

30度開先の実用化に向けた炭酸ガスアーク溶接における品質確保に及ぼす影響

正会員 ○櫻本勇次 1* 同 中込忠男 2* 非 清水一彦 3*
 非 土屋真一 4* 非 飯田康雄 5* 非 伊藤征人 6*

開先角度 溶接欠陥 ルート間隔
 超音波探傷試験 X線透過試験

1. はじめに

建築鉄骨における炭酸ガスアーク半自動溶接を用いたレ形開先形状は、(一社)日本鋼構造協会(JSSC)の溶接開先標準(JSS I 03-2005)で30度開先が追加された後も35度開先が主流であり、(一社)日本建築学会(AIJ)のJASS6鉄骨工事の改定において30度開先が採用されたとしても、施工実績が少ないことから関係者において実物件での採用を懸念される可能性がある。

そこで、2012年に報告した「開先角度の違いによる溶接接合部の性能評価」を踏まえ、今後30度開先による実施工を想定して、ルート間隔と溶接技能者の技量の違いが品質に及ぼす影響について検証する。

2. 溶接試験体及び溶接条件

2.1 溶接試験体

溶接試験体の形状を図2.1に、開先形状を表2.1に示す。試験体の材質はSN490B、溶接姿勢は下向で行った。

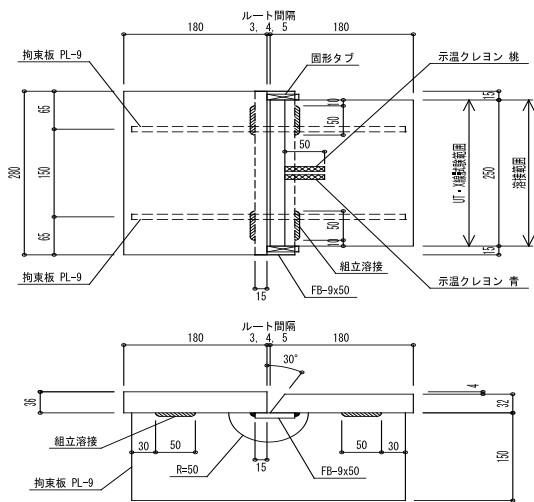


図 2.1 溶接試験体の形状

表 2.1 開先形状とルート間隔

開先角度	30±1度
ルート面	0mm
裏当金と母材の肌すき	0.5mm以下
ルート間隔	3mm、4mm、5mm

30度開先における標準ルート間隔(以下:RG)は5mmであり、許容差は-1mm(RG=4mm)であるが、施工条件の悪化を考慮して-2mm(RG=3mm)も加えた。

2.2 溶接条件

溶接条件を表2.2に示す。溶接技能者の技量には明確な区分が存在しないことから、炭酸ガスアーク溶接におけるJIS検定の有資格者により、保有資格によって表2.3の様に分類し、試験体数はルート間隔毎に2体ずつとした。

なお、施工経験による差異を可能な限り少なくするため、事前練習は行っていない。

表 2.2 溶接条件

溶接材料	ワイヤ径	電圧	電流	溶接速度
YGW18	φ1.2mm	33±5V	300±50A	15cm/min以上
ガス流量	パス間温度	入熱	パス数	ノズル形状
20~25L/min	350℃以下	40kJ/cm以下	自由	自由

表 2.3 溶接技能者の技量区分と試験体数

溶接技能者 技量区分	JIS 検定資格	人数	ルート 間隔	試験体数			
				数	計		
①	SA-3F かつ SA-3H 又は SA-3V	5	10	3mm	2	10	30
				4mm	2	10	
				5mm	2	10	
②	SA-3F	5	10	3mm	2	10	30
				4mm	2	10	
				5mm	2	10	

3. 適用した非破壊試験

図2.1に示す試験範囲について、X線透過試験(RT)及び表3に示す超音波探傷試験(UT)を実施した。RTはJIS Z3104:1995(像質A級)、UTはAIJ「鋼構造建築溶接部の超音波探傷検査規準・同解説」2008年に準拠した。

表 3 超音波探傷試験条件

探傷器	UI-S7	
探触子	5C10×10A70	5C10×10A65
探傷感度	φ4×4 H線	φ4×4 M線
感度補正	V透過法による補正	
DAC	STB-A21 φ4×4	
接触媒質	グリセリン水溶液 90%以上	
探傷法	直射法(両面両側)	

4. 非破壊試験の結果

4.1 X線透過試験 (RT)

検出された欠陥は溶込不良 (IP) とブローホール (BH) であり、JIS による欠陥の分類では表 4.1 のように分類されており、その試験結果を表 4.2 に示す。なお、始終端部 32mm 間の欠陥は含まれていない。技量区分①では RG の差異は明確ではなかったが、技量区分②の場合は RG の広い方が上位の等級分類に移行している。

表 4.1 欠陥種別による分類 (許容限度)

種別	欠陥名称	1類	2類	3類	4類
第1種	ブローホール	4点	12点	24点	25点
	パイプ				
第2種	溶接不良	8mm	10mm	16mm	17mm
	融合不良				
第3種	割れ	長さに関わらず4類			

表 4.2 RT による試験結果

技量区分	①				②			
	1類	2類	3類	4類	1類	2類	3類	4類
RG3	80%	0%	20%	0%	10%	30%	0%	60%
RG4	100%	0%	0%	0%	50%	10%	10%	30%
RG5	80%	0%	0%	20%	40%	10%	10%	40%
計	87%	0%	7%	7%	33%	17%	7%	43%

4.2 超音波探傷試験 (UT)

AII-UT 規準における欠陥評価長さの不合格境界値を表 4.3 に示す。図 4.1 にルート間隔の違いによる試験結果を示す。なお、始終端部 32mm 間の欠陥は含まれていない。屈折角に関わらず、技量区分①は合格率に明確な傾向はみられなかったが、技量区分②は RG の広い方が合格率は向上している。

表 4.3 UT における合否判定境界値

エコー高さの領域	欠陥評価長さの不合格境界値	
	単独	溶接線の総和
II	48mm	64mm
III・IV	32mm	48mm
V	24mm	32mm

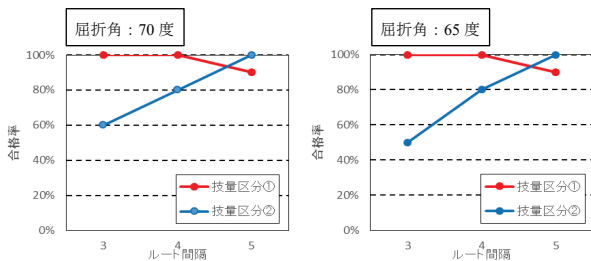


図 4.1 技量区分 UT における試験結果

検出された欠陥位置断面分布を図 4.2 に示す。なお、欠陥指示長さ以上のきずを欠陥としてプロットしている。屈折角の違いに関わらず初層部に欠陥が検出される傾向

にあるが、RG が広がるにつれて減少傾向にある。中間層部以上では RG3 mm は均一に、RG4 mm は壁側に、RG5 mm は開先側に検出される傾向を示した。また、屈折角 65° は開先側、屈折角 70° は壁側に検出される傾向を示した。

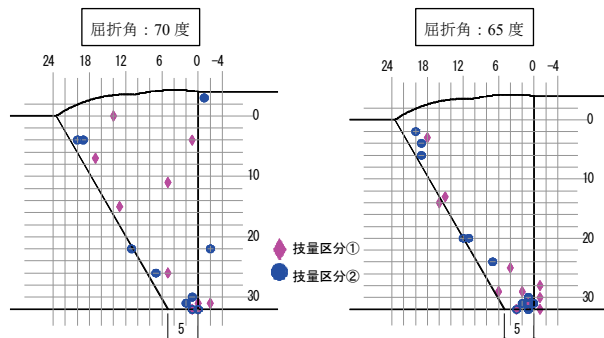


図 4.2 欠陥位置断面分布図 (RG5)

欠陥の最大欠陥評価長さとの RG の関係を図 4.3 に示す。屈折角に関わらず、技量区分①は欠陥評価長さの最大値は短く明確な傾向はみられなかったが、技量区分②は RG の広い方が最大値は短くなる傾向を示した。

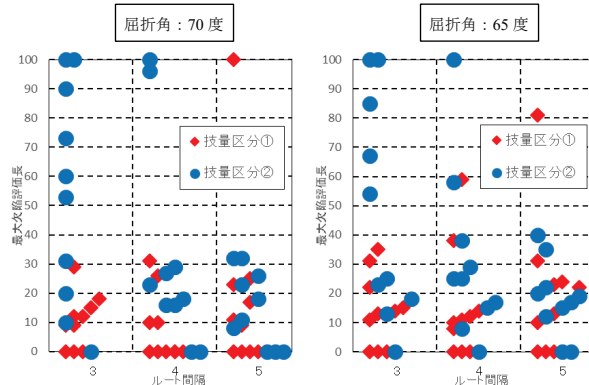


図 4.3 RG 別最大欠陥評価長さ分布図

5. まとめ

30 度開先におけるルート間隔及び溶接技能者の影響について検証した結果を下記に示す。

- ① ルート間隔が狭くなると初層の溶込不良や壁側及び開先側の融合不良の発生率が高くなり、UT による不合格率の増加につながる事が分かった。
- ② 基本級だけ保有する溶接技能者においてはルート間隔が狭くなると UT による不合格率が増加する傾向を示すものの、専門級を保有する溶接技能者の方はルート間隔の影響には緩慢であった。
- ③ ルート間隔は、標準値の 5 mm 以上であれば基本級だけ保有する溶接技能者においても良好な溶接が出来る。なお、この試験は (一社) 山梨県鉄構溶接協会の溶接安全委員会と青年部会にて計画・実施した。