

建築鉄骨溶接ロボット型式認証制度について

平成16年4月



社団法人 日本ロボット工業会

建築鉄骨溶接ロボット型式認証委員会

建築鉄骨溶接ロボット型式認証制度について

1. はじめに

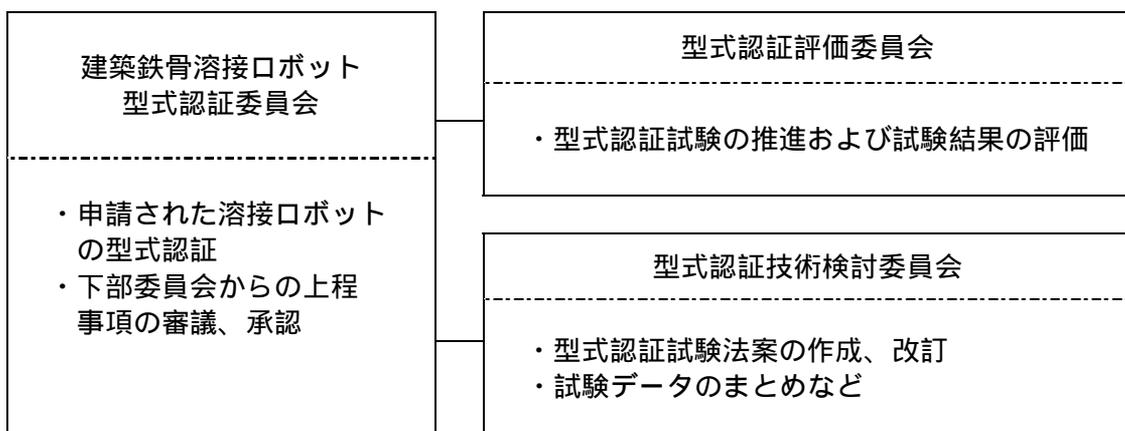
溶接ロボットは国産化された 1973 年以来、1980 年のロボット普及元年を起点として、まず、自動車を初めとする小品種大量生産の薄板分野で普及しました。次に、建設機械などの中厚板分野、そして多品種で厚板分野と導入が拡大しました。建築鉄骨分野に溶接ロボットが導入されたのが 1986 年、その後、橋梁、造船などに普及し、現在では溶接を必要とするあらゆる分野に適用されています。

このような溶接ロボットの普及時代において、(社)日本ロボット工業会及び(社)日本溶接協会では、建築鉄骨ロボット溶接の普及をより一層加速させるため、「ロボット溶接の信頼性」を建築業界全体に認識してもらうことを目的として 2000 年 12 月に(社)日本ロボット工業会内に大学、ロボットメーカ、設計事務所、総合建設会社、AW 検定協議会、鉄骨製作会社のメンバー(オブザーバーに経済産業省、国土交通省のメンバー)で構成される建築鉄骨溶接ロボット型式認証委員会(以下、型式認証委員会という)を設置し、この委員会を推進母体として建築鉄骨溶接ロボット型式認証制度(以下、型式認証制度という)を発足させました。

建築鉄骨溶接ロボット(写真 1、2、3、4、5 に代表例を示す)は、一般的な溶接ロボットとは異なり、予め、鋼種、溶接姿勢、溶接条件、溶接ワイヤ、シールドガス、ルート間隔、積層方法などの基本仕様をロボットメーカにて決めた状態で使用される溶接ロボットです。型式認証制度は、この基本仕様範囲で型式認証委員会が実施する型式認証試験に合格した溶接ロボット型式に認証書を発行して、安心して使ってもらえるようにする制度です。

2. 建築鉄骨溶接ロボット型式認証制度を推進する組織

この型式認証制度を推進するための組織は、型式認証委員会のもとに型式認証評価委員会及び型式認証技術検討委員会が設けられています。



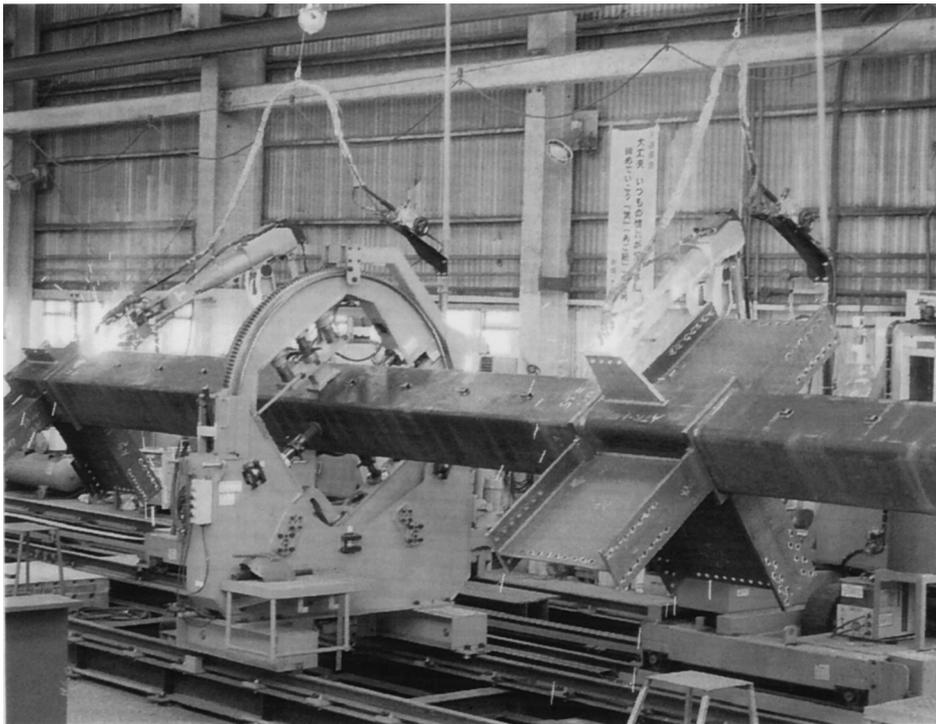


写真 1 多関節型溶接ロボットの例（株神戸製鋼所 提供）

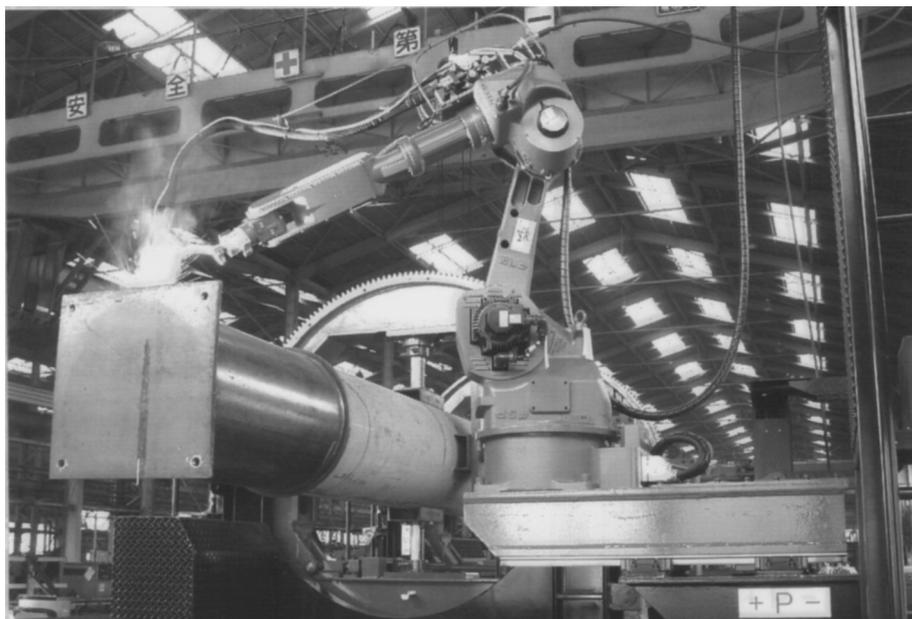


写真 2 多関節型溶接ロボットの例（ユニバーサル造船(株) 提供）



写真3 多関節型溶接ロボットの例 (コマツエンジニアリング(株) 提供)

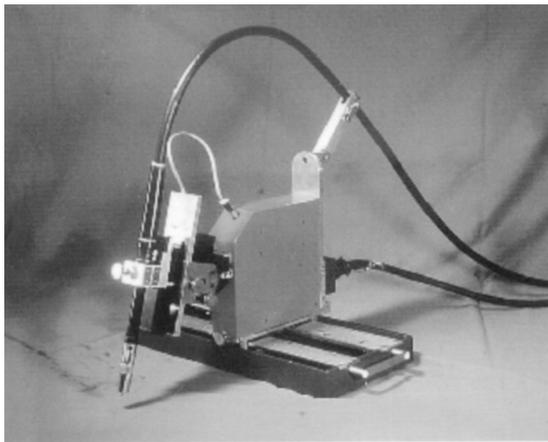


写真4 可搬型溶接ロボットの例
(日鐵住金溶接工業(株) 提供)

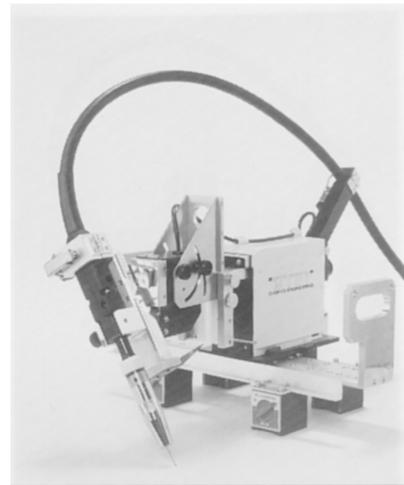


写真5 可搬型溶接ロボットの例
(長菱エンジニアリング(株) 提供)

3. 型式認証試験と認証範囲

3.1 型式認証試験

型式認証試験及び認証は、以下の(社)日本ロボット工業会の規格((社)日本溶接協会との共同規格)に基づいて実施されます。

(1)「建築鉄骨溶接ロボットの型式認証における試験方法及び判定基準」

(JARAS1012(WES8703) : 2004)

(2)「建築鉄骨溶接ロボットの型式認証基準」(JARAS1013(WES8704) : 2004)

表1に試験種目、表2に試験条件の内容、表3に検査項目について示します。

申請者は、上記規格に従って申請、受験し、合格すれば型式認証委員会の承認に基づき認証されます。すでに製造中止になっているが継続使用されている溶接ロボット機種については、別途定めた実績認証審査(書類審査)により認証の可否が審査されます。

型式認証委員会より交付される認証書の例を写真6に示します。

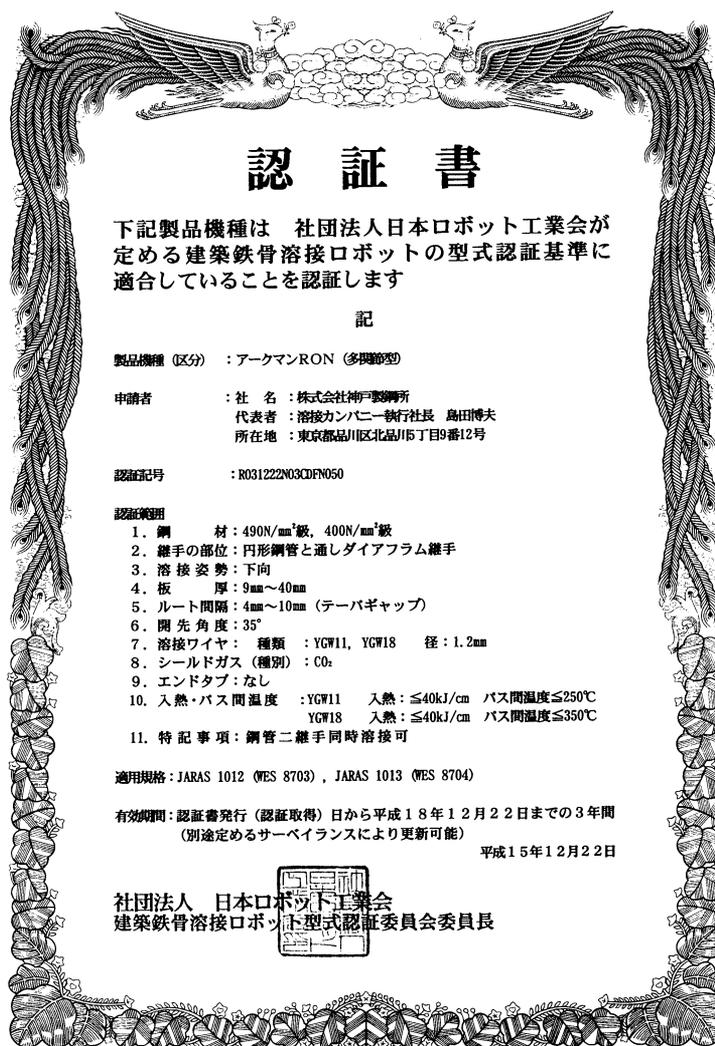


写真6 認証書例

表1 試験種目

継手の部位		溶接姿勢	エンドウ	試験材形状
工場内溶接	柱と梁フランジ継手 (PP)	下向	スチールウ	
			代替ウ	
		横向	スチールウ	
			代替ウ	
		立向	スチールウ	
			代替ウ	
	角形鋼管と通シダアラム継手 (SD)	下向	なし	
	通シダアラムと梁フランジ継手 (DP)	下向	スチールウ	
			代替ウ	
		横向	スチールウ	
			代替ウ	
立向		スチールウ		
		代替ウ		
柱と柱の現地溶接	溶接組立箱形断面柱と溶接組立箱形断面柱継手 (BB)	横向	コナウ	試験材料形状は申請時に承認を受けること
	なし			
	角形鋼管柱と角形鋼管柱継手 (SS)	横向	なし	
	円形鋼管柱と円形鋼管柱継手 (CC)	横向	なし	
	H形柱とH形柱継手 (HH)	横向	スチールウ 代替ウ	

表 2 試験条件の内容

1	鋼材	490N/mm ² 級 又は 400N/mm ² 級
2	板厚	12 mm 32 mm
3	ルート間隔	テーパギャップで申請の場合は、 a. ルート間隔下限値からルート間隔上限値へのテーパギャップ b. ルート間隔上限値のテーパギャップ の2つの継手を溶接 平行ギャップで申請の場合は a. ルート間隔上限値 b. ルート間隔下限値 の2つの継手を溶接
4	開先角度	35° ただし、35° 以外でも承認されれば受験できる。
5	溶接ワイヤ	JIS Z 3312 YGW11、YGW15、YGW18、YGW19 より選択する。
6	シールドガス	CO ₂ 又は 混合ガス
7	溶接条件 積層方法	申請による溶接条件、積層方法、溶接入熱、パス間温度による。

備考 1 板厚 12 mm 及び 32 mm で合格すれば板厚 9 mm ~ 40 mm まで認証される。

40 mm を超える板厚は、個別に申請し試験を実施。合格すればその試験板厚まで認証される。

備考 2 申請鋼材と溶接ワイヤの組み合わせで、下表中 印の組み合わせも認証される。

申請時の鋼材と 溶接ワイヤの 組み合わせ		認証される鋼材と溶接ワイヤの組み合わせ				
		溶接ワイヤ 鋼材	JIS Z 3312 YGW11	JIS Z 3312 YGW15	JIS Z 3312 YGW18	JIS Z 3312 YGW19
490N/mm ² 級	JIS Z 3312 YGW11	490N/mm ² 級				
		400N/mm ² 級				
	JIS Z 3312 YGW15	490N/mm ² 級				
		400N/mm ² 級				
	JIS Z 3312 YGW18	490N/mm ² 級				
		400N/mm ² 級				
JIS Z 3312 YGW19	490N/mm ² 級					
	400N/mm ² 級					
400N/mm ² 級	JIS Z 3312 YGW11	400N/mm ² 級				
	JIS Z 3312 YGW15	400N/mm ² 級				

認証されるの鋼材の材質及び種類は以下の通りです。

鋼材	鋼材の材質および種類の記号
490N/mm ² 級	SN490, SM490, STKN490, STKR490, BCP325
400N/mm ² 級	SN400, SM400, SS400, STKN400, STKR400, BCP235, BCR295

表 3 検査項目

検査・試験項目	検査・試験内容	合否判定基準
1 外観検査	全数検査	JARAS1012(WES8703):2004 合否判定基準による
2 放射線透過検査	柱と梁ワヅグ継手 (PP) 通シダ イワムと梁ワヅグ継手 (DP) 柱と柱継手 (HH) に適用	同上
3 超音波探傷検査	角形鋼管と通シダ イワム継手 (SD) 円形鋼管と通シダ イワム継手 (CD) 柱と柱継手 (BB、SS、CC) に適用	同上
4 マクロ検査	超音波探傷検査対象試験材 (断面マク) 代替タ使用試験材 (3面マク)	同上
5 衝撃試験	JIS Z 2202 試験片 溶接金属部 (DEPO) 熱影響部 (HAZ) の板厚中央	同上 溶接金属部、熱影響部の最小値が 27J (0) 以上で合格
6 引張試験	JIS Z 2201-10 号試験片 溶接金属部 (DEPO) 板厚中央	同上 引張強さ (室温) 490N/mm ² 級鋼材 : 平均 530N/mm ² 400N/mm ² 級鋼材 : 平均 440N/mm ² 以上で合格。

3.2 認証書および認証付属書

交付される認証書及び認証付属書には表 4 の内容が記載されています。

表 4 認証書及び認証付属書への記載事項

認証書	製品区分	ロボット機種名	認証付属書		
	申請者	メーカー名など		認証試験時の ・溶接条件範囲 ・積層方法	
	認証記号				
	認証範囲	1. 鋼材			
		2. 継手の部位			
		3. 溶接姿勢			
		4. 板厚			
		5. ルート間隔			
		6. 開先角度			
		7. 溶接ワイヤ			
8. シールドガス					
9. エンドタブ					
10. 溶接入熱及びパス間温度の範囲					
特記事項					

認証ロボットには、写真 7 の認証シール(適合性マーク)が貼付されます (BSWR-01 の 01 は当該機種が 2001 年に認証を受けたことを表します)。写真 8 はその一例です。



写真 7 認証シール(適合性マーク)



写真 8 認証シール(適合性マーク)貼付例

3.3 認証書の有効期間

認証の有効期間は 3 年です。ただし、型式認証委員会にて、3 年ごとにサーベイランスを行い、その結果が良好な場合は 3 年間延長できます。更新された場合は、(社)日本ロボット工業会のホームページに掲載されます。

サーベイランスに際しては、

溶接ロボット型式に対して、認証範囲変更の有無

溶接ロボットのメンテナンス(修理、部品の供給)が有効期間中は対応が可能なことを記載した書類の提出が必要です。

4. 型式認証制度の推進状況

4.1 型式認証試験実施状況

2000 年 12 月の第 1 回型式認証委員会以来 2004 年 3 月までに 13 回開催され、ロボットメーカー 5 社で合わせて 70 型式(新規認証 50、実績認証 20)が認証されました。今後さらに、

これまでに未受験のロボットメーカーや、新しいロボット溶接施工に関する受験の広がりが期待されています。認証取得済みの型式について（社）日本ロボット工業会ホームページ（URL: <http://www.jara.jp/>）及び（株）鋼構造出版社発行の「鋼構造ジャーナル」に記載されています。

表5 型式認証取得状況（2004年3月末現在）

年度	2000年	2001年	2002年	2003年	計
型式認証委員開催回数	2	3	3	5	13
新規認証取得数		39	2	9	50
実績認証取得数		17	3		20
メーカー数	5				

4.2 型式認証試験における検査結果

4.2.1 溶接部欠陥の検査結果

表6に検査結果の傾向を示します。健全な溶接部が確認できましたが、代替タブを用いた横向溶接始末端部に欠陥が出やすい傾向も確認できました。

表6 溶接部の欠陥傾向

継手の部位	溶接姿勢	エド [△] タブ [△]	外観検査	放射線透過検査	超音波探傷検査	断面マクロ検査	3面マクロ検査
柱（通しダ [△] イワム）と梁ワッヅ [△] 継手	下向	スチール					
		代替					
	横向	スチール					
		代替		(始末端部)			
立向	スチール						
	代替						
角（円）形鋼管と通しダ [△] イワム継手	下向						

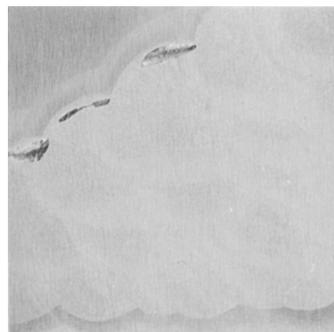
注) 1. - 印：検査無し。 ○：全ての試験体で合格。 △：不合格のものあり

2. 外観検査：代替タブを用いた時の端部も含む。

3. 断面マクロ：外側面マクロ 3面マクロ：始端部両側面および底面マクロ



底面



側外面（タブ側）

写真9 代替タブを用いた横向溶接始端部欠陥の一例（板厚32mm）

4.2.2 引張試験及び衝撃試験結果

一方、引張試験及び衝撃試験の試験結果は申請された溶接入熱、パス間温度範囲で、全て合格でした。合格基準値の引張強さ平均 530N/mm² (室温) 以上 (試験結果 MIN. 537N/mm²)、溶接金属部及び熱影響部衝撃値の最小値 27J (0) 以上 (試験結果 MIN. 溶接金属部 39J、熱影響部 32J) が確保されています。表 7 に代表例を示します。

表 7 溶接金属部の引張試験及び衝撃試験結果の一例
(鋼材 SN490B、板厚 32 mm)

継手の部位	溶接姿勢	溶接ワイヤ (規格, 径)	シールドガス	最大入熱 kJ/cm	パス間温度	溶接条件			積層	引張試験 平均 N/mm ²		衝撃試験 平均 J (0)	
						電流 A	電圧 V	速度 cpm		引張強さ	Depo	HAZ	
柱と梁フランジ継手	下向	YGW11 1.2mm	CO ₂	39.8	250	315 ~ 380	32.5 ~ 38.0	17.3 ~ 35.4	9層 12パス	560	73	90	
		YGW15 1.4mm	Ar 80 + CO ₂ 20	24.5	350	330 ~ 360	27.0 ~ 28.0	24.0 ~ 29.0	8層 17パス	558	130	59	
	横向	YGW11 1.2mm	CO ₂	34.8	250	290 ~ 315	30.6 ~ 34.0	18.3 ~ 75.7	6層 29パス	579	85	53	
		YGW15 1.4mm	Ar 80 + CO ₂ 20	17.4	350	160 ~ 300	24.0 ~ 29.0	31.0 ~ 48.0	7層 36パス	562	185	169	
	立向	YGW11 1.2mm	Ar 80 + CO ₂ 20	81.5	250	180 ~ 205	19.1 ~ 20.9	2.53 ~ 3.95	4層 4パス	604	71	172	
	角形鋼管と通しダイラム	下向	YGW11 1.2mm	CO ₂	38.6	250	320 ~ 380	32.8 ~ 37.9	18.2 ~ 36.0	9層 12パス	609	直線 79 角部 110	276 252
YGW15 1.4 mm			Ar 80 + CO ₂ 20	20.3	230	280 ~ 315	27.0 ~ 28.0	24.0 ~ 29.0	8層 17パス	602	直線 98 角部 105	84	

4.2.3 溶接入熱、パス間温度と引張強さ、衝撃値の関係

型式認証試験より得られた溶接入熱、パス間温度と引張強さ、及び溶接入熱、パス間温度と衝撃値と関係の一例を図 1 に示します。図中、表示点の右側に記されて数値はパス間温度を示します。溶接ワイヤ JIS Z 3312 YGW11、YGW15、YGW18 のデータです。供試鋼板の引張強さは入熱ゼロの線上にプロットしました。同じ溶接入熱においてパス間温度の高低により、引張強さ、衝撃値に差があることが判ります。

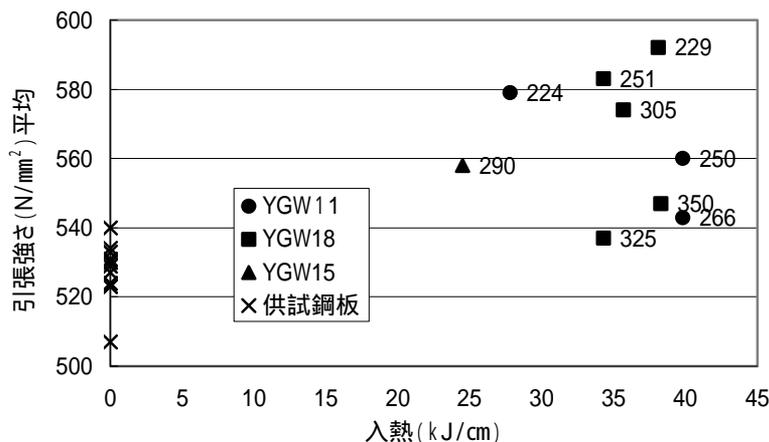


図1-a 溶接入熱、パス間温度と引張強さ

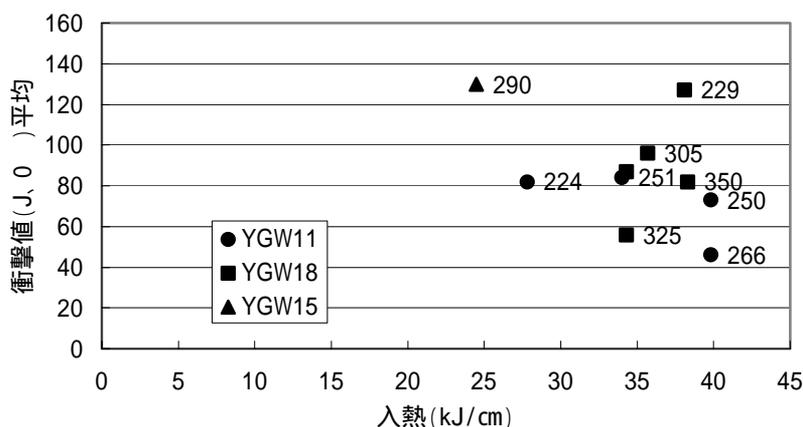


図1-b 溶接入熱、パス間温度と衝撃値

図 1 柱（通しダイアフラム）と梁フランジ継手（下向溶接）

表 8 は、型式認証試験結果（図 1）から見た溶接ワイヤ規格ごとの溶接入熱、パス間温度の試験結果で、この範囲であれば、十分な強度、靱性が得られることを示しています。

認証書に記載されている溶接入熱、パス間温度の範囲は、このデータをもとに決定されています。

表 8 溶接入熱、パス間温度と引張強さ、衝撃値との関係

溶接ワイヤ	溶接入熱 (kJ/cm)	パス間温度 ()	引張強さ (N/mm ²)	衝撃値 J (0)
JIS Z 3312 YGW11	40	250	560	70
JIS Z 3312 YGW18	40	350	550	80
JIS Z 3312 YGW15	25	290	560	130

5 . 型式認証制度の現状と今後検討すべき事項

型式認証制度がスタートしてから、約 3 年が経過しました。ロボット溶接が建築鉄骨溶接には欠かせない生産手段としての位置づけが定着し、かつ、この型式認証制度による認証取得も 70 型式 (5 メーカー) とほぼ出揃った感がある現状ですが、この型式認証制度はどのように期待されているのでしょうか。

この型式認証制度に対する期待は、

- (1) 施主、設計者、総合建設業などの鉄骨発注者にとっては、認証溶接ロボットにより健全な溶接部が安定して確保できること。
- (2) 鉄骨製作会社にとっては、型式認証取得済み溶接ロボットを導入して、施工承認試験や検査工数などが現状より削減でき製作コストの低減につながる事。
- (3) ロボットメーカーにとっては、認証溶接ロボットが鉄骨製作会社の導入意欲を加速させ、ロボット溶接普及につながる事。

であろうと思います。

しかしながら、これらの期待に対し、この制度の建築業界での認知度が不十分なこともあり、期待通りに進展していないのが現状です。例えば、型式認証を取得していない溶接ロボットもまだ使用されているのも現状ですし、鉄骨製作会社における認証溶接ロボット使用のメリットも明確ではありません。今後、この制度を更に定着させ、建築業界に貢献する制度とするためには、制度への参画者がメリットを得られるような仕組みにしていかなければならないと考えます。

そのための検討すべき事項例として

健全なロボット溶接部の確保のため、設計仕様書などへの認証溶接ロボット使用の明記。

認証溶接ロボットの使用の場合は、溶接部検査数量削減などの仕組構築。

などについて、建築業界全体での検討、取り組みが必要と考えます。

参考資料

(社)日本ロボット工業会技術資料-09「建築鉄骨溶接ロボット型式認証試験における溶接部の強度、靱性についての詳細報告」、(社)日本ロボット工業会 (2003.12)

禁 無 断 転 載

「建築鉄骨溶接ロボット型式認証制度について」

発行 平成16年4月

社団法人 日本ロボット工業会

〒105-0011 東京都港区芝公園三丁目5番8号

電話 03(3434)2919