

CO<sub>2</sub> 溶接における溶接熱影響部の靱性変化について

正会員 ○ 廣重隆明\*<sup>1</sup> 正会員 森田耕次\*<sup>2</sup> 正会員 石原完爾\*<sup>3</sup>  
同 豊田耕造\*<sup>4</sup> 同 加藤正敦\*<sup>5</sup> 同 岡野昌明\*<sup>6</sup>  
同 古城豊光\*<sup>7</sup>

CO<sub>2</sub> 溶接 溶接熱影響部 靱性値

1. はじめに

溶接施工において、溶接熱影響部 (HAZ) の品質を確保することは、溶接部の継手性能を決定付ける重要なパラメータである。そこで、HAZ 部の品質劣化の程度を調べることを目的として、鋼材及び溶接入熱・パス間温度等の溶接条件を一定とした中で、溶接金属と母材の界面 (FL) を含めた HAZ 内の靱性値分布をシャルピー衝撃試験により把握することとした。本試験では、再熱細粒化による影響に配慮し、FL が直線になるように試験片を採取するとともに、ノッチについても、通常のサイドノッチに加えて、その直行方向であるフェイスノッチによる試験も行った。

2. 使用鋼材及び溶接試験体

2. 1 使用鋼材

使用鋼材は SN490B の板厚 25mm とし、その材料特性 (化学成分・機械的性質) を表 1 に示す。

表 1 材料特性

<化学成分 (wt. %) >

C	Si	Mn	P	S
0.16	0.29	1.52	0.013	0.004

<機械的性質>

上降伏点 N/mm <sup>2</sup>	引張強さ N/mm <sup>2</sup>	降伏比 %	破断伸び %	衝撃値 vE0
351	542	65	24	209

2. 2 溶接試験体

溶接試験体の長さは 550mm とし、その開先形状を図 1 に示す。溶接ワイヤーは YGW18 を使用し、積層方法は 5 層 7 パスとし、表 2 に示す溶接条件で行った。

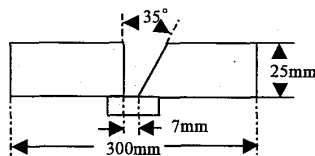


図 1 溶接試験体の開先形状

表 2 溶接条件

電流 A	電圧 V	速度 cm/sec	入熱 kj/cm	パス間 温度℃
330	35	25	27.7 ±10%	250

3. 試験概要

溶接部材料靱性を調べるにあたって着目した点は、

- a. 一般的に行われているシャルピー衝撃試験は、サイドノッチを基本としており、ノッチ位置は FL+0.5~1.0mm を目標としているが、この位置が HAZ の靱性評価位置として最劣化位置に対応しているのか。
- b. 非貫通欠陥のある一点を起点として発生する脆性的な破断は、欠陥の板厚方向、及び溶接線方向の何れかの一縁を起点として発生するため、可能性を有する 2 方向の材料靱性に違いがあるとすれば、破断耐力の推定・考察に誤差を伴う可能性があるのではないか。

の 2 点である。これらの点を考慮し、以下に示すように段階的に試験を行うこととした。

3. 1 試験①

ノッチの方向はサイドノッチ、試験温度は 0℃ とし、HAZ 部のシャルピー衝撃試験を実施し、吸収エネルギー及び脆性破面率を測定する。

シャルピー試験片は、ストレート開先側に焦点をあわせ採取する。ノッチは図 2 に示すように、可能な限りストレート FL が得られる部位及び角度を選んだ。

ノッチの位置は溶融線 (FL) と FL から HAZ にかけて 0.25mm ピッチで、FL, FL+0.25, FL+0.5, FL+0.75, FL+1.0, FL+1.25, FL+1.5, FL+1.75, FL+2.0mm の合計 9ヶ所とした。

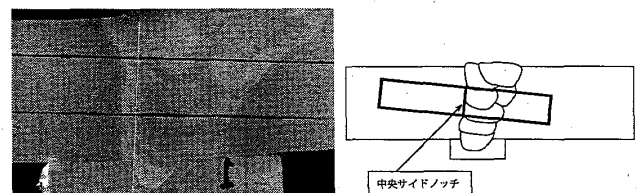


図 2 シャルピー試験片採取位置 (中央サイドノッチ)

3. 2 試験②

ノッチの方向は裏面側からのフェイスノッチ、試験温度は 0℃ とし、シャルピー衝撃試験を行い、吸収エネルギー及び脆性破面率を測定する。

フェイスノッチの位置は、試験① (サイドノッチ) において、衝撃値が最も低値を示した部位 (FL~0.25mm) の近傍をターゲットとし、中層部でストレート FL が得られる部位に

Influence of CO<sub>2</sub> Gas Shielded Arc Welding on Toughness of Heat Affected Zone

HIROSHIGE Takaaki, MORITA Koji, ISHIHARA Kanji,  
TOYOTA Kouzou, KATOU Tadaatsu, OKANO Masaaki,  
and FURUKI Toyomitsu

において FL, FL+0.25, FL+0.5mm (図3)、ルート部裏面側において FL, FL+0.25, FL+0.5 mm (図4) の各々3ヶ所とした。

また、試験①の結果を考察するために、中層部でストレート FL が得られる部位において FL+0.4mm にサイドノッチを入れた試験体を追加した。

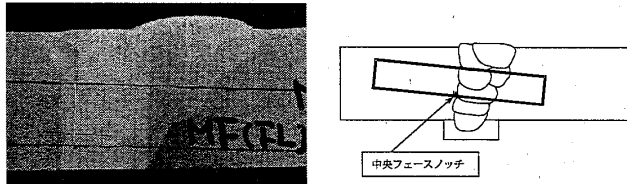


図3 シャルピー試験片採取位置(中央フェースノッチ)

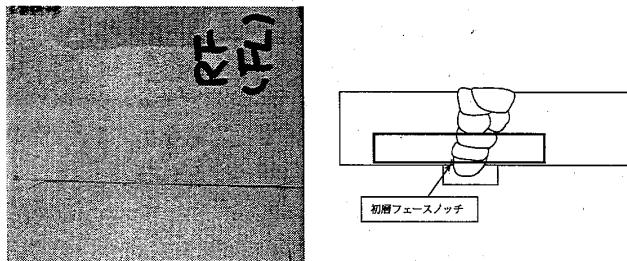


図4 シャルピー試験片採取位置(初層フェースノッチ)

#### 4. 試験結果 (表3)

##### 4.1 試験①の結果

溶接継手 HAZ 内において、最も低値を示した部位は FL 及び FL+0.25mm の位置であった。FL+0.5~FL+1.75mm の範囲は母材よりも高い値を示した。FL+2.0mm では、ほぼ母材並の値となった。このように推移したのは、FL~0.25mm が結晶粒の粗大化、FL+0.5~FL+1.75mm が焼きならし効果による細粒化、FL+2.0mm は HAZ の範囲が平均 2mm だったことから、細粒化効果が薄れ母材並になったものと思われる。

##### 4.2 試験②の結果

中層部より採取した試験片の FL フェースノッチが最も低い値となった。FL+0.25 及び FL+0.5 では、ほぼ飽和に近いエネルギー値が得られた。また、ルート部から採取した試験片では、FL, FL+0.25, FL+0.5 の全てが飽和値に近い値となった。

初層部から採取した試験片は、板面に平行なため FL が直交状態にならないことから、伝播抵抗エネルギーが高くなったものと推定される。

フェースノッチとサイドノッチを比較すると、フェースノッチの方が高く安定した衝撃値を得ることができた。

中層部 FL+0.4mm サイドノッチは若干のばらつきはあるものの比較的安定した高いエネルギー値を示した。予備試験①で実施した FL+0.5mm の値に近い結果と言える。

今回の溶接条件での溶接熱影響部のマイクロ組織観察結果 (図6) では、主な粗粒域は FL~FL+0.2~0.3mm までで、FL+0.4mm の位置では細粒+粗粒の混粒組織となることから高エネルギー値になったものと思われる。

表3 試験結果

##### 中央サイドノッチ(試験①)

ノッチ位置	シャルピー吸収エネルギー J, ( ) 内は脆性破面率 %						
	①		②		③		平均
FL	166	(25)	204	(20)	160	(35)	177 (27)
FL+0.25	217	(25)	131	(40)	177	(30)	175 (32)
FL+0.50	295	(0)	232	(10)	281	(0)	269 (3)
FL+0.75	300	(0)	266	(0)	225	(15)	264 (5)
FL+1.00	293	(0)	301	(0)	157	(35)	250 (12)
FL+1.25	293	(0)	297	(0)	318	(0)	303 (0)
FL+1.50	275	(0)	287	(0)	290	(0)	284 (0)
FL+1.75	302	(0)	285	(0)	299	(0)	295 (0)
FL+2.00	182	(35)	178	(35)	189	(30)	183 (33)
母材	211	(30)	231	(25)	191	(35)	211 (30)

##### 中央サイドノッチ(試験②)

ノッチ位置	シャルピー吸収エネルギー J, ( ) 内は脆性破面率 %						
	①		②		③		平均
FL+0.40	233	(15)	241	(10)	281	(0)	252 (8)

##### 中央フェースノッチ(試験②)

ノッチ位置	シャルピー吸収エネルギー J, ( ) 内は脆性破面率 %						
	①		②		③		平均
FL	176	(20)	193	(10)	194	(20)	188 (17)
FL+0.25	282	(0)	244	(5)	261	(5)	262 (3)
FL+0.50	232	(10)	283	(5)	267	(5)	261 (7)

##### 初層フェースノッチ(試験②)

ノッチ位置	シャルピー吸収エネルギー J, ( ) 内は脆性破面率 %						
	①		②		③		平均
FL	290	(0)	275	(0)	263	(0)	276 (0)
FL+0.25	175	(15)	286	(0)	262	(0)	241 (5)
FL+0.50	293	(0)	325	(0)	304	(0)	307 (0)

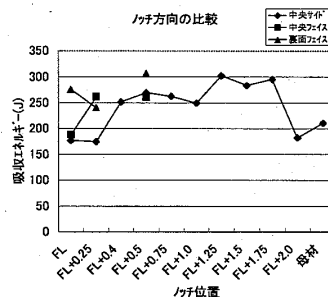


図5 HAZ内位置と衝撃値

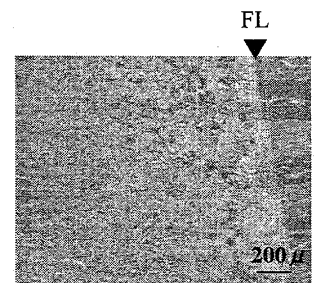


図6 1層目原質部マイクロ組織

#### 5. まとめ

- HAZの靱性評価位置として最劣化位置は、FL+0~0.4mmの範囲にあると思われる。
- 板厚方向と溶接線方向の材料靱性については、FL+0.25mmにおける中央サイドノッチと中央フェースノッチとの比較から、溶接線方向(サイドノッチ)の方が低靱性である。また、脆性破面率が高いことより、発生エネルギーについては不明であるが、伝播抵抗エネルギーについては溶接線方向の方が低いのではないと思われる。

なお、本結果の利用方法は、試験体数を勘案し、一考を要すると思われる。

\*1 ㈱竹中工務店  
\*2 千葉大学  
\*3 ㈱大手町ファーストエア  
\*4 NTTファシリティーズ

\*5 NTT都市開発  
\*6 鹿島建設(株)  
\*7 ㈱鴻池組

\*1 Takenaka Corp.  
\*2 Chiba Univ.  
\*3 Ohtemachi First Square  
\*4 NTT Facilities Inc.

\*5 NTT Urban Development Corp.  
\*6 Kajima Corp.  
\*7 Konoike Constructiou Co.,Ltd.