

CO<sub>2</sub>アーク溶接ロボットによる横向突合せ溶接部の力学的性能の検討正会員○軽部正彦・<sub>1</sub>同 中込忠男・<sub>2</sub> 同 山本 聖・<sub>3</sub>X 2. 溶接施工 Y 3. 柱梁接合部 Z 1. 荷重・変形関係 同 横山重和・<sub>4</sub> 同 中根一臣・<sub>4</sub>

## Y 7. 横向き溶接

**1. 序** 近年、建築鉄骨においても溶接のロボット化が進んできている。柱梁仕口部溶接では要求品質が高い・溶接線が短い・板厚が厚いために多層溶接が必要であるなどロボット化は困難であるが、下向き溶接ではすでに実用化が進み実構造物の溶接に用いられている。本実験では横向姿勢で溶接できる溶接ロボット

を用いて、そのロボットの実用化の基礎資料を提示することを目的として溶接を行い力学的性能試験をした。

**2. システムの概要** 本実験では建築鉄骨で最も使用されているCO<sub>2</sub>アーク溶接を対象とした図1の様な横向溶接ロボットを使用した。ロボットの動作範囲は、溶接線方向 450mm、前後方向70mm、上下方向 120mmである。このロボットはタッチセンサーを用いたセンシングシステムによって次パスの溶接トーチの制御を行いながら最終層まで自動的に溶接を進めていく。

**3. 供試材と溶接** 表1に供試鋼材の力学的性能を、表2に化学成分を示す。素材試験にはE-25を、実大試験にはH-250×250×9×14を用いた。また表3に溶接ワイヤーの化学成分を、表4に行ったCO<sub>2</sub>アーク溶接の条件を示す。半自動溶接は、通常行っている状況に準じた最良の条件を溶接工の判断で設定した。

**4. 溶着金属素材試験** 図2に示すような溶接体に両側からT型突合せ溶接を行い、引張試験片・衝撃試験片を採取した。溶接はロボットが自動判断して行い、片側を横向溶接・自然冷却の後、反対側を横向溶接した。図3に溶接トーチの狙い位置と1パス毎のセンシングデータによって溶着金属の積層状態を示す。

**〔引張試験〕** 溶接部から図4・図5の様な試験片を採取して試験を行った。表5に引張試験の結果を示す。降伏応力がやや高いが、引張強さも高く強度として十分な性能を示している。破断伸びも30%を超え、変形能力も十分な、エネルギー吸収能力の高い溶接であることがわかる。溶接線直交方向では試験片形状と標点間距離の関係上、破断伸びが大きくなっている。

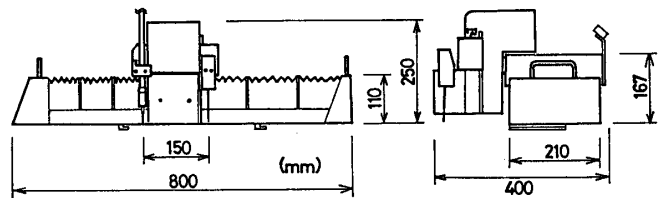


図1 溶接ロボットの概要

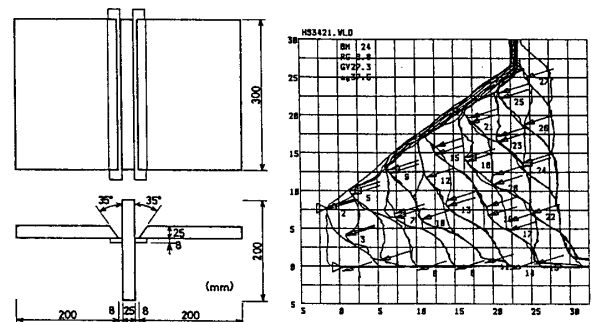


図2 素材試験溶接体

図3 センシングデータ

表1 供試鋼材の機械的性質

	降伏応力	引張強さ	破断伸び
SM50A E-25	37 kgf/mm <sup>2</sup>	57 kgf/mm <sup>2</sup>	30 %
SM50A H-250×250×9×14	43 kgf/mm <sup>2</sup>	57 kgf/mm <sup>2</sup>	26 %

表2 供試鋼材の化学成分

	化学成分 (%)						
	C	Si	Mn	P	S	Cu	Sn
SM50A E-25	0.140	0.340	1.340	0.022	0.010	0.100	0.010
SM50A H-250×250×9×14	0.170	0.290	1.280	0.015	0.006	-	-

表3 供試ワイヤーの化学成分

	化学成分 (%)						
	C	Si	Mn	P	S	Ti+Zr	Sn
YGW-11 1.2φ	0.060	0.710 0.730	1.560 1.580	0.010 0.012	0.012 0.015	0.190	0.002 0.005

表4 溶接条件

	溶接電流	溶接電圧	溶接速度	ガス流量
半自動	240A ~280A	35V ~40V	30cm/min ~40cm/min	25l/min
Robot	200A ~250A	30V ~34V	40cm/min ~55cm/min	≥25l/min

Study on Mechanical property of HORIZONTAL position Butt Welding  
welded by Robot

21618

KARUBE Masahiko et al.

〔衝撃試験〕 試験片は溶接部から4号Vノッチ試験片(JIS Z 3111)をノッチ先端が溶着金属内に位置するように採取し、シャルピー衝撃試験を行った。試験結果は最小2乗法によって次式に近似した。

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

$$B = 50(1 - \tanh \beta(T - vT_{rs}))$$

$vE$ : absorbed energy (kgf·m)  
 $vE_{shelf}$ : shelf energy (kgf·m)  
 $\alpha$ : energy coefficient  
 $vT_{re}$ : energy transition temperature  
 $B$ : percent brittle fracture (%)  
 $\beta$ : brittle fracture coefficient  
 $vT_{rs}$ : fracture transition temperature

図6に試験結果と遷移曲線、そしてその0℃換算値を示す。吸収エネルギーは9.7kgf·mと十分な値を示しており、遷移温度も低くなっている。

5. 柱梁接合部実大3点曲げ試験 実際の構造物をモデル化した試験体をロボット溶接で製作し、3点曲げ正負交番繰り返し载荷を行った。図7に柱梁接合部実大試験体を示す。溶接は片側を横向溶接ロボットが溶接・自然冷却したの後に、反対側を横向姿勢で溶接工が溶接した。図8にトーチ狙い位置と1パス毎のセンシングデータによる積層状態を、図9に半自動溶接の積層状態を示す。ロボットによる横向溶接は、健全な溶接を実現しやすくするために、通常の溶接工が行う横向溶接の平均的なパス数より多くなっている。

〔载荷と結果〕 载荷は層間変形角を考慮した変位制御とし、その载荷計画を図10に示す。荷重-载荷点変位関係を図11に示す。試験体は最終ループにおいて梁フランジが座屈した。層間変形角1/15以上まで変形させたが溶接部には何等異常は認められなかった。

6. 結び センシングシステムを備えた横向溶接ロボットの行った溶接部について、十分な強度・変形能力・靱性を有していることが確認できた。また実際の構造物に用いた場合にも半自動溶接に劣らない十分な継手性能を発揮することが確認できた。溶接ビードの一定しないアーク溶接で、今後より難しい溶接のロボット化において、センシングシステムは有効であろう。

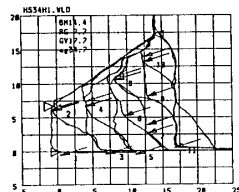


図8 センシングデータ

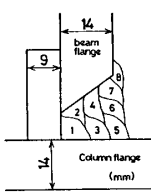


図9 積層状態

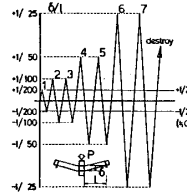


図10 载荷計画

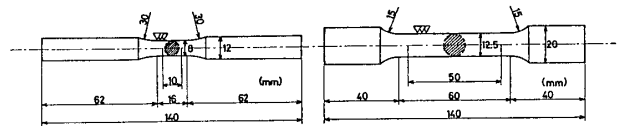


図4 溶接線直交方向引張試験片

表5 引張試験結果

	降伏応力 kgf/mm <sup>2</sup>	引張強さ kgf/mm <sup>2</sup>	破断伸び %	絞り %
溶接線方向	53.9	60.2	31.1	42.3
溶接線直交方向	49.8	58.6	55.1	45.0

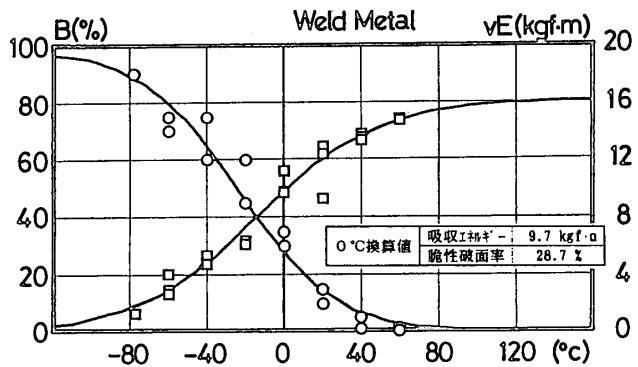


図6 シャルピー試験結果

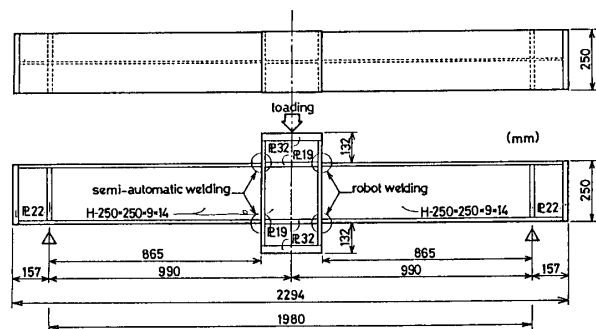


図7 柱梁接合部実大3点曲げ試験体

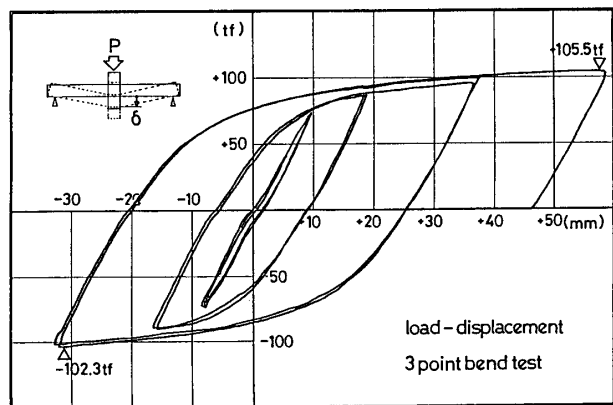


図11 荷重-载荷点変位関係