

# 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\*1 正会員 西澤秀樹\*2 正会員 古城豊光\*3 正会員 廣重隆明\*4  
正会員 佐野 正\*5 正会員 嶋 徹\*6 正会員 笠原基弘\*7 正会員 榎本克美\*8

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。

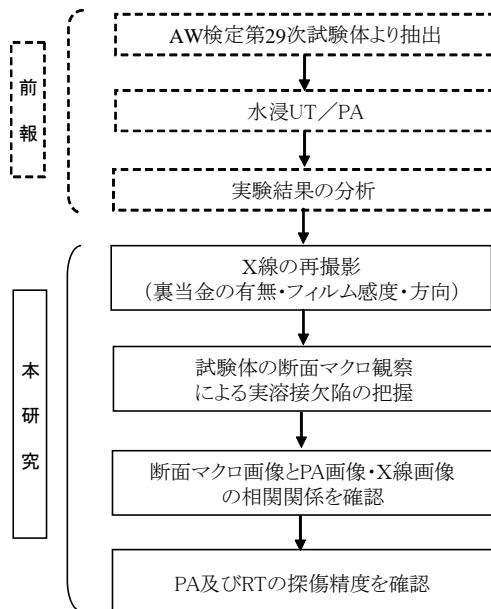


図 2.1 探傷計画の手順

#### 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  $t=19\text{mm}$  で、RT では余盛を 1mm まで削除したが、裏当金 ( $t=9\text{mm}$ ) 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。

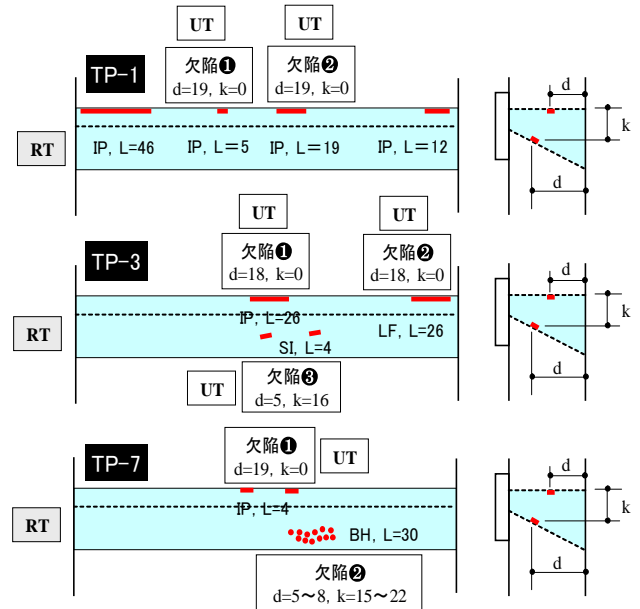


図 2.2 抽出した試験体の RT 及び UT 結果

### 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 ( $d=15\text{mm}$ ,  $\phi 1\text{mm}$ ) 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。

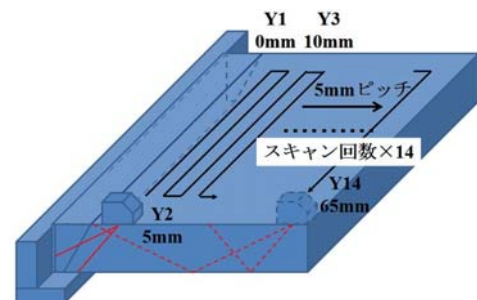


図 3.1 フェーズドアレイにおける探触子走査

## 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

③感度校正 (TCG)

STB-A1 に準じた深さが  $d=10\text{mm}, 20\text{mm}, 30\text{mm}$  の  $\phi 1\text{mm}$  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。

⑤ X 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 ( $\theta$ )	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 ( $d=18.9\text{mm}$ ) から 0.5mm ごとに溶接線全長を板厚と平行にスライスし、エッチング後、写真撮影を行い、全断面 (板厚底  $\sim d=1.4\text{mm}$ ) 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。

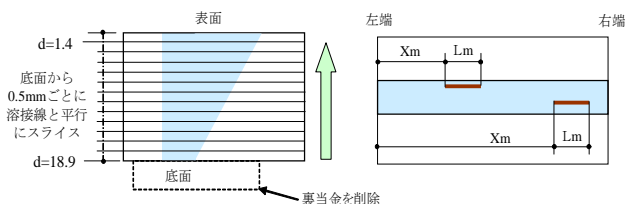


図 3.2 断面ごとのマクロ試験方法と欠陥評価

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  $t=19\text{mm}$  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。

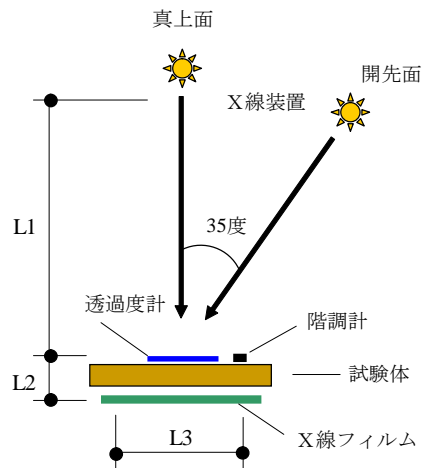


図 3.3 X線透過試験における撮影配置

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テクノロジー(株)に技術協力を頂いたことに謝意を表す。

\*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)アクトエイションハート \*8 清水建設(株)

\*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