

ロボット溶接における開先条件の改善

正会員○山根 正寛* 同 中浜 修*

ロボット溶接 開先条件 衝撃

1. はじめに

ロボット溶接部を形成する開先条件は、約 30 年前に導入された半自動溶接と同様、開先角度 35° 、ルート間隔 7 mm、片面レ形開先が現在まで踏襲されてきた。しかしルート間隔 7 mmは、初層をストリンガビードで溶接した場合、トーチの狙い位置にもよるが開先側あるいは反開先側のルート部に欠陥を発生させる可能性がある。初層溶接をより確実にするには、ルート間隔を 5~6 mmと小さくする必要がある。また開先角度は割れを発生させない限り小さくすることは、溶接継手部の角変形、残留応力からも望ましい。

2. 試驗目的

ロボット溶接における開先角度 25° に適したルート間隔を追究する。

3. 試驗概要

本試験の概要を表-1に示す。

(1) 試験体の形状・寸法および各種試験片の採取位置

試験体の形状・寸法および各種試験片の採取位置を
図-1 に示す。

試験体幅が通常の柱梁溶接接合部より大きくなっているのは、同一溶接条件からの引張特性・曲げ特性・衝撃特性を把握することを目的としたためである。

(2) 供試鋼板

試験に供した鋼板は、ダイアフラムを SN490C、梁フランジを SN490B とした。供試鋼板の諸特性(化学成分、引張強度、衝撃値)を、表-2 に示す。

4. 試験体製作

(1) 溶接に使用した溶接ロボット機器

1) 溶接機

溶接は、溶接機-PULSE AUTO 500(ダイヘン製)と溶接ロボット HIROBO WR-L80(日立造船製)の組み合わせで、実施した。

2) トーチノズル

開先角度 25° の溶接に対しては、絞りノズル(口径 $13\text{ mm } \phi$)を開発し使用した。

(2) 溶接施工

試験体製作における溶接施工条件は、入熱 30KJ/cm以下・パス間温度 250℃以下を目標として行った。

5. 試驗結果

(1) 継手引張試験

図-3 に、溶接継手部の開先条件の違いによる引張強さおよび降伏点の試験結果を示す。

引張強さは、開先条件が異なっても大きな差は認められない。一方降伏点は、各試験体間の供試鋼板および

表-1. 試驗概要

試験体名	A-1 B-1 C-1	A-2 B-2 C-2	A-3 B-3 C-3	A-4 B-4 C-4	A-5 B-5 C-5	D-1	D-2	D-3
開先角度	25°					35°		
ルート間隔	3mm	5mm	6mm	7mm	9mm	7mm		
継手形式	突合継手(但し柱フランジを想定してダイアフラム側に邪魔板を取り付ける) SN480C(ダイアフラム)+SN480B(梁フランジ)							
鋼種	-							
板厚	Aシリーズ ダイアフラム厚 + 梁フランジ厚	Bシリーズ 25mm + 18mm	Cシリーズ 36mm + 28mm	Dシリーズ 45mm + 40mm	25mm + 19mm	36mm + 28mm	45mm + 40mm	
裏当て金	フラット(SN480B)							
エンドタブ	国産材							
溶接方法	MAG溶接・下向き姿勢							
溶接材料	ワイヤ:JIS Z 3312 YGWI15 1.4mmφ シールドガス:80% $(\text{98.5\%Ar} + 3.5\%\text{O}_2)$ + 20% CO_2 流量 3 l/min							
トーチ(ノズル)	改造ノズル(絞りノズル) 一般ノズル(通常)							
溶接条件	入熱量 30kJ/cm, γ ス入温度 250°C以下							

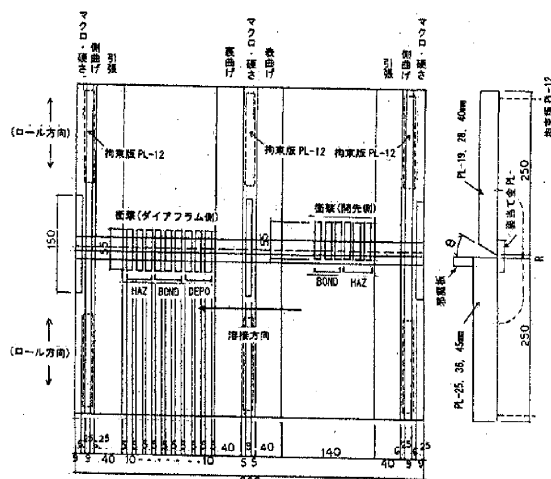


図-1. 試験体の形状・寸法および各種試験片の採取位置

表-2. 供試鋼板の諸特性

板厚 (mm)	鋼種	化學成分(%)													引張強度			衝擊值 (J/cm ²)
		C	Si	Mn	P	S	Co	Ni	Cr	Mo	V	Nb	Caq	Ppm	屈服強度 (MPa)	抗拉強度 (MPa)	斷裂比 (%)	
PL-19	SN490B	0.16	0.36	1.48	0.017	0.004	—	0.01	0.04	0	0.004	—	0.43	—	411	538	76	246
PL-25	SN490C	0.16	0.34	1.39	0.012	0.001	—	0.01	0.03	0	0.034	—	0.41	—	387	545	71	240
PL-28	SN490C	0.12	0.37	1.28	0.012	0.005	—	0.01	0.03	0	0.035	—	0.42	—	396	537	74	241
PL-35	SN490C	0.17	0.40	1.40	0.009	0.001	—	0.01	0.03	0.01	0.01	—	0.43	—	372	524	71	265
PL-42	—	0.17	0.34	1.36	0.016	0.004	—	0.01	0.02	0	0.035	—	0.42	—	368	532	69	192
PL-45	SN490C +Nb	0.15	0.37	1.21	0.008	0.001	0.01	0.02	0.05	0.003	—	0.38	0.23	428	551	78	371	

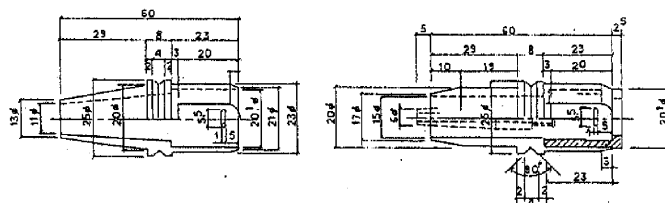


図-2. 改造ノズル(絞りノズル)および一般ノズル詳細図

溶接金属の化学成分、機械的性質、また溶接施工条件—平均入熱量、平均パス間温度—に大差がないにもかかわらず、BシリーズおよびD-2試験体(板厚 36 mm+28 mm)が、他のAシリーズ、CシリーズおよびD-1、D-3試験体に比して全体的に 12~36N/mm² 低い値を示している。

試験片の破断は、Dシリーズ(従来の一般的開先条件)の板厚 45 mm+40 mm以外、全て母材であった。

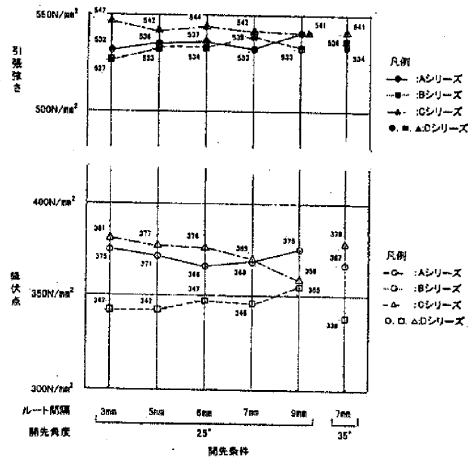


図-3. 開先条件の違いによる引張強さと降伏点

(2) 衝撃試験

衝撃試験は、Bシリーズ(板厚 36 mm+28 mm、開先角度 25°、ルート間隔 3, 5, 6, 7, 9 mm)およびD-2試験体(板厚 36 mm+28 mm、開先角度 35°、ルート間隔 7 mm)で実施した。図4に試験温度 0℃における衝撃試験片3本の平均値の試験結果を示す。いずれの開先条件においても溶着金属(DEPO)のシャルピー吸収エネルギーが一番低い値となっている。梁フランジ開先側とダイアフラム側との比較では、ダイアフラム側の方が高い値を示している。

またBシリーズにおけるルート部と表層部でのシャルピー吸収エネルギーの違いを図-5に示しているが、ルート間隔 7 mm以外でルート部、表層部に大きな差が生じている。

図-6にBシリーズにおける平均入熱量、電圧、電流、溶接速度とルート部・表層部の平均シャルピー吸収エネルギーとの関係を示す。これによると入熱量、電圧、電流の変化と開先条件のシャルピー吸収エネルギーとはほぼ相似形の分布となっているが、溶接速度とは逆比例分布を示している。

6. まとめ

本研究は、トーチノズルを絞リノズルとし、開先角度 25°での適正ルート間隔を見いだすべき目的で実施したものであるが、溶接施工そのものが開先角度 35°、ルート間隔 7 mmのロボット溶接プログラムに、①積層・パス数、②溶接速度、③トーチ角度等の変更をオペレーター自身で行ったため、その溶接の基本となるべき操作に大きな困難、すなわち安定したロボット溶接を

得るための労苦が大であった。

しかし試験結果では、目的としたいずれの開先条件—開先角度 25°、ルート間隔 3 mm, 5 mm, 6 mm, 7 mm, 9 mm—においても、大きな不具合は発生しておらず、また内部品質も従来の一般的開先条件—開先角度 35°、ルート間隔 7 mm—に比して同等または、それ以上の結果を得ることが出来た。その中でも今回実施した試験からは、相対的にみて開先角度 25°、ルート間隔 5 mmが最も良い結果となっている。

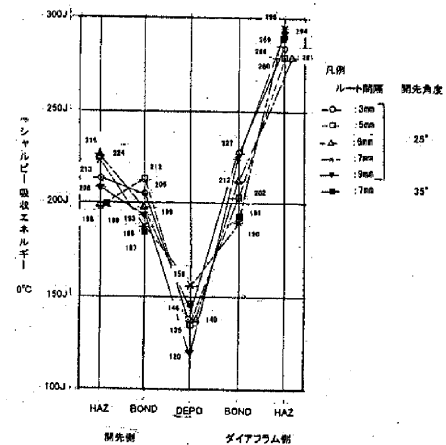


図-4. BおよびDシリーズ試験体における溶接金属のシャルピー吸収エネルギー(0℃)

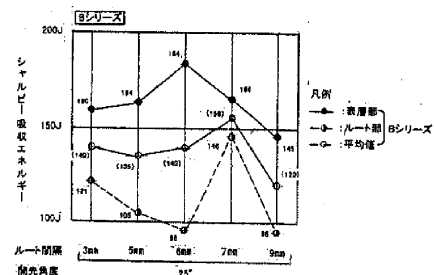


図-5. 開先条件の違いによる溶接金属のシャルピー吸収エネルギー(0℃)

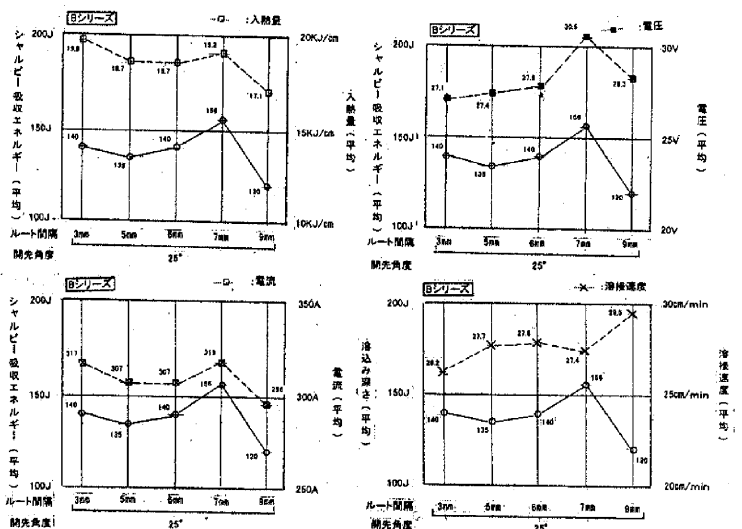


図-6. 開先条件の違いによる入熱量・電圧・電流・溶接速度とシャルピー吸収エネルギー(0℃)