

鉄骨柱自動溶接ロボット溶接施工試験

溶接施工試験 パス間温度測定 引張試験
鉄骨柱自動溶接ロボット シャルピー衝撃試験 曲げ試験

正会員 橋田 知幸^{*1} 藤平正一郎^{*2}
準会員 横田 順弘^{*3} 橋本 潔^{*4}

1) はじめに

近年、建築鉄骨の工場製作においては、溶接効率の向上と溶接品質の安定を図るため溶接施工に溶接ロボットが積極的に導入されている。溶接施工に溶接ロボットを用いた場合、その溶接効率と品質の安定性には優れたものがあるが、懸念される点として、効率を追求するあまり高入熱になる場合があり、また連続溶接による高いパス間温度に起因する溶接部の品質劣化等が上げられる。この点について、実物大の試験体で調査した例は少なく、本報では、実物大のコラム柱とハーフ柱に対して、ダイヤフラムと柱スクリンプレートの溶接に片山ストラック(株)大阪工場に導入された(株)神戸製鋼所製溶接ロボットシステムを用いて施工試験を行い、日本建築学会「鉄骨工事技術指針(JASS6)」および建築鉄骨溶接技能者技量検定(AW検定)に準拠して、溶接部品質を検討したのである。

2) 実験概要

試験体は、コラム柱及びハーフ柱の2種類の実物大試験体を製作して行った。図-1に試験体の形状及び開先形状を示す。2種類の柱の各継手に対しては鉄骨柱自動溶接ロボットを用いて溶接を行った。溶接条件は溶接電流、電圧及びパス間温度の3項目を記録した。図-2にパス間温度測定要領を示す。パス間温度は放射温度計(連続測定:開先より10mmの位置を測定)と接触温度計を用いて測定し、接触温度計の測定値より放射温度計の測定値を次周の溶接直前の値に補正している。溶接施工記録を表-1に示す。溶接部の健全性を溶接外観及び超音波探傷試験(日本建築学会基準)で確認した後、母材及び溶接部の機械的性能試験(引張、沖圧、衝撃、曲げ、硬さ及び断面加工)を実施した。機械的性能試験の判断基準はJIS規格とした。引張試験は、母材部(JIS Z2201 1A号)、溶接金属部(JIS Z3111 1A号)、及び溶接継手部(JIS Z3121 1A号)において

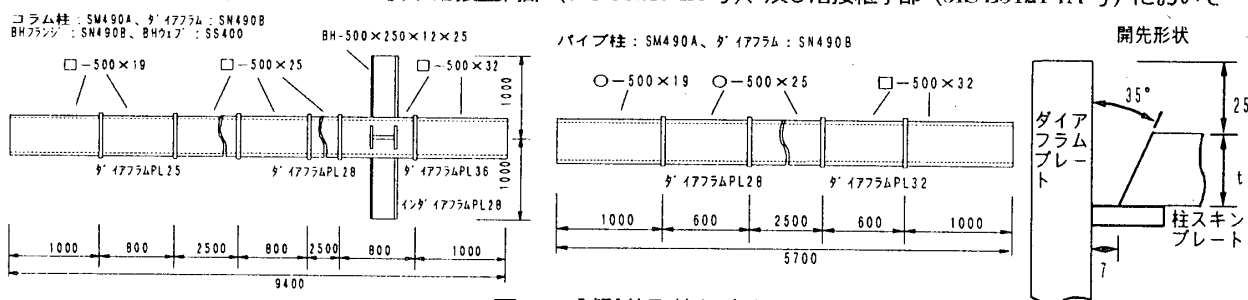


図-1 試験体形状と寸法及び開先形状

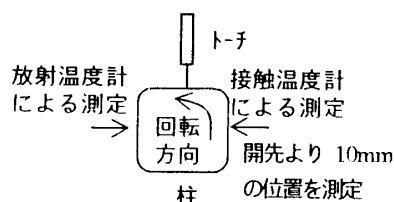


図-2 パス間温度測定要領

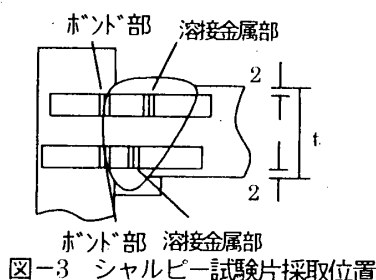


図-3 シャルピー試験片採取位置

表-1 溶接施工記録

板厚 (mm)	柱形状	パス数	電流 (A)	電圧 (V)	速度 (cm/min)	入熱量 (kJ/cm)	積層図
19	コラム	1~3	250~300	29~35	18~32	20~25	5層5ハース 19mm
		4~5	240~300	28~35	14~23	27~30	
	ハーフ	1~3	300	35	25~32	20~25	
		4~5	280~300	32~35	20~23	27	
		1~4	250~300	29~35	16~32	20~27	
		5~7	240~300	28~35	15~33	15~30	
25	コラム	1~4	250~300	29~35	16~32	20~27	7層8ハース 25mm
		5~7	240~300	28~35	15~33	15~30	
	ハーフ	1~4	300	35	23~32	20~27	
		5~7	290~300	34~35	21~33	19~30	
		1~4	250~300	29~35	16~32	20~27	
		5~7	240~300	28~35	15~33	15~30	
32	コラム	1~4	250~300	29~35	16~32	20~27	9層12ハース 32mm
		5~7	240~300	28~35	16~33	16~27	
	ハーフ	1~4	300	35	23~32	20~27	
		5~7	290~300	34~35	22~34	18~27	
		1~4	250~300	29~35	16~32	20~27	
		5~7	240~300	28~35	15~33	15~30	

溶接材料: JIS Z3312 YGW11適合品 1.2φ シールドガス: CO2 100%

Procedure Test For Steel Column Welding Robot

HASHIDA Tomoyuki, FUJIHARA Shoichiro, YOKOTA Masahiro, HASHIMOTO Kiyoshi

試験を実施した。図-3にシャルピー衝撃試験片採取位置を示し、試験片にはJIS Z2202 4号試験片を採用し試験温度 0°Cで実施した。曲げ試験はJIS Z3841に準拠して試験を行った。

実験結果

①バス間温度測定結果を図-4に示す。バス間温度はコラム柱、パイプ柱とも 203°C以下であり、JASS6 を満足した結果となった。

②溶接外観は良好であり、超音波探傷試験においても日本建築学会基準を満足するものであった。

③引張試験結果：表-2に、母材、溶接継手及び溶接金属の引張試験結果を示す。コラム柱及びパイプ柱における母材の降伏点は 327N/mm²、引張強さは 500N/mm²、伸びは 22%であり、母材の規格値を満足した。コラム柱の溶接継手引張試験では破断位置が母材部であり、引張強さは 548N/mm² であり、母材規格値を満足した。また、溶接金属の引張試験結果は降伏点 431N/mm²、引張強さ 538N/mm²、伸びは 29%であり、母材規格値を満足した。

④シャルピー衝撃試験結果：表-3にコラム柱、パイプ柱の溶接金属部及びボンド部のシャルピー衝撃試験結果を示す。コラム柱及びパイプ柱の溶接金属部の吸収エネルギー値は 74~143J、ボンド部の吸収エネルギー値は 116~169J と母材 (SN490B) の規格値 (0°C : 27J 以上) を満足する良好な値を示した。

⑤マクロ試験・曲げ試験結果：マクロ試験結果及び曲げ試験結果とも AW 検定基準を満足し、半自動溶接で発生し易いルート部未溶融欠陥は見られなかった。

4) まとめ：(1)鉄骨柱自動溶接ロボットに対して溶接施工試験を実施した。(2)入熱量は 16~30kJ/cm、バス間温度は 203°C以下であり、JASS6 を満足した。(3)母材、溶接継手及び溶接金属の引張試験結果は母材規格値を満足した。(4)シャルピー衝撃試験結果は溶接金属部、ボンド部とも母材 (SN490B) の規格値 (0°C : 27J 以上) を満足する良好な値を示した。(5)マクロ試験、曲げ試験とも AW 検定基準を満足した。

以上より、本自動溶接ロボットシステムによる溶接部の品質は鉄骨工事技術指針 (JASS6) およびAW検定を満足する良好なものであることが確認された。

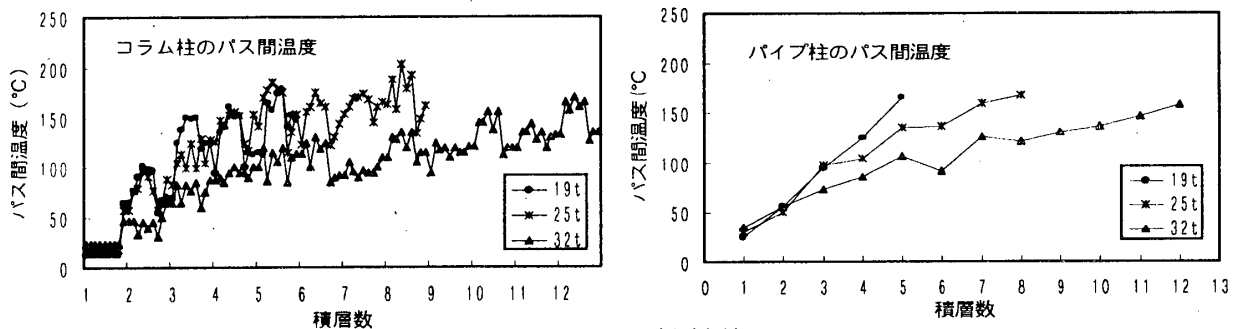


図-4 バス間温度測定結果

表-2 引張試験結果

柱形状	試験箇所	板厚 (mm)	コラム直線部・パイプ柱			破断位置
			降伏点 (N/mm ²)	引張強さ (N/mm ²)	伸び (%)	
コラム	母材	19	327	500	29	-
		25	339	527	27	-
		32	435	555	24	-
	仕口ブロック溶接金属	19	437	543	29	-
		25	431	538	29	-
	柱シャフト溶接継手	25	387	548	28	母材部
パイプ	母材	19	390	528	23	-
		25	366	535	24	-
		32	425	565	22	-

機械的特性値は、2本の試験片の平均値とする。

表-3 シャルピー衝撃試験結果

柱形状	試験片 採取位置	板厚 (mm)	ノッチ位置	吸収エネルギー(J, 0℃)			
				仕口ブロック溶接部		柱シャフト溶接部	
				直線部	R部	直線部	R部
コラム	表層部	19	溶接金属部	96	91	98	-
			ボンド部	146	159	127	-
		25	溶接金属部	82	124	114	111
			ボンド部	116	119	139	164
		32	溶接金属部	143	112	129	134
			熱影響部	161	169	152	143
	ルート部	19	溶接金属部	100	-	74	-
			ボンド部	145	-	142	-
		25	溶接金属部	92	-	90	-
			ボンド部	148	-	141	-
		32	溶接金属部	91	-	97	-
			ボンド部	137	-	121	-
仕口 フラン ジ	表層部	25	溶接金属部	117			
			ボンド部	163			
	ルート部		溶接金属部	148			
			ボンド部	134			
パイプ	表層部	25	溶接金属部	126			
			ボンド部	103			
ルート部	溶接金属部		133				
	ボンド部		98				

衝撃値は、3本の試験片の吸収エネルギーを平均した値である。

*1 片山ストラテック Katayama Stratech
 *2 片山ストラテック Katayama Stratech
 *3 神戸製鋼所 Kobe Steel
 *4 神戸製鋼所 Kobe Steel