過写真が得られる。

プローホールなど、塊状欠陥を検出する場合には鮮鋭度はほとんど無関係であるが、溶込不良、融合不良及び割れなどの面状欠陥では、その鮮鋭度によって欠陥検出の有無はもとより、欠陥種別の誤判定や的確な欠陥の評価判定ができなくなる可能性が高いため、構造的に悪影響を及ぼす有害な溶接欠陥を適正に評価するためには、撮影方向及び撮影配置等を考慮し、裏当金を 1mm まで削除し、フィルム感度 #50 を用いて撮影する方が効果的であった。

\*1 (株)竹中工務店 \*2 アラップ \*3 (株)鴻池組  
 \*4 (株)大建設計 \*5 (株)大林組 \*6 戸田建設(株)  
 \*7 (有)アクトエイジョンホール \*8 清水建設(株)

\*1 Takenaka Corporation \*2 ARUP \*3 Konoike Construction Co.,Ltd  
 \*4 DAIKEN SEKKELINC. \*5 OBAYASHI CORPORATION \*6 TODA Corporation  
 \*7 Act-Creation-Heart Co.,Ltd \*8 SHIMIZU Corporation