

25 度狭開先ロボット溶接部における溶着金属と溶接継手の力学性能
－鉄骨造建築物の安全性向上に資する新自動溶接技術の開発（その 11）－

25 度狭開先
溶着金属

ロボット溶接
溶接継手

冷間成形角形鋼管
組立溶接ビード

正会員 ○渡邊 一夫 *1
同 長嶺 賢吾 *3

同 中野 達也 *2
同 新田 泰弘 *4

1. はじめに

前報において、25 度狭開先における組立溶接と本溶接初層の施工条件について、耐高温割れと組立溶接ビードのコラム板厚内再溶融を実現する適正条件の一例を明らかにした¹⁾。本報では、それらの条件で施工された溶接部の基本的な力学性能を把握することを目的とし、鋼板を対象として、ロボット溶接機による 25 度狭開先の全層本溶接を行い、溶着金属と溶接継手の力学性能を把握すると共に、残留組立溶接ビードの影響を確認した。

2. 試験概要

図 1 に試験体形状を示す。鋼材には板厚 32mm (SN490B) を使用した。表 1 に試験体リストを示す。実験パラメーターは、開先角度・ルートギャップ、裏当て金形状と組立溶接の有無である。図 2 に裏当て金形状

表 1 試験体および性能評価試験項目の一覧

No.	開先形状※1		裏当て金形状	組立溶接	性能評価試験※2			
	G.A. (度)	R.G. (mm)			M	C	D	T
1	25	4	レ-4×6	有	○	－	－	○
2			レ-4×9		○	－	－	○
3			FB	無	○	○	○	○
4		8	レ-4×6	有	○	－	－	○
5			レ-4×9		○	－	－	○
6			FB	無	○	○	○	○
7	35	7			○	○	○	○

※1 開先形状：G.A.；開先角度，R.G.；ルートギャップ，※2 性能評価試験：M；マクロ試験，C；シャルピー衝撃試験，D；溶着金属引張試験，T；溶接継手引張試験

表 2 組立溶接および本溶接条件

	組立溶接	本溶接
溶接方法	走行治具付き自動機	6 軸多関節ロボット
溶接ワイヤー	YGW11-1.2mm ^φ	YGW18-1.2mm ^φ
溶接姿勢	下向	下向
シールドガス	100%CO2, 25 l/min	100%CO2, 25 l/min
溶接条件※	250A, 32V, 47cpm	R.G.4mm：320A, 35V, 50cpm R.G.8mm：320A, 35V, 29cpm
トーチ傾斜角	12.5 度	12.5 度
前進・後退角	0 度	0 度
ワイヤー突出長さ	25 mm	25 mm
入熱・パス間温度	－	30kJ 以下, 250℃以下
使用ノズル	350A 用細径ノズル	1・2 層目：25 度用ノズル（内径 16mm） 3 層目以降：長尺ノズル（内径 19mm）
ウィーピング幅	0（ストレート）	ルート幅 -2mm
狙い位置	裏当て金のルート部	－
ノズル母材間距離	－	1・2 層目：40mm, 3 層目以降：32mm

※ 本溶接は 1 層目の条件。2 層目以降はロボットで決定される条件で実施。

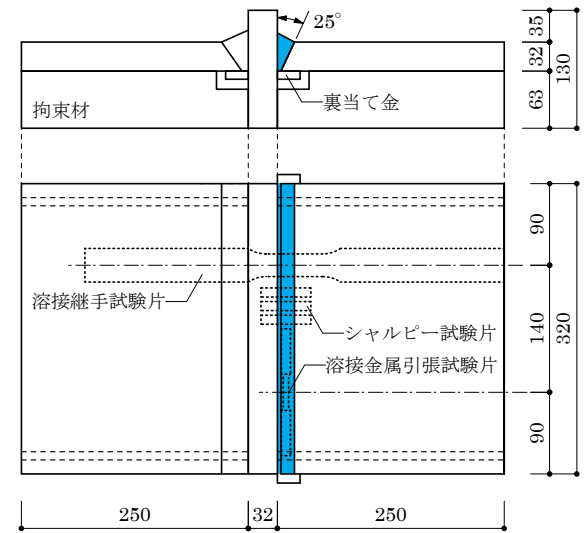


図 1 試験体形状と各種試験片の採取位置（mm）

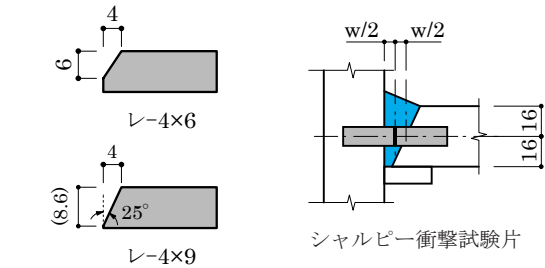


図 2 裏当て金形状（mm）

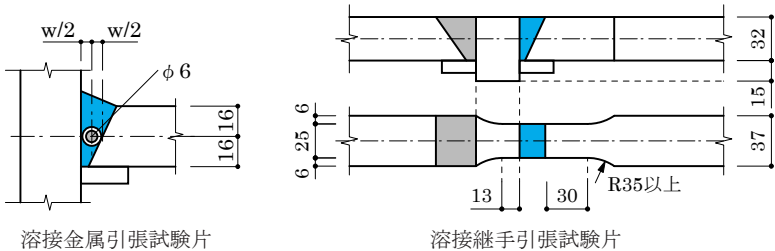


図 3 各種試験片の形状・採取位置（mm）

を示す。組立溶接ありの試験体にはレ-4×6 とレ-4×9 を使用し、組立溶接なしの試験体には FB を使用した。

表 2 に組立溶接および本溶接条件を示す。本溶接の施工実績については、初層は表 2 のとおり、2 層目以降は 300 ～ 280A、32 ～ 30V、21 ～ 43cpm であった。

性能評価試験は、マクロ試験、シャルピー衝撃試験、溶着金属引張試験、溶接継手引張試験である。図 1 と図 3 に各種試験片の採取位置および形状を示す。シャルピー衝撃試験および溶着金属引張試験は JIS Z 3111 を参考に、溶接継手引張試験の試験片形状は JIS Z 3121 1A 号を参考に、必ず試験対象側で破断するように、通しダイアフラムを想定している立板内で R 加工を施した。また、裏当て金内に残留する組立溶接ビードの影響を検討することも本試験の目的であるため、余盛側はフラットに仕上げ、裏当て金側は残す形状とした。

3. 試験結果

表 3 ～表 5 に各種試験の主な結果を示し、図 4 に溶着金属引張試験から得られた σ - ϵ 関係を示す。ルートギャップ 4mm の $\sqrt{E_0}$ の値が他に比べて若干小さいが、その他の機械的性質には開先条件による有意差は見られない。

写真 1 に No1 と No2 のマクロ組織を示す。組立溶接ビードが、No2 では裏当て金内に残留し、No1 ではコラム板厚内にも残留している様子がわかる。この点については、次報（その 12）で内質調査の結果を述べる。

溶接継手引張試験の結果について、写真 2 に加力終了後の試験片状況の一例を示す。すべての試験片が溶接継目から十分に離れた母材部分で延性破壊を生じ、組立溶接ビード近傍にき裂発生などの異常も見られなかった。図 5 に σ - ϵ 関係を示す。 ϵ は標点間の計測変位に基づく歪である。比較のために、試験片形状を溶接継手試験片と同じにした母材引張試験結果も併記している。最大耐力に至るまでパラメーターによる違いは見られず、すべての試験片が同程度の強度を示した。

4. まとめ

25 度狭開先ロボット溶接部における溶着金属の機械的性質は一般的な 35 度開先の場合と同等の性能を示すこと、溶接継手の力学性能は母材の性能で決定付けられ、

残留組立溶接ビードは溶接継手の力学性能に悪影響を及ぼさないことを確認した。

【謝辞】本研究（その 11 ～ 20）は、国土交通省平成 23 年度住宅・建築関連先端技術開発助成事業の「鉄骨造建築物の安全性向上に資する新自動溶接技術の開発」における研究の一環として、（社）日本鋼構造協会、（社）全国鉄構工業協会、（社）日本鉄鋼連盟の共同研究（委員長：森田耕次 千葉大学名誉教授）により実施したものである。

【参考文献】（その 12）にまとめて示す。

表 3 母材引張試験結果（JIS Z 2241 1A 号試験片）

鋼種	板厚 (mm)	板幅 (mm)	σ_{y1} (N/mm ²)	σ_{y2} (N/mm ²)	σ_u (N/mm ²)	EL. (%)
SN490B	32.3	39.9	355	345	522	38.6

表 4 溶着金属の機械的性質

No.	ϕ (mm)	σ_{y1} (N/mm ²)	σ_{y2} (N/mm ²)	σ_u (N/mm ²)	EL. (%)	$\sqrt{E_0}$ (J)
3	6.09	617	559	621	29.1	75
6	6.01	603	553	633	32.7	99
7	5.90	567	538	623	29.6	94

σ_{y1} ：上降伏点， σ_{y2} ：下降伏点， σ_u ：引張強さ，EL.：破断伸び， ϕ ：径， $\sqrt{E_0}$ ：0℃シャルピー衝撃値

表 5 溶接継手引張試験結果

No.	組立 溶接	板厚 (mm)	板幅 (mm)	P_{max} (kN)	σ_u (N/mm ²)	破断 個所
1	有	31.9	24.9	434	547	母材
2		31.8	24.6	435	557	母材
3	無	31.9	24.7	434	549	母材
4	有	32.0	24.7	434	549	母材
5		31.8	24.7	432	552	母材
6	無	31.8	24.7	434	553	母材
7		31.9	24.7	432	548	母材
母材※	—	32.0	24.9	427	536	母材

※ 溶接継手試験片と同じ JIS Z 3121 1A 号形状

写真 2 溶接継手試験片の加力前後の様子（No.2）

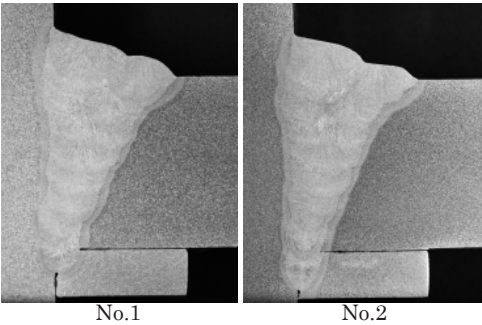
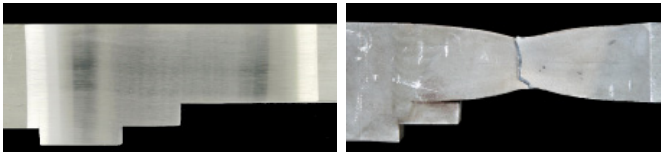


写真 1 マクロ組織の一例

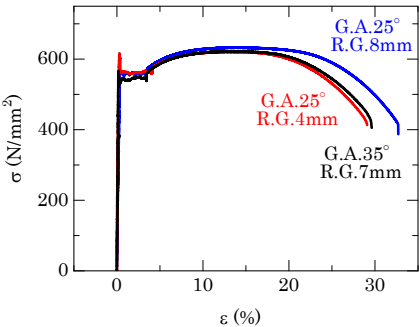


図 4 溶着金属引張試験結果

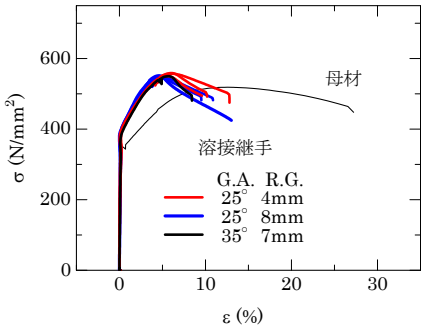


図 5 溶接継手引張試験結果

*1 ニッテツコラム，*2 宇都宮大学，*3 日揮プラントソリューション（元 宇都宮大学大学院生），*4 鉄建建設（元 宇都宮大学大学院生）

*1 Nittetsu Column，*2 Utsunomiya Univ.，*3 JGC PLANT SOLUTIONS，*4 TEKKEN Co.