

探傷不能領域を有するフランジ端部の超音波探傷試験による溶接欠陥の検出

正会員 ○笠原基弘*1 正会員 吉成 裕*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 廣重隆明*6 正会員 中込忠男*7

超音波探傷試験 屈折角 溶接欠陥 探傷不能領域 フランジ端部

1. はじめに

図1に示すような梁ブラケットが角形鋼管柱仕口部に直角ではなく斜めに取り付く場合、また円形鋼管柱に取り付く場合には、梁フランジ溶接部に超音波探傷試験(UT)を実施する際、端部に探傷不能領域が存在し、UTによって溶接欠陥を適正に検出・評価できなくなることがある。

そこで、梁フランジ溶接端部の探傷不能領域に存在する溶接欠陥を適正に検出・評価するための実験を行った。

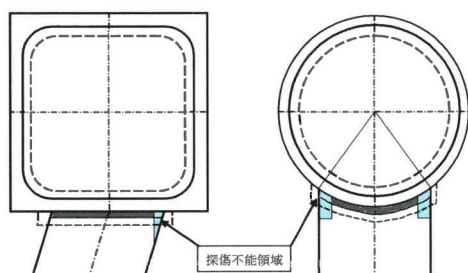


図1. 探傷不能領域を有する溶接端部

2. 試験体

試験体形状を図2.1、試験体の各種寸法を表2.1に示す。

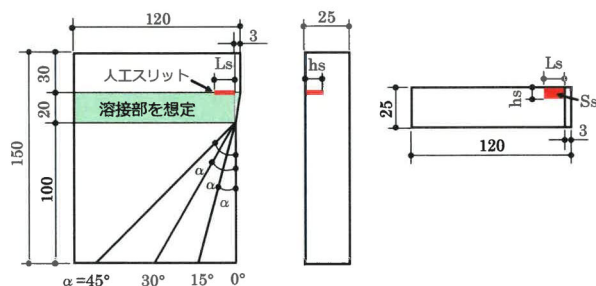


図2.1 試験体形状

表2.1 試験体の各種寸法

鋼種	板厚 t (mm)	フランジ の傾斜角 α (°)	スリットの寸法 (mm)		
			長さ Ls	高さ hs	面積 Ss
SN400B	25	0	7	4	28
			8	8	56
			15	4	60
			8	120	960
		15	7	4	28
			8	8	56
			15	4	60
			8	120	960
		30	7	4	28
			8	8	56
			15	4	60
			8	120	960
		45	7	4	28
			8	8	56
			15	4	60
			8	120	960

3. 試験方法

3.1 斜角探触子の形式

使用した斜角探触子の形式を表3.1に示す。

3.2 探傷器

探傷器は汎用型デジタル探傷器を使用した。

表3.1 斜角探触子の形式

周波数 (Hz)	振動子寸法 (mm)		屈折角 θ (°)	探 触 子 式	探 触 子 表 示
	高さ	幅			
5	5	10	45	5M5×10A45	5M5A45 ▲
			60	5M5×10A60	5M5A60 ●
			65	5M5×10A65	5M5A65 ■
	10		60	5M10×10A60	5M10A60 □
			65	5M10×10A65	5M10A65 □
			70	5M10×10A70	5M10A70 ◇
4	8	9	45	4M8×9A45	4M8A45 ▲
			60	4M8×9A60	4M8A60 ●
			65	4M8×9A65	4M8A65 ■
			70	4M8×9A70	4M8A70 ◆
3	5	10	45	3M5×10A45	3M5A45 ▲
			60	3M5×10A60	3M5A60 ●
			65	3M5×10A65	3M5A65 ■
	10		45	3M10×10A45	3M10A45 ▲
			60	3M10×10A60	3M10A60 □
			65	3M10×10A65	3M10A65 □
			70	3M10×10A70	3M10A70 ◇
			70	3M10×10A70	3M10A70 ◇

表3.2 探傷条件

エコー高さ 区分線の作成	屈折角における探傷感度の調整			
	45度	60度	65度	70度
A2形系STB・φ4×4	U線 (Ho+6dB)	L線 (Ho-12dB)	M線 (Ho-6dB)	H線 (Ho±0dB)

表3.3 傾斜角に対する屈折角の超音波ビームの入射角

フランジ 傾斜角 α (°)	屈折角 θ (°)	ビーム 入射角 β (°)	フランジ 傾斜角 α (°)	屈折角 θ (°)	ビーム 入射角 β (°)
0	45	45	30	45	15
	60	30		60	0
	65	25		65	5
	70	20		70	10
15	45	30	45	45	0
	60	15		60	15
	65	10		65	20
	70	5		70	25

3.3 探傷条件

エコー高さ区分線および探傷感度は、標準試験片A2形系STB・φ4×4を基準とし、屈折角ごとに表3.2とした。フランジ傾斜角αに対する屈折角θによる超音波ビームの入射角βとの関係を表3.3に示す。

3.4 探傷方法

探傷は図3.1のように、フランジ端部の側面に探触子を配置し、スリットからの最大エコー高さHo (dB)と探触子の移動距離ΔYによる欠陥指示長さLdを測定した。

3.5 エコー高さの閾値

スリットからの最大エコー高さHo (dB)の閾値は-18dB、欠陥指示長さLdはL線カット法により求めた。

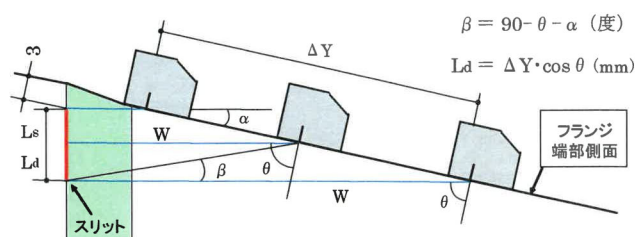


図3.1 フランジ端部側面からの探傷

Detection of Weld Defects by Ultrasonic Testing of Flange Ends with Non-Detectable Areas

*1 Kasahara Motohiro *2 Yoshinari Yutaka *3 Yokota Kazunobu *4 Hattori Kazunori
*5 Nakano Tatsuya *6 Takaaki Hiroshige *7 Nakagomi Tadao

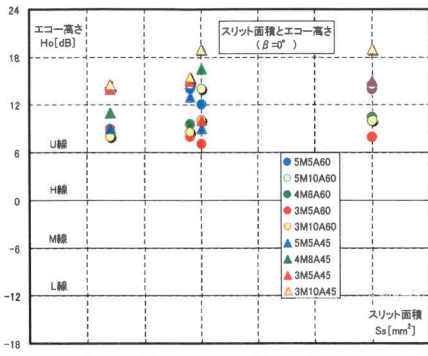


図 4.1 スリット面積とエコー高さ ($\beta = 0^\circ$)

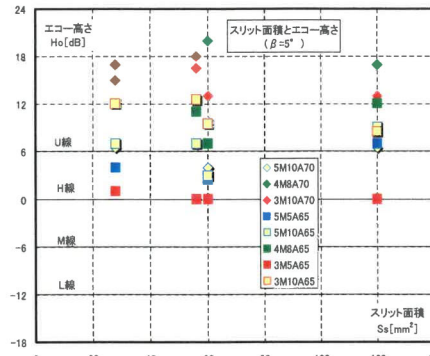


図 4.2 スリット面積とエコー高さ ($\beta = 5^\circ$)

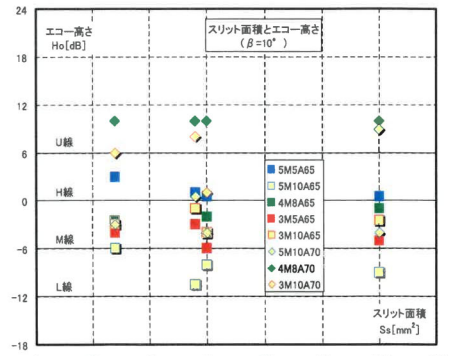


図 4.3 スリット面積とエコー高さ ($\beta = 10^\circ$)

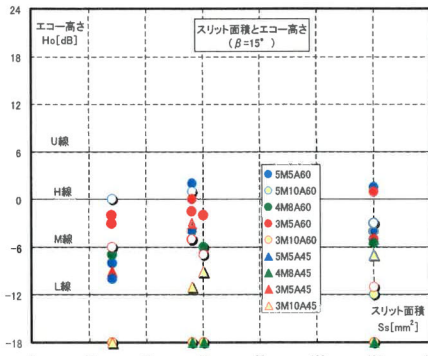


図 4.4 スリット面積とエコー高さ ($\beta = 15^\circ$)

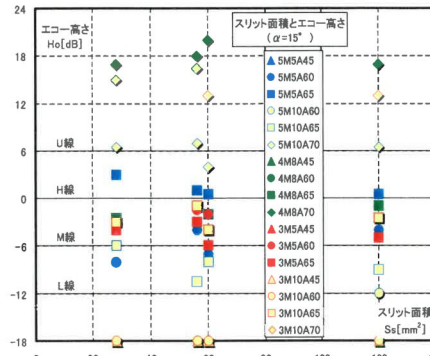


図 4.5 スリット面積とエコー高さ ($\alpha = 15^\circ$)

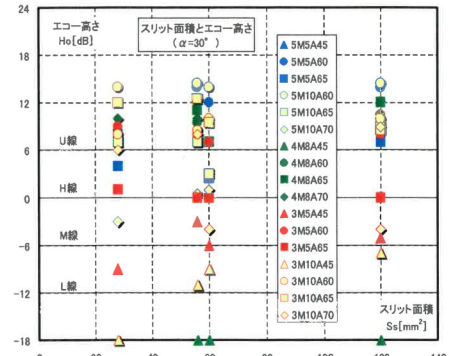


図 4.6 スリット面積とエコー高さ ($\alpha = 30^\circ$)

4. 実験結果

4.1 超音波ビームの入射角とエコー高さ

図 4.1～図 4.4 に、超音波ビームの入射角 β が $0 \sim 15^\circ$ の場合のスリット面積 S_s とエコー高さ H_o の関係を示す。 $\beta = 0 \sim 5^\circ$ の場合にはエコー高さ H_o が非常に高いが、 $\beta \leq 10^\circ$ の場合にはエコー高さ H_o が徐々に低くなり、その傾向は周波数が高いほど、振動子寸法が大きいほどエコー高さ H_o は低くなる。 $\beta = 10^\circ$ 程度の場合には $3M10 \times 10A70$ または $4M8 \times 9A70$ を適用する方がよい。 $\beta \leq 15^\circ$ の場合にはエコー高さ H_o は L 線を超えずに検出できない場合がある。

4.2 フランジの傾斜角とエコー高さ

図 4.5～図 4.7 に、フランジの傾斜角 α が $15^\circ, 30^\circ, 45^\circ$ の場合のスリット面積 S_s とエコー高さ H_o の関係を示す。 $\alpha = 15^\circ$ の場合には、 $3M10 \times 10A70$ または $4M8 \times 9A70$ を適用すればエコー高さ H_o が非常に高くなる。 $\alpha = 30^\circ$ の場合には、屈折角 θ が 60° または 65° の探触子を適用すればエコー高さ H_o が非常に高くなり、 $3M10 \times 10A70$ または $4M8 \times 9A70$ を使用してもエコー高さ H_o は高くなる。 $\alpha = 45^\circ$ の場合には、屈折角 θ が 45° の探触子を適用すれば、エコー高さ H_o は何れの場合も非常に高くなる。

4.3 スリット長さと欠陥指示長さ

図 4.8 に、超音波ビームの入射角 $\beta = 0^\circ$ と 5° の場合のスリット長さ L_s と欠陥指示長さ L_d の関係を示す。スリット長さ L_s に対し、探触子の移動距離 ΔY から求めた欠陥指示長さ L_d の測定精度は $-1 \sim +3\text{mm}$ の範囲であった。

5. まとめ

- 梁ブラケットが傾斜して取り付く場合の端部側面からの適切な斜角 UT 条件について検討した結果、次のことが分かった。
- (1) 梁ブラケットの傾斜角によって、適切に超音波ビームが入射するように適切な探触子を選定することが必要である。
 - (2) 欠陥指示長さは、端部側面からの探触子の移動距離により求めることができる。
 - (3) フランジ端部の探傷不能領域における溶接欠陥は、端部側面からの斜角 UT により検出可能である。

*1 (有)アクトエーションハート *2 (株)久米設計
 *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 (株)竹中工務店 *7 信州大学

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

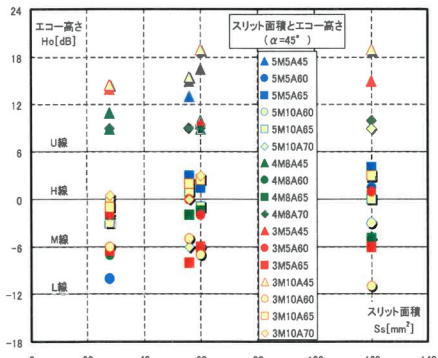


図 4.7 スリット面積とエコー高さ ($\alpha = 45^\circ$)

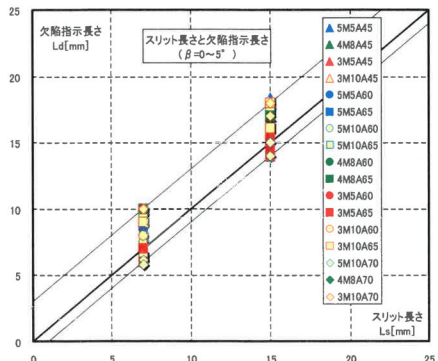


図 4.8 スリット長さと欠陥指示長さ