

薄板溶接部における斜角探触子を用いた簡便な超音波探傷法の適用

正会員 ○笠原基弘*1 正会員 廣重隆明*2 正会員 横田和伸*3 正会員 服部和徳*4
正会員 中野達也*5 正会員 嶋 徹*6 正会員 板谷俊臣*7 正会員 中込忠男*8

超音波探傷試験 斜角探触子 周波数 屈折角 溶接欠陥 薄板

1. はじめに

日本建築学会「鋼構造建築溶接部の超音波探傷検査規準・同解説」2018(学会 UT 規準)では、板厚が6mm以上を対象とし、斜角探触子の屈折角が70度または65度を用いて探傷することが標準となっている。しかし、板厚が9mm以下の溶接部では通常の三角関数を用いた斜角探傷法を適用することが難しいため、本報では9mm以下の薄板溶接部にも適用できる簡便な超音波探傷法の適用について実験を行った。

2. 試験体

製作した試験体の形状を図2.1、外観を図2.2に、試験体の欠陥寸法を表2.1に示す。材質はSS400、表面は黒皮とした。

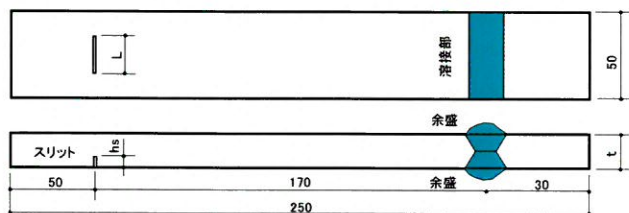


図 2.1 試験体の形状

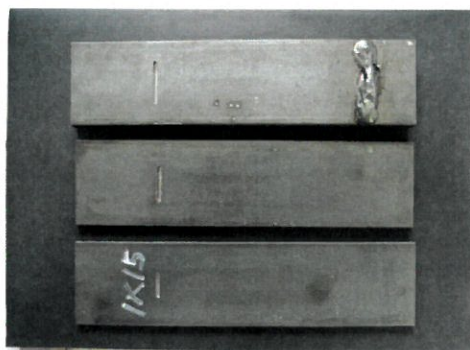


図 2.2 試験体の外観

表 2.1 試験体の欠陥寸法

板厚 t (mm)	人工スリットの寸法 (mm)					
	高さ hs	長さ L	高さ hs	長さ L	高さ hs	長さ L
4.5	1.0	15	2.0	20	3.0	25
6.0						
9.0						

3. 探傷装置及び斜角探触子

使用した探傷装置及び斜角探触子を表3.1に示す。本報では、通常の三角関数を用いた斜角探傷法を用いず、溶接部から探触子を一定の探触子距離Yに配置し、全断面に超音波ビームを伝搬させるため、できるだけ屈折角が大きくなるようにした。なお、屈折角が大きくなると図3.1に示すように急激に横波往復通過率 τ が低下するため、屈折角 θ は75度～80度とした。

表 3.1 探傷装置及び斜角探触子

超 音 波 探 傷 器		
形 式	汎用型デジタル探傷器 U1-S7	
斜 角 探 触 子		
諸 特 性	形 式	
	5M10×10A80	3M10×10A75
周 波 数	4.7 MHz	2.9 MHz
接近限界距離	12.0 mm	12.0 mm
STB屈折角	78.1 度	74.6 度
A 1 感 度	69.0 dB	70.6 dB
A 2 感 度	31.6 dB	35.1 dB
遠距離分解能	3 mm	5 mm
不 感 帯	17.5 mm	18.0 mm

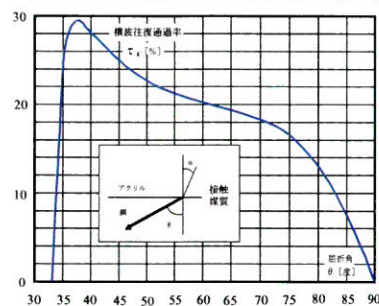


図 3.1 横波往復通過率

4. 標準試験片 $\phi 4 \times 4$ の距離振幅特性

A2形系 STB の $\phi 4 \times 4$ における各探触子位置(図4.1)の $Y=2t \sim 6t$ における最大エコー高さを測定した。

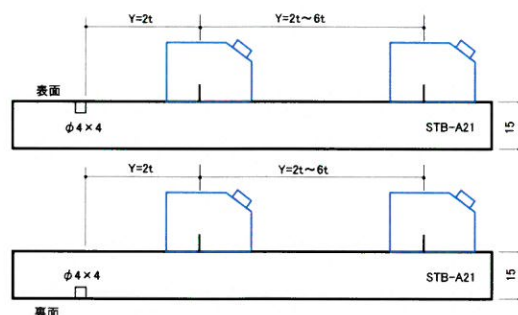


図 4.1 STB-A21- $\phi 4 \times 4$ における探触子位置

5. 各試験体におけるスリットの距離振幅特性

各試験体におけるスリットの各探触子位置(図5.1)の $Y=2t \sim 6t$ における最大エコー高さを測定した。

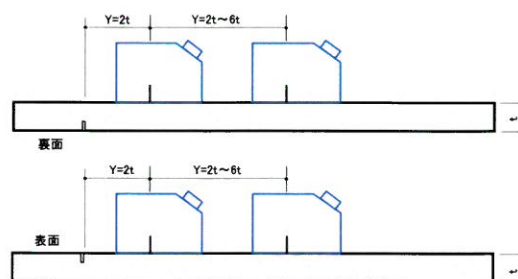


図 5.1 STB-A21- $\phi 4 \times 4$ における探触子位置

Applying simple ultrasonic testing method using the angle probe for thin weld

*1 Kasahara Motohiro *2 Hiroshige Takaaki *3 Yokota Kazunobu *4 Hattori Kazunori
*5 Nakano Tatsuya *6 Shima Toru *7 Itatani Toshiomi *8 Nakagomi Tadao

6. 実験結果

6.1 標準試験片における $\phi 4 \times 4$ のエコー高さ

STB-A21の $\phi 4 \times 4$ における各探触子位置 ($Y=2t \sim 6t$) のエコー高さの測定結果を図6.1に示す。エコー高さ H_o (0dB) は表面及び裏面の探触子位置 $Y=2t$ におけるエコー高さを基準とした。5MHz及び3MHzも同様に、エコー高さは縦穴の表面からの探傷の方が低く、 $Y=4t$ が最も低くなっている。これは表面近傍の超音波の音圧が探触子位置によって低くなっていることが原因であるが、 $Y=5t$ 程度以上では裏面からの超音波ビームの反射により、 H_o は高くなっていく傾向がみられる。

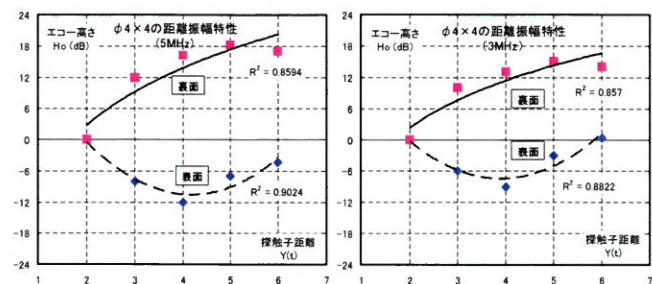


図 6.1 $\phi 4 \times 4$ の距離振幅特性

6.2 各試験体におけるスリットのエコー高さ

各試験体のスリットにおける各探触子位置 ($Y=2t \sim 6t$) のエコー高さの測定結果を図6.2に示す。エコー高さ H_o (0dB) はSTB-A3の入射点測定用のスリット ($h_s=2mm$) の最大エコー高さを基準とした。5MHz及び3MHzも表面からの探傷による

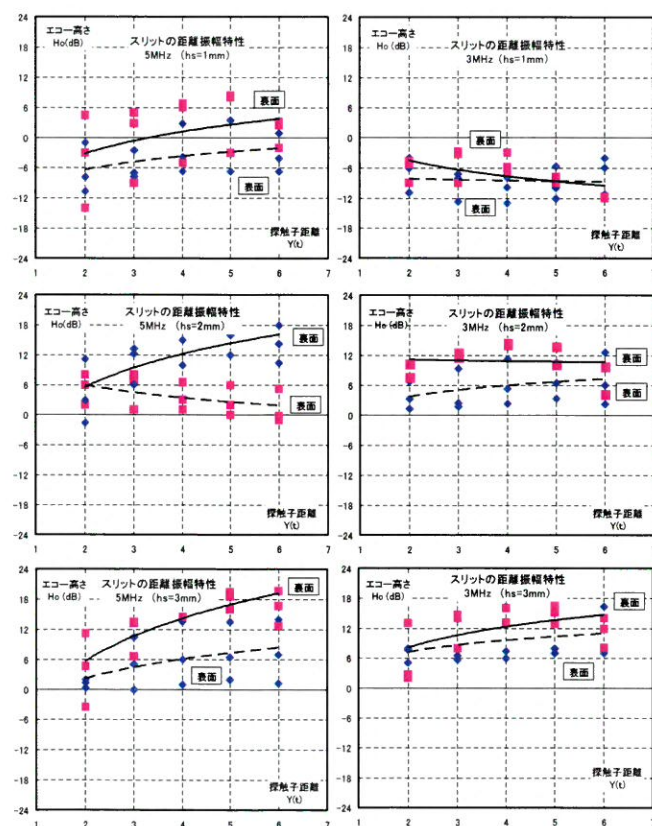


図 6.2 各試験体におけるスリットの距離振幅特性

エコー高さ H_o の方が低い、探触子距離 Y が大きくなると裏面と表面によるエコー高さ H_o の差異は少なくなる。図6.3に示すように探触子位置 $Y=5t$ におけるスリットのエコー高さ H_o の差異は少なくなり、5MHzに比べて3MHzの方が裏面と表面の H_o は近づく。これは、図6.4に示すように超音波ビームの音場に差異があるため、3MHzの方が指向性の広がりが大きくなるそれが理由と考えられる。

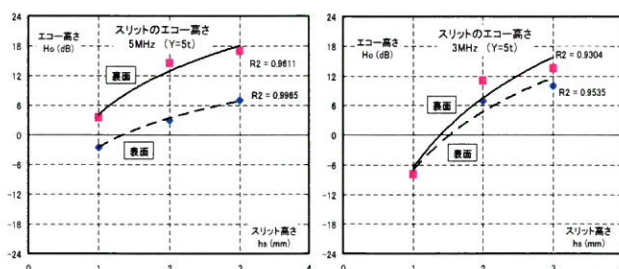


図 6.3 スリット高さとのエコー高さ

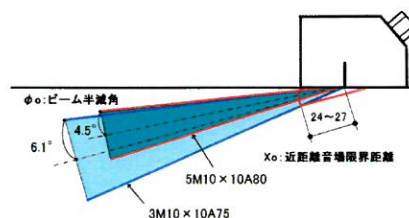


図 6.4 異なる周波数の探触子における音場の差異

6.3 各試験体におけるスリット長さの測定

探触子位置 $Y=5t$ におけるスリット長さの測定結果を図6.5に示す。スリットの長さはエコー高さ H_o-12dB 間の探触子の移動距離により求めた。スリット長さの測定精度は非常によい結果が得られた。

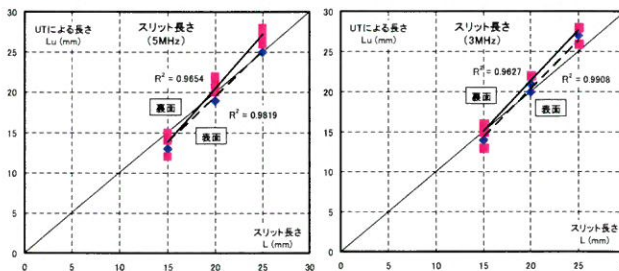


図 6.5 スリット長さの測定精度

6.4 余盛の影響についての確認

探触子位置 $Y=5t$ において溶接線と平行に探触子を横方形走査を行った際の余盛部からのエコーについて確認したが、探触子位置 $Y=5t$ では余盛のエコーは検出されないことから余盛部が本報における超音波探傷法に及ぼす影響はないことがわかった。

7. まとめ

板厚 t が 9mm 以下の薄板溶接部における超音波探傷法を提案し、探触子距離 $Y=5t$ 程度で横方形走査を行うことで、通常の三角関数を用いた探傷によらず、簡便な探傷が可能であることがわかった。

*1 (有)アクトエーションハート *2 (株)竹中工務店 *3 (株)NTTファシリティーズ
*4 (一財)ベターリビング *5 宇都宮大学
*6 戸田建設(株) *7 永井製作所 *8 信州大学

*1 Act-Creation-Heart Co., Ltd. *2 Takenaka Corporation *3 NTT Facilities Inc.
*4 Center for Better Living *5 Utsunomiya University
*6 TODA Corporation *7 Itatani Toshio *8 Shinshu University