

CO₂アーク溶接ロボットによる鋼管多層全周溶接部の力学的性能の検討

X 2. 溶接施工 Y 7. 溶接 正会員 青木博文 同 中込忠男 古屋重彦 齊藤 修 清水誠司
※1 ※2 ※3 ※4 ※4
※5 ※6 ※7 ※8 ※9
山本成治 同 山本美佐夫 同 山川広行 同 西山 勝 同 鈴木孝義

1. 序

建築鉄骨において生産性の向上、溶接部の品質の安定化のために、安価で性能の良い溶接ロボットの実用化が期待されている。すでに直線溶接については、昨年の実験により良好な結果が得られている。そこで本実験では、角形鋼管多層全周溶接が可能な CO₂アーク溶接ロボットを使用し、CO₂アーク半自動溶接との溶接部の力学的性能について比較実験を行なった。

2. 溶接ロボットの仕様

本実験では角形鋼管専用の CO₂アーク溶接を対象としたロボットを使用した。このロボット(写真1)は、タッチ式センサーにより次層の溶接トーチの制御を行ない、治具により鋼管を回転させながら溶接を重ねていく。使用可能な角形鋼管の寸法は、□-250×250 mm～□-500×500 mm、長さ 350mm～800mmである。

3. 実験概要

CO₂アーク溶接ロボットと CO₂アーク半自動溶接による角形鋼管溶接部の力学的性能を比較するために溶接部のシャルピー試験、硬度試験、また実大実験として角形鋼管多層全周溶接部を含む三点曲げモデル実験を行なった。使用鋼材はすべてSS

41とした。シャルピー試験、硬度試験は□-300×300×16とE32を、三点曲げモデル実験には、□-250×250×12とE36を用いた。その機械的性質と化学成分を表1、表2に示す。また溶接条件を表3に示す。

4. 実験方法と実験結果

4.1 シャルピー試験 試験片はJIS

4号Vノッチ試験片とし、図1に示すR部、R部先端および直線部より採取した。表4は試験結果を最小二乗法により(1)、(2)

表4 シャルピー諸係数一覧

	エネルギー 遷移温度 (°C)	破面 遷移温度 (°C)	シエルフ エネルギー (kgf·m)	係数 α	係数 β
RH	-16.5	-8.1	10.3	0.0197	0.0270
RB	0.3	4.1	15.4	0.0163	0.0533
RW	-5.4	0.4	16.3	0.0165	0.0222
RTB	1.3	-0.8	20.7	0.0181	0.0384
MH	20.8	17.6	16.0	0.0140	0.0152
MB	6.6	-9.4	13.1	0.0140	0.0198
MW	-22.2	-5.4	11.5	0.0141	0.0171
MTB	-6.8	-10.5	17.2	0.0117	0.0320
RSH	19.8	17.6	11.9	0.0127	0.0152
RSB	-9.6	-20.2	12.6	0.0230	0.0254
RSW	-10.2	7.3	13.2	0.0271	0.0202

R: ロボット溶接(R部) M: 半自動溶接(R部)
RT: ロボット溶接(R部先端) MT: 半自動溶接(R部先端)
RS: ロボット溶接(直線部) H: Haz B: Bond W: Weld Metal

表5 吸収エネルギー
脆性破面率(0°C)

	吸収 エネルギー (kgf·m)	脆性 破面率 (%)
RH	6.8	39.2
RB	7.7	60.9
RW	8.9	50.4
RTB	10.1	48.5
MH	5.7	51.5
MB	5.9	40.7
MW	7.5	45.4
MTB	9.3	33.2
RSH	4.6	63.4
RSB	7.7	24.4
RSW	8.4	57.4

表1 使用鋼材の機械的性質

	降伏点 (kgf/mm ²)	引張強さ (kgf/mm ²)	伸び (%)
SS41			
□-250×250×12.0	32	45	42
SS41			
□-300×300×16.0	35	45	41
SS41 E32	27	44	30
SS41 E36	28	45	26

表2 使用鋼材の化学成分

	C				S			
	×100				×1000			
SS41								
□-250×250×12.0	17	1	68	18	9			
SS41								
□-300×300×16.0	16	5	58	16	5			
SS41 E32	17	20	65	19	10			
SS41 E36	17	16	57	24	15			

表3 溶接条件

	電流 (A)	電圧 (V)	溶接速度 (cm/min)	溶接 ワイヤ	CO ₂ 流量 (l/min)
半自動溶接	260~280	38	24~73	YM26 1.2 φ	30
ロボット溶接	240~300	32~36	50	YM26 1.2 φ	>25
半自動溶接	140~160	30	9	YM26 1.2 φ	30
ロボット溶接	190~240	26~30	6~11	YM26 1.2 φ	>25

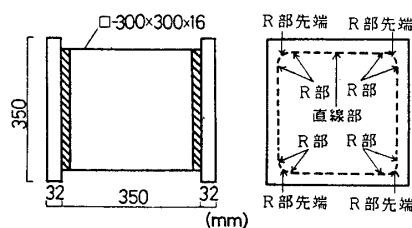


図1 シャルピー試験片採取位置

式に関数近似した結果を示す。表5には0℃における吸収エネルギー、脆性破面率、図2～図5はR部およびR部先端溶接部の遷移曲線を示したものである。ロボット溶接Bond部の脆性破面率が、低温側で半自動溶接に比べ高くなっているが、他は大差ない結果となった。また、ロボット溶接の直線部とR部の比較においても明確な差は見られなかった。

$$vE = \frac{vE_{shelf}}{2} \{1 + \tanh \alpha (T - vTre)\} \quad (1)$$

$$B = 50 \{1 - \tanh \beta (T - vTrs)\} \quad (2)$$

ただし

vE ; 吸収エネルギー (kgf・m) B ; 脆性破面率 (%)

vE_{shelf} ; シェルフエネルギー (kgf・m)

α ; エネルギー係数 $vTrs$; 破面遷移温度 (°C)

$vTre$; エネルギー遷移温度 (°C) β ; 破面係数

4.2 硬度試験 マイクロビッカース硬度計を用い、使用荷重は1kgfとした。図6に角形鋼管R部の試験結果を示す。両者とも傾向はほぼ一致しており、また割れを生じない基準値 $Hv = 350$ を越えていない。

4.3 三点曲げモデル実験 試験体は、図7に示す2体とし、接合部的一方をロボット溶接、他方を半自動溶接としたものである。载荷は、層間変形角を考慮した変位制御とした。载荷計画を図8に示す。荷重-変位関係を図9に示す。2体とも溶接部では破壊せず、角形鋼管が局部座屈し、層間変形角1/25まで変形させた後も溶接部には何ら異常は見られず、溶接部は十分な性能を有しているといえる。

5. 結び

CO₂アーク溶接ロボットによる角形鋼管多層全周溶接部の力学的性能をCO₂アーク半自動溶接のものと比較した結果、ここで用いた溶接ロボットによる溶接部の力学的性能は半自動溶接と比べて十分な性能を有していることが確認できた。

参考文献 1) 青木他7名; CO₂アーク溶接ロボットによる突合わせ溶接部の力学的性能の検討 日本建築学会学術講演梗概集 (昭和61年)

※1 横浜国立大学教授 工博 ※2 信州大学助教授 工博 ※3 山梨県商工振興課

※4 山梨県工業技術センター ※5 ネジ武精工(株) ※6 大三製鋼(株) ※7 信州大学助手

※8 信州大学大学院 ※9 神奈川大学大学院

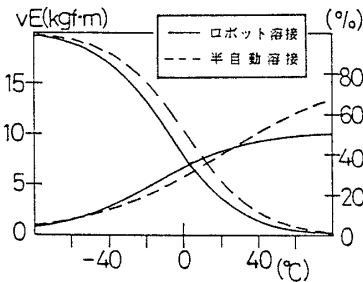


図2 遷移曲線 (R部 HAZ)

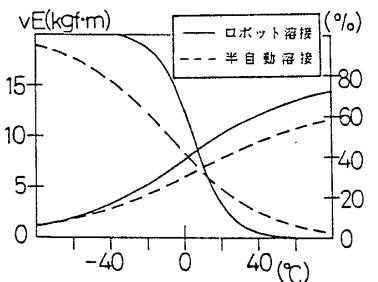


図3 遷移曲線 (R部 BOND)

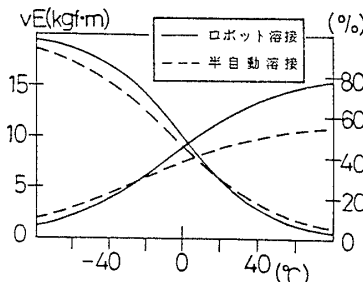


図4 遷移曲線 (R部 W.METAL)

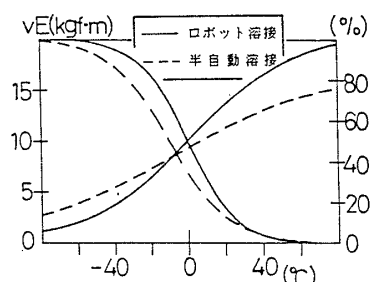


図5 遷移曲線 (R部先端 BOND)

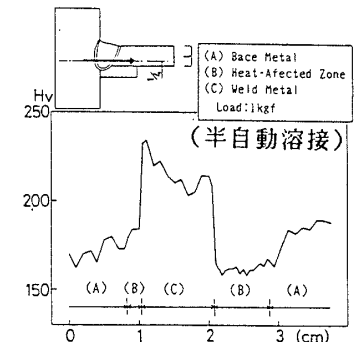
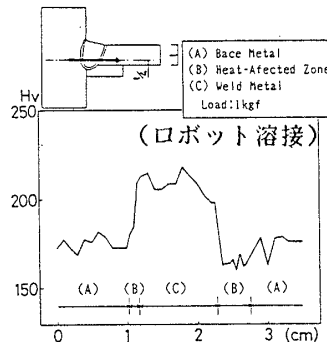


図6 硬度分布

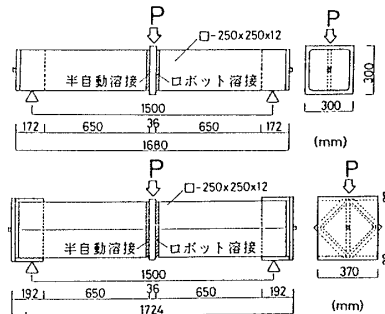


図7 三点曲げ試験体

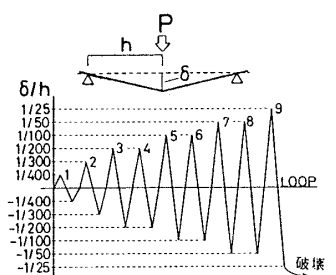


図8 载荷計画

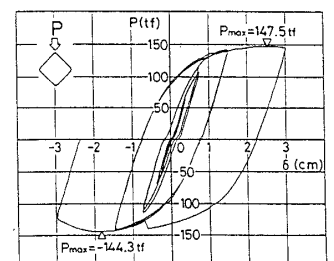
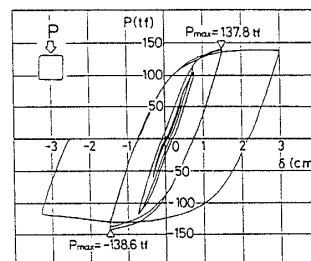


図9 荷重-変位関係