



## KAGAYA TECHNICAL REPORT

# カガヤ技報

Vol.4 2023



KAGAYA TECHNICAL REPORT

カガヤ技報

Vol.4 2023

# カガヤ技報 Vol.4 2023

## 目次

---

### 巻頭言

チームワーク .....	1
	山崎 博之

工事紹介 .....	2
------------	---

### 論文・報告

1. エレクトロスラグ溶接部の基礎的性能評価 .....	4
	工藤 哲也 高橋 永吉
2. サブマージアーク溶接による隅肉溶接の溶接施工試験 .....	14
	工藤 哲也 高橋 永吉
3. 角形鋼管柱梁接合部における内ダイアフラムの合理的溶接方法の基礎検討② .....	24
	工藤 哲也

### 技術紹介

4. カガヤの人材育成活動の紹介 .....	29
	野々村 渉 白旗 和枝 阿部 優

対外発表 .....	33
------------	----

主な工事实績（2023年4月期） .....	34
------------------------	----

## チームワーク

シニアマネージャー

山崎 博之

YAMAZAKI Hiroyuki



昨年の夏は例年になく猛暑の日が続き、過酷な状況の中、甲子園では慶応高校が優勝し幕を閉じました。東北勢がベスト 8 に 3 校入り、なかでも仙台育英の決勝戦では、隣県ではありますが身近なチームということで応援に力が入りました。私自身が高校球児を経験したことで、今でも高校野球を観るたびに「チームワーク」と言う言葉が呼び戻されます。「チームワーク」は、ある作業に対し関わる人達が目的意識を持って協力し、助け合い、励まし合うことで、相乗的な効果を得ることできる重要な要素だと考えます。

ファブリケーターにおいては、営業・積算・調達・設計・製造・検査・輸送と多種の業務があります。場合によっては提供された設計図書を基に期限内に製作した製品の納入にとどまらず、現場組立作業までとなることがあります。これらの工程を円滑に進めるために、部署内のチームワーク、部署間のチームワーク、会社全体のチームワークが大切になります。

私見ですが鉄骨の製作では、品質・予算・納期・提供設計情報が絡み合うため、完璧を意味するベストな製品の位置づけが難しく、頂いた条件の中でより良い製品を納められるように努力するためにも、お客様からの要求事項にチームのみんなが同じ方向を向いて作業をすることが大事だと思います。そしてその「より良い」を求める取り組みを皆様に知って頂く方法の一つが技報の発行です。カガヤ技報におきましても、研究開発部門が中心となって各部署と連携を図りながら、チームワークにより発行に至っております。

カガヤ技報 Vol.4 では、Vol.3 に引き続き当社の研究・開発成果の報告を行っていますが、設計、施工図作成、現場施工管理に至るまで、私が計画から完成まで携わり、関係者とのチームワークで竣工した BH 工場も紹介しておりますので、他の技術紹介も含め一読して頂ければ幸いです。今後ともカガヤ技報と株式会社カガヤへ期待を込めて熱い声援を宜しくお願い致します。



株式会社 カガヤ  
KAGAYA-HD Co.,Ltd.

## 工事紹介-1

(仮称) 流山おおたかの森B35街区商業プロジェクト新築工事

物販棟



飲食棟



所在地	千葉県流山市おおたかの森 西一丁目15番3	施主	大和ハウス工業株式会社
敷地面積	約 20,453m <sup>2</sup>	設計者	株式会社福田組 東京一級建築士事務所
延床面積	約 32,805m <sup>2</sup>	監理者	株式会社福田組 東京一級建築士事務所
建築面積	約 12,095m <sup>2</sup>	施工者	株式会社福田組 東京本店
最高高さ	19.5m	構造形式	物販棟 S造 地上3階+塔屋1階 飲食棟 S造 地上2階+塔屋1階
製作重量	全体：約 3,126t, 当社製作：約 3,126t	用途	商業施設
特記事項	大梁端部に拡幅PLが取り付く納まりであったため、溶接による曲がり量の検査、矯正、再検査を繰り返し、建方現場での食違い防止に努めた。物販棟を半分程度建ててから飲食棟の建方を完了させ、再度物販棟の建方を行う工程であったため、工場の製作工程もそれに合わせて調整を行った。		

## 工事紹介－2

### 盛岡南公園野球場 (仮称) 整備事業に係る建設業務「きたぎんボールパーク」



所在地 岩手県盛岡市永井4地割30番3の1部他

敷地面積 約 89,676m<sup>2</sup>

延床面積 約 20,852m<sup>2</sup>

建築面積 約 12,790m<sup>2</sup>

最高高さ 約 17m

製作重量 全体：約 2500t, 当社製作：野球場 (左スタンド側) 約 276t

施主 盛岡南ボールパーク株式会社

設計者 環境デザイン研究所・清水建設・久慈設計 設計共同企業体

監理者 環境デザイン研究所・久慈設計 工事監理共同企業体

施工者 清水・菱和建設工事共同企業体

構造形式 野球場 S造 地上3階  
屋内練習場 S造 地上2階

用途 野球場

特記事項 スタジアム特有のスタンド鉄骨は、柱全てに円形鋼管を使用しており、一部勾配付きの梁が円形鋼管を貫通する形状があったため、1次加工精度を重要視し、角度の誤差が小さくなるように製作を行った。全般的に形状が複雑であったため、1製品を数個のパーツに分けて製作し、最後にドッキングする製作方法とした。

# エレクトロスラグ溶接部の基礎的性能評価 Basic Performance Evaluation of Electroslag Welds

工藤 哲也, 高橋 永吉

by KUDO Tetsuya, TAKAHASHI Eikichi

キーワード：エレクトロスラグ溶接, 承認試験, 衝撃特性

Keywords : electroslag welding, Approval test, Impact properties

## 1. はじめに

当社では、2022年に溶接組立箱形断面柱（以下 B.BOX）の製作に際し、閉鎖型溶接部となる内ダイアフラムの溶接を行うため、非消耗式エレクトロスラグ溶接機 SESNET-W II（日鉄溶接工業）を初めて導入した。（図1）



図1 エレクトロスラグ溶接機

エレクトロスラグ溶接（以下 ESW）の模式図を図2に示す。本溶接法は、ソリッドワイヤを開先内にセットした非消耗ノズルを通して、開先内で溶融しているスラグ浴中に連続的に送給しつつ通電し、主としてスラグ浴中の電気抵抗発熱により、母材とワイヤを溶融して立向上進溶接を行う。非消耗ノズルは、溶接の進行に伴い、あらかじめ設定された溶接電流に見合ったワイヤ突き出し長さを保つよう自動上昇する。利点として、1パスで効率よく溶接でき溶接後の角変形が小さいこと、厚板の溶接に高能率であること、溶接欠陥の発生が少ないこと、開先加工準備が簡単なことなどが挙げられる<sup>1)</sup>。当社の SESNET-W II は、板厚 16～65 mm を 1 パスで溶接可能な仕様である。

一方で、溶接入熱が大きいため、溶接部のボン

ド部や鋼材の熱影響部、溶接金属では一般的な CO<sub>2</sub> ガスシールドアーク溶接部に比べると、じん性が大きく低下することが知られている<sup>2)</sup>。

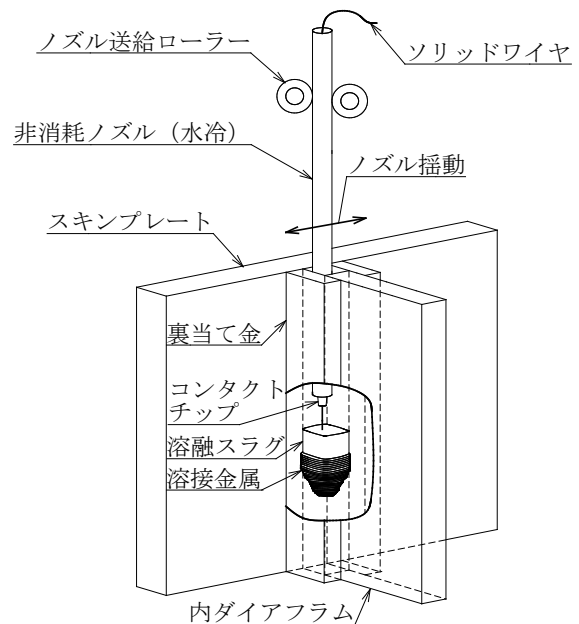


図2 ESWの模式図

日本建築学会「鉄骨工事技術指針・工場製作編」の付則8「エレクトロスラグの承認試験」には、ESWの承認試験方法についての記載があり<sup>1)</sup>、基本的な溶接作業ができるかどうかの確認を目的とした試験とされている<sup>3)</sup>。当社でも導入した SESNET-W II を用いて承認試験に倣い、基礎的な溶接作業性の確認及び溶接部の性能評価を行った。

試験体は3種類とし、一つは B.BOX 製作予定の案件を想定したスキンプレート (t25 mm) と内ダイアフラム (t32 mm) の組み合わせとした。その他は、厚板での評価として、内ダイアフラム板厚 40 mm 及び 65 mm において同様に承認試験の要領に倣い、施工試験を行った。なお、施工試験の前

に予備試験を行い、溶接条件及び溶接作業の確認を行っている。

2. 試験条件

2.1 試験体

試験体一覧を表 1 に示し、試験体形状を図 3 に示す。2018 年の日本建築学会「鉄骨工事技術指針・工場製作編」の改定により、従来の十字形状試験体が H 形形状の試験体へと変更されている<sup>1)</sup>。

試験体 No.1~No.3 をそれぞれ 1 体ずつ制作した。試験体 No.1 は、g<sub>1</sub> 溶接線のみ試験対象としており、メーカー推奨のルート間隔（以下 R.G.）25 mm とした。試験体 No.2 及び試験体 No.3 は比較として g<sub>1</sub> 溶接線を R.G.22 mm とし、g<sub>2</sub> 溶接線を R.G.25 mm の条件とした。

2.2 鋼材

鋼材の化学成分及び機械的性質を表 2 に示す。内ダイヤフラムには B 材、スキンプレートには C 材を適用し、板厚 40 mm を超えるものは TMCP 鋼とした。裏当て金は、材質 SN490B の FB-32×50 mm である。

2.3 溶接材料

溶接材料を表 3 に示す。490N/mm<sup>2</sup> 級鋼及び 550N/mm<sup>2</sup> 級鋼に適用可能なワイヤとフラックスの組み合わせとした。ノズル径はφ14 mm である。

表 1 試験体一覧

試験体	部位	鋼材		R.G.(mm)	
		板厚(mm)	サイズ(mm)	g <sub>1</sub>	g <sub>2</sub>
No.1	t1 スキンプレート	25	PL-670×300	25	25
	t2 内ダイヤフラム	32	PL-670×400		
No.2	t1 スキンプレート	45	PL-670×300	22	25
	t2 内ダイヤフラム	40	PL-670×363		
No.3	t1 スキンプレート	60	PL-670×300	22	25
	t2 内ダイヤフラム	65	PL-670×327		

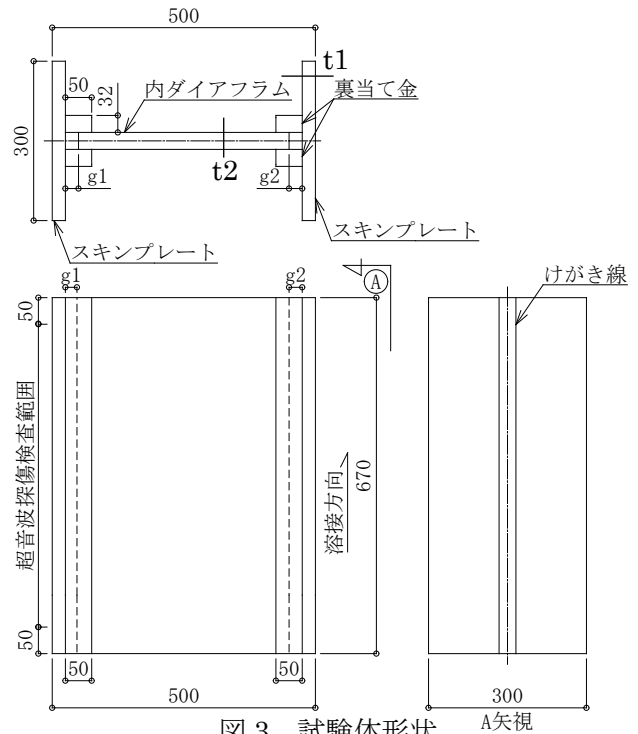


図 3 試験体形状

表 3 溶接材料

ワイヤ(JIS Z 3353)			フラックス(JIS Z 3353)		
種類(銘柄)	径	メーカー	種類(銘柄)	径	メーカー
YES562-S (YM-55HF)	φ1.6 mm	日鉄溶接 工業	FES-Z (YF-15I)	20×D	日鉄溶接 工業

表 2 鋼材の化学成分及び機械的性質（ミルシート値）

試験体	部位	材質	板厚 (mm)	化学成分(%)						引張試験					衝撃試験 吸収 エネルギー vE <sub>0</sub> (J)
				C	Si	Mn	P	S	Ceq	降伏点又は0.2% 耐力(N/mm <sup>2</sup> )	引張強さ (N/mm <sup>2</sup> )	降伏比 (%)	伸び (%)	絞り (%)	
No.1	内ダイヤフラム	SN490B	32	0.18	0.18	1.33	0.014	0.002	0.41	383	525	73	32	-	241
	スキンプレート	SN490C	25	0.17	0.18	1.36	0.010	0.002	0.41	391	531	74	29	72	243
No.2	内ダイヤフラム	SN490B	40	0.18	0.18	1.30	0.014	0.003	0.41	352	517	68	33	-	229
	スキンプレート	TMCP 325C	45	0.14	0.25	1.25	0.013	0.003	0.37	364	500	73	30	76	223
No.3	内ダイヤフラム	TMCP 325B	65	0.14	0.27	1.27	0.013	0.003	0.37	400	561	71	33	-	204
	スキンプレート	TMCP 385C	60	0.14	0.26	1.42	0.015	0.003	0.39	435	589	74	32	72	258



2.4 溶接記録

溶接記録を表 4 に示す. すべての試験体でノズルを揺動させ, スラグ高さ 35 mm程度となるようフラックスを投入した. また, ノズルの前後位置は予備試験にて十分な溶込みが得られた位置としている. 一溶接線毎に溶接しており, g<sub>1</sub> 溶接線及び g<sub>2</sub> 溶接線は同時溶接ではない.

通常予熱は必要ないが, 予備試験において板厚 65 mmの試験体 (t65) の始端側における溶込み幅が小さかったため, t65 のみ溶込み幅の確保を目的に, ガスバーナーによる 100℃程度の熱を溶接始端部に加えた. なお, t65 は溶接条件 380A, 54V の設定とした.

2.5 試験方法

超音波探傷検査, 溶接金属引張試験, マクロ試験, 硬さ試験, 衝撃試験を行った. 試験片の採取位置を図 4 に示す.

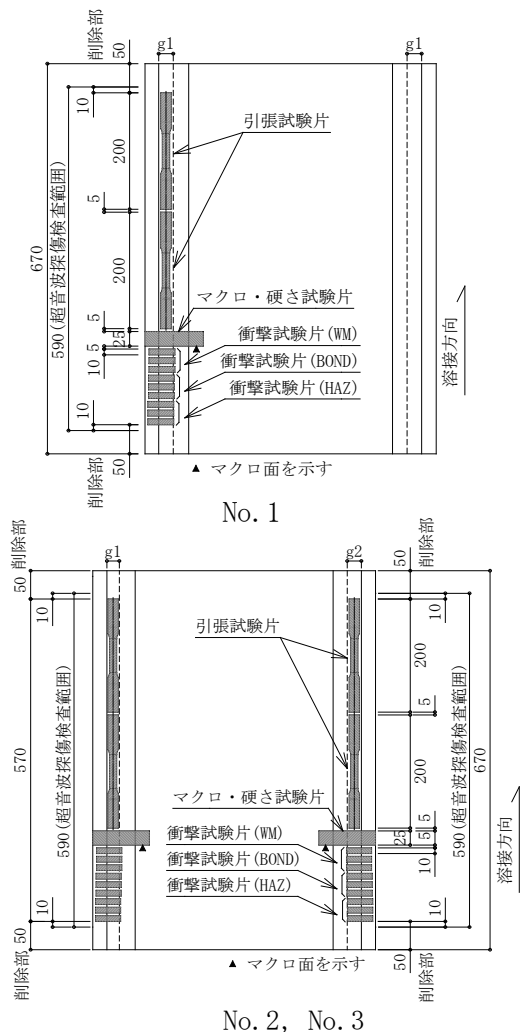


図 4 試験片採取位置

表 4 溶接記録

試験体	R.G. (mm)		溶接電流 (A)	アーク電圧 (V)	ワイヤ供給速度 (m/min)	溶接速度 (cm/min)	溶接入熱 (kJ/cm)
	g <sub>1</sub>	g <sub>2</sub>					
No.1	g <sub>1</sub>	25	380	50	8.5	2.47	461
No.2	g <sub>1</sub>	22	380	52	8.5	2.23	532
	g <sub>2</sub>	25	380	52	8.5	1.99	597
No.3	g <sub>1</sub>	22	380	54	8.5	1.36	907
	g <sub>2</sub>	25	380	54	8.5	1.19	1038

3. 試験結果

3.1 超音波探傷検査

超音波探傷検査は, 日本建築学会「鋼構造建築溶接部の超音波探傷検査規準・同解説」(2018) に準じた 4). 各試験体の溶接線全線において, 内部欠陥は検出されなかった.

溶込み幅の測定位置を図 5 に示し, 測定結果を表 5 に示す. 試験体 No.3 g<sub>2</sub> 溶接線①始端側を除いて, 目標値の片側 3 mm以上を確保することができた.

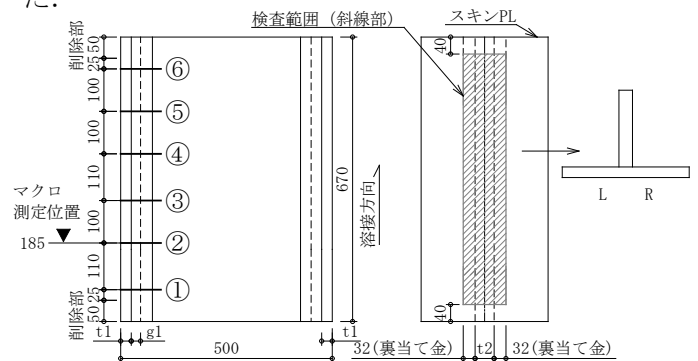


図 5 溶込み幅の測定位置

表 5 溶込み幅の測定結果

試験体	位置	①	②	③	④	⑤	⑥
		No.1	g <sub>1</sub>	L 7, R 3	8, 5	8, 3	4, 3
No.2	g <sub>1</sub>	L 8, R 3	7, 4	6, 5	6, 5	6, 4	6, 4
	g <sub>2</sub>	L 6, R 4	5, 6	7, 5	4, 6	4, 5	7, 6
No.3	g <sub>1</sub>	L 4, R 8	4, 9	4, 7	4, 8	6, 7	6, 7
	g <sub>2</sub>	L 2, R 3	3, 4	5, 5	3, 7	5, 8	5, 6

### 3.2 マクロ試験

マクロ試験は、試験面を 5~10%の硝酸アルコール液でエッチングした後に評価した。マクロ試験結果を図 6 に示す。割れや溶込み不良などの溶接欠陥は見られなかった。また、各試験片の A 側溶込み幅及び B 側溶込み幅は、目標とする片側 3 mm以上の溶込み幅を満たした。試験体 No.2, 試験体 No.3 では、R.G.が大きい g<sub>2</sub> 溶接線の方が、溶込み幅が大きい結果となった。

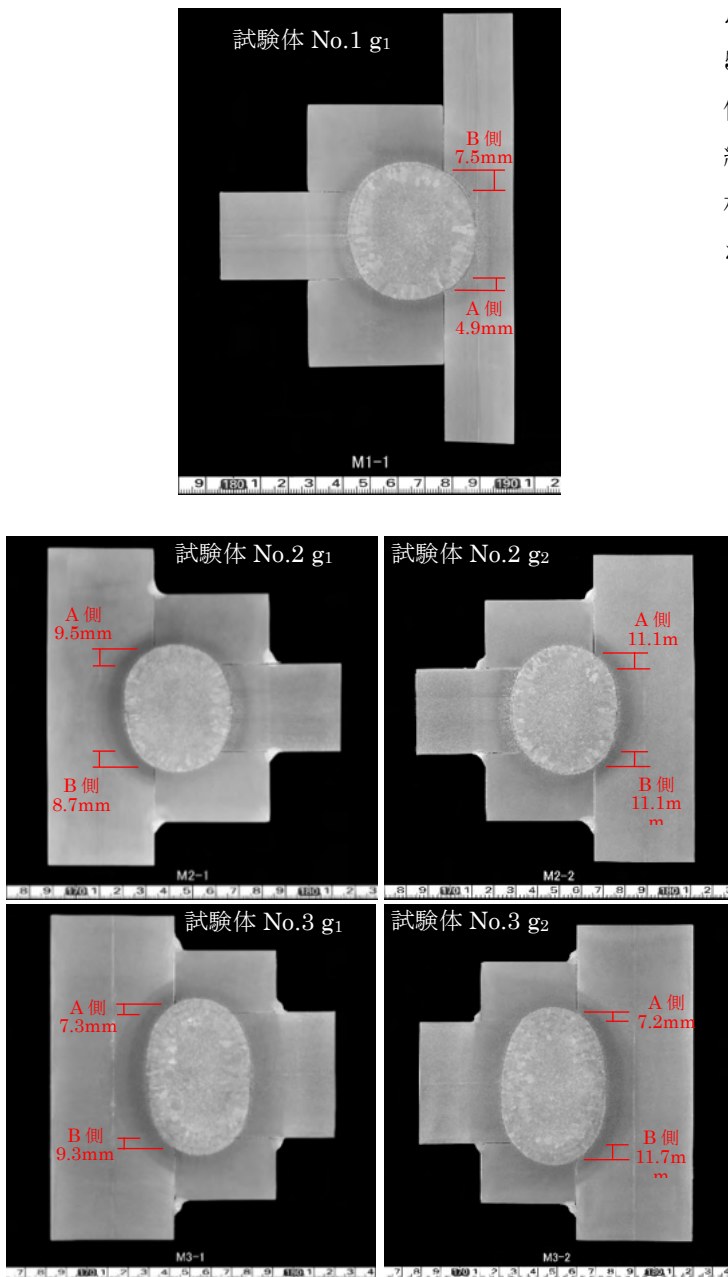


図 6 マクロ試験結果

### 3.3 溶接金属引張試験

溶接金属引張試験は JIS Z 2241-2011 (金属材料引張試験方法) に準じた。試験片の採取位置を図 7 に示す。文献 1) では、試験片形状を JIS Z 3111-2005 (溶着金属の引張及び衝撃試験方法) による A1 号試験片としているが、試験体の長さを考慮し、A2 号φ12 mm試験片とした。

引張試験結果を表 6 に示し、溶接金属引張試験後の試験片を図 8 に示す。試験体 No.1~3 の降伏点又は 0.2%耐力が 392N/mm<sup>2</sup> 以上、引張強さが 569N/mm<sup>2</sup> 以上で、内ダイアフラムの母材の規格値を上回った。また、参考として、降伏比、伸び、絞り进行评估したが、全て母材の規格値を上回った。板厚及び試験片採取位置による大きな差は見られなかった。

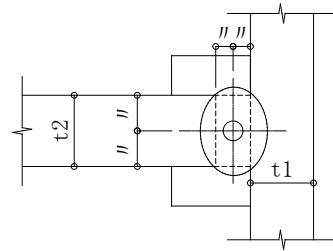


図 7 溶接金属引張試験片の採取位置

表 6 引張試験結果

試験体	溶接線	試験片	降伏点又は 0.2% 耐力(N/mm <sup>2</sup> )	引張強さ (N/mm <sup>2</sup> )
No.1	g <sub>1</sub>	T1-1-1	398	581
		T1-1-2	400	578
No.2	g <sub>1</sub>	T2-1-1	395	576
		T2-1-2	396	574
	g <sub>2</sub>	T2-2-1	397	574
		T2-2-2	397	576
No.3	g <sub>1</sub>	T3-1-1	400	576
		T3-1-2	395	576
	g <sub>2</sub>	T3-2-1	395	573
		T3-2-2	392	569

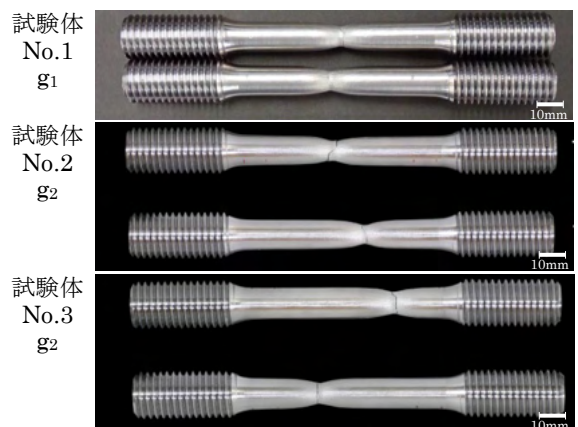


図 8 引張試験後の試験片 (R.G.25 mm)

### 3.4 シャルピー衝撃試験

シャルピー衝撃試験は、JIS Z 2242-2005（金属材料のシャルピー衝撃試験方法）により行い試験温度は0℃とした。試験片形状は、JIS Z 3111-2005（溶着金属の引張及び衝撃試験方法）によるVノッチ試験片とし、寸法は10×10×55 mmとした。衝撃試験片の採取位置を図9に示す。WM、スキンPL側BOND、スキンPL側HAZより各々3本採取した。シャルピー衝撃試験結果を図10に示し、シャルピー衝撃試験後の試験片（R.G.25 mm）を図11に示す。試験体No.1, No.3においてシャルピー吸収エネルギーが27Jを下回る試験片が各1個あったが、各部位とも試験片3個の平均値は27J以上となった。

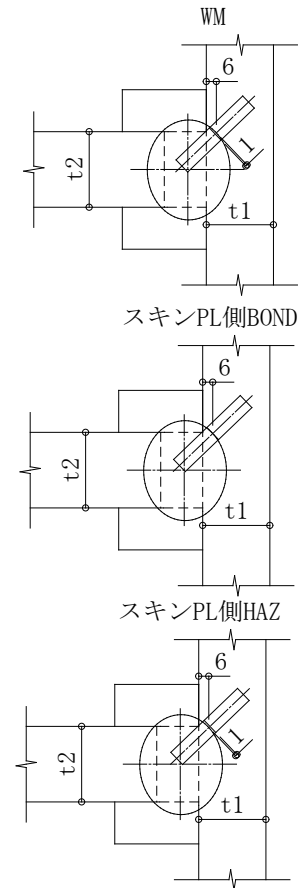


図9 シャルピー衝撃試験試験片の採取位置

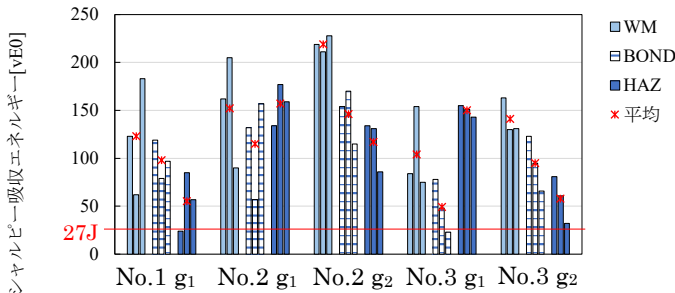


図10 シャルピー衝撃試験結果

	No.1 g1	No.2 g2	No.3 g2
WM			
BOND			
HAZ			

図11 シャルピー衝撃試験後の試験片 (R.G.25 mm)

### 3.5 ビッカース硬さ試験

ビッカース硬さ試験の位置を図12に示す。JIS Z 2244 により、図中①、②及び③にて測定した。①、③は内ダイアフラム表面から+2 mmの位置、②は内ダイアフラムの板厚中央である。試験体 No.3 g<sub>2</sub> の試験結果を図13に示す。HV350を下回り、極端なHAZ 軟化も生じなかった。試験体 No.1~3 全てにおいて、同様に HV200 以下であった。

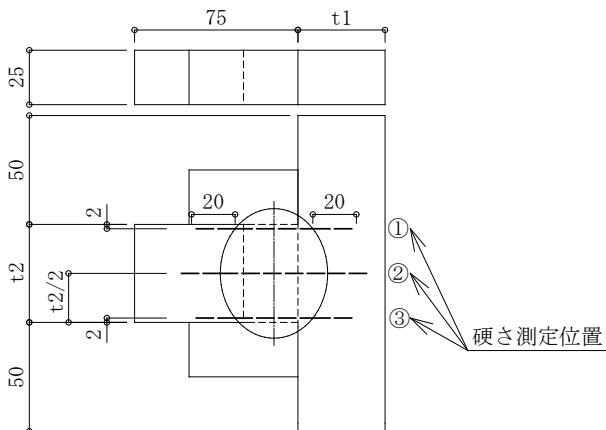


図12 ビッカース硬さ試験の位置

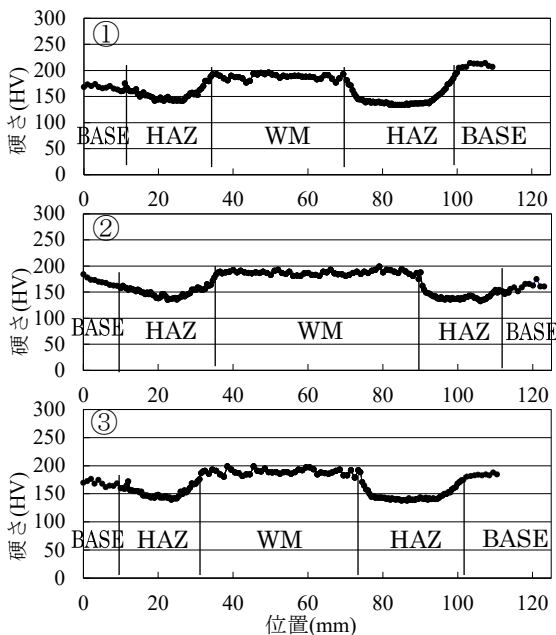


図13 ビッカース硬さ試験結果 (No.3 g<sub>2</sub>)

## 4. 追加試験

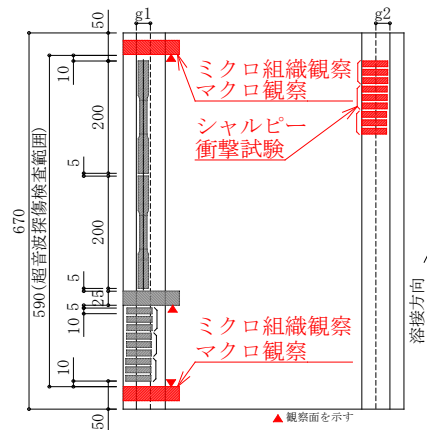
### 4.1 目的

シャルピー衝撃試験において、試験体 No.1, 試験体 No.3 に 27J を下回る試験片が一部に見られた。

本試験では始端側で試験片を採取していたが、終端側にて追加試験を行い、全線にわたって同様の傾向がみられるのか、部分的なものなのか確認することにした。

### 4.2 試験体

試験片の採取位置を図14に示す。試験体 No.1 の残材を使用し、g<sub>2</sub> 溶接線終端側ではシャルピー衝撃試験を、g<sub>1</sub> 溶接線始端側ではマクロ観察及びミクロ組織観察を行い始終端の差異を評価した。



No. 1

図14 試験片の採取位置

### 4.3 試験結果

#### 4.3.1 シャルピー衝撃試験結果

試験体 No.1 追加試験片のシャルピー吸収エネルギーを図15に示す。シャルピー吸収エネルギーは始端側の方が終端側に比べ低い値であった。また、同一溶接条件であるが、個々値においても明らかに始端側の方がばらつきが大きいことが分かる。

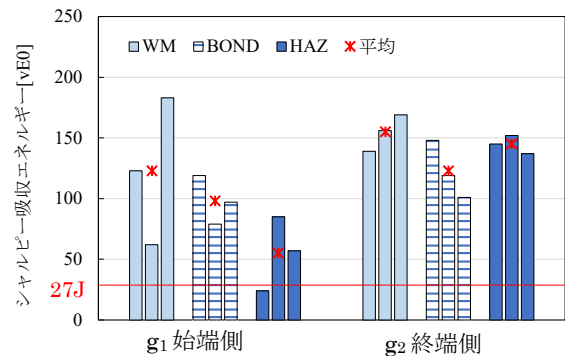


図15 シャルピー吸収エネルギー (No.1)

脆性破面率を図16に示し、シャルピー衝撃試験後の試験片の写真を図17に示す。吸収エネルギー

の値が示すように、脆性破面率が始端側の方が高かった。破面観察においても、白く光沢のある脆性破面が始端側に多く見られた。この破面の現出の違いが、じん性の差異を示すものと考えられる。

#### 4.3.2 マクロ観察及びマイクロ組織観察

試験体 No.1 g<sub>1</sub> 溶接線の始端側、中間側、終端側にて採取したマクロ試験片の観察結果を図 18 に示す。赤枠の部分に対し、金属顕微鏡によるマイクロ組織観察を行った。始終端側を比較したマイクロ組織観察結果を図 19 及び図 20 に示す。

図 19 の BOND において、始端側と終端側の違いがみられた。終端側は初析フェライトの成長が始端側に比べ著しい。また、初析フェライトから排出された C が濃化した黒色の相の形成が顕著である。

図 20 のマイクロ組織拡大観察では BOND 及びその近傍で組織形成に差異が見られた。始端側 BOND において旧オーステナイト粒内の針状フェライトの形成が不十分であるのに対し、高じん性であった終端側では BOND における針状フェライトの形成が顕著であった。

### 5. 考察

破壊試験及び非破壊試験において、良好な結果が得られ、ESW 性能を満足する溶接作業ができた。

超音波探傷検査の溶込み幅測定において、試験体 No.3 g<sub>2</sub> 溶接線②が目標値 t<sub>2</sub>+片側 3mm に達していなかった。試験体 No.3 g<sub>2</sub> 溶接線は、溶接開始直後にオシレート時のノズルの位置がスキムプレートに対して平行になっておらず、溶接開始後にオシレート位置を調整した。これが原因となり、始端側のみ溶込み幅が目標未達となったものと考えられる。ノズルとオシレートの位置を確認してから溶接を開始する手順としていたが、設備を導入して日が浅く、オペレータが不慣れであったために生じたもので、現在では作業での確認を徹底してい

る。このほか、予備試験においてアークスタート失敗や溶接の途中停止が発生しており、それらに対する作業上の対策、確認項目を把握することができた。

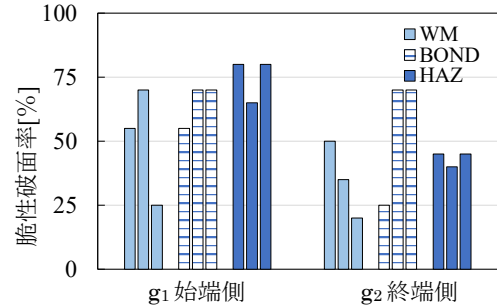


図 16 脆性破面率 (試験体 No.1)

	g <sub>1</sub> 始端側	g <sub>2</sub> 終端側
WM		
BOND		
HAZ		

図 17 シャルピー衝撃試験後の試験片

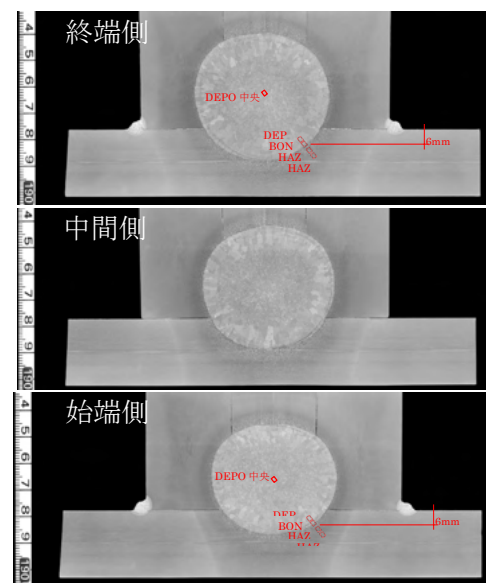


図 18 マクロ観察 (試験体 No.1 g<sub>1</sub>)

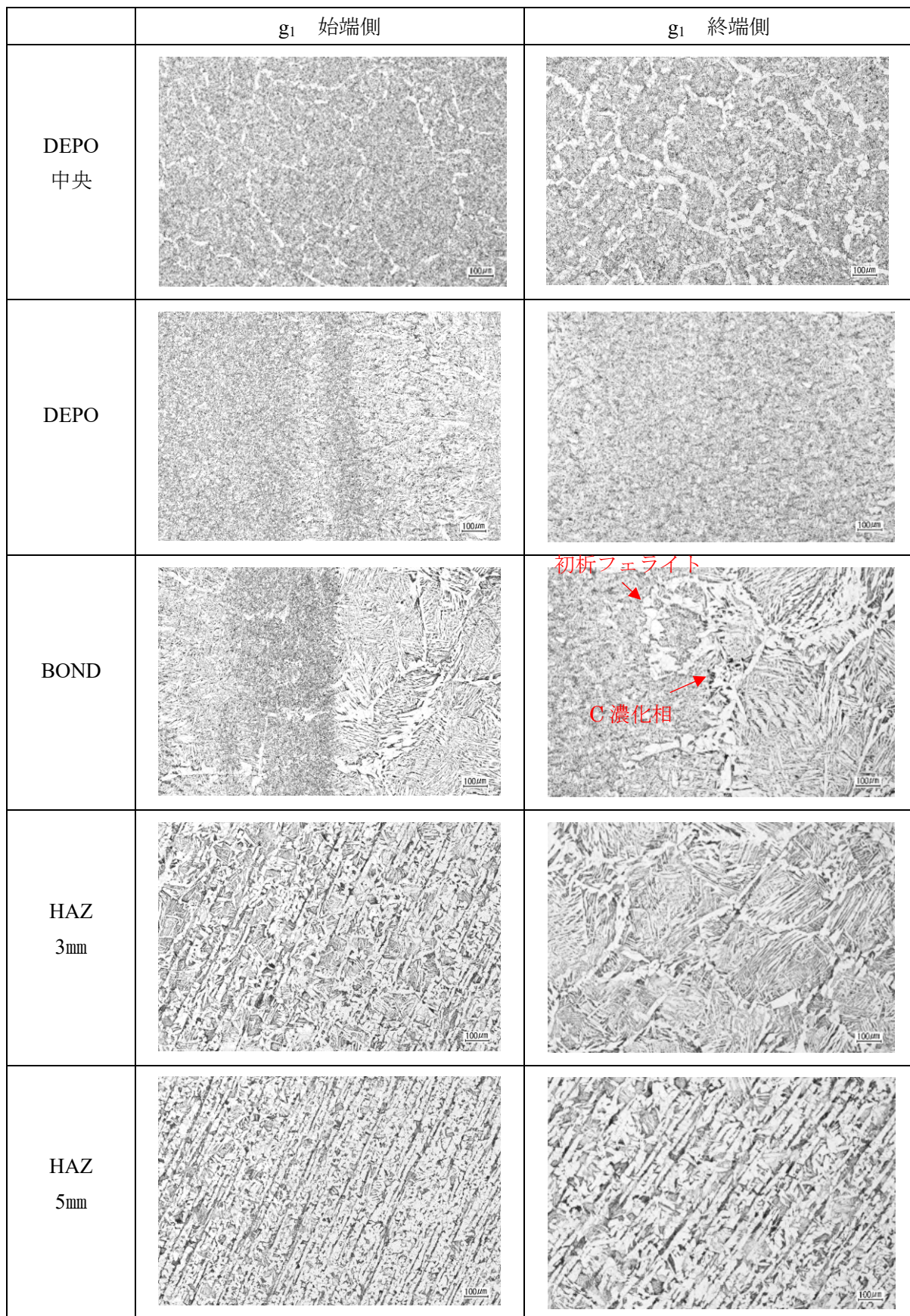


図 19 ミクロ組織観察結果 100倍 (試験体 No.1)

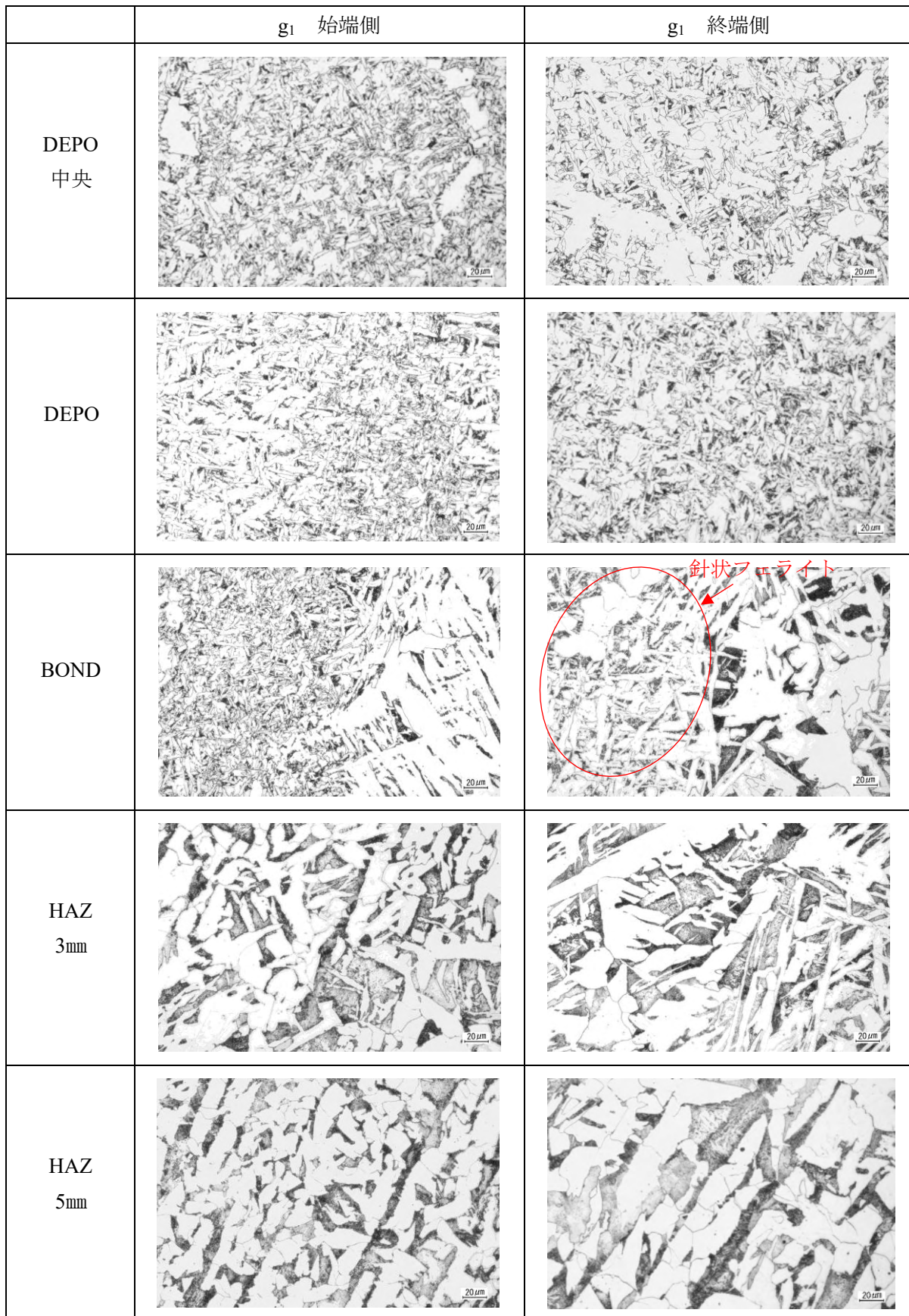


図 20 ミクロ組織観察結果 500 倍 (試験体 No.1)

本試験では、試験体 No.2 及び試験体 No.3 g<sub>1</sub> 溶接線を R.G.22 mm とし、同 g<sub>2</sub> 溶接線を R.G.25 mm とした。いずれも非破壊試験及び破壊試験において合格し、R.G.22 mm 及び 25 mm いずれも設定した基準値を満たす溶接部性能が得られた。

シャルピー衝撃試験では、試験体 No.1、試験体 No.3 にシャルピー吸収エネルギーの個々値で 27J を満たさない結果が一部に見られた。追加の試験として、試験体 No.1 g<sub>2</sub> 溶接線終端側のシャルピー衝撃試験及び試験体 No.1 g<sub>1</sub> 溶接線始終端でのマクロ観察及びミクロ組織観察を行い、同一溶接線上での始終端側の差異を評価した。追加試験の結果から、シャルピー衝撃試験は始端側にて吸収エネルギーが小さく、脆性破面が多くみられ、じん性が低くかつばらつきがあることが分かった。また、ミクロ組織観察において、BOND 近傍の組織形成に明らかな差異がみられた。この違いは、大入熱溶接において始端側と終端側での冷却速度が大きく異なることに起因すると考えられる。始端側では冷却速度が速いため、初析フェライトの形成が抑えられ一般にじん性低下を招くといわれる C 濃化相の形成も少ない。しかし、旧オーステナイト粒内では針状フェライトの形成が少なく、残部は広く低じん性の上部ベイナイトに変態している様相が確認された。終端側はその逆で、冷却速度が大きく低下するため、初析フェライトの形成が著しく、C 濃化相の形成も顕著である。しかし、旧オーステナイト粒内の針状フェライトの形成も促進され、低じん性化する上部ベイナイトの形成が少ない。拡大観察により初析フェライト形成の際の C 濃化相は、冷却速度が十分遅いことからマルテンサイトまで変態していないと考えられ、衝撃試験時の開裂の起点化、低じん性発生要因が緩和されている可能性が高い。これらの結果から、上部ベイナイトの形成の差異が始終端のじん性に影響を及ぼしたと推測される。なお、日本鋼構造協会「内ダイアフラム エレクトロスラグ溶接部の脆性的破断防止ガイドブック」(2016)では、

490N/mm<sup>2</sup> 級鋼の ESW 部が標準的に保有しているじん性レベルを 27J (試験温度 0°C における試験片 3 本の平均値)としている。WM, BOND, HAZ において、各々の平均値の最低値を保有じん性レベルとすることとなっているが、本試験体では WM, BOND, HAZ において平均値 27J を満たしており、十分なじん性が得られたと考えられる。

以上から、破壊試験及び非破壊試験において、良好な結果が得られ、ESW 性能を満足する溶接作業が行えたものと考えられる。

## 6. まとめ

ESW 承認試験を行い、当社で導入した ESW 溶接機の作業性、及び溶接部性能を評価した。

- 1) 破壊試験及び非破壊試験において、良好な結果が得られ、溶接部の性能を満足する溶接作業が行えた。
- 2) 予備試験から本試験にかけて溶接作業における注意点を洗い出すことができ、改善につなげることが行えた。
- 3) 追加試験の試験体 No.1 における始端側と終端側の比較により、本試験の条件においては冷却速度の違いが組織形成に差異を生じさせ、始終端側の衝撃特性に影響を及ぼしたことが推測された。

## [参考文献]

- 1) 日本建築学会：鉄骨工事技術指針・工場製作編，2018
- 2) 日本鋼構造協会：内ダイアフラム エレクトロスラグ溶接部の脆性破断防止ガイドブック，p1，2016.6
- 3) 日本建設業連合会 建築本部鉄骨専門部会，鉄骨工事 Q&A，A.工場製作編，A-3-5
- 4) 日本建築学会，鋼構造建築溶接部の超音波探傷検査規準・同解説，2018



## サブマージーク溶接による隅肉溶接の溶接施工試験 Welding procedure test of fillet welds by submerged arc welding

工藤 哲也, 高橋 永吉

by KUDO Tetsuya, TAKAHASHI Eikichi

キーワード：隅肉溶接，サブマージーク溶接，溶接施工試験

Keywords : fillet weld , submerged arc welding , welding procedure test

### 1. はじめに

当社では、図 1 に示すサブマージーク溶接機 SMG-6000（小池酸素工業）を導入し、2023 年より溶接組立 H 形断面材（以下、BH）を製作している。この溶接装置の特徴は、門型であり、電気式接触倣いを装備した溶接台車が、敷設された 2 本のレール上を自動で連続溶接走行する。BH の他に溶接組立箱形断面材（以下、B.BOX）の角継手も溶接施工する溶接機である。溶接一次電源は交流垂下特性の電源（ダイヘン）を 1500A×8 台備えており、BH 製作時は 4 台の電源を使用し B.BOX 製作時は 8 台すべて使用している。



図 1 サブマージーク溶接機

サブマージーク溶接（以下、SAW）は、アーク溶接の一種で、粒状のフラックスと溶接ワイヤを使用する溶接で、溶接部に沿ってフラックスを供給・散布し、その中にワイヤを供給して溶接を行う溶接方法である。

当社では BH 及び B.BOX の溶接施工に 2 電極 SAW を用い、その 2 電極 SAW の模式図を図 2 に示す。2 電極のタンデム溶接を採用し、 $\phi 4.8\text{mm}$  の太径ワイヤを用いることで、数百～千数百アンペア（A）程度の大電流を通電し、高溶着、高能率

な溶接を行うことができる。一般に、先行極が溶込み深さ、後行極がビード外観に影響を及ぼす。一方、溶接入熱が過大の場合は、熱影響部で軟化や脆化が生じることがある<sup>1)</sup>。

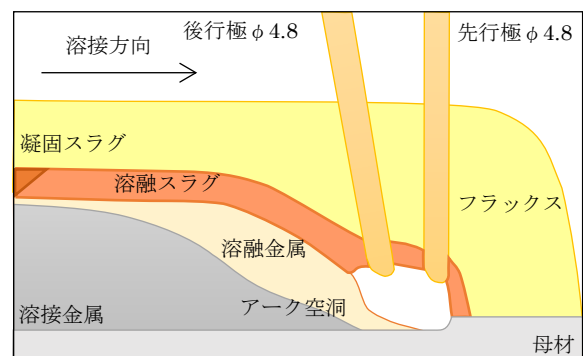


図 2 SAW の模式図

本溶接施工試験は、当社で製作する BH 隅肉溶接部の機械的性能を評価するために実施したものである。試験対象は、無開先ウェブ  $t=16\text{mm}$  及び  $60$  度開先ウェブ  $t=19\text{mm}$  の 2 種類の隅肉溶接部とした。

溶接施工試験で性能評価する試験項目については、日本建築学会「鉄骨工事技術指針・工場製作編」（2018）の「付 7.サブマージーク溶接の承認試験」の隅肉溶接試験<sup>2)</sup>、及び、BH 工業会「ビルト H 形鋼サブマージーク溶接 50 度開先標準化に向けての施工試験結果報告書、ビルト H サブマージーク溶接（50 度開先）施工試験要領書」<sup>3)</sup>を参考としている。

なお、溶接施工試験を実施する前に予備試験を行い、溶接条件及び溶接作業の確認を行っている。

2. 試験条件

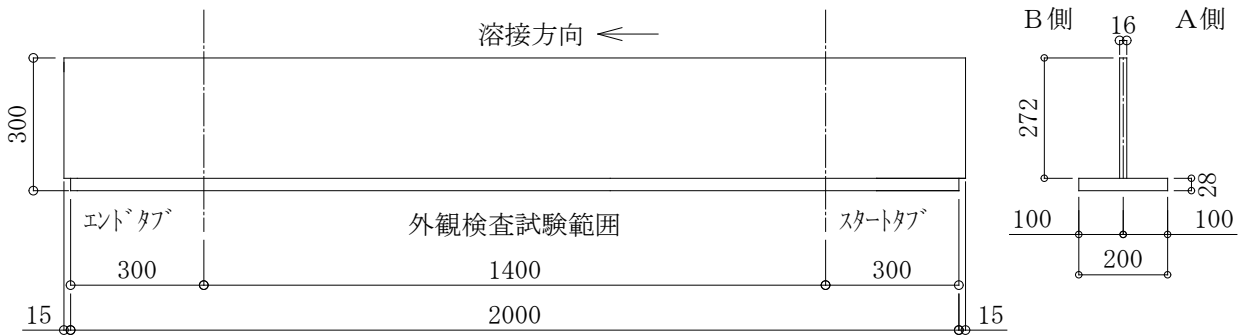
2.1 試験体

試験体の形状・寸法を図3に示す。試験体はT形形状で、スタートタブとエンドタブの長さを含め長さ2mとし、BHの隅肉溶接がウェブ板厚16mmまでの場合は無開先、19mm以上の場合は開先角度60度で構造設計図に記載されることが一般的であるため、試験体No.1はウェブの板厚16mm、フランジの板厚28mm、隅肉溶接の開先は無開先とし、試験体No.2はウェブの板厚19mm、フランジの板厚40mm、隅肉溶接の開先角度は60度とし、試験体No.1及び試験体No.2を各々1体ずつ製作

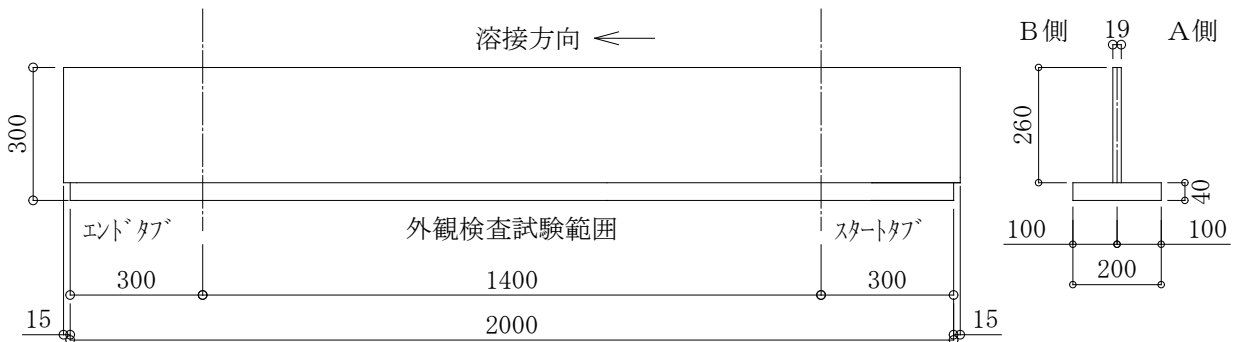
した。組立て溶接は溶接長さ70mm以上、ピッチ400mm以下、脚長4mm以上を標準とした。

試験体No.1及び試験体No.2の隅肉溶接に際しては、共にA側を溶接した後、B側を溶接することとし、いずれも隅肉溶接の開始はスタートタブ側で同一とした。

なお、溶接施工試験の対象範囲は、図3に示す溶接部の外観検査試験範囲である。



試験体 No. 1



試験体 No. 2

試験体一覧

試験体	ウェブ		フランジ		開先角度
	板厚 (mm)	材質	板厚 (mm)	材質	
No.1	16	SN490B	28	SN490B	無開先
No.2	19	SN490B	40	SN490B	60°

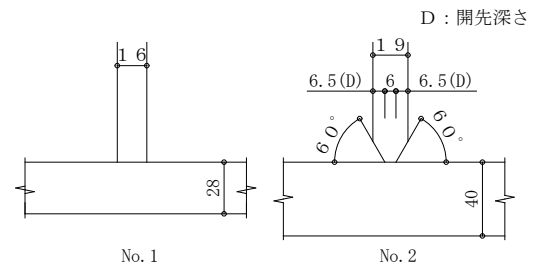


図3 試験体の形状・寸法

2.2 鋼材

使用した鋼材の化学成分及び機械的性質を表 1 に示す。鋼材はウェブ及びフランジ共に SN490B 材とした。

2.3 溶接材料

溶接材料を表 2 に示す。JIS Z 3183 における S-502H 相当のワイヤとフラックスを使用した。無開先の試験体 No.1 に使用した溶融フラックスは、高速性に優れるため作業性が良い。また、フラッ

クの消費量が少なく、経済性に優れている。60 度開先の試験体 No.2 に使用したボンドフラックスは 900A を超える大電流域においても使用可能であり、溶接性能に優れ、開先を有する溶接に適している。

2.4 溶接条件

溶接条件を表 3、溶接位置の詳細を図 4 に示す。溶接条件はメーカー推奨条件をもとに予備試験を行い設定した。

表 1 鋼材の化学成分及び機械的性質 (ミルシート値)

試験体	部位	材質	板厚 (mm)	化学成分(%)						引張試験				衝撃試験 吸収エネルギー vE <sub>0</sub> (J)
				C	Si	Mn	P	S	Ceq	降伏点又は 0.2% 耐力(N/mm <sup>2</sup> )	引張強さ (N/mm <sup>2</sup> )	降伏比 (%)	伸び (%)	
No.1	ウェブ	SN 490B	16	0.18	0.18	1.33	0.011	0.002	0.42	397	533	74	25	221
	フランジ	SN 490B	28	0.18	0.19	1.33	0.014	0.002	0.42	418	544	77	28	230
No.2	ウェブ	SN 490B	19	0.18	0.18	1.33	0.011	0.002	0.42	398	529	75	28	205
	フランジ	SN 490B	40	0.17	0.18	1.34	0.013	0.002	0.41	373	520	72	33	195

表 2 溶接材料

試験体	JIS Z 3183	ワイヤ(JIS Z 3353)			フラックス(JIS Z 3353)			
		種類(銘柄)	径	メーカー	種類(銘柄)	粒度	フラックスの分類	メーカー
No.1	S502-H	YS-S6(KW-36)	φ 4.8mm	神戸製鋼所	SFMS1(BH-200)	8×48	溶融フラックス	神戸製鋼所
No.2	S502-H	YS-S6(KW-50)	φ 4.8mm	神戸製鋼所	SACG1(KB-U)	12×200	ボンドフラックス	神戸製鋼所

表 3 溶接条件

試験体	板厚 tw (mm)	溶接結線	フランジ傾斜角(°)	電極位置*1	電極角度(°)	溶接電流(A)	アーク電圧(V)	溶接速度(cm/min)	溶接入熱(kJ/cm)	ワイヤ突出し長さ(mm)	極間距離(mm)	ワイヤ狙い位置(mm)
No.1	16	V	45	(L)	0	800±100	30±5	60±5	45	30	13	0
				(T)	+10	700±100	30±5			30		0
No.2	19	逆V	60	(L)	0	850±100	30±5	50±5	60	30	18	0
				(T)	+10	750±100	31±5			35		0

1\* (L) : 先行側電極, (T) : 後行側電極

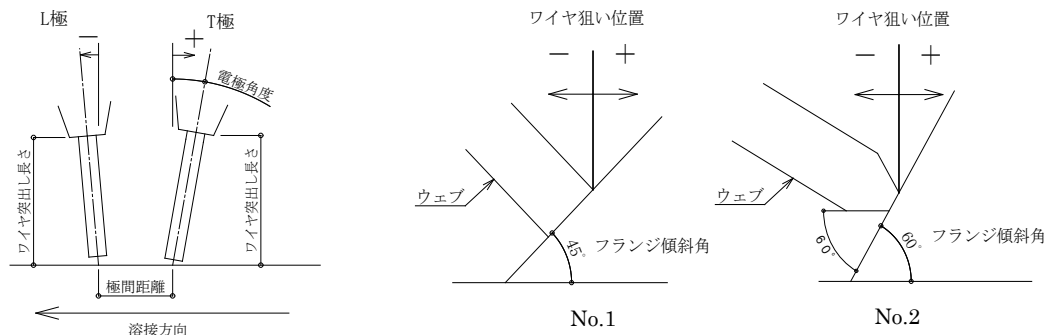


図 4 溶接位置の詳細

### 2.5 溶接

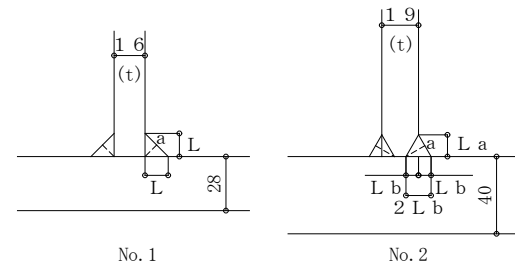
溶接は、実際のど厚がウェブ板厚 (t) の 1/2 の寸法 (設計のど厚 : a) を確保することを溶接施工基準とし、脚長の寸法基準を表 4 とした。

なお、溶接は溶接条件の範囲で実施した。

表 4 溶接施工基準

試験体	ウェブの板厚 (t) (mm)	設計のど厚 (a) (mm)	脚長		
			L	La	Lb
No.1	16	8.0	12 mm以上	—	—
No.2	19	9.5	—	12 mm以上	6.5 mm以上

注 1) t, a, L, La, Lb



### 2.6 試験項目

本試験の試験項目を以下とした。

- ・溶接部の外観検査 (非破壊試験)
- ・マクロ試験 (始端位置, 終端位置)
- ・ビッカース硬さ試験
- ・溶接金属引張試験 (始端位置, 終端位置, 中央位置)
- ・継手引張試験
- ・シャルピー衝撃試験 (DEPO)

試験片の採取位置を図 5 に示す。

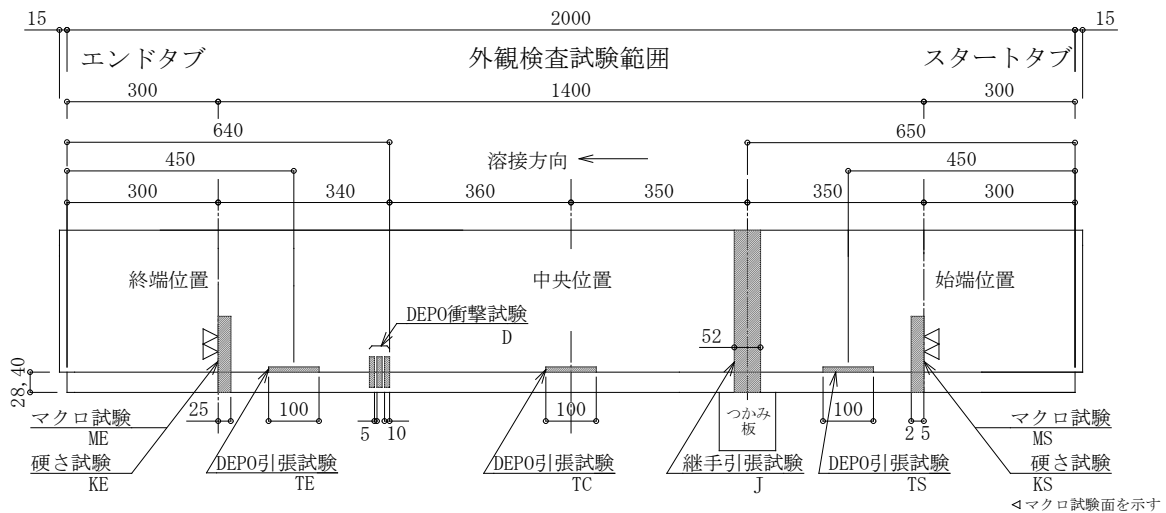


図 5 試験片採取位置

## 3. 試験結果

### 3.1 溶接部の外観検査

溶接後の外観写真を図 6 に示す。溶接外観検査はスタートタブとエンドタブの範囲を除く始端及び終端位置で行い、日本建築学会建築工事標準仕様書 JASS6 鉄骨工事 (以下, JASS6) 及び建設省告示 1464 号に基づき検査し、ピットやアンダーカットなどの溶接欠陥はみられなかった。



図 6 溶接後の外観写真

溶接ゲージを用いて隅肉溶接の脚長及びのど厚を測定した。測定結果を表 5 に示す。

試験体 No.1 において、測定した脚長  $L_{a'}$  は 14.5 mm 以上、脚長  $L_{b'}$  は 13.5 mm 以上、のど厚  $a$  は 8.0 mm で、溶接施工基準 (表 4) における脚長 (L) 12 mm 以上、設計のど厚 ( $a$ ) 8 mm 以上を満足した。試験体 No.2 においては、限界ゲージを用いてのど厚 ( $a$ ) 9.5 mm 以上を満足した。また、隅肉溶接のウェブ側の脚長  $L_{a'}$  とフランジ側の脚長  $L_{b'}$  の相違は少なく、ウェブ側とフランジ側の脚長が均等な良好な隅肉溶接となっている。試験体 No.2 において、測定した脚長  $L_{a'}$  は 16.0 mm 以上、脚長  $L_{b'}$  は 11.0 mm 以上で、溶接施工基準の脚長  $L_a$  の 12.0 mm 以上、脚長  $L_b$  の 6.5 mm 以上を十分に満足した。

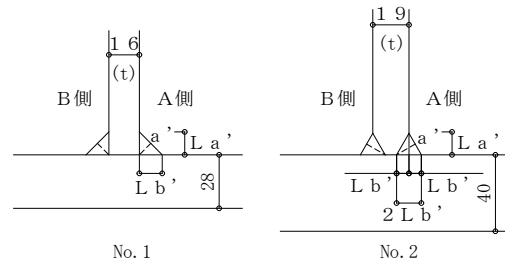
溶接寸法について良好な結果を示した。

表 5 脚長及びのど厚の測定結果

試験体	溶接線	脚長				のど厚(a')	
		始端部 $L_{a'}$	始端部 $L_{b'}$	終端部 $L_{a'}$	終端部 $L_{b'}$	始端部	終端部
No.1	A 側	14.5	14.5	14.5	13.5	8.0	8.0
	B 側	14.5	14.5	16.0	15.5	8.0	8.0
N.2	A 側	16.0	11.0	16.5	11.0	※	※
	B 側	16.5	12.5	16.0	12.0	※	※

注 1)  $t, a', L, L_a', L_b'$

※ 限界ゲージで 9.5 mm 以上であることを確認



### 3.2 マクロ試験

マクロ試験は、試験面を 5~10% の硝酸アルコール液でエッチングした後に、溶接欠陥の有無を調査した。マクロ試験片の写真を図 8 に示す。割れ及び溶込み不良などの内部欠陥は、試験体 No.1 及び試験体 No.2 ともに観察されなかった。

始端部のマクロ試験片 MS1, MS2 を用いて、図 7 に示す隅肉溶接各部を寸法測定し、脚長、サイズおよびのど厚を確認した。その測定結果を表 6 に示す。試験体 No.1 の MS1 では、実際サイズ  $S'$  を計測し実際のど厚を求めた。その結果、求めた実際のど厚  $a_1', a_2'$  はそれぞれ 8.8 mm, 8.6 mm で、設計のど厚  $a$  の 8.0 mm 以上あることを確認した。また、脚長を計測した結果、脚長は 15.0 mm 以上となり、溶接施工基準 (表 4) の 12 mm 以上となっている。試験体 No.2 の MS2 では、同様に、実際サイズ  $S$  を計測し、実際のど厚を求めた。その結果求めた実際のど厚  $a_1', a_2'$  はそれぞれ 16.2 mm, 16.1 mm で、設計のど厚  $a$  の 9.5 mm 以上あることを確認した。また、脚長はフランジ側で 11.9 mm 以上、ウェブ側で 17.0 mm 以上となり、溶接施工基準の 6.5 mm 以上、12 mm 以上をそれぞれ満たしている。

以上から、マクロ試験においては断面組織及び

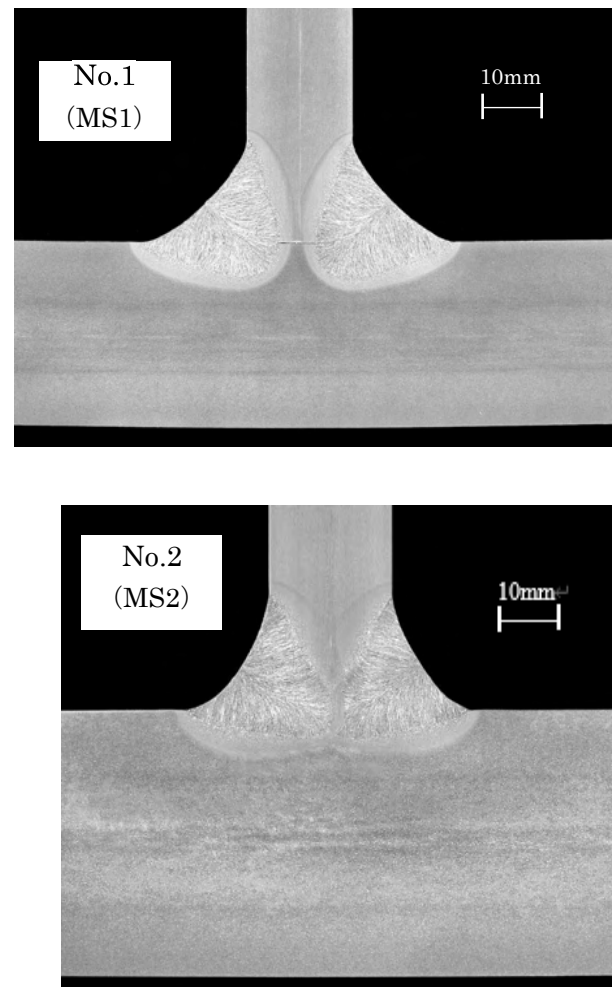


図 8 マクロ写真

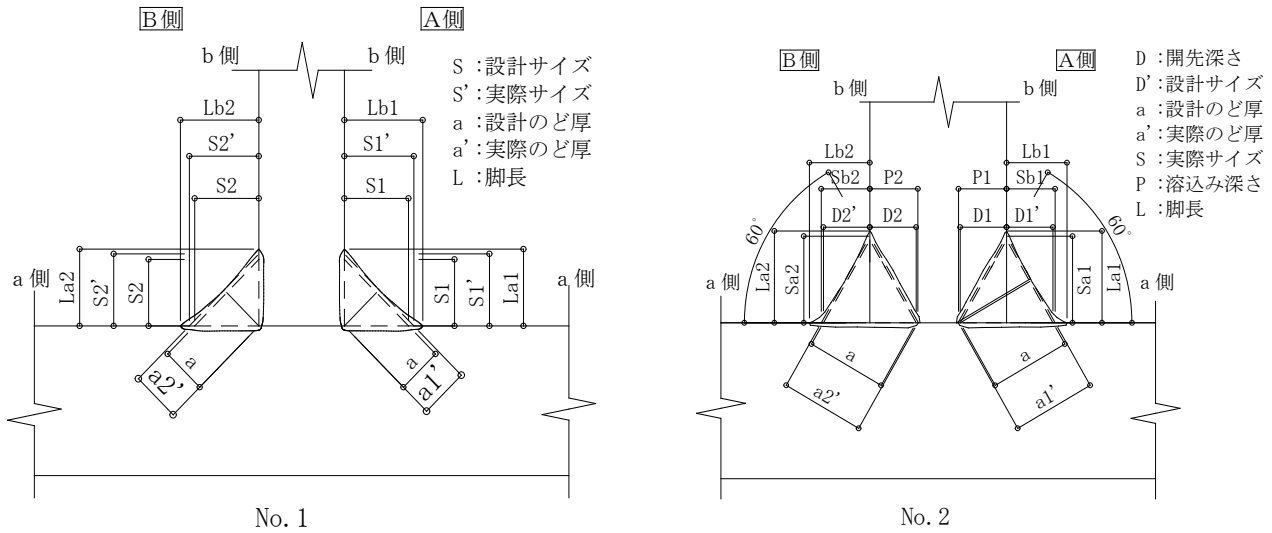


図7 マクロ試験における寸法測定位置

表6 隅肉溶接部の寸法測定結果

試験体 No.1 (MS1)

(単位: mm)

測定部位			結果		
MS1	A側	設計のど厚	a	8.0	
		実際のど厚	a1'	8.8	
		a側	設計サイズ	S1	11.3
			実際サイズ	S1'	12.4
			脚長	La1	15.0
		b側	設計サイズ	S1	11.3
	実際サイズ		S1'	12.4	
	脚長		Lb1	15.0	
	B側	設計のど厚	a	8.0	
		実際のど厚	a2'	8.6	
		a側	設計サイズ	S2	11.3
			実際サイズ	S2'	12.2
脚長			La2	15.2	
b側		設計サイズ	S2	11.3	
	実際サイズ	S2'	12.2		
	脚長	Lb2	15.1		

試験体 No.2 (MS2)

(単位: mm)

測定部位			結果		
MS2	A側	開先深さ	D1	6.5	
		溶込み深さ	P1	10.2	
		設計のど厚	a	9.5	
		実際のど厚	a1'	16.2	
		a側	設計サイズ	$\tan 60^\circ \times D$	11.3
			実際サイズ	Sa1	14.6
			脚長	La1	17.5
		b側	設計サイズ	D1'	6.5
			実際サイズ	Sb1	8.5
	脚長		Lb1	11.9	
	B側	開先深さ	D2	6.5	
		溶込み深さ	P2	10.9	
		設計のど厚	a	9.5	
		実際のど厚	a2'	16.1	
		a側	設計サイズ	$\tan 60^\circ \times D$	11.3
			実際サイズ	Sa2	13.8
			脚長	La2	17.0
		b側	設計サイズ	D2'	6.5
実際サイズ			Sb2	8.0	
脚長	Lb2		12.5		

### 3.3 ビッカース硬さ試験

硬さ試験は JIS Z 2244 (ビッカース硬さ試験-試験方法) によりビッカース硬さ試験を行った。試験結果を図 9 に示す。測定位置は図内のマクロ写真に示す赤線の位置とした。フランジ側 HAZ での硬化がみられるが、最高硬さ HV250 以下であった。

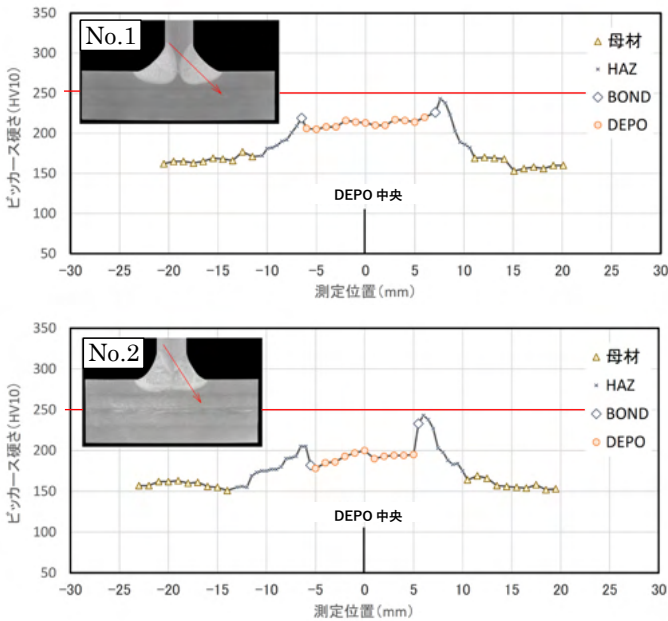


図 9 硬さ試験結果 (始端)

### 3.4 溶接金属引張試験

溶接金属引張試験は JIS Z 2241 (金属材料引張試験方法) に準じた。試験片形状は JIS Z 3111 (溶着金属の引張及び衝撃試験方法) A2号試験片 (φ 6mm) とした。引張試験結果を表 7, 引張試験後の試験片を図 10 に示す。始端, 終端, 中央において母材の引張強さ及び降伏点が母材の規格下限値以上を満たした。

表 7 溶接金属引張試験結果

試験体	試験片	降伏点又は 0.2% 耐力(N/mm <sup>2</sup> )	引張強さ (N/mm <sup>2</sup> )
No.1	TS1	492	663
	TE1	492	674
	TC1	495	667
No.2	TS2	458	605
	TE2	454	601
	TC2	450	599

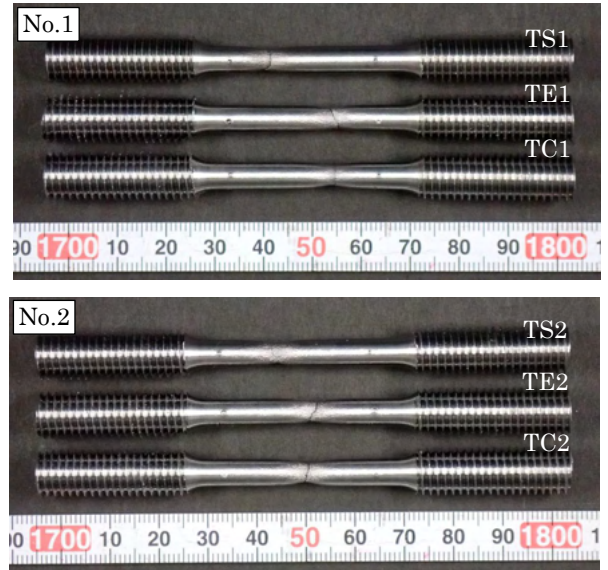


図 10 溶接金属引張試験後の試験片

### 3.5 継手引張試験

継手引張試験は JIS Z 2241 (金属材料引張試験方法) に準じた。試験片は JIS Z 3121 (突合せ溶接継手の引張試験方法) 1号試験片を参考にした形状としている。引張試験結果を表 8, 引張試験後の試験片を図 11 に示す。引張強さは母材の規格下限値  $\div \sqrt{3}$  以上 (283N/mm<sup>2</sup>以上) を満たし, かつ母材破断であった。

表 8 継手引張試験結果

試験体	試験片	引張強さ(N/mm <sup>2</sup> )	破断位置
No.1	J1	536	母材
No.2	J2	533	母材

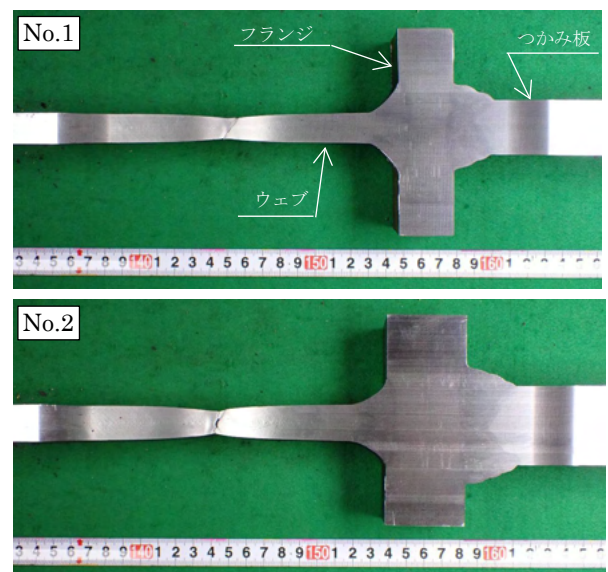


図 11 継手引張試験後の試験片

### 3.6 シャルピー衝撃試験

シャルピー衝撃試験は、JIS Z 2242（金属材料のシャルピー衝撃試験方法）により行い試験温度は 0°Cとした。試験片形状は、JIS Z 3111（溶着金属の引張及び衝撃試験方法）による V ノッチ試験片であり、寸法は 10×10×55 mmとした。シャルピー衝撃試験片の採取位置を図 12 に示す。

シャルピー衝撃試験結果を表 9、シャルピー衝撃試験後の試験片を図 13 に示す。試験体 No.1 及び試験体 No.2 とともに吸収エネルギー  $vE_0$  が個々値及び平均値において 27J を上回り、BH 工業会「50 度開先報告書」内の 50 度開先施工試験要領書を満たす衝撃性能であった<sup>3)</sup>。

### 4. 組立て溶接部の評価

本試験では組立て溶接部を避けてマクロ試験を行ったが、組立て溶接部においても十分な溶込みや健全な硬さを有しているか評価するため、追加試験としてマクロ試験及び硬さ試験を行った。

#### 4.1 試験体

試験体 No.1 及び試験体 No.2 の試験残部を使用し、それぞれ組立て溶接位置から試験片を採取した。試験片採取位置を図 14 に示す。

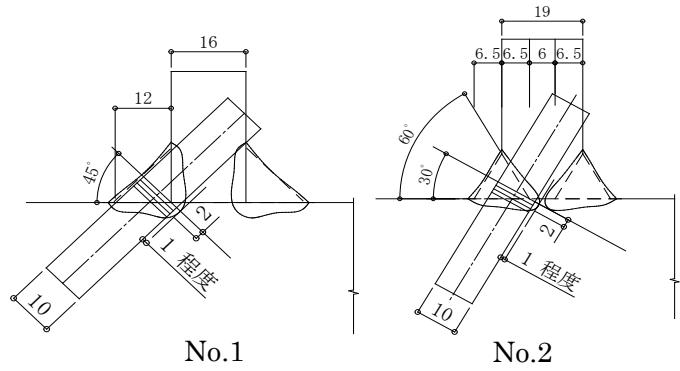


図 12 シャルピー衝撃試験片の採取位置

表 9 シャルピー衝撃試験結果

	吸収エネルギー $vE_0$ (J)			
	No.1		No.2	
	個々値	平均値	個々値	平均値
BOND	53	58	45	55
	55		58	
	65		63	

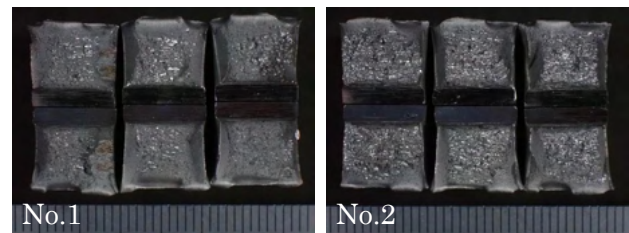


図 13 シャルピー衝撃試験後の試験片

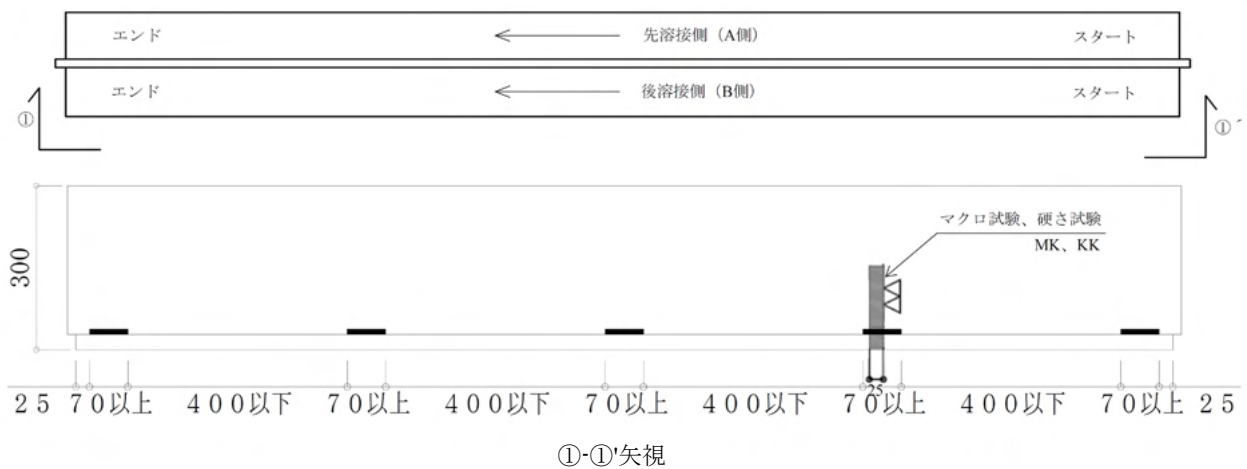


図 14 試験片採取位置



4.2 マクロ試験

組立て溶接部のマクロ試験片 MK1 と MK2 のマクロ写真を図 15、隅肉溶接各部の寸法測定結果を表 10 に示す。寸法測定方法は 3.2 項と同様である。試験片 MK1 及び試験片 MK2 ともに内部欠陥は観察されなかった。また、組立て溶接が残

存しておらず、良好な溶込みが観察された。

試験片 MK1 と試験片 MK2 から求められた実際のど厚は、設計のど厚を満足し、また、脚長も溶接施工基準（表 4）の値を十分満足している。

以上から、組立て溶接による隅肉溶接への影響は少ないものと考えられる。

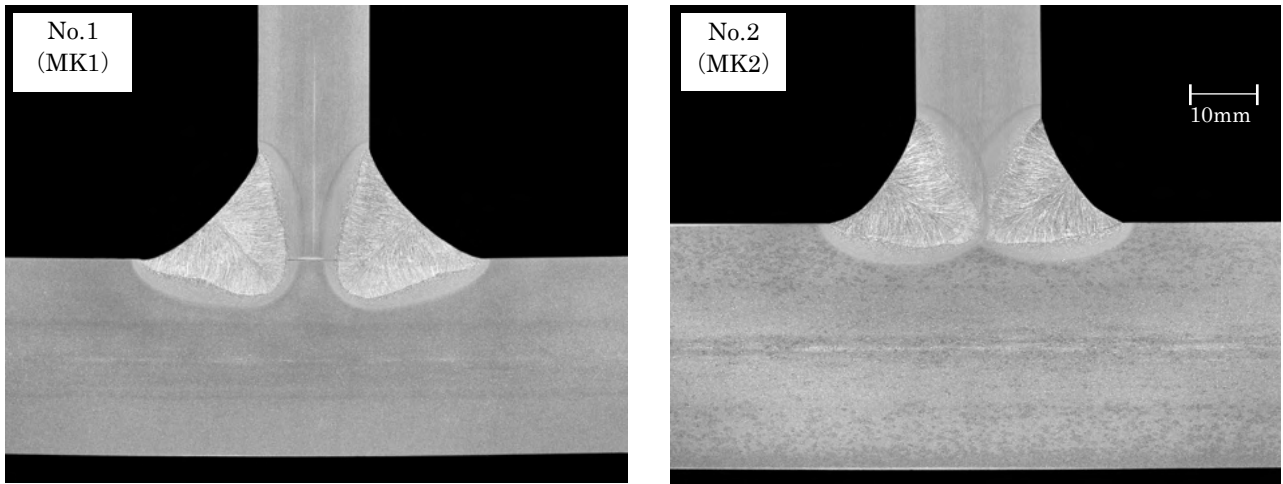


図 15 マクロ写真

表 10 隅肉溶接部の寸法測定結果

試験体 No.1 (MK1)

(単位 : mm)

部位			結果		
MK1	A 側	設計のど厚	a	8.0	
		実際のど厚	a1'	9.0	
		a 側	設計サイズ	S1	11.3
			実際サイズ	S1'	12.7
			脚長	La1	15.5
		b 側	設計サイズ	S1	12.0
	実際サイズ		S1'	12.7	
	脚長		Lb1	16.0	
	B 側	設計のど厚	a	8.0	
		実際のど厚	a2'	9.0	
		a 側	設計サイズ	S2	11.3
			実際サイズ	S2'	12.7
脚長			La2	15.1	
b 側		設計サイズ	S2	12.0	
	実際サイズ	S2'	12.7		
	脚長	Lb2	16.0		

試験体 No.2 (MK2)

(単位 : mm)

部位			結果		
MK2	A 側	開先深さ	D1	6.5	
		溶込み深さ	P1	10.1	
		設計のど厚	a	9.5	
		実際のど厚	a1'	16.8	
		a 側	設計の	$\tan 60^\circ \times D$	8.7
			実際の	Ss1	14.5
			脚長	La1	17.2
		b 側	設計サイズ	D1'	6.5
			実際サイズ	Sb1	8.8
	脚長		Lb1	12.0	
	B 側	開先深さ	D2	6.5	
		溶込み深さ	P2	10.0	
		設計のど厚	a	9.5	
		実際のど厚	a2'	15.7	
		a 側	設計サイズ	$\tan 60^\circ \times D$	8.7
			実際の	Sa2	13.9
			脚長	La2	17.1
		b 側	設計サイズ	D2'	6.5
実際サイズ			Sb2	8.0	
脚長	Lb2		12.5		

### 4.3 ビッカース硬さ試験

ビッカース硬さ試験結果を図 16 に示す。3.3 項と同様に測定した。試験体 No.1 及び試験体 No.2 とともに始端及び終端の硬さ試験結果と大きく変わらず、フランジ側 HAZ の硬さの値が大きいものの、全て HV251 以上で HV350 を下回った。

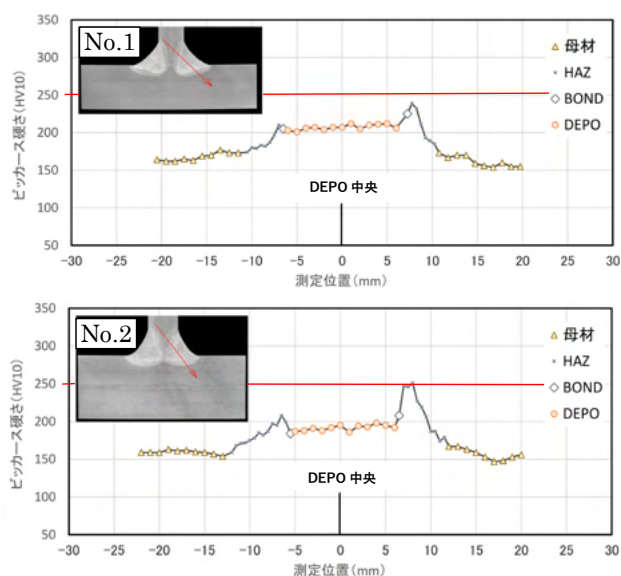


図 16 ビッカース硬さ試験結果

### 5. 考察

隅肉溶接の溶接外観検査，マクロ試験，マクロ試験片を用いた隅肉溶接各部の寸法測定，ビッカース硬さ試験，シャルピー衝撃試験，溶接金属引張試験及び継手引張試験を行い，良好な試験結果を得られた。また，試験結果は，日本建築学会「鉄骨工事技術指針・工場製作編付.7 サブマージアーク溶接の承認試験」，及び，BH 工業会「50 度開先報告書」内 50 度開先施工試験要領書を十分に満たすものである。この結果から，本試験では健全な隅肉溶接部が検証されたものと考えられる。

ビッカース硬さ試験においてフランジ側 HAZ の硬さの値が大きかったことは，フランジがウェブより厚く冷却速度が大きいためと推測する。本試験においては HV350 以下であり問題ないと考えられるが，厚いフランジとの薄いウェブの組み合わせでは HAZ の硬さの値が大きくなる傾向が

あることに留意していく必要があるものと思われる。

組立て溶接部におけるマクロ試験，硬さ試験の評価は，組立て溶接部がない隅肉溶接部と同等であった。組立て溶接に起因する欠陥や溶込み不良が見られず，本試験条件では始端から終端の全長において良好な溶接ビードが得られたことから，組立て溶接が溶接部の性能に与える影響は少ないものと考えられる。

### 6. まとめ

SAW 隅肉溶接の溶接施工試験を行い，当社で導入した SAW 溶接機で溶接された隅肉溶接部の溶接外観検査の非破壊試験及び機械的性能の把握する破壊試験を実施し，溶接部性能を評価した。

- 1) 非破壊試験及び破壊試験において，良好な試験結果が得られ，当社で製作される隅肉溶接部は十分な溶接性能を有するものと考えられる。
- 2) 追加で行った組立て溶接部の評価については，組立て溶接の有無による隅肉溶接部への大きな差異は観察されず，本試験条件においては全長にわたって良好な溶接ビードが得られたと考える。組立て溶接部が溶接に与える影響は少ないものと考えられる。

### [参考文献]

- 1) 日本鉄鋼連盟：先組みビルト H 梁のサブマージアーク溶接施工ガイドブック，2019.10
- 2) 日本建築学会：鉄骨工事技術指針・工場製作編，2018
- 3) BH 工業会：ビルト H 形鋼サブマージアーク溶接 50 度開先標準化に向けての施工試験結果報告書，ビルト H サブマージアーク溶接（50 度開先）施工試験要領書，p131-147，2017

角形鋼管柱梁接合部における内ダイアフラムの合理的溶接方法の基礎検討②  
Study on Reasonable Welding Method for Inner Diaphragm in Beam-to-Column Connection Part2

工藤 哲也

by KUDO Tetsuya

キーワード：柱梁接合部，異形隅肉溶接，小脚長

Keywords：Beam-to-Column connection, Groove Fillet Welding, Small Leg Length

1. はじめに

前報（技報 Vol.3）では，図 1 に示す完全溶込み溶接（FP），隅肉溶接（FW）および異形隅肉溶接（GFW）の各種の溶接仕様で内ダイアフラムを溶接した場合の柱梁接合部を対象に，各仕様の組立て・溶接の施工性および構造性能について検討した<sup>1)</sup>。

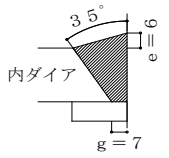
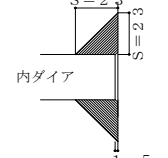
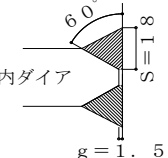
試験体	FP	FW	GFW
溶接仕様			

図 1 内ダイアフラムの溶接仕様<sup>1)</sup>

その結果を，図 2 施工性の比較検討結果及び図 3 局部引張試験結果に示す。内ダイアフラムを異形隅肉溶接とした仕様は，従来用いられている完全溶込み溶接とした仕様と同程度の施工性および構造性能となることを確認した。

一方で，上記の異形隅肉溶接仕様については，脚長を小さく抑えることで内ダイアフラムの溶接量を削減し溶接施工性を向上できる余地がある。ただし，脚長が過度に小さい場合には内ダイアフラム溶接部が全強接合を満足できず，柱梁接合部としての構造性能が低下してしまう懸念がある。

本報では，脚長を小さく抑えた（以下、小脚長）異形隅肉溶接によって内ダイアフラムを接合した柱梁接合部を対象に，試験体を製作し，局部引張試験を行い，小脚長とした当該溶接仕様の施工性および構造性能について検討する。

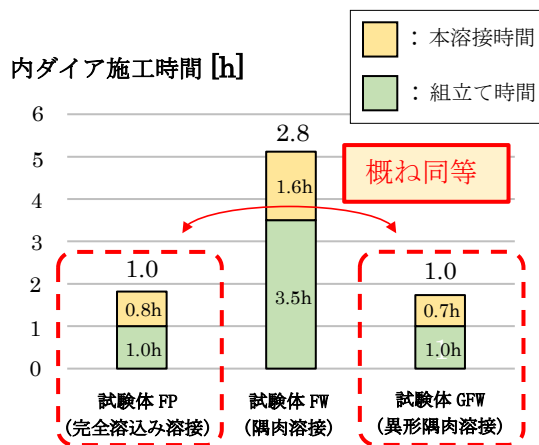


図 2 施工性の比較検討結果

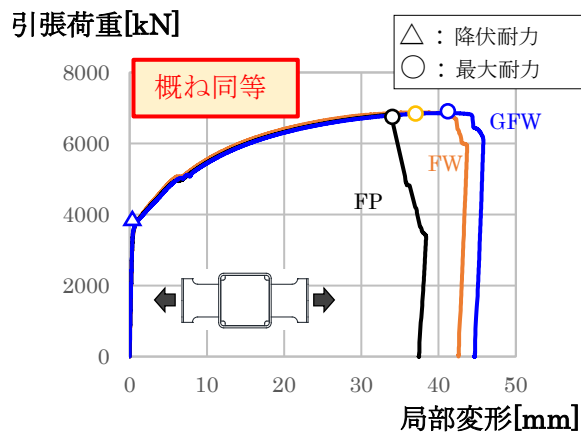


図 3 局部引張試験結果

2. 試験体

表 1 に試験体一覧を，表 2 に使用材料の機械的性質を，図 4 に試験体形状を示す。今回対象とした試験体は 1 体であり，内ダイアフラムが異形隅肉溶接によって接合された文献<sup>1)</sup>に記載の試験体 GFW（標準脚長）をもとに，異形隅肉溶接部の脚長を小さくした試験体 GFW-S（小脚長）である。

表1に記載の  $P_w/P_b$  は内ダイアフラム溶接部の設計のど厚及び内ダイアフラムの引張強度から文献<sup>2)</sup>に基づいて算定した溶接線単位長さ当たりの溶接継目耐力  $P_w$  と、内ダイアフラムの板厚および内ダイアフラムの引張強度から文献<sup>3)</sup>に基づいて算定した溶接線単位長さ当たりの母材引張耐力  $P_b$  の比を表しており、GFW-Sは内ダイアフラム溶接部の耐力  $P_w$  が母材の耐力  $P_b$  に対し全強接合を満足しない設計仕様 ( $P_w/P_b < 1$ ) とし、 $P_w$  を  $P_b$  の約6割とした。

表1 試験体一覧

試験体	内ダイアフラム溶接部の設計断面	$P_w/P_b$
GFW-S (小脚長)		0.61
GFW (標準脚長)		1.10

$\alpha$  : 開先角度

S : 脚長(mm)

g : ルート間隔(mm)

$P_w$  : 単位長さ当たりの継目引張耐力<sup>2)</sup>  
 $(P_w = 2 \times 1.32 \times S \times d \sigma_u \sqrt{3} (d \sigma_u : \text{内ダイアフラムの引張強度}))$

$P_b$  : 単位長さ当たりの母材引張耐力  
 $(P_b = t_d \times d \sigma_u (t_d : \text{内ダイアフラムの板厚}))$

### 3. 施工性の検討結果

試験体 GFW-S の製作時における内ダイアフラムの組立てと溶接の施工試験結果を図5に示す。図5には比較検討のために試験体 GFW の結果を併せて記載している。

図5より、GFW-SはGFWに比較して、本溶接時間は4割程度減少しているが、組立て時間は2倍程度増加している。組立て時間が増加した理由はGFW-SはGFWに比べ開先深さが小さいことで内ダイアフラムのルート面がGFWに比べ大きく、その結果、内ダイアフラムの組立て時におい

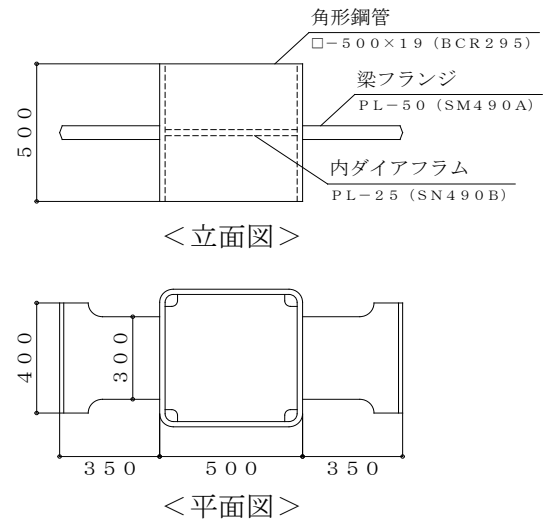


図4 試験体形状

表2 使用材料の機械的性質

(a)母材

母材	板厚 (mm)	$\sigma_y$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_a$ (N/mm <sup>2</sup> )	EL (%)
BCR295 平板部	19.0	382	444	13.4
BCR295 角部	20.0	484	532	1.9
SN490B	25.4	354	535	15.6
SM490A	49.9	314	515	15.9

(b)内ダイア溶接部の溶着金属

採取試験体	径 (mm)	$\sigma_y$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_a$ (N/mm <sup>2</sup> )	EL (%)
FP	5.5	465	570	13.9
FW	5.5	413	513	15.5
GFW	5.5	470	578	13.4

$\sigma_y$  : 下降伏点または0.2%オフセット耐力

$\sigma_a$  : 引張強さ, EL : 一様伸び

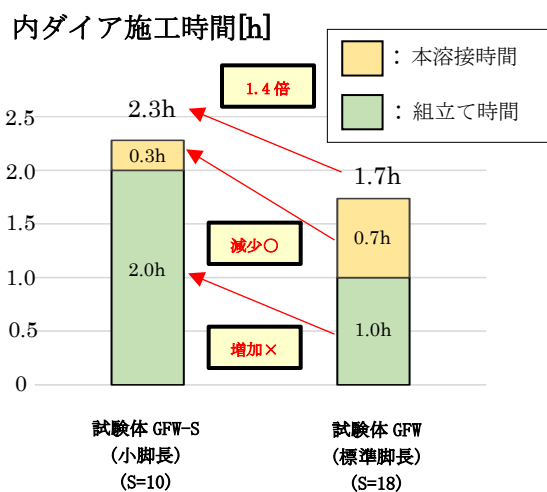


図5 施工試験結果

て内ダイアフラムが鋼管柱に干渉し、正規の位置に取り付ける作業時間が増加したためと考えられる。なお、本溶接時間と組立て時間を合算した内ダイアフラムの施工時間は、GFW-S は GFW に比べて 1.4 倍程度となった。

4. 局部引張試験結果

前報と同様に梁フランジ軸方向に単調な引張荷重を与える局部引張試験を行った。荷重は 2000ton 油圧引張試験機を用い、試験体の梁フランジ両端部に溶接した引張用治具板を介して単調引張荷重を与えた。図 6 に示すように、柱フランジ表面から 150 mm 離れた梁フランジ上の測定点から柱ウェブ中央までの相対変位 D1~D8 を測定し、式 (a) によって柱梁接合部の局部変形 u を定義した。

$$u = \frac{\sum_{n=1}^8 D_n}{8} - \frac{P}{E \cdot A_{bf}} \cdot 150 \dots (a)$$

図 7 に引張荷重 - 局部変形関係、表 3 に試験結果一覧、写真 1 に荷重終了後の終局状況を示す。局部変形 u や初期剛性 eK, 降伏耐力 ePy および最大耐力 ePmax については、前報と同様の方法で計測・算出した。表 3 に示す初期剛性 eK は、図 3 に示す引張荷重 P - 局部変形 u 関係において荷重が最大耐力 ePmax の 1/3 となるまでのデータから最小二乗近似によって得られた傾きと定義し、降伏耐力 ePy は荷重 - 局部変形関係における接線剛性が eK の 1/3 となる時の荷重と定義した。なお、図 7 および表 3 には参考として GFW の試験結果を併記している。また、図 7 には GFW-S における梁フランジ側の内ダイアフラム溶接部全線

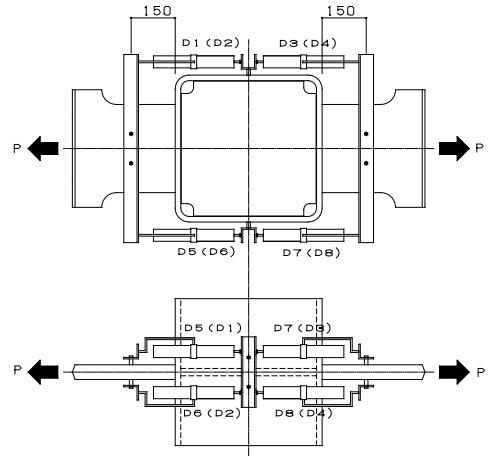


図 6 荷重および計測方法

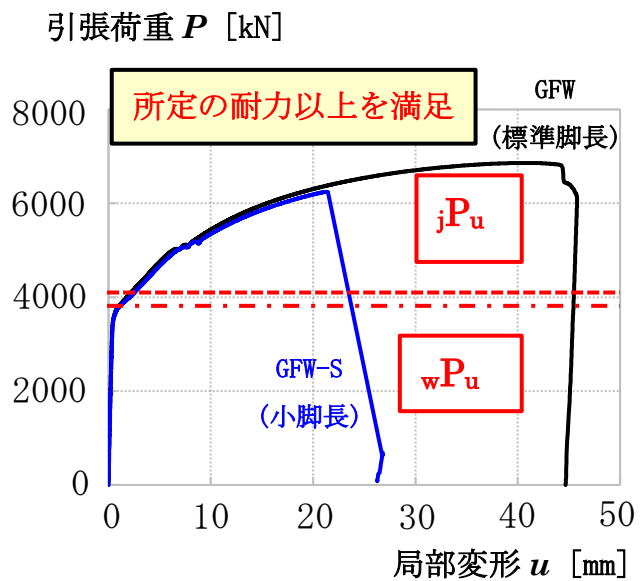


図 7 荷重変形関係



写真 1 終局状況(GFW-S)

表 3 試験結果一覧

試験体	初期剛性		降伏耐力		最大耐力		終局状況
	実験値 eK(kN/mm)	$\frac{GFW-S}{GFW}$	実験値 ePy(kN/mm)	$\frac{GFW-S}{GFW}$	実験値 ePmax(kN/mm)	$\frac{GFW-S}{GFW}$	
GFW-S	9718	0.94	3365	1.00	6244	0.91	内ダイア溶接部破断 内ダイアき裂進展 + 梁フランジ根抜け
GFW <sup>1)</sup>	10292		3377		6861		

が溶接継目の最大継目耐力  $w$  に達するとみなした時の引張荷重  $wP_u$  と、鉄骨骨組の設計において柱梁接合部に対し梁を先行破壊させるために必要な柱梁接合部の最大曲げ耐力  $jP_u$  を局部引張荷重に偶力換算した  $jP_u$  を併記している。  $wP_u$  および  $jP_u$  はそれぞれ (1) 式および (2) 式によって求めた。

$wP_u$  : 内ダイアフラム溶接部の最大引張耐力

$$wP_u = 2 \times 1.32 \times S \times \frac{w \sigma_u}{\sqrt{3}} \times B_d \dots (1)$$

$jP_u$  : 柱梁接合部の必要曲げ耐力から偶力換算した最大引張耐力

$$jP_u = \frac{\alpha \times bM_p}{H_b - t_{bf}} \dots (2)$$

ここで、  $S$  : 内ダイアフラム溶接部の設計脚長、  $w \sigma_u$  : 内ダイアフラム溶接部における溶着金属の引張強さ、  $B_d$  : 内ダイアフラム溶接部の溶接線長さ、  $\alpha$  : 梁端の接合部係数 (=1.25) <sup>3)</sup>、  $bM_p$  : 梁の全塑性モーメント、  $H_b$  : 梁せい、  $t_{bf}$  : 梁のフランジ厚である。  $jP_u$  の算定において仮定した梁断面は、 H-750×300×16×32 とした。

図 7 に示すように、 GFW-S は最大耐力に到達するまで GFW と概ね同様の履歴を示し、最終的に内ダイアフラム溶接部の破断によって終局に至った。終局後に内ダイアフラム溶接部について断面マクロを撮影した結果、溶接止端部とルート面を結ぶ線状において破断が確認された (写真 2)。

表 3 に示すように、 GFW-S の降伏耐力  $eP_y$  は GFW と概ね同じものの、初期剛性  $eK$  および最大耐力  $eP_{max}$  は GFW に比べ数%低い結果となった。一方で、  $eP_{max}$  は  $wP_u$  を大きく上回る結果となっている。これは、内ダイアフラムの引張抵抗に加え、鋼管柱フランジの面外抵抗が柱接合部の耐力に寄与したためであると考えられる。また、  $eP_{max}$  は  $jP_u$  も上回る結果となっている。このことから、内ダイアフラム溶接部が母材に対して全強

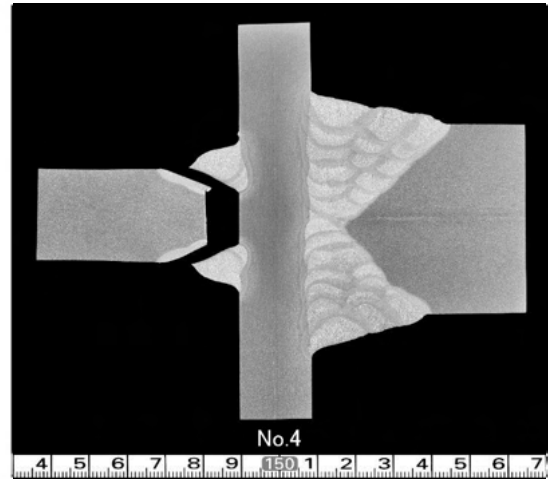


写真 2 断面マクロ

接合を満たさない場合であっても鋼管柱フランジの面外抵抗を考慮することで、鉄骨骨組の設計において柱梁接合部に対し梁を先行破壊させるために必要な柱梁接合部の耐力を確保できる可能性がある。ただし、その場合は柱梁接合部のディテールに応じて溶接部の脚長に下限値を設ける等の措置が必要になるが、その検討については今後の課題である。

## 5. まとめ

本報では、小脚長の異形隅肉溶接によって内ダイアフラムを接合した場合の柱梁接合部を対象に、当該溶接仕様の溶接施工性および構造性能について検討した。以下に本検討で得られた知見をまとめる。

- 1) 内ダイアフラム溶接部が母材に対し全強接合を満たされない場合であっても鋼管柱フランジの面外抵抗を考慮することで、鉄骨骨組の設計において柱梁接合部に対し梁を先行破壊させるために必要な柱梁接合部の耐力を満足できる可能性がある。
- 2) 内ダイアフラム溶接部が母材に対し全強接合を満たされない場合であっても鋼管柱フランジの面外抵抗を考慮することで、鉄骨骨組の設計において柱梁接合部に対し梁を先行破壊させるために必要な柱梁接合部の耐力を満足できる可能性がある。

## [参考文献]

- 1)工藤ら：角形鋼管柱梁接合部における内ダイアフラムの合理的溶接方法の基礎検討 その 1,2 日本建築学会大会学術講演梗概集(北海道), pp. 997-1000, 2022. 9
- 2)森川ら：異形隅肉溶接継目の強度評価, 日本建築学会大会学術講演梗概集(東北), pp. 679-680, 2009. 8
- 3)日本建築学会：鋼構造接合部設計施工指針 第4版, 2021. 2
- 4)日本建築学会：建築工事標準仕様書 JASS6 鉄骨工事 第11版, 2018. 1

## カガヤの人材育成活動の紹介

### Introduction to Kagaya's human resource development activities

野々村 渉, 白簾 和枝, 阿部 優

by NONOMURA Ayumu, SIRAHATA Kazue, ABE Yuuto

キーワード：人材育成, 社員教育, 成長

Keywords : human resources development, employee education, grow up mentally

#### 1. はじめに

当社では、組織力を高める要因に、社員一人一人が有する能力を業務に最大限に発揮することが不可欠と考え、基本となる社員の能力の保有・向上を目的として、全社員を対象に様々な教育・研修を計画・実施し、人材育成に取り組んできた。さらに、組織的に企業活動を持続させるための人事政策の重要性から、2016年4月に人事室（現：総務部人事課）が設置され、人材育成への取り組みを強化している。

本稿では、当社で実施してきたこれまでの人材育成活動について紹介する。

#### 2. 人事課が計画・実施する人材育成活動

##### 2.1 新入社員の教育・研修

新入社員を対象とした教育・研修は、入社後約1ヶ月間実施している。表1に新入社員教育・研修カリキュラムを、写真1に新入社員研修風景を示す。新入社員の教育・研修は、主に、社会人としての心構え、職場規律、経営理念などの当社の企業文化を身につけさせるほか、各部署での業務実習を通じて鉄骨製作の流れを経験させることを目的としている。

なかでも当社の人材育成の第一歩として、長年に渡り受け継がれている「清掃活動」と「花壇整備」の環境整備教育がある。写真2に清掃活動風景を示す。朝礼開始前の清掃活動において、徹底した挨拶と5S活動を身体で覚え習慣づけることが当社の人としての教育である。花壇整備は当社が掲げる社会地域貢献活動の一つであり、お手伝いいただいている地域住民とのふれあいや、新入社員同士の連帯感の醸成に繋がる教育となっている。この他、社会人としての視野を広げる観点から、外部講師による社会人としての心構えの講義を受けさせている。また、専門の技術者によるアーク溶接方法及び高圧ガスの取り扱いに関する座学と実技の研修を実施し、鉄骨製作技能者としての基礎を身につけさせている。



写真1 新入社員研修風景

表1 新入社員の教育・研修カリキュラム

年度	受講者数	教育・研修内容	実施時期 実施期間
2016	8名	<ul style="list-style-type: none"> <li>・社会人としての心構え, 職場規律, 経営理念について</li> <li>・環境整備(清掃活動, 花壇整備)教育</li> <li>・アーク溶接方法及び高圧ガス取り扱いの座学と実技研修</li> <li>・各部署の業務実習から鉄骨製作の流れを経験する研修</li> <li>・設計部, 製造部, 品質管理部の実務研修</li> </ul>	入社後 約1ヶ月間
2017	8名		
2018	8名		
2019	14名		
2020	7名		
2021	11名		
2022	13名		
2023	9名		





写真 2 清掃活動風景

## 2.2 スキルアップ教育

当社ではスキルアップ教育と称して、新入社員及び中途社員を対象に、入社後約1年間、日本建築学会建築工事標準仕様書 JASS6 鉄骨工事（以下、JASS6）を基にした鉄骨工事の基礎知識の習得教育と、当社安全衛生委員会の教育担当グループによる安全教育を実施している。表 2 にスキルアップ教育カリキュラムを、写真 3 にスキルアップ教育風景を示す。JASS6 の各章に応じた部署の部課長を教育担当者とし、経験談を織り交ぜながら真剣ながらも楽しく鉄骨工事に関する知識を学べるようにしている。

安全教育については、重量物を扱う当社では僅かな油断が命取りになるため、作業ごとの安全マニュアルや危険予知活動の重要性、災害発生時の対応・応急処置方法を教育している。安全教育を通じて、工場内に潜む様々な危険を感じ取り、自分の身は自分で守るという意識を芽生えさせ、労働災害の発生防止に努めている。

なお、溶接組立 H 形断面材（BH）、溶接組立て箱形断面材（BOX）及びサブマージ溶接のスキルアップ教育も計画している。



写真 3 スキルアップ教育風景

表 2 スキルアップ教育カリキュラム

年度	受講者数	教育内容
2016	8 名	
2017	8 名	5月 5S 活動で安全を高める
2018	8 名	6月 災害発生時の対応
2019	14 名	7月 「かもしれない」で危険予知活動
2020	7 名	8月 事故等における応急処置
2021	11 名	9月 社内における危険作業
2022	13 名	10月 JASS6 鉄骨工事とは
2023	9 名	11月 JASS6 材料
		12月 JASS6 工作
		1月 JASS6 溶接
		2月 JASS6 検査
		3月 JASS6 塗装,溶融亜鉛めっき,輸送
		実施回数：11 回/年

### 3. 各部署が計画・実施する人材育成活動

人事課が主体的に実施する教育・研修の他に、業務を把握することを目的として、各部署がそれぞれ独自の方法や業務内容に特化した教育を実施している。

表 3 に各部署の教育カリキュラムを示す。全部署共通の教育内容に自部署の業務標準、社内基準及び作業マニュアルがあり、これらは業務を行う上での基礎となるため、対象となる社員は配属先で上司および先輩社員から教育を受けている。特色のある取り組みとして、設計部では主任が中心となり勉強会を企画し、自らが講師となって若手社員に鉄骨製作に関する教育を実施している。また、製造部では品質管理部の部長が講師となり、製作や検査及び不適合事例に関する簡単な問題を 15 問程度作成し、テスト形式で解答させながら、工場作業員（鉄骨製作技能者）の鉄骨製作と検査への理解を深める勉強会を行っている。

### 4. 部署間交流研修

人事課及び各部署が実施する社員教育を終え、自部署の業務を十分に理解している中堅社員を対象に、部署間交流社内アカデミーを開催している。

表 4 に部署間交流社内アカデミーを示す。これは JASS6 を学び直すとともに、鉄骨製作に関して深掘りし、更なる知識を得ることを目的とした研修である。受講者の中には、自分の知らなかった内容に触れることが刺激となって、自己啓発に意欲的に取り組むようになり、以前より課員へ論理的に指導ができるようになったと考える者もあり、単なる知識の習得に止まらず、副次的な効果をもたらしている。しかしその一方で、受講者同士の交流や情報交換を図る時間が少ないことに物足りなさを感じた者もいた。中堅社員を対象とした研修は、業務内容や社内の業務ポジションにより、求められるスキルが異なるため、研修内容や開催方法が難しく、今後の実施については改善が必要と考えられる。

表 3 各部署の教育カリキュラム

対象部署	対象者	教育内容	実施時期 実施期間
全部署	新入社員 中途社員	<ul style="list-style-type: none"> <li>・業務標準、社内基準の教育</li> <li>・各種作業マニュアルの教育</li> </ul>	適 宜
設計部	新入社員 中途社員 主任以下	<ul style="list-style-type: none"> <li>・作図、標準図の教育</li> </ul>	適 宜
製造部	新入社員 中途社員	<ul style="list-style-type: none"> <li>・安全教育</li> <li>・鉄骨製作に関する基礎的な教育</li> </ul>	適 宜
品質管理部	新入社員 中途社員	<ul style="list-style-type: none"> <li>・不適合発生時の対処方法の教育</li> </ul>	適 宜

表 4 部署間交流社内アカデミー

年度	受講者数	研修内容
2022	中堅社員 10 名	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ JASS6 材料, 工作, 溶接, 検査</li> <li>・ 積算業務</li> <li>・ 溶接部検査, 超音波探傷検査</li> </ul>

## 5. 社外研修 (OFF-JT)

将来の組織のリーダーとなる幹部候補生の育成を目的として、経営コンサルティング会社が行う幹部候補生スクールを活用した社外研修 (OFF-JT) を実施している。表5に社外研修カリキュラムを示す。2014年度から2019年度まで9名の社員がマネジメント能力向上のための講義を受講することで、本質を見極める思考力や異業種で構成されたグループ内での発言、行動するための積極性や連帯感、日替わりでグループのリーダーを務めることで生まれるリーダーシップ論を学んできた。

受講者からはメンタル面での成長が実感できて有意義な研修だったという感想を得ている。コロナ禍により中断していたが、再開に向けた検討を行っている。

## 6. 資格取得支援

会社の運営・継続に必要な資格及び業務上必要な資格の取得に対しては、会社から支援を行う。

鉄骨製作工場認定制度のグレード認定の必要要件となる資格については、個人の実務経験や学習レベルを考慮して、上司が受験を計画する場合や自主的に知識やスキルを身に付けたいという自己啓発の考えを持った者が受験を申し出る場合がある。いずれの場合も会社として受験者をバックアップするため、問題集の提供、模擬試験の実施、解説資料配布を行い、合格に向けたサポートを行っている。

## 7. まとめ

- 1) 人事課や各部署において、年間を通して様々な教育・研修を実施し、その結果、社員の学ぶ姿勢の習慣化がみられている。教育・研修の内容は、参加した受講者の感想や意見を取り入れ、次年度にブラッシュアップを図っている。
- 2) 中堅社員に対し自部署で必要とする知識、スキルを明確にし、部署毎の業務を部署間で相互理解を深め、鉄骨構造、鉄骨工事全般の知識を得ている。
- 3) 社外研修により次世代を担う人材、後継者育成を図っている。
- 4) 資格取得を目指す者に全社的にバックアップを行い、会社の運営・継続に必要な資格の確保を行うと共に、社員の能力、モチベーションの向上につなげたいと考えている。

表5 社外研修 (OFF-JT) カリキュラム

年度	受講者数	研修内容
2014	2名	・リーダーシップの本質
2015	2名	・コア・コンピタンスとマーケティング
2016	2名	・組織と経営システム
2017	1名	・貢献価値とバリューチェーン
2018	1名	・人材育成とアカウンティング
2019	1名	・部門ビジョンマネジメント ・部門経営の実践

## 対外発表

- 1) 工藤 哲也, 久保 真弓, 齋藤 雅哉\*, 酒井 勇気\*\*, 鈴木 至\*\* : 角形鋼管柱梁接合部における内ダイアフラムの合理的溶接方法の基礎検討 その3 小脚長とした異形隅肉溶接仕様の施工性および構造性能, 日本建築学会 日本建築学会大会学術講演梗概集 (京都), pp.915-916, 2023年9月  
\*付: 日鉄溶接工業株式会社  
\*\*付: 日本製鉄株式会社
  
- 2) 酒井 勇気\*, 有田 政樹\*, 工藤 哲也, 久保 真弓, 齋藤 雅哉\*\* : 角形鋼管柱梁接合部における内ダイアフラムの合理的溶接方法の基礎検討 その4 内ダイアフラム溶接部の継目耐力を考慮した柱梁接合部の局部耐力評価, 日本建築学会 日本建築学会大会学術講演梗概集 (京都), pp.917-918, 2023年9月  
\*付: 日本製鉄株式会社  
\*\*付: 日鉄溶接工業株式会社

## 主な工事実績 (2023年4月期)

	工 事 名	設 計 事 務 所	施 工 会 社	総重量 (t)	建物規模
民	(仮称) 虎ノ門一・二丁目地区 第一種市街地再開発事業 A-3街区 施設建築物建築工事	森ビル(株) (株久米設計)	鹿島建設(株)	1,937	B1+12 階 7,818 m <sup>2</sup>
民	(仮称) Kアリーナプロジェクト 建設工事 (ホテル棟)	(株)梓設計・(株)国建・ 鹿島建設(株)	鹿島建設(株)	2,994	26 階 32,094 m <sup>2</sup>
民	(仮称) うめきた2期地区開発 事業新築工事のうち南街区 賃貸棟工事 (地下鉄骨)	(株)三菱地所設計・ (株)日建設計・(株)大林組 ・(株)竹中工務店	うめきた2期共同企業体 (株)竹中工務店・ (株)大林組)	800	B3+39 階 314,249 m <sup>2</sup>
民	青森市新町一丁目地区 優良建築物等整備事業	(株)菅野宏史建築設計 事務所+工藤真人 建築設計事務所	福田・志田内海特定 建設工事共同企業体	1,260	B1+14 階 16,954 m <sup>2</sup>
民	PNX23 新築工事 FB棟	清水建設(株)	清水建設(株)	2,424	4 階 30,975 m <sup>2</sup>
民	(仮称) DPL久喜宮代新築工事	戸田建設(株)	戸田建設(株)	6,329	4 階 161,568 m <sup>2</sup>
民	DPL坂戸Ⅱ新築工事	(株)安藤・間	(株)安藤・間	911	4 階 93,139 m <sup>2</sup>
民	(仮称) 東京流通センター 物流A棟建替工事 (ランプ棟)	鹿島建設(株)	鹿島建設(株)	3,634	7 階 202,526 m <sup>2</sup>
民	キオクシア岩手株式会社 第2製造棟 第1期 建設工事 (仮称)	清水建設(株)	清水建設(株)	19,148	B1+13 階 267,911 m <sup>2</sup>
民	(仮称)グッドマンビジネスパーク ステージ6新築工事	(株)日本設計	清水建設(株)	2,524	6 階 40,795 m <sup>2</sup>
民	SMC株式会社 釜石第5工場第2期建設工事	(株)大林組	(株)大林組	1,671	2 階 25,956 m <sup>2</sup>
民	(仮称) グッドマン常総新築工事	浅井謙建築研究所(株) (戸田建設(株))	戸田建設(株)	1,777	5 階 203,582 m <sup>2</sup>
民	GLP ALFALINK 流山4プロジェクト	戸田建設(株)	戸田建設・堀建設 共同企業体	1,457	4 階 104,422 m <sup>2</sup>
民	(仮称) 宮城県岩沼市空港南 物流センター新築工事	浅井謙建築研究所(株)	西松建設・佐藤建設 共同企業体	2,249	4 階 35,793 m <sup>2</sup>
民	コーチャンフォーつくば店 新築計画	清水建設(株)	清水建設(株)	892	2 階 16,252 m <sup>2</sup>

民	(仮称) 株式会社カガヤ 新工場建設工事	(株)中居都市建築設計	(株)福田組	960	1 階 4,599 m <sup>2</sup>
民	(仮称) 明石町プロジェクト	中央日本土地建物(株) 構造：鹿島建設(株)	鹿島建設(株)	642	6 階 4,131 m <sup>2</sup>
民	学校法人北杜学園 中央校舎7号館 新築工事	(株)竹中工務店	竹中工務店・ 阿部工務店特定 建設共同企業体	749	9 階 5,247 m <sup>2</sup>
民	みちのくココ・コーラボトリング 株式会社花巻工場 隣接倉庫 増築計画	大和ハウス工業(株)	大和ハウス工業(株)	348	3 階 55,036 m <sup>2</sup>
民	本田技研工業(株)埼玉製作所 寄居工場 プレス・溶接棟東 増築工事	(株)石本建築事務所	戸田建設(株)	1,578	3 階 5,173 m <sup>2</sup>
民	菊の司酒造(株) 雫石工場新築工事	(株)ノースコンサル	(株)ナカノフドー建設	296	2 階 2,650 m <sup>2</sup>
民	株式会社ユアテック 大船渡営業所新築工事	東日本興業(株)	(株)佐武建設	159	2 階 1,549 m <sup>2</sup>
	他 20 件				

注1) 官：官公庁工事，民：民間工事

---

カガヤ技報 編集委員

工藤 哲也

---

カガヤ技報 Vol.4 2023

発行：2024年3月

発行所：株式会社カガヤ

〒028-4131 岩手県盛岡市芋田字武道9番地95

<https://www.kk-kagaya.co.jp>

Copyright © 2021 KAGAYA.co.,Ltd. All Rights Reserved.

---

