



KAGAYA TECHNICAL REPORT

# カガヤ技報

Vol.2 2021



株式  
会社

カガヤ



KAGAYA TECHNICAL REPORT

カガヤ技報

Vol.2 2021



# カガヤ技報 Vol.2 2021

## 目次

---

### 巻頭言

今までも、これからも .....	1
	工藤 哲也

工事紹介 .....	2
------------	---

### 論文・報告

1. 冷間成形角形鋼管柱-通しダイアフラム 30 度開先溶接継手性能評価 .....	5
工藤 哲也 久保 真弓 菊池 賢祐 高橋 永吉 横山 幸夫*	
*株式会社トラストエンジ	
2. 板厚 75mm の裏はつり完全溶込み溶接部の十字継手性能確認試験 .....	17
工藤 哲也 久保 真弓 菊池 賢祐 高橋 永吉	

### 技術紹介

3. カガヤ統合システムの歩みと今後の展開 .....	24
照井 康仁 藤原 雄二 加賀谷 浩一	
4. カガヤの継続的教育活動「姫神塾」の紹介 .....	31
遠藤 翔大 佐々木 充 加賀谷 浩一	

対外発表 .....	35
------------	----

主な工事実績 .....	36
--------------	----

## 今までも、これからも

研究開発室室長  
工藤 哲也

KUDO Tetsuya

様々な困難を乗り越えながら、オリンピック 2020 を無事終えオリンピック需要と言われた建築物に静けさが訪れています。次は再開発か国家的イベントか、招かれざる災害復興か。いずれにせよ当社は感謝と誠意の心を持ち、建築鉄骨を製作し続けていくことになります。

2020 年に研究開発室を立ち上げ、室長として技報とともに 2 年目を迎えました。入社してから品質管理部一筋で 19 年間過ごしてきましたが、株式会社カガヤとはどんな会社か？からスタートし、超音波探傷検査、客先立会検査、各種溶接施工試験、AW 検定他、様々な経験をさせていただきました。楽しさや苦しさを味わいながらも、今も仕事を続けていられるのは、「好き」という気持ちと信頼できる仲間がいるからです。今後立ち位置を変え新たな仕事をしていく中で、更なる知識や経験や出会いが必要となります。会社を支える一人の柱として、いつまでも「好き」という気持ちを持ち続け、進んでいこうと思います。

さて、カガヤ技報 Vol.2 発行にあたり、今号より構成を変え、各部署からの技術紹介、製作した鉄骨の工事紹介及び主な工事实績を盛り込むことにしました。これにより研究開発室の技報ではなく、カガヤ全社的な技報への移行が行われ、各部署が技術向上に努めるきっかけとなると期待しています。技報がやがて家宝になると信じ、私からの挨拶とさせていただきます。

株式会社 カガヤ  
KAGAYA-Gr Co.,Ltd.

## 工事紹介 - 1

## 国立競技場



【写真提供：大成建設株式会社】

所在地 東京都新宿区霞ヶ丘10番1号

敷地面積 約109,770m<sup>2</sup>

延床面積 約192,050m<sup>2</sup>

建築面積 約69,610m<sup>2</sup>

施主 独立行政法人日本スポーツ振興センター

設計者 大成建設・梓設計・隈研吾建築都市設計事務所共同企業体

監理者 梓設計・大成建設・隈研吾建築都市設計事務所共同企業体

施工者 大成建設株式会社

構造形式 S・一部SRC造・RC造 地下2階，地上5階

特記事項 上層階は観客席の斜め梁と鉄骨ブレースにより地震の変形を抑え，下層階は比較的柔らかいフレームで構成，オイルダンパーを配置した制振構造が採用されている。

## 工事紹介 - 2

(仮称) 都市再生ステップアッププロジェクト (竹芝地区) 民間複合施設及び

産業貿易センター (業務棟) 新築工事 (地上鉄骨)



所在地 東京都港区海岸一丁目 20 番 9, 11

敷地面積 約 12,156.65m<sup>2</sup>

延床面積 約 180,786.21m<sup>2</sup>

建築面積 約 9,567.39m<sup>2</sup>

最高高さ 210.00m

製作重量 全体重量 : 約 35,111t

当社製作重量 : 約 4,586t

施主 株式会社アルベログランデ

設計者 鹿島・久米設計工事監理業務共同企業体

監理者 鹿島・久米設計工事監理業務共同企業体

施工者 鹿島建設株式会社東京建築支店

構造形式 RC・SRC・S (柱一部 CFT) B2+40F

用途 事務所・展示場・駐車場・物販店舗・

飲食店舗・集会場・自転車駐車場

## 工事紹介 - 3

(仮称) 豊島プロジェクト A 棟新築工事

所在地	東京都豊島区東池袋一丁目 18 番 1 号
敷地面積	約 3,619.67m <sup>2</sup>
延床面積	約 68,605.39m <sup>2</sup>
建築面積	約 2,194.10m <sup>2</sup>
最高高さ	158.28m
製作重量	全体重量：約 13,275t, 当社製作重量：約 9,595t
施主	東京建物株式会社・株式会社サンケイビル
設計者	鹿島建設株式会社建築設計本部
監理者	鹿島建設株式会社建築設計本部
施工者	鹿島建設株式会社東京建築支店
構造形式	RC・SRC・S (CFT 柱) B2+33F
用途	事務所・映画館・集会場・店舗・駐車場・駐輪場

## 冷間成形角形鋼管柱-通しダイアフラム 30 度開先溶接継手性能評価

## Welding Procedure Test of Application for 30 Degrees Groove Angle of Square Tubular Column and Diaphragm.

工藤 哲也, 久保 真弓, 菊池 賢祐, 高橋 永吉, 横山 幸夫\*

by KUDO Tetsuya, KUBO Mayumi, KIKUCHI Kensuke, TAKAHASHI Eikichi, YOKOYAMA Yukio

キーワード：30 度開先, 490N/mm<sup>2</sup> 級鋼, 550N/mm<sup>2</sup> 級鋼, ロボット溶接Keywords : 30 degrees grove, 490N/mm<sup>2</sup> grade steel, 550N/mm<sup>2</sup> grade steel, robotic welding

## 1. はじめに

30 度開先溶接技術はこれまでに種々の研究報告がなされており, 開先角度の違いやルートギャップ (以下 R.G. とする), 溶接技能者の技量の違いなどによる溶接接合部の性能評価が行われ, その有用性が示されている<sup>1) 2)</sup>. 2018 年には建築工事標準仕様書 JASS6 鉄骨工事の改訂により, 完全溶込み溶接 30 度開先の開先標準が追加された<sup>3)</sup>. また, 2020 年に建築鉄骨ロボット型式認証制度において, 30 度開先を認証範囲とするロボットの製品機種が認証された<sup>4)</sup>.

狭開先溶接とすることで溶接ワイヤ, シールドガス使用量及び溶接作業時間などの削減が可能であり, 溶接入熱量の減少による溶接変形の低減及び継手じん性改善などの長所も挙げられる. 完全溶込み溶接レ形開先 T 継手において, 開先角度を 35 度から 30 度にした場合の断面積比率及びロボット溶接のサイクルタイム比率を図 1-1 に示す. 断面積比率は 35 度開先 R.G.7mm を 100% とし, その形状から 30 度開先 R.G.4mm, 5mm, 6mm, 7mm の形状とした場合を比較した. 35 度 R.G.7mm から 30 度 R.G.7mm への狭開先化により断面積比率は 90% 程度となる. R.G. を狭めることができれば, さらに断面積を低減できる. 図中のサイクルタイム比率は, 冷間成形角形鋼管 (形状: □-650×650mm) のロボット溶接における 1 溶接線当たりの溶接時間, パス毎のスラグ除去及びノズル清掃を含む時間であり, 35 度開先に対する 30 度開先の比率を表す. ロボット溶接機の設定条件からサイクルタイムを集計した. 一例として, 板厚 50mm でのサイクルタイムは, 35 度開先では 360 分だが,

30 度開先では 280 分となり 78% となる.

狭開先化によりパス数が減少, アークタイム及び溶接に付随する作業が削減されるため, サイクルタイムを大幅に低減できる. また, エネルギー消費量や CO<sub>2</sub> ガス消費量の抑制にもつながり, 環境負荷低減に貢献できる. 持続可能な開発目標 (SDGs : Sustainable Development Goals) への社会的関心が高まる中, 当社では狭開先を SDGs に向けた取り組みの一つとしている.

一方で, 狭開先化による懸念事項として, 初層の高温割れ, トーチの操作性悪化やトーチと母材との干渉ならびにガスシールド性の確保などが挙げられるが, 既往の研究により 490N/mm<sup>2</sup> 級鋼の 30 度開先ロボット溶接ではシールド性, 耐高温割れ性がよく, 良好な継手性能が得られることが明らかにされている<sup>1)</sup>.

当社においてもこれまでに狭開先化に向けた取り組みを行っている. まず, 2020 年に 490N/mm<sup>2</sup> 級鋼冷間成形角形鋼管の 30 度開先ロボット溶接施工法試験を行い良好な継手性能の試験結果を得た. その後, 受注案件において 490N/mm<sup>2</sup> 級鋼に 30 度開先を適用し, 実績を積み重ねた. 2021 年

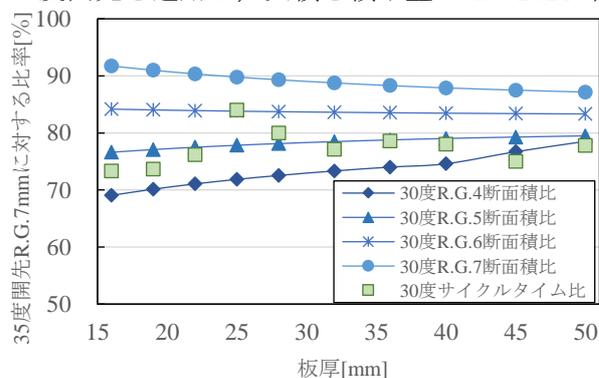


図 1-1 断面積比率及びロボット溶接のサイクルタイム比率

\* 株式会社トラストエンジ

には、高規格材への30度開先適用拡大及び資料の蓄積を目的として、R.G.をパラメータとした550N/mm<sup>2</sup>級鋼の30度開先ロボット溶接施工法試験を行った<sup>2)</sup>。これら30度開先を用いた490N/mm<sup>2</sup>級鋼及び550N/mm<sup>2</sup>級冷間成形角形鋼管-通しダイアフラム溶接部の継手性能評価結果について報告する。

## 2. 490N/mm<sup>2</sup>級冷間成形角形鋼管柱-通しダイアフラム溶接部のロボット溶接施工試験

### 2.1 試験方法

#### 2.1.1 試験体

使用した鋼材の化学成分を表2-1に、鋼材の機械的性質を表2-2に示す。角形鋼管柱はBCP325(日鉄建材)とし、通しダイアフラムはSN490C(日本製鉄)とした。試験体の形状・寸法を図2-1に示す。試験体は30度開先を用いた角形鋼管柱-通しダイアフラムの溶接継手の同一形状・寸法の試験体4体(No.1~4)であり、図2-2に示す開先形状とした。JASS6付則5開先標準<sup>3)</sup>では、30度開先におけるR.G.の標準値は7.0mmであるが、生産性を考慮しR.G.6.0mmとした。

表2-1 鋼材の化学成分(ミルシート値)

	材質	板厚(mm)	化学成分(%)					
			C	Si	Mn	P	S	Ceq
角形鋼管	BCP325	32	0.15	0.22	0.147	0.0013	0.0002	0.41
ダイアフラム	SN490C	36	0.18	0.31	0.135	0.0011	0.0002	0.42

表2-2 鋼材の機械的性質(ミルシート値)

	材質	引張試験					衝撃試験
		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(%)	吸収エネルギーE <sub>0</sub> (J)
角形鋼管	BCP325	381	528	72	30	-	289
ダイアフラム	SN490C	385	534	72	33	69	247

表2-3 溶接材料

規格(JIS Z 3312)	銘柄	メーカー	径	シールドガス
YGW18	YM-55C(R)	日鉄溶接工業	φ1.2mm	100%CO <sub>2</sub>

表2-4 溶接条件

継手の部位	ロボット名称	メーカー	溶接方法	溶接姿勢
角形鋼管と通しダイアフラム継手	ARCMAN MP(多関節型)	神戸製鋼所	ガスシールドアーク溶接	下向

溶接電流(A)	アーク電圧(V)	ガス流量(l/min)	溶接速度(cm/min)	溶接入熱(kJ/cm)	パス間温度(°C)
230~400	25~41	25~40	15~60	30以下	250以下

#### 2.1.2 溶接条件

溶接材料を表2-3に示し、溶接条件を表2-4に示す。溶接材料はYGW18(JIS Z 3312-2009)を用い、入熱量30kJ/cm以下及びパス間温度250°C以下とした。A側のみを先に溶接し、外観検査終了後にB側を充填溶接した。オペレータはAW検定ロボット溶接RC種の有資格者4名とし、同条件にて1名につき試験体を1体製作することとした。

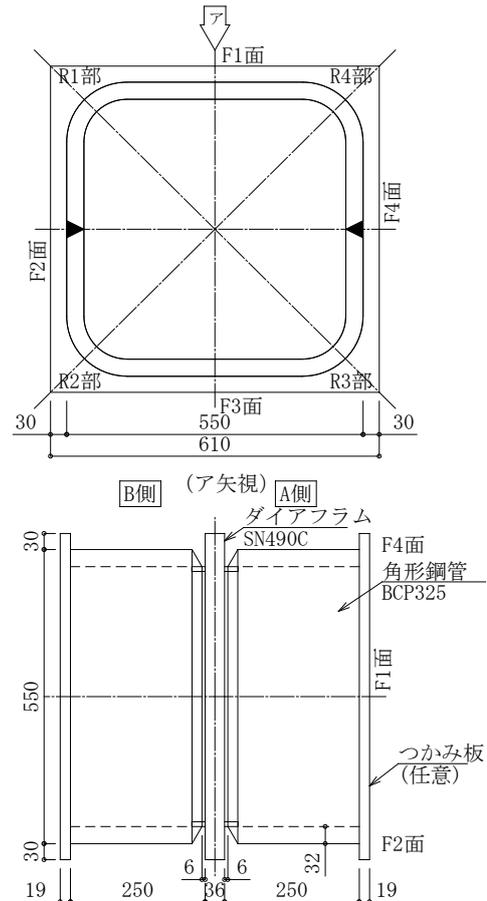


図2-1 試験体の形状・寸法

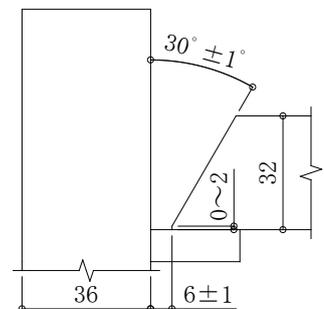


図2-2 開先形状

計画積層図を図 2-3 に示す。30 度開先は 35 度開先と比較して 4 パス減の積層計画である。

## 2.2 溶接記録

試験体 No.1, A 側の溶接入熱量を図 2-4 に示し、試験体 No.1, A 側のパス間温度測定結果を図 2-5 に示す。溶接開始前の試験体 No.1~4 すべてにおいて、溶接入熱量 30kJ/cm 以下及びパス間温度 250°C以下を満足し、計画積層図の通りパス数となった。

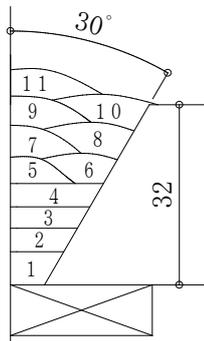


図 2-3 計画積層図

## 2.3 試験結果

### 2.3.1 試験片採取位置

試験片採取位置を図 2-6 に示す。外観検査，超音波探傷検査，溶着金属引張試験，シャルピー衝撃試験，曲げ試験及びマクロ試験を行った。

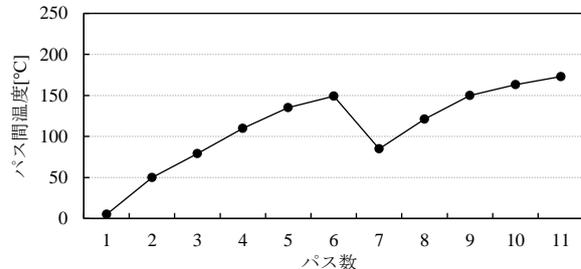


図 2-5 パス間温度 (試験体 No.1, A 側)

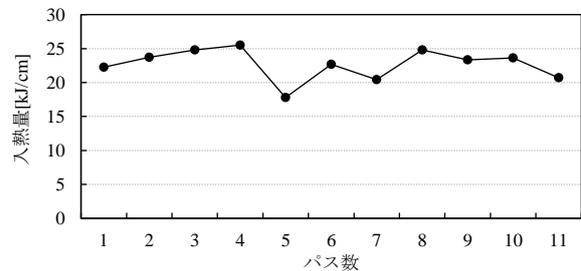


図 2-4 溶接入熱量 (試験体 No.1, A 側)

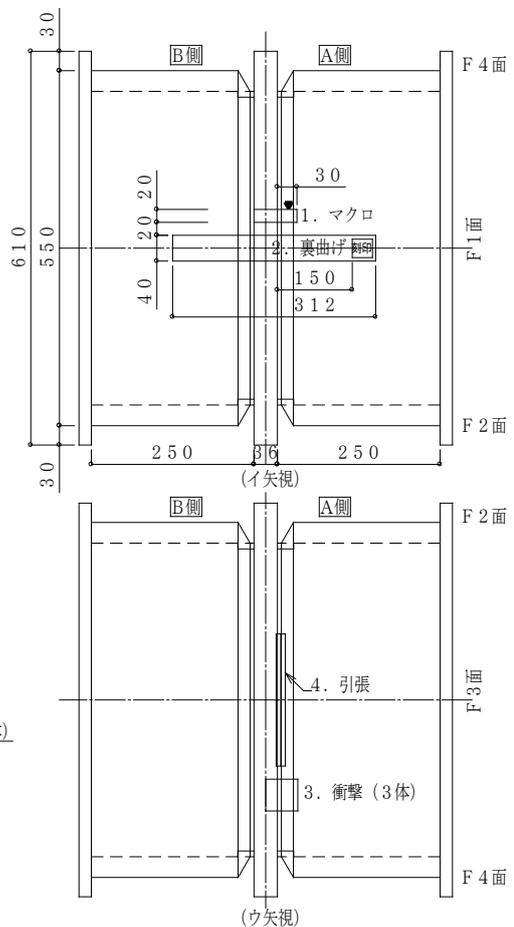
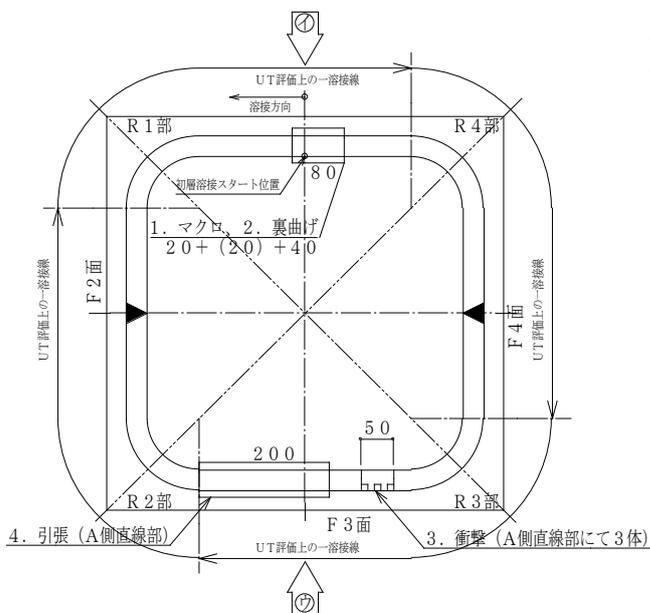


図 2-6 試験片採取位置

### 2.3.2 外観検査

溶接部の外観検査は、AW 検定協会「AW 検定ロボット溶接オペレータ試験基準及び判定基準(2019)」(以下、AW ロボット溶接試験という。)に準じて行った<sup>9)</sup>。

試験体 No.1 の溶接ビード外観を図 2-7 に示す。試験体 No.1 の溶接ビード外観は蛇行も凹凸もなく良好で AW ロボット溶接試験の判定基準を満足し、通常の 35 度開先の溶接外観と同様であった。余盛高さは 10~11.5mm であり、適正な余盛高さであった。試験体 No.2~4 においても同様に外観不良は見られず、余盛高さの基準を含め AW ロボット溶接試験の判定基準を満足した。

### 2.3.3 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検査規準・同解説(2018)」に準じ、角形鋼管角部については同規準の付 2. 角形鋼管溶接角部の超音波探傷試験方法を適用した<sup>7)</sup>。試験体 No.1~4 の A 側溶接線全線において、欠陥は検出されなかった。

### 2.3.4 溶着金属引張試験

溶着金属引張試験は JIS Z 2241-2011 (金属材料引張試験方法) に準じた。試験片の形状を図 2-8 に示す。JIS Z 3111-2005 (溶着金属の引張及び衝撃試験方法) により、A0 号φ10mm 試験片とした。

試験結果を表 2-5 に示す。試験体 No.1~4 の降伏点又は 0.2%耐力が 345N/mm<sup>2</sup> 以上、引張強さが 490N/mm<sup>2</sup> 以上であり、母材の規格値を上回った。

### 2.3.5 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 10×10×55mm とした。衝撃試験片採取位置を図 2-9 に示す。表層側の DEPO 中

中央より 3 本採取した。

試験結果を表 2-6 に示す。試験体 No.1~4 のシャルピー衝撃吸収エネルギー $vE_0$ は、個々値及び 3 個平均が 100J 以上となり、良好なじん性を示した。

### 2.3.6 曲げ試験

曲げ試験は、JIS Z 3122-2013 (突合せ溶接継手の曲げ試験方法) により、裏曲げ試験を行った。A 側溶接部を試験対象とした。



図 2-7 試験体 No.1 溶接ビード

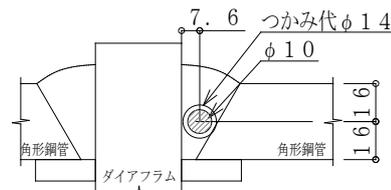


図 2-8 溶着金属引張試験片採取位置

表 2-5 溶着金属引張試験結果

試験体 No.	降伏点又は 0.2%耐力 (N/mm <sup>2</sup> )	引張強さ (N/mm <sup>2</sup> )	伸び (%)	絞り (%)	降伏比 (%)
1	622	679	25.0	64.0	91.6
2	626	682	23.0	66.3	91.7
3	635	687	24.6	65.1	92.4
4	606	669	25.6	66.4	90.6

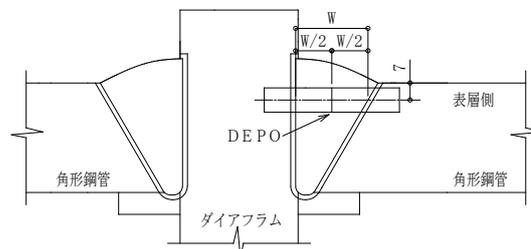


図 2-9 衝撃試験片採取位置

表 2-6 シャルピー衝撃試験結果

試験体 No.	吸収エネルギー $vE_0$ (J)			平均
	個々値			
1	154	145	156	152
2	137	128	134	133
3	165	152	151	156
4	134	145	142	140

曲げ試験後の試験片を図 2-10 に示す。試験体 No.1, 2, 4 は無欠陥であった。試験体 No.3 は 0.4mm の溶込み不良 1 個を検出したが、AW ロボット溶接試験の合否判定基準である 3mm を超える割れやブローホールは見られなかった<sup>9)</sup>。

### 2.3.7 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。マクロ写真を図 2-11 に示す。試験体 No.1~3 は無欠陥であったが、試験体 No.4 のみ初層溶接金属部（鋼管柱板厚のマイナス 4mm の位置）において AW ロボット溶接試験の合否判定基準である 1.0mm を超える 1.1mm の溶込み不良（裏当て金-ダイアフラム間位置）を検出した。

### 2.4 考察

30 度開先を用いた建築構造用 490N/mm<sup>2</sup> 級冷間成形角形鋼管柱-通しダイアフラム溶接部の溶接施工法試験を行い、外観検査、超音波探傷検査、溶着金属引張試験、裏曲げ試験及びシャルピー衝撃試験において良好な試験結果が得られた。

マクロ試験では、試験体 No.4 に 1mm を超える

初層溶接金属の溶込み不良が発生した。マクロ試験片の採取面は、ロボット溶接のスタート位置であり組立て溶接がないため、スタート時のアーク不安定により生じたものと推測される。実施工における発生防止対策として開先内の清掃及びロボットのメンテナンスを徹底することとした。なお、試験体 No.4 で発生したマクロ試験の 1mm を超える溶込み不良は、No.1~3 と比較して溶込み量に差がないことや超音波探傷検査において欠陥を検出していないこと、他の機械試験の結果及び発生位置から、溶接継手性能に与える影響はないものと考えられる。

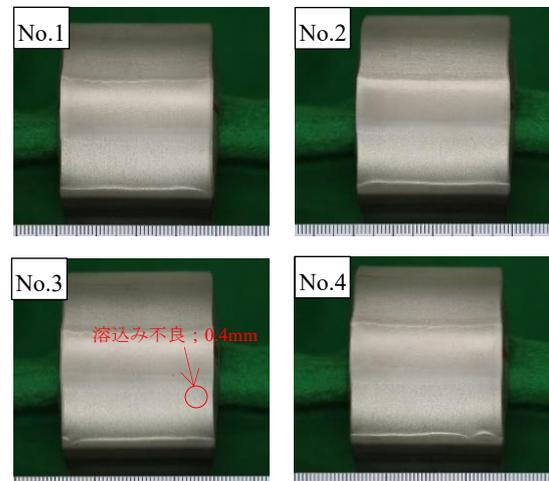


図 2-10 裏曲げ試験後の試験片

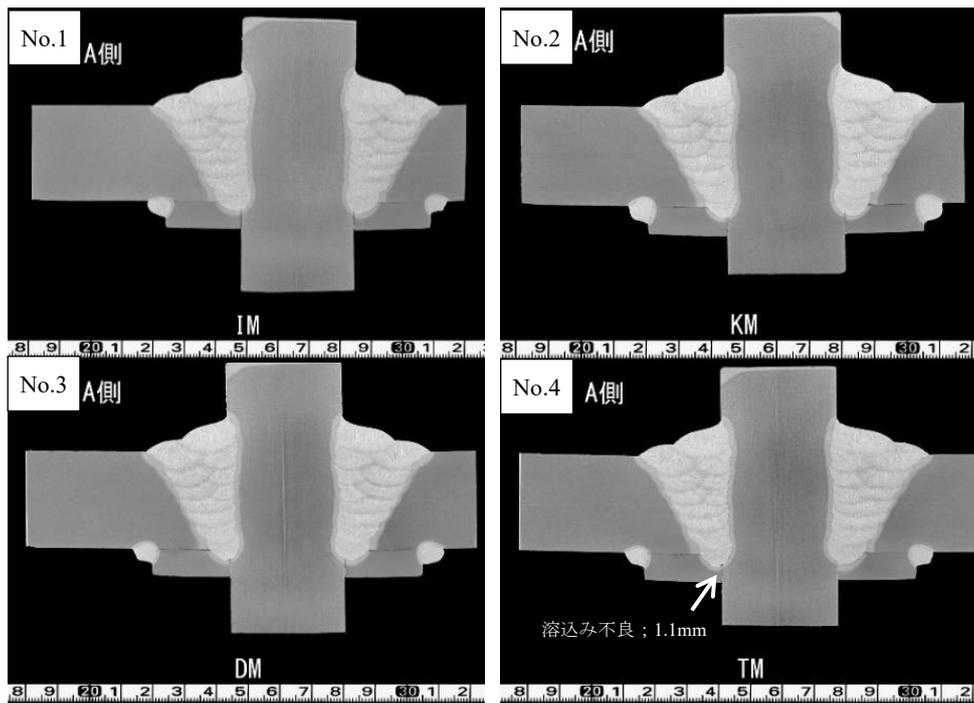


図 2-11 マクロ写真



3.1.2 溶接条件

溶接条件は、SBCP385 の溶接施工指針に準じた<sup>8)</sup>。溶接材料を表 4 に示し、溶接条件を表 5 に示す。溶接材料は G59JA1UC3MIT (JIS Z 3312-2009) を用い、パス間温度 250℃以下、溶接入熱量 30 kJ/cm 以下とした。試験日は気温 5℃以下であり、低温割れ防止のため予熱 (50℃以上) とした。A 側及び B 側に対し、交互に溶接を行った。ロボットオペレータは、AW 検定ロボット溶接オペレータ RC 種の有資格者とした。図 3-3 に計画積層図を示す。30 度開先は 35 度開先と比較して 6 パス減の積層計画である。

3.2 溶接記録

試験体 No.1~3, A 側のパス間温度を図 3-4 に示し、試験体 No.1~3, A 側溶接線の溶接入熱量を図 3-5 に示す。R.G.増加に伴い溶接入熱量も増加しているが、溶接入熱量 30kJ/cm 以下及びパス間温度 250℃以下を満足し、計画積層図の通りパス数となった。B 側も同様に溶接入熱量及びパス間温度の基準を満足した。

3.3 試験結果

3.3.1 試験片採取位置

非破壊検査として、外観検査及び超音波探傷検査を A 側及び B 側全線の溶接部に行った。破壊試験概要を表 3-6 に示す。本試験は A 側及び B 側の溶接線、辺部及び角部をそれぞれ試験対象とした。

表 3-4 溶接材料

規格 (JIS Z 3312)	銘柄	メーカー	径	シールドガス
G59JA1UC3MIT	YM-60C	日鉄溶接工業	φ 1.2mm	100%CO <sub>2</sub>

表 3-5 溶接条件

継手の部位	ロボット名称	メーカー	溶接方法	溶接姿勢
角形鋼管と 通しダイアフラム継手	ARCMAN MP (多関節型)	神戸製鋼所	ガスシールド アーク溶接	下向

溶接電流 (A)	アーク電圧 (V)	ガス流量 (l/min)	溶接速度 (cm/min)	溶接入熱 (kJ/cm)	パス間温度 (°C)	予熱 (°C)
240~380	25~40	25~40	15~60	30 以下	250 以下	50

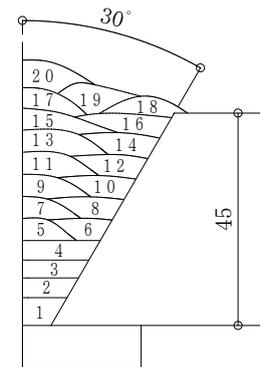


図 3-3 計画積層図

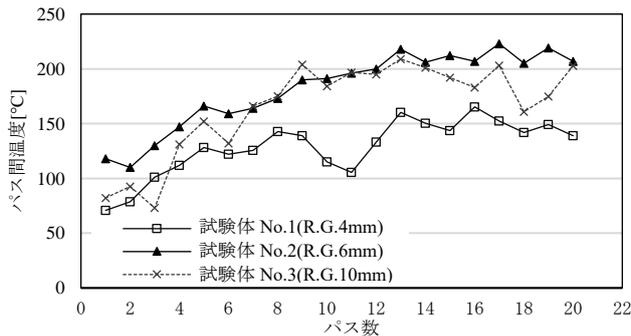


図 3-4 パス間温度(A側)

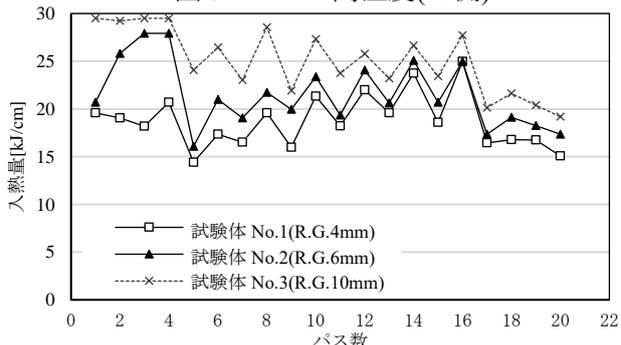


図 3-5 溶接入熱量(A側)

表 3-6 破壊試験概要

試験項目		試験対象部位	数量
辺部	シャルピー 衝撃試験	DEPO 初層	A 側 F3 面 3
		DEPO 表層	" 3
		BOND 初層	A 側 F3 面 3
		BOND 表層	" 3
		HAZ 初層	A 側 F3 面 3
		HAZ 表層	" 3
継手引張試験		F1 面	1
溶着金属引張試験		A 側 F3 面	1
裏曲げ試験		F1 面	1
マクロ試験 (A 側, B 側)		F1 面	1
硬さ試験 (A 側, B 側)		"	1
角部	マクロ試験 (A 側, B 側)	R4 部	1
	硬さ試験 (A 側, B 側)	"	1

### 3.3.2 外観検査

溶接部の外観検査は建設省告示第 1464 号及び J ASS6 付則 6 「鉄骨精度検査基準」<sup>3)</sup> に準じて行った (以下, 3.3.2 ではこれらを基準という.)。外観検査対象範囲は, A 側及び B 側の溶接線全長とし, 溶接欠陥の有無, 溶接各部の寸法及び欠陥の大きさの測定を行った。

試験体 No.2 の溶接ビード外観を図 3-6 に示す。溶接ビード外観には蛇行も凹凸も見られず基準を満足した。試験体 No.1~3 の A 側の余盛高さを図 3-7 に示す。F1 面~F4 面, R1 部~R4 部において測定した。試験体 No.1 は No.2, 3 に比べ平均 2mm

程度低いものの, すべての測定箇所において余盛高さの基準 (10mm 以上, 17mm 以下) を満足した。B 側溶接部においても基準を満足した。

### 3.3.3 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, 角形鋼管角部については同規準の付 2. 角形鋼管溶接角部の超音波探傷試験方法を適用した<sup>7)</sup>。試験体 No.1~3 の A 側及び B 側の溶接線全線において, 検査規準を満たし合格であった。

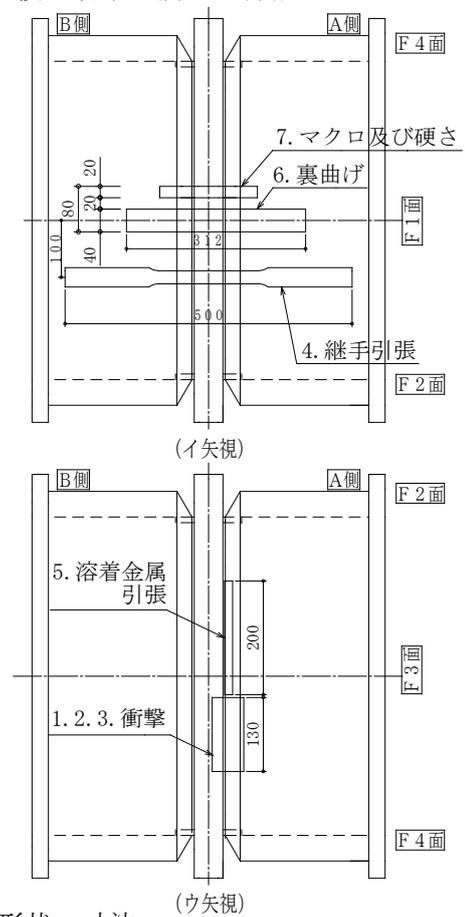
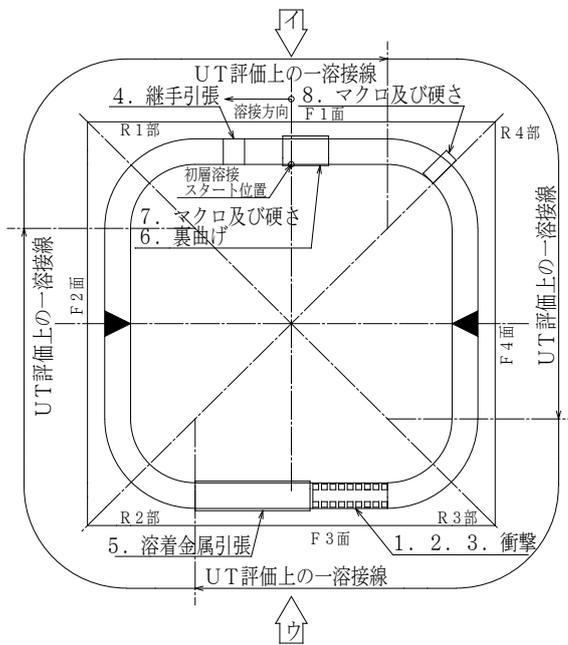


図 3-5 試験体の形状・寸法

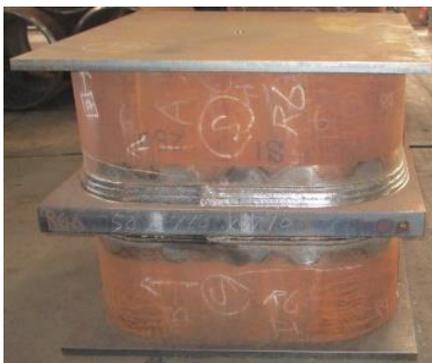


図 3-6 試験体 No.2 ビード外観

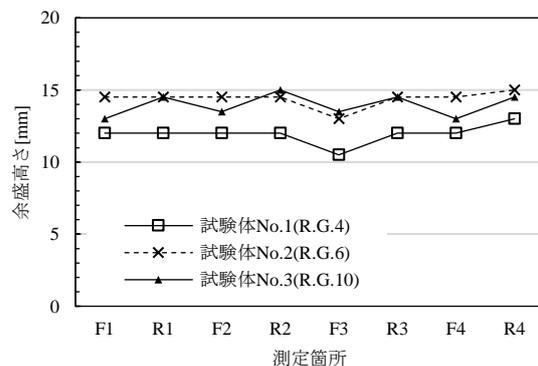


図 3-7 余盛高さ(A 側)

### 3.3.4 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) に準拠したシャルピー衝撃試験方法により行った。試験温度は 0℃ とし、試験片形状は、JIS Z 2242 による V ノッチ試験片とし 10mm×10mm×55mm とした。試験片採取位置を図 3-8 に示す。角部及び辺部の DEPO, 開先側の BOND, 開先側の HAZ とし、表層側及び初層側にて評価した。

試験結果を表 3-7 に示す。すべての試験部位において、シャルピー衝撃吸収エネルギー  $vE_0$  の 3 個平均が 70J 以上となり母材の規格値を満足した。また、R.G の違いによる大きな差は見られなかった。

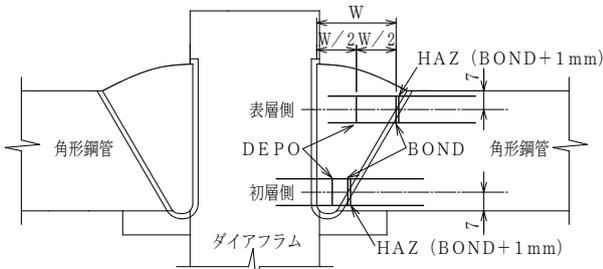


図 3-8 衝撃試験片採取位置

表 3-7 シャルピー衝撃試験結果

		シャルピー吸収エネルギー、 $E_0$ [J]					
		No.1		No.2		No.3	
		個々値	3 個平均	個々値	3 個平均	個々値	3 個平均
DEPO	表層	89	94	90	114	133	114
		113		131		118	
		79		122		91	
	初層	80	83	75	70	63	71
		89		70		74	
		80		65		75	
BOND	表層	167	135	135	128	167	183
		136		124		192	
		103		124		191	
	初層	178	191	231	216	219	196
		204		184		129	
		191		233		241	
HAZ	表層	163	154	168	163	173	171
		150		164		173	
		149		157		168	
	初層	231	240	242	241	265	266
		245		203		264	
		244		279		269	

### 3.3.5 引張試験

継手引張試験、溶着金属の引張試験は JIS Z 2241-2011 (金属材料引張試験方法) により行った。継手引張試験片の形状は JIS Z 3121-2013 (突合せ溶接継手の引張試験方法) 1A 号試験片とした。溶着引張試験片の形状を図 3-9 に示す。JIS Z 3111-2005 (溶着金属の引張及び衝撃試験方法) A0 号  $\phi$  10mm とした。

試験結果を表 3-8 に示す。溶着引張試験は各試験体とも降伏点又は 0.2%耐力 385N/mm<sup>2</sup> 以上、引張強さ 550N/mm<sup>2</sup> 以上であり、母材の規格値を上回った。継手引張試験後の試験片写真を図 3-9 に示す。継手引張試験は、母材の引張強さの規格値を上回り、破断位置はいずれも母材であった。

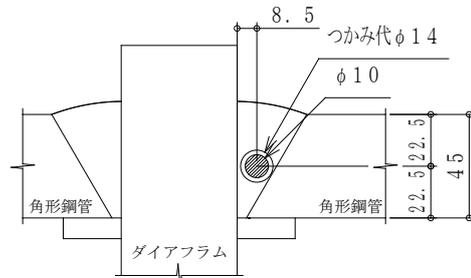


図 3-9 溶着引張試験片採取位置

表 3-8 引張試験結果

試験項目		No.1	No.2	No.3
溶着金属 引張試験	引張強さ(N/mm <sup>2</sup> )	690	685	664
	降伏点又は 0.2%耐力(N/mm <sup>2</sup> )	635	626	601
継手 引張試験	引張強さ(N/mm <sup>2</sup> )	614	613	615
	破断位置	母材	母材	母材

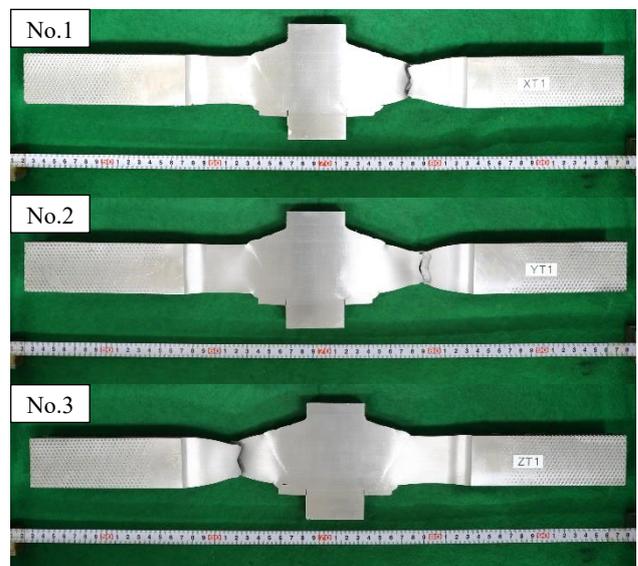


図 3-10 継手引張試験後の試験片

### 3.3.6 曲げ試験

曲げ試験は、JIS Z 3122-2013（突合せ溶接継手の曲げ試験方法）により、裏曲げ試験を行った。A側溶接部を試験対象とした。曲げ試験後の試験片を図3-11に示す。試験体No.1, 2は無欠陥であった。試験体No.3は1.3mmの割れ1個を検出したが、3mmを超える割れやブローホールは見られなかった。

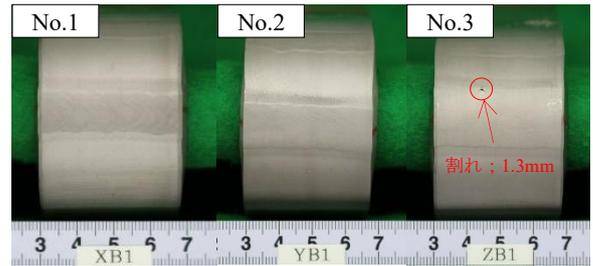


図 3-11 裏曲げ試験後の試験片

### 3.3.7 硬さ試験

硬さ試験は、JIS Z 2244-2009（ビッカース硬さ試験）により行った。試験位置を図3-12に示す。測定間隔は母材1mm、溶接金属1mm、HAZ0.5mm、BOND0.5mmとした。角部及び辺部を対象とし、表層側、中間層、初層側にて試験を行った。試験体No.1~3のA側角部における試験結果を図3-13に示す。表層側、中間層及び初層側のHAZ、BOND、DOPOにおいてHV250を下回った。A側辺部、B側辺部及び角部においても同様にHV250を下回り、極端な硬化は見られず溶接性に与える影響はないものと考えられる。

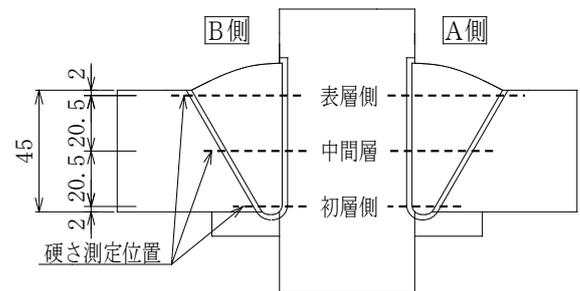


図 3-12 硬さ試験片採取位置

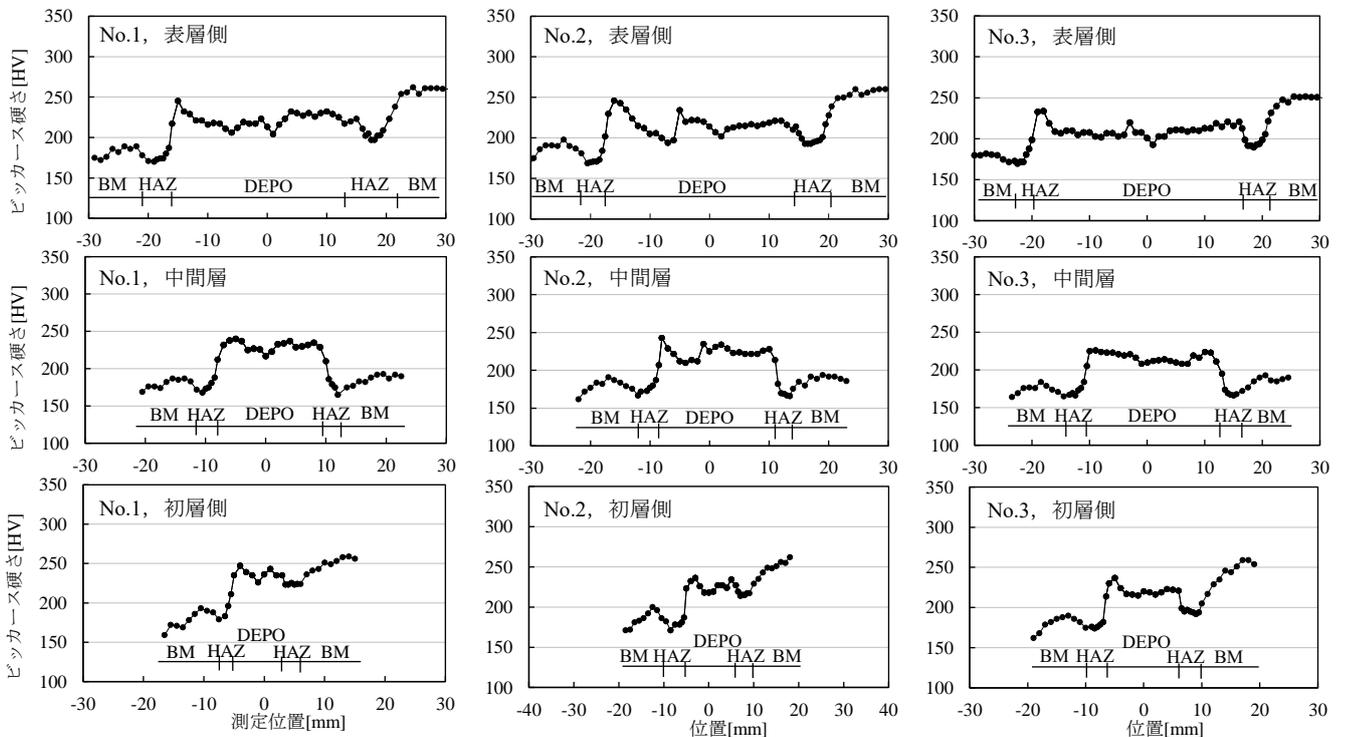


図 3-13 硬さ試験結果 (A側, 角部)

### 3.3.8 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評価した。No.1 のマクロ写真を図 3-13 に示す。No.1(a)辺部及び(b)角部は無欠陥であった。試験体 No.2, 3 の角部及び辺部においてもそれぞれ無欠陥であり、いずれも十分な溶込みが得られた。

### 3.4 考察

550N/mm<sup>2</sup> 級鋼の 30 度開先溶接継手性能評価試験では、R.G.4, 6, 10mm とした試験体のすべてにおいて、外観検査、超音波探傷検査、シャルピー衝撃試験、継手引張試験、溶着金属引張試験、曲げ試験、硬さ試験及びマクロ試験を行い良好な結果が得られた。

開先断面積の大きい R.G.10mm の施工でも溶接入熱量及びパス間温度など適正入熱条件を満足した。また、溶接ロボットの認証範囲における最小値 R.G.4mm の条件においても、初層側に溶接欠陥などが見られなかった。本試験条件では、R.G.4, 6, 10mm いずれでも健全な継手性能を得ることができた。

### 4. まとめ

30 度開先を用いた建築構造用 490N/mm<sup>2</sup> 級鋼及び 550N/mm<sup>2</sup> 級鋼の冷間成形角形鋼管柱-通しダイアフラム溶接部の 30 度開先溶接施工法試験を行い、以下の結果を得た。

- 1) 490N/mm<sup>2</sup> 級鋼の 30 度開先溶接施工法試験において、外観検査、超音波探傷検査、溶着金属引張試験、曲げ試験及びシャルピー衝撃試験を実施し良好な結果が得られた。マクロ試験において試験体 No.4 に 1mm を超える初層溶接金属の溶込み不良が発生したが、実施工に際し、開先内の清掃及びロボットのメンテナンスを徹底することを対策とした。
- 2) 550N/mm<sup>2</sup> 級鋼の 30 度開先溶接施工法試験において、外観検査、超音波探傷検査、シャル

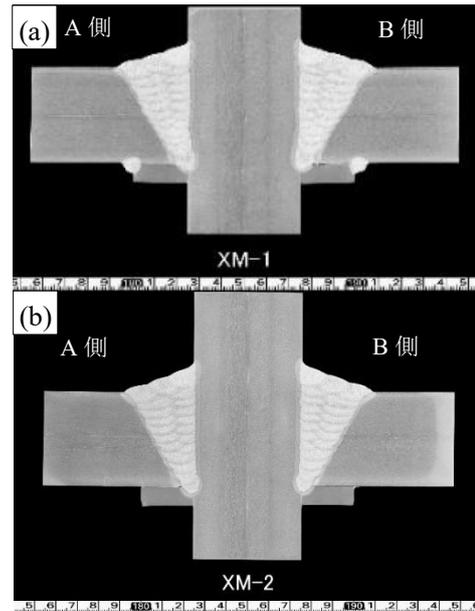


図 3-13 マクロ試験結果  
(a)No.1 辺部, (b)No.1 角部

ピー衝撃試験、継手引張試験、溶着金属引張試験、曲げ試験、硬さ試験及びマクロ試験を行い良好な試験結果が得られた。R.G.を 4, 6, 10mm と変化させたが、いずれにおいても有害な溶接欠陥などなく、継手性能に影響は見られなかった。

2022 年 1 月時点まで、4 つの案件に 490N/mm<sup>2</sup> 級鋼の 30 度開先ロボット溶接を適用した。これらの実施工において、30 度開先ロボット溶接による溶接部は 35 度開先と同等の外観検査及び超音波探傷検査の合格率となり、良好な施工が行えることが確認された。

今後、高規格材への 30 度開先ロボット溶接の適用拡大を進めていく。

#### [参考文献]

- 1) 松村ら：溶接ロボットによるコラム柱の狭開先溶接に関する施工条件範囲の検討，日本建築学会構造系論文集，第76巻，第664号，pp.1059-1067，2011.6
- 2) 櫻本ら：30度開先の実用化に向けた炭酸ガスアーク溶接における品質確保に及ぼす影響，日本建築学会，構造III(2017)，pp.673-674，201

## 7.7

- 3) 日本建築学会：建築工事標準仕様書JASS6 鉄骨工事，2018
- 4) 神戸製鋼所：認証書（認証記号R201225N03SD FN098），日本ロボット工業会，2020.12.25
- 5) 工藤哲也，久保真弓，横山幸夫：550N/mm<sup>2</sup>級冷間成形角形鋼管-通しダイアフラム30度開先溶接継手性能に関する研究，日本建築学会大会学術講演梗概集（東海），pp.549～550，2021.9
- 6) AW検定協会：AW検定ロボット溶接オペレータ試験基準及び判定基準，2019.4
- 7) 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，2018.4
- 8) 建築構造用550N/mm<sup>2</sup>級冷間プレス成形角形鋼管「SKコラム-SBCP385」設計施工指針，2009

# 板厚 75mm の裏はつり完全溶込み溶接部の十字継手性能確認試験 Welded Joint Properties of Full Penetration Joints of 75mm Thick Plates with Back Gouging Welding.

工藤 哲也, 久保 真弓, 菊池 賢祐, 高橋 永吉

by KUDO Tetsuya, KUBO Mayumi, KIKUCHI Kensuke, TAKAHASHI Eikichi

キーワード : 75mm, 裏はつり, 半自動溶接

Keywords : 75mm Thick Plates, Back Gouging, Semi-Automatic Arc Welding

## 1. はじめに

建築鉄骨は設計者の設計思想のもと、意匠、構造が建物ごとに異なる。それにより、鋼材の材質、製品形状、仕上げ状態（塗装、めっき）など、弊社で施工した案件においても様々な仕様が存在した。トラス構造だけでも、全部材を溶接で一体化したもの、上・下弦材が独立したもの、また全ての継手が溶接あるいはボルトのものと様々である。

弊社施工事例の一つにトラス構造内に極厚板 75mm が組み込まれた案件があり、H グレード認定外であったため溶接施工法試験を実施した。本試験では、半自動溶接を用いて板厚 75mm の十字継手裏はつり完全溶込み溶接を行い、非破壊試験及び破壊試験により溶接継手性能を確認した。その結果について報告する。

## 2. 試験方法

### 2.1 試験体

表 1 に試験体に使用する鋼材の機械的性質を示

表 1 鋼材の機械的性質

490N/mm <sup>2</sup> 級 TMCP 鋼 (TMCP325C)	引張試験					衝撃試験
	降伏点または 0.2%耐力 (N/mm <sup>2</sup> )	引張強さ (N/mm <sup>2</sup> )	降伏比(%)	伸び(%)	厚さ方向特性 絞り(%)	シャルピー吸収 エネルギー $vE_0$ (J)
規格値	325~445	490~610	≤80	4号 23≤	25≤(3個平均) 15≤(個々値)	27≤(3個平均)
ミルシート値	438	565	78	33	67 71, 69, 60	273

表 2 鋼材の化学成分

490N/mm <sup>2</sup> 級 TMCP 鋼 (TMCP325C)	化学成分(mass%)						
	C	Si	Mn	P	S	Ceq <sup>*1</sup>	P <sub>CM</sub> <sup>*2</sup>
規格値	0.2	0.55	1.60	0.020	0.008	0.40	0.26
ミルシート値	0.15	0.35	1.33	0.009	0.001	0.40	0.23

\*1 Ceq=C+Mn/6+Si/24+Ni/40+Cr/5+Mo/4+V/14

\*2 P<sub>CM</sub>=C+Si/30+Mn/20+Cu/20+Ni/60+Cr/20+Mo/15+V/10+5B

し、表 2 に化学成分を示す。スキンプレート及びダイアフラムに板厚 75mm の 490N/mm<sup>2</sup> 級建築構造用 TMCP 鋼 C 材 (大臣認定品) を用いた。TMCP 鋼のため、厚さ 40mm を超え 100mm 以下の極厚板においても許容応力度の基準強度の低減が不要であり、通常の厚鋼板に対し Ceq 及び P<sub>CM</sub> が低く溶接性が優れている。

試験体の形状・寸法を図 1 に示す。試験体は通しダイアフラムの上下にスキンプレートを付けた十字形状とし、板厚は全て 75mm、スキンプレート幅は 500mm とした。また、歪み防止プレート (t=12mm) を表面と裏面に取り付け、実施工を想定したじゃま板 (t=12mm) を B 側端部に取り付けた。スキンプレートは、開先角度を表面 45° 及び裏面 60° の K 形開先裏はつり完全溶込み溶接仕様とし、ルートフェイス 3mm、ルートギャップ 0mm とした。

2.2 溶接条件

溶接材料を表3に示し、溶接条件を表4に示す。溶接材料は 550N/mm<sup>2</sup> 級ワイヤを用いることで、パス間温度 350℃以下及び入熱量 40kJ/cm 以下とした。気温 5 度を下回ることが予想されたので、低温割れ防止として 50℃以上の予熱を行った。

エンドタブには異幅溶接用の固形エンドタブ（セラミックス）を使用し、固形エンドタブを完全に除去した後に、溶接始末端部処理として、端面をはつり取る方法を用いた。固形エンドタブは裏はつりの際に一度取り外すため、裏面の側面余盛高さと表面の側面余盛高さに段差が生じるので、端面整形処理として開先の溶接完了後に側面余盛をはつり取る。はつり際には側面余盛を一部残し、垂れ止めとして壁の役目をさせ、その中を多パス

溶接で埋めた。本試験では溶接始末端部を溶接後そのままとする場合と溶接始末端部の側面をはつり取る場合と2通りの処理とした。

溶接技能者は AW 検定工場溶接代替タブの有資格者 3 名とし、同条件にて 1 名につき試験体を 1 体製作した。

2.3 溶接積層方法

図2に計画積層図を示す。予備試験により積層検討を行い、入熱量及びパス間温度が条件を満たすことを確認し、大きな変形が生じない反転タイミングを決定した。図中の赤線部分にて反転しており、表面4層5パス終了後に反転し裏はつりを行った。

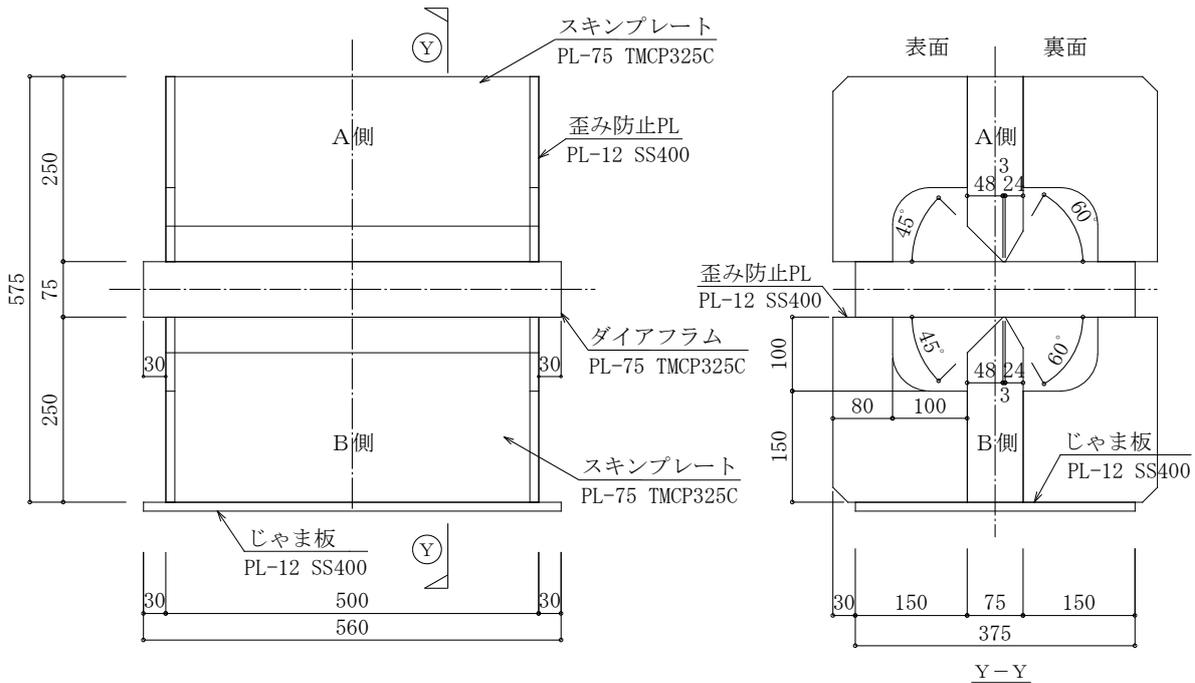


図1 試験体の形状・寸法

表3 溶接材料

強度	JIS 規格	線径	シールドガス
550N/mm <sup>2</sup> 級	YGW18(JIS Z 3312)	φ 1.4mm	CO <sub>2</sub>

表4 溶接条件

溶接方法	溶接姿勢	溶接電流 (A)	アーク電圧 (V)	溶接速度 (cm/min)	入熱量 (kJ/cm)	パス間温度 (°C)	ガス流量 (L/min)
半自動	下向き	280~400	25~45	20~70	≤40	≤350	20~40

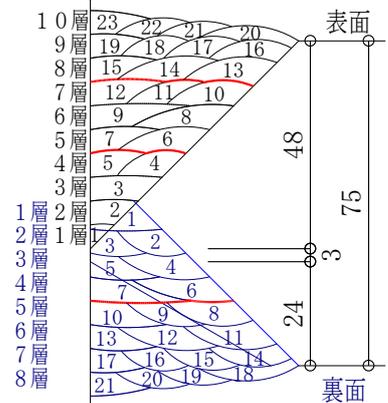


図2 計画積層図

### 3. 溶接記録

図3に試験体 No.2, A側の溶接入熱量の記録を示し, 図4に試験体 No.2, A側のパス間温度記録を示す. 試験体 No.1, 2, 3共にA側及びB側の溶接は, 溶接入熱量 40kJ/cm以下, パス間温度 350°C以下を満足した.

### 4. 試験結果

#### 4.1 試験片採取位置

図5に試験片採取位置を示す. 溶接後の非破壊試験として外観検査, 超音波探傷検査, 破壊試験として継手引張試験, 溶着金属引張試験, 衝撃試験, 曲げ試験及びマクロ試験を行った. マクロ試験は, 溶接端部2箇所からM1及びM2試験片を採取した.

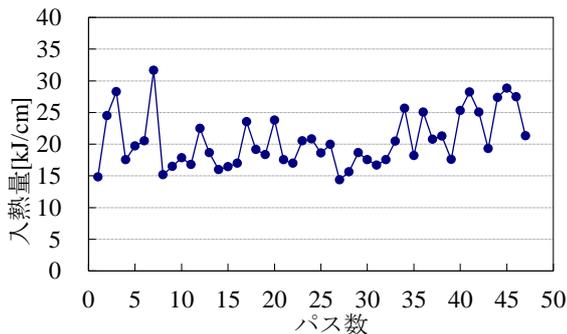


図3 溶接入熱量の記録 (試験体 No.2, A側)

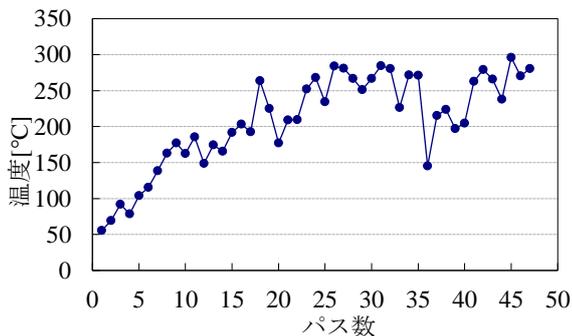


図4 パス間温度の記録 (試験体 No.2, A側)

### 4.2 外観検査

外観検査は, 各試験体のA側及びB側の溶接線全線において, 日本建築学会 JASS6 付則 6「鉄骨精度検査基準」<sup>2)</sup>に従った. 各試験体に外観不良は見られず, 余盛高さは管理許容差 5~15mm に対し平均 11.8mm であった.

### 4.3 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<sup>3)</sup>. 各試験体の溶接線全線において, 欠陥は検出されなかった.

### 4.4 継手引張試験

継手引張試験は, JIS Z 2241-2011 (金属材料引張試験方法)に準じ, JIS Z 3121-2013 (突合せ溶接継手の引張試験方法) 1号試験片にて行った. 試験結果を表5に示し, 試験後の試験片写真を図6に示す. 継手引張試験結果は, 母材規格の引張強さ下限値 490N/mm<sup>2</sup>を満たし, 破断位置は全て母材のダイアフラムであった.

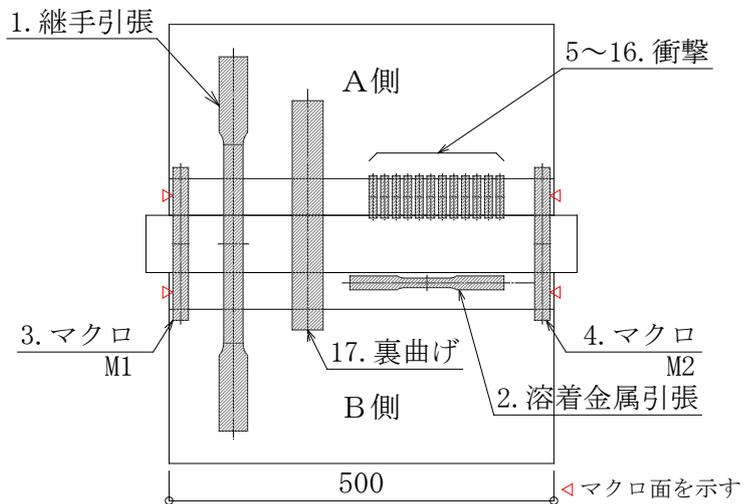


図5 試験片採取位置

表5 継手引張試験結果

試験体 No.	厚さ (mm)	幅 (mm)	断面積 (mm <sup>2</sup> )	最高荷重 (N)	引張強さ (N/mm <sup>2</sup> )	破断位置
1	75.5	25.0	1887.5	1,026,000	544	母材(ダイアフラム)
2	75.6	25.0	1890.0	1,016,000	538	母材(ダイアフラム)
3	75.5	25.0	1887.5	1,016,000	538	母材(ダイアフラム)

4.5 溶着金属引張試験

溶着金属引張試験は、JIS Z 2241-2011（金属材料引張試験方法）に準じ、JIS Z 3111-2005（溶着金属の引張及び衝撃試験方法）の A1 号試験片φ12.5mmにて行った。試験後の試験片写真を図7に示し、試験結果を表6に示す。各試験片において、降伏点又は0.2%耐力が325N/mm<sup>2</sup>以上及び引張強さが490N/mm<sup>2</sup>以上であり、ともに母材の規格値を上回った。



図6 継手引張試験後の試験片

4.6 曲げ試験

曲げ試験は、JIS Z 3312-2013（突合せ溶接継手の曲げ試験方法）により裏曲げ試験を行った。試験結果を表7に示し、試験後の試験片写真を図8に示す。No.2において欠陥が検出されたものの、3mmを超える割れや複数のブローホールは見られなかった。No.1及びNo.3は無欠陥であった。

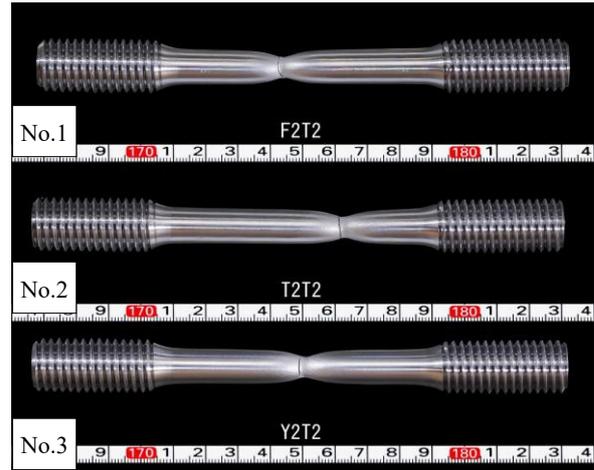


図7 溶着金属引張試験後の試験片

表6 溶着金属引張試験結果

試験体 No.	降伏点又は0.2%耐力 (N/mm <sup>2</sup> )	引張強さ (N/mm <sup>2</sup> )	伸び (%)	絞り (%)	降伏比 (%)
1	513	595	27.8	68.6	86.2
2	510	594	28.6	67.7	85.8
3	460	550	30.2	66.7	83.8

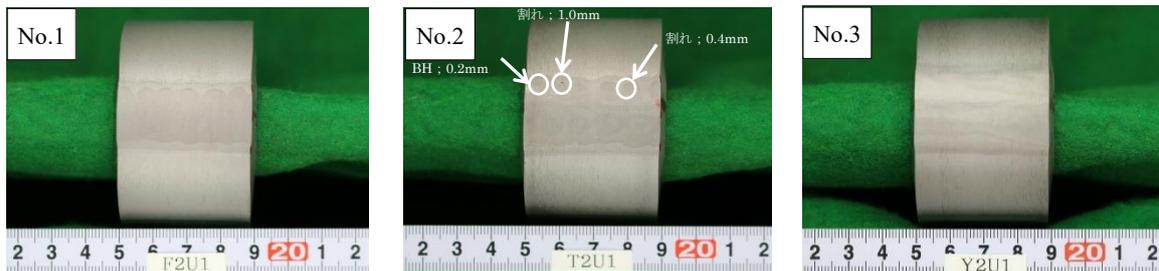


図8 曲げ試験後の試験片

表7 曲げ試験結果

試験体	曲げ区分	試験条件				結果
		厚さ (mm)	幅 (mm)	曲げ角度 (°)	曲げ半径 (mm)	
No.1	裏曲げ	10.0	40.0	180	20	無欠陥
No.2	裏曲げ	10.0	40.0	180	20	1.0mm×1(割れ) 0.4mm×1(割れ) 0.2mm×1(ブローホール)
No.3	裏曲げ	10.0	40.0	180	20	無欠陥

#### 4.7 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評価した。マクロ写真を図 7 に示し、試験結果を表 8 に示す。各試験体の試験片 M2 は無欠陥であった。試験片 M1 では、試験体 No.1~3 においてブローホール、融合不良、溶込み不良が検出された。試験体 No.1 M1, 試験体 No.3 M1 においては 1mm を超える融合不良の欠陥を検出した。

#### 4.8 衝撃試験

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) に準じ、シャルピー衝撃試験

方法を試験温度 0℃にて行った。試験片の採取位置を図 8 に示す。表層及び初層のダイアフラム側 BOND, HAZ, DEPO 及び開先側 BOND&HAZ にて試験した。試験片は 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 10mm×10mm×55mm とした。試験結果を図 9 に示し、試験後の試験片写真を図 10 に示す。各試験体の表層及び初層において、ダイアフラム側 BOND, HAZ, DEPO 及び開先側 BOND&HAZ のシャルピー衝撃吸収エネルギー  $vE_0$  は全て 100J 以上となり、良好なじん性を示した。

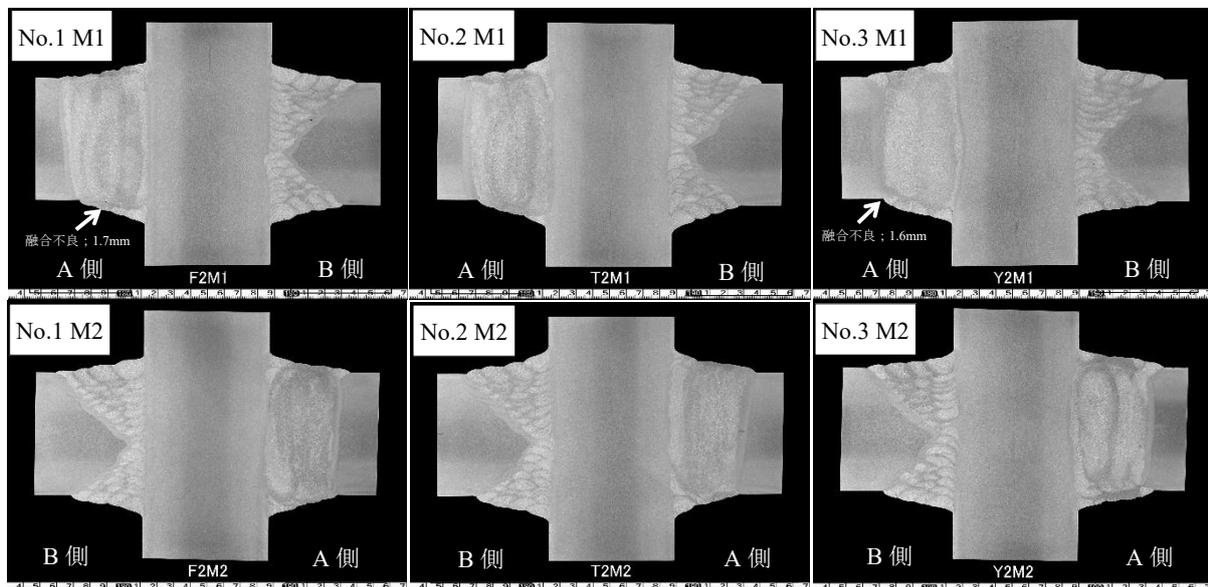


図 7 マクロ写真

表 8 マクロ試験結果

試験体	部位	区分	結果	
No.1	M1	A側	ブローホール(0.9mm×1)	合格
		B側	融合不良(1.7mm×1)	不合格 (1mm 超の融合不良有)
	M2	無欠陥		合格
No.2	M1	A側	融合不良(1.0mm×1, 0.9mm×2)	合格
		B側	ブローホール (0.5mm×1, 0.2mm×1, 0.1mm×1)	合格
	M2	無欠陥		合格
No.3	M1	B側	溶込み不良(1.0mm×1, 0.5mm×1)	合格
			融合不良(1.6mm×1)	不合格 (1mm 超の融合不良有)
	M2	無欠陥		合格

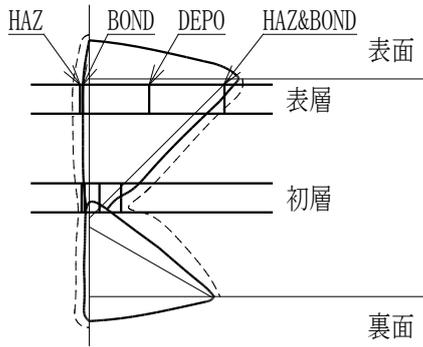


図8 衝撃試験片採取位置

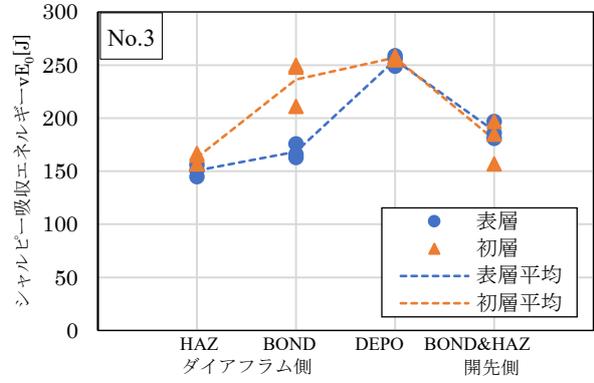
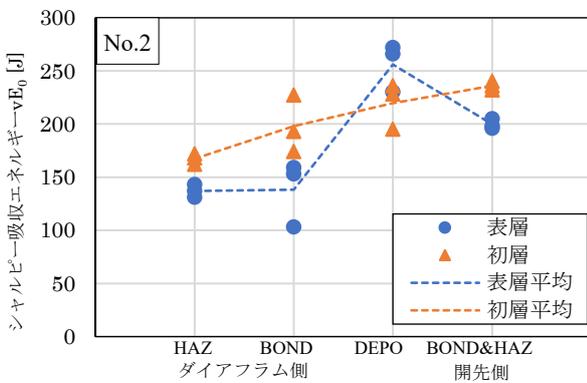
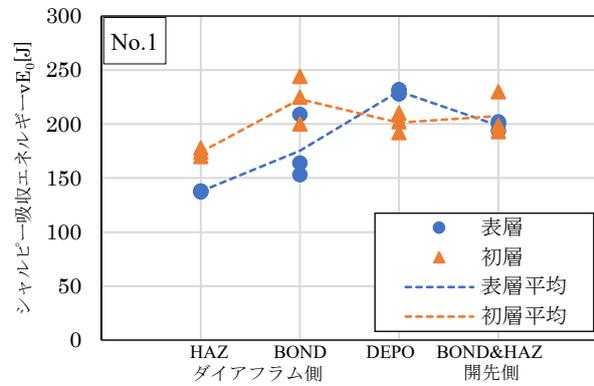


図9 衝撃試験結果

	No.1		No.2		No.3	
	初層	表層	初層	表層	初層	表層
DEPO						
BOND						
HAZ						
HAZ & BOND						

図10 衝撃試験後の試験片

## 5. 考察

本試験の積層計画は、溶接入熱、パス間温度を満たしたことから適切な積層図であると考えられ、実施工でも本計画積層図を標準とした。

外観検査、超音波探傷検査、継手引張試験、溶着金属引張試験、曲げ試験、衝撃試験においては良好な試験結果が得られた。

継手引張試験は、全ての試験片において破断位置がダイアフラムであった。本試験では、1号試験片(図 11)を採用したため全て平行部となり、ダイアフラム、溶接金属及びスキムプレートのいずれかの強度によって決まることになる。溶接部はオーバーマッチングであることから、ダイアフラムかスキムプレートでの破断となるが、ダイアフラムは板厚方向に対する引張のため、スキムプレートに比べ強度が落ちたものと考えられる。もし、試験片が十字形状であれば、ダイアフラム板厚方向の耐力で決まらず、スキムプレートから破断すると考えられる。なお、今回1号試験片を採用した理由としては、実施工においてスキムプレートが柱材の中心に取付く形状であり、一般的な仕口部のような、通しダイアフラムの出寸法 20mm～30mm ではないためである。試験片の引張強さは母材の規格値を十分満足していることから、継手性能は確保されている。

マクロ試験において 1mm を超える融合不良が 2箇所発生した。試験体 No.1 M1 は端面をはつる範囲が狭く、最初に溶接した部分に発生していた内部欠陥が残存した。試験体 No.3 M1 は最終層の溶接が、1つ手前の層と融合せず、かぶさった状態となり内部欠陥になったとみられる。端面の凹凸整形と内部欠陥除去のため、端面のはつりを行ったが、一般的に固形エンドタブを使用する場合は溶接端部に欠陥が発生しやすい<sup>4)</sup>。実施工においては、適切な溶接条件とワイヤの狙い及びバックステップ法の使用により欠陥の抑制を図ることとした。

## 6. まとめ

板厚 75mm の裏はつり完全溶込み溶接部の十字継手性能確認試験を行い、以下の結果を得た。

- 1) 外観検査、超音波探傷検査、継手引張試験、溶着金属引張試験、曲げ試験、衝撃試験においては良好な試験結果が得られた。
- 2) マクロ試験において 1mm を超える融合不良が 2箇所発生したが、実施工に際し、溶接始終端部に十分なはつり作業を行うこととし、ワイヤの狙い位置の確認、バックステップ法による溶接を行うこととした。

最後に本試験をもとに実施工を行った結果、外観検査及び超音波探傷検査では、検査基準を超える欠陥の検出は無く、良好な溶接施工を行うことができた。

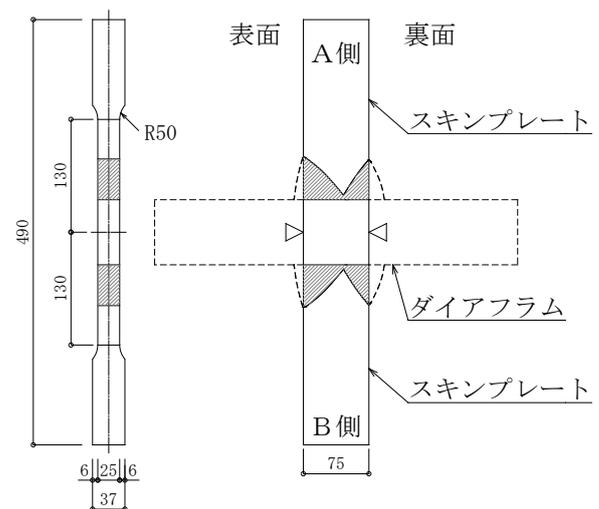


図 11 継手引張試験片形状

### [参考文献]

- 1) 新日鐵住金：建設用資材ハンドブック，2018.4
- 2) 日本建築学会：建築工事標準仕様書 JASS6 鉄骨工事，2018
- 3) 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
- 4) 日本建築学会：鉄骨工事技術指針工場製作編 pp.400-402，2018

## カガヤ統合システムの歩みと今後の展開

### History and Future Development of the Kagaya Integrated System.

照井 康仁, 藤原 雄二, 加賀谷 浩一

by TERUI kouji, FUJIWARA yuji, KAGAYA koichi

キーワード：統合システム, 3次元, デジタルトランスフォーメーション

Keywords : System integration, 3D, DX

#### 1. はじめに

当社では 2004 年から生産性の向上及び労働時間の削減を目的とした社内の業務分野に関するシステム化を進めてきた。このシステムは設計、製造から人事労務管理まで多岐にわたる業務分野で運用される社内システムであり、また、市販のパッケージソフトを用いず当社独自の開発システムで、総称して「カガヤ統合システム」という。

2019 年 4 月に働き方改革関連法案の一部が施行され働き方改革が当社でも経営課題となったが、それに先駆けたシステムの開発であり、カガヤ統合システムの運用により生産性の向上及び労働時間の削減の効果が発揮され、当社社員の働き方も大きく変化している。本稿では、カガヤ統合システムの概要、開発の歩み及び今後の展開について述べる。

#### 2. カガヤ統合システム

##### 2.1 概要

図 1 に、当社のカガヤ統合システムの全体像を示す。2018 年に作成したもので、それまで開発された既存システムを含めた当社目標とする業務

分野の管理システムの全体像である。

カガヤ統合システムは、図面系、生産管理系、業務管理系、資源管理系の 4 系統から構成され、業務の効率化を図っている。図面系は工事情報（意匠図、構造図などの設計図書）を専用 CAD 及び汎用 CAD に入力することでより詳細な工事情報（材料、部品、製品情報、工作図情報）を作成する。生産管理系では、図面系で作成された工事情報を基に材料手配、製作管理、品質管理、輸送管理及び NC 機械データの情報が作成される。業務管理系では生産管理系で作成された工事情報と合わせて物件（工事）の進捗状況を把握することができ、資源管理系では、業務管理系の管理情報を基に人員能力、工場設備能力、関連業者などの情報処理を行う。

カガヤ統合システムは 4 つの管理系統の工事情報から人員、設備の能力を考慮した最適な製作工程や売上げの分析も行えるシステムである。本システムによる製作工程や売上げの分析結果を受注検討に活用（フィードバック）し、新たな物件の営業及び製作に反映させている。

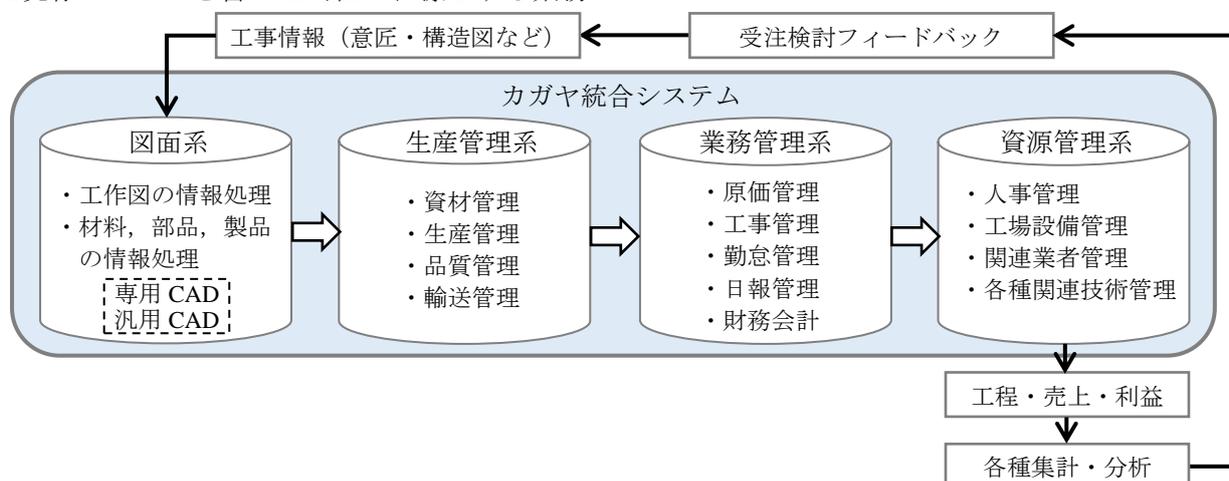


図 1 カガヤ統合システム全体像

## 2.2 開発の歩み

図2にシステム開発の歩みを示す。2004年、当社は本社社屋を盛岡工業団地工場内から武道工場敷地内に移転した。生産量の増加とともに、従業員及び工場が増えた時期であった。当時、各部門の管理者はエクセル及びワードでの作業が主体であり、さらなる業務の効率化は図られないものと考えられた。そうした状況を打開すべく、システム導入による業務効率化の検討を開始し、これまでに様々なシステムを開発してきた。

2006年から構想した生産管理系生産管理システ

ムは、優先的に開発を進めてきており、カガヤ統合システムの中でも当社の生産性向上に大きく寄与している。

2018年にはそれまで個々に開発された管理システムを見直し、統合及び拡張するカガヤ統合システムの全体像が作成された(図1)。2019年には開発力を強化するため、システム推進室を立ち上げた。以降、開発案件が増え難易度も上がっている。

次章では、本システムの開発事例として生産管理系の概要及び生産管理系生産管理システムを紹介する。

	システム名称	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
図面系	DXF 切断梁資料ソフト												↔						
	DXF 切断仕口資料ソフト														↔				
	DXF 切断柱資料ソフト																↔		
	シナイ作成ソフト												↔			↔			
	ボルト発注・合番図システム																↔		
生産管理系	資材管理システム					↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔
	生産管理システム		↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔
	継手取込みソフト																↔		
	あなリスト (NC 連動)				↔	↔	↔	↔			↔			↔			↔		
	切板 NC ソフト																↔		
	輸送管理システム												↔			↔			
	品質管理システム															↔	↔		
業務管理系	日報管理システム		↔	↔	↔	↔	↔												↔
	勤怠管理システム			↔	↔	↔	↔									↔	↔		
	原価管理システム	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔								↔			
	工事原価管理システム													↔			↔		
	実行予算管理システム														↔			↔	
管理系	人事管理システム													↔				↔	

注 1) ↔ : 新規開発, ↔ : 追加開発, ↔ : 再開発

図2 システム開発の歩み

### 3. 生産管理系生産管理システム

#### 3.1 生産管理系の概要

図3に生産管理系の概要図を示す。生産管理系は現在運用されており、資材管理システム、生産管理システム、品質管理システム及び輸送管理システムの4つの基幹システムから成り立つ。この図では各基幹システム及び各種ソフトを丸囲みで示している。各システム同士は独立して稼働でき、かつ相互にデータ連動する仕組みとしていることが最大の特長である。これは各システムを同時並行で運用する事を想定したものであり、更にそれぞれのシステムでは各工程の同時進行や、追加変更に対応できる仕様としている。これにより最大限の運用上の柔軟性を持たせつつ業務の効

率化を果たしている。

#### 3.2 生産管理系生産管理システム

生産管理系における基幹システムの一つである生産管理システムは、工場製作の製品出来高管理及び鋼材や部品の在庫管理を行う。出来高管理は製作予定数量に対し、完成品のデータを入力することで、進捗状況を把握できる。さらに、製品のデータは材料や部品などの情報を持つため、製作出来高管理と同時に鋼材及び部品の在庫管理が可能となる。在庫状況により対象製品の製作可否を判断できる仕組みがあり、製作に関するスケジュール管理を容易にしている。

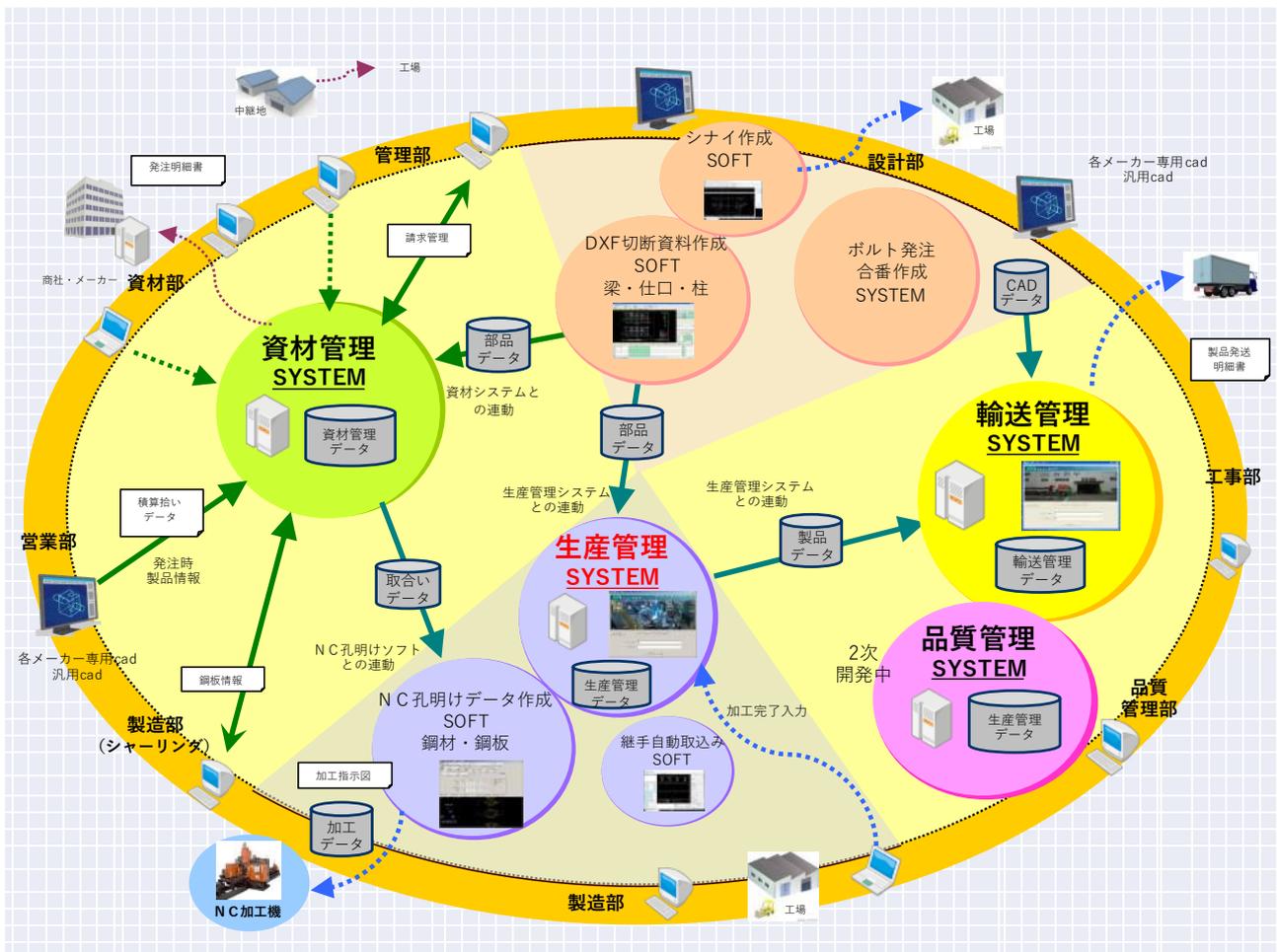


図3 生産管理系の概要図

2006年時点、各部署では生産管理業務を主にエクセルを使用して、製作完了数量の進捗把握、在庫管理などの生産管理を行っていたが、生産量の増大にともない管理業務に関わる労働時間が増加していた。そこで抜本的な解決策として、労働時間の削減を目的とした生産管理のシステム化を提案し、生産管理系生産管理システムを構築した。

まず生産管理を担う製造部にヒアリングを行い、管理方法の現状把握と課題の洗い出しにより、データ種類及び管理方法、関連部署へ提出するデータの作成方法、データ提出のタイミングなどを調査した。その結果、大別して3つの課題が設定された。

1) 製造部では製品、部位（柱及び梁など）、部品の出来高をそれぞれ異なるエクセルのシートで管理していたが、各シートが連動していないため複数のシートを見比べて現状製作可能な製品を調べていた。そのため進捗状況の把握が難

しく、正確かつ迅速に生産計画を立てることができなかった。

- 2) 各部署にて個別に製品及び製作に関する各種のデータを管理しており、重複する管理項目が存在した。
- 3) 切板管理において、切板の発注時点の数量（発注点数量）、使用済数量、在庫数量、加工状況などをリアルタイムで把握できない仕組みとなっていた。そのため切板が不足した場合に原因が分からず、工場にて切板を探す手間が発生し、場合によっては再発注する必要があった。

表1に生産管理系生産管理システムの開発に対する要件定義を示す。前述した課題への対応の他、工区割変更対応や製品重量の自動計算などを加え、各種データ抽出機能と表示の工夫及び資料出力形式の拡充を行った。

表1 生産管理系生産管理システムの要件定義

要件	効果	仕様
1 製作状況把握の簡易化	<ul style="list-style-type: none"> <li>・生産可能な製品の把握（組立、溶接、塗装、出荷の工程完了）</li> <li>・出荷日に近い製品の進捗確認</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・製品に使用する部品の構成を管理</li> <li>・製品の製作状況をステータス分けして管理</li> <li>・部品の製作状況を管理</li> <li>・各工程計画に対する実績の一覧、グラフ化した帳票を出力</li> <li>・各工程における進捗状況の一覧出力</li> </ul>
2 入力作業の軽減	<ul style="list-style-type: none"> <li>・入力時間の短縮</li> <li>・入力ミスの低減</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・データ取込機能を設け、フォーマットを策定、他部署とのデータの受け渡しは取込機能を活用</li> </ul>
3 切板管理機能の保有	<ul style="list-style-type: none"> <li>・発注点数量、納品数量、使用済数量を管理</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・発注点数量、製品で使用する切板の構成枚数、納品数量、使用済数量、在庫数量をリアルタイムで把握</li> </ul>
4 工区割変更への対応	<ul style="list-style-type: none"> <li>・製造スケジュールの管理</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・製品と工区情報の関連付け</li> </ul>
5 製品重量の自動計算	<ul style="list-style-type: none"> <li>・重量計算の削除及び入力ミスの低減</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・切板、鋼材の重量情報をシステムで持たせ、製品重量を自動計算</li> </ul>
6 同時多人数での入力、確認	<ul style="list-style-type: none"> <li>・順番待ちの時間省略</li> <li>・データのデグレードを排除</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・工事、機能、製品カテゴリに排他制御</li> </ul>
7 材料管理機能の保有、拡充	<ul style="list-style-type: none"> <li>・発注点数量、納品数量、使用済数量を管理</li> <li>・スケジュール管理を充実</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・製品と材料の発注点数量、納品数量及び使用済数量情報の関連付け</li> </ul>

### 3.3 切板管理機能

生産管理システムの一例として切板管理機能を紹介する。リアルタイム情報として必要な管理項目を検討し、以下合計6項目とした。図4に切板の管理項目を示す。

- 1) 発注点数量：現寸用の図面系ソフト内で CAD 図面から発注点数量を抽出し、データ（CSV ファイル）を生産管理システムに移行する。
- 2) 構成数量：製造管理者が単品図を見て構成数量を入力する。
- 3) 納品数量：切板担当者が孔なし PL の製造数量を入力する。
- 4) 孔あけ完了：作業者が孔あけ指示書内のバーコードを読み取ると孔あけ完了数が加算される。
- 5) 使用済数量：製品完了確認により、製品内の構成部品が使用済数量に加算される。
- 6) 在庫数量：納品数量及び孔あけ数量から使用済数量を引いた数量となる。

### 3.4 生産管理システムの操作画面構成

図5に生産管理系生産管理システムで操作される画面構成を示す。入力するデータの項目、要件を満たす部品構成や材料管理、見やすさ、使い勝手を考慮して構成した。

発注点数量	構成数量	納品数量	孔あけ完了	使用済数量	在庫数量
13	5	0	13	5	8
26	10	0	26	10	16
26	10	0	26	10	16
13	5	0	13	5	8
26	10	0	26	10	16
26	10	0	26	10	16
26	10	0	26	10	16
26	10	0	26	10	16
13	5	0	13	5	8
26	10	0	26	10	16
26	10	0	26	10	16
26	10	0	26	10	16
13	5	0	13	5	8
26	10	0	26	10	16
26	10	0	26	10	16
26	10	0	26	10	16
13	5	0	13	5	8
26	10	0	26	10	16

図4 切板の管理項目

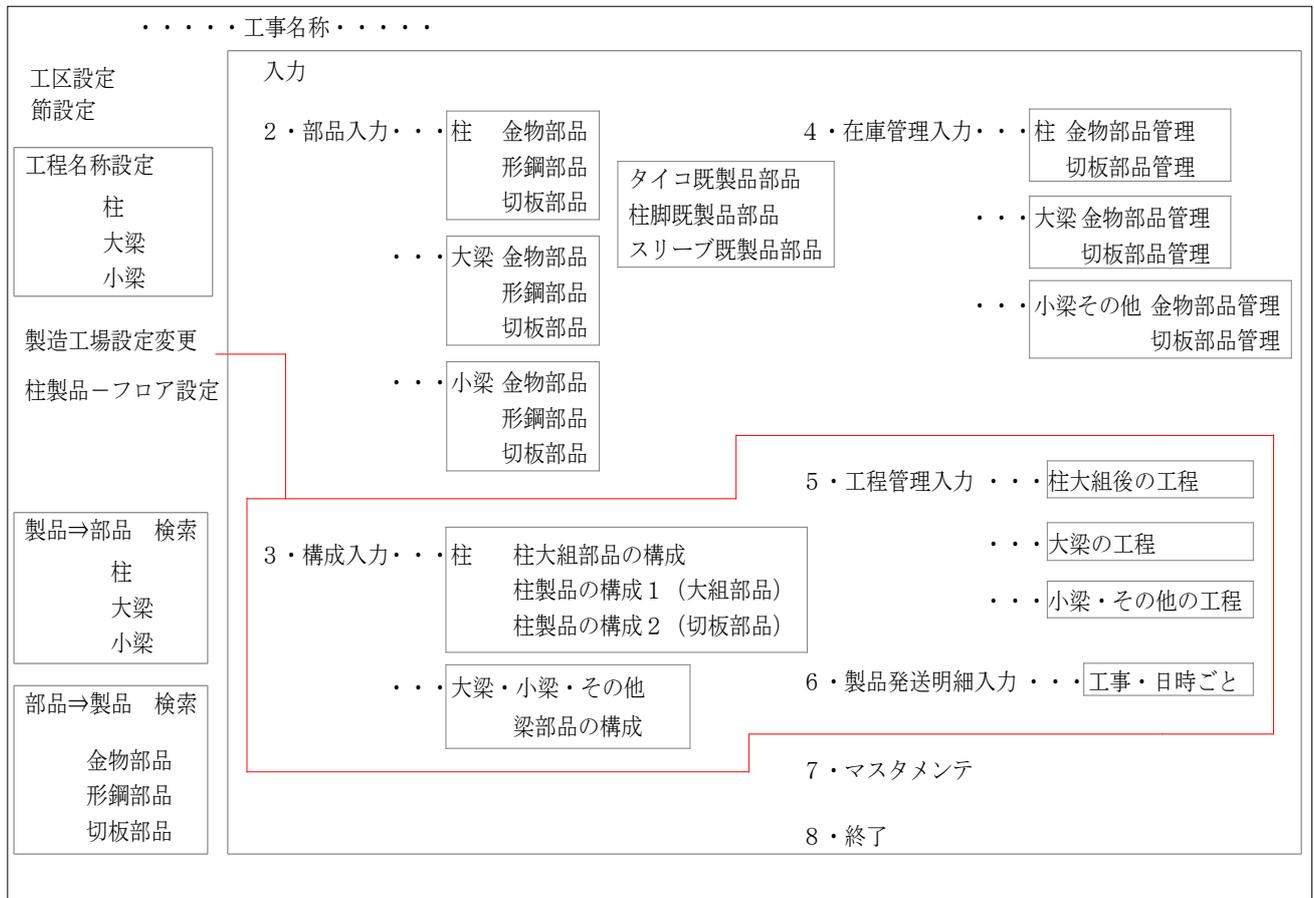


図5 生産管理系生産管理システムの画面構成

### 3.5 生産管理システムの導入の効果

システムの完成後、テスト期間を経て実運用を開始したが、すぐには業務効率化、労働時間短縮の効果は表れなかった。理由は2つあり、既に進捗している工事が大半であったためにスモールスタートになったこと及びシステムを使用する社員の理解と慣れが図られなかったことにあると考えられた。

生産管理システムの効果が表れ始めたのは、社員がシステムを運用しながら徐々に理解し、システムを運用することで作業を最適化し、適切な役割、人員配置を割り出し、情報の活かし方を製作工場の現場レベルの作業に落とし込んでいった頃であった。まず当初の計画通り、管理者の作業における入力時間の短縮、各種トラブルの減少、材料・部品管理の簡易化による労働時間の削減が見え始めた。次いで工場側にも効果が波及し、スムーズに製品の製作工程が流れるようになった。これは材料・部品の管理が容易になったことにより、ジャストインタイムで製作指示を出せるようになったためである。さらに、切板管理機能を設けた効果も大きく、これにより工場では切板を探す手間や再発注がなくなり、結果として工場での作業ロス時間が減少し、生産性向上となった。

当社は運用開始から現在まで生産管理系生産管理システムに大きな改修を行わず使い続けている。本システムにデジタル連携可能な現寸用の図面系ソフトなどを新規開発することで機能を拡充してきた。この現寸用の図面系ソフトは、CAD図面上の必要な情報を数値化し、生産管理システム用データ、NCデータ及び製作用図面関連の資料を作成することができる。資料をシステム間で連携できるため、管理者によるデータの手入力が不要となり、省力化につながった。

本案件は業務の流れを変えるという本当の意味でのシステム開発となった。実務におけるシステムの運用方法、データの活用方法も見据えた検討の必要性を実感し、今後のシステム開発にも活か

すこととした。

### 4. 今後の展開

当社は2004年頃から独自のシステム開発をスタートし17年目を迎える。時折社内外から何故自社開発なのか、パッケージではダメなのかという意見を頂く。これは業種的にみても汎用ソフトが少ないという事情もあったのだが、市販されている鉄骨ファブ向けのソフトでは、当社の業務改善に繋げることは難しいと判断したからである。全ての鉄骨ファブがこれに当てはまるとは思わないが、この判断は効果検証の結果や、費用対効果の観点からみても間違いではなかったと確信している。また今後の統合システム運用の発展として、各工事が持つ特徴（規模、工期、難易度など）、製作時期の状況、各部署の業務コスト、問題点を蓄積し、人工知能AIによる分析でより正確な予算や最適な人員配置を行える仕組みを検討している。

昨今、経済産業省からDX (Digital Transformation) の推進が提言されている。このDXだが、業種、企業により求められることが異なり、人によっても様々な解釈がある。そうした中で当社並びに鉄骨ファブが進めるべきDXとは、2D (2次元) から3D (3次元) への移行であり、今が変革期にあると考えている。

また、ゼネコンなどにより推進されているBIM (Building Information Modeling) には、3Dモデル作成が必要となっている。当社でも3DCADに分類される鉄骨専用CADを20年以上前から導入し使用している。しかし、結果として複雑な取合いを表現できず、日常的に生じる変更対応にも柔軟に対応できないことから、使える資料・図面だけを使い、最終的には2D汎用CADに頼っているのが現状である。これは市販ソフトの設計思想が鉄骨ファブの求めるそれと乖離していることが原因であり、複雑な取合い、追加・変更に対応できる大きな改良がなければ業務効率をこれ以上上げることは難しいと感じている。

抽象的ではあるが、3DCAD に求めることは以下の通りである。

- 1) 複雑な形状に対応できる高い汎用性
  - 2) 作業者に浸透しやすい直感的な操作性と2D汎用CADを上回る作図速度
  - 3) 複数の作業者による3Dモデル同時作成
  - 4) 実務に合わせた柔軟な資料・データの出力
- これを実現できれば、実務に適した完璧な3Dモデルが作成可能であると考ええる。

完璧な3Dモデルの作成が可能となれば、本当の意味で3Dモデルのデータが生産へ直結することが可能になり、更には工事計画や運搬車両への荷積みのシミュレーション、現場からの問い合わせ対応、製品検査などへ応用が効く。まさに鉄骨ファブの大変革になる。

しかし、現在これらを実現する3DCADが存在しないことが大きな課題である。今後開発されれば業界への大きな貢献となりうるものであり、そのために当社ではCADベンダーへの技術提供をしていくつもりである。

## 5. まとめ

生産管理系生産管理システムを中心としたカガヤ統合システムの紹介及び今後の展開について述べた。

- 1) カガヤ統合システムは図面系、生産管理系、業務管理系、資源管理系の4系統から構成され、当社内で様々な業務に適用されている。
- 2) 生産管理系生産管理システムを導入した結果、在庫及び出庫管理が容易になり生産性向上などの効果が得られた。
- 3) 現状より大きな業務改善を目指すためには、鉄骨ファブの実務に適した3DCADの開発が望まれる。

今回は「カガヤ統合システム」を、生産管理システムをメインとして技報にまとめたが、今後発信したい情報が多大にある。今後も地域、業界に対して新たな取組みを発信し続ける企業でありたい

と思う。

## [参考文献]

- 1) 経済産業省：DXレポート ITシステム『2025年の崖』の克服とDXの本格的な展開

## カガヤの継続的教育活動「姫神塾」の紹介

### Kagaya Continuous Educational Activities Report.

遠藤 翔大, 佐々木 充, 加賀谷 浩一

by ENDO Shouta, MITSURU Sasaki, KAGAYA koichi

キーワード：姫神塾, 継続的教育活動

Keywords : Himekami cram school, continuous educational activities

#### 1. はじめに

当社では、2006年より継続的教育活動の一環として「姫神塾」という社内講習会を実施している。当塾は、建築鉄骨関連の内容を主テーマとし、開かれた教育の場を提供することで社内、地域（地元）及び業界の技術向上に貢献することを目的としている。当社に関連する社外の方も受講を可能としたことで、これまで特に地元のファブリーケーターから多くの方が参加されている。

本稿では、これまでの姫神塾について簡単に紹介する。

#### 2. 姫神塾の概要と開催実績

姫神塾の開催実績を表1に示す。当塾はこれまでに計25回開催しており、社内外合わせ受講者が平均80名/回と多くの方に参加していただいている。各回とも講演と質疑応答の構成であり、受講者からの積極的な質疑・講師の応答により毎回盛況な講習会となっている。

テーマは、日本建築学会建築工事標準仕様書JASS6鉄骨工事などの文献解説、鋼構造建築鉄骨の新技术及び工法紹介、現場施工における注意事項など、鉄骨全般に関わる知識向上を目的としたものが多い。講師は社員の他、外部からJASS6鉄骨工事の作成関係委員、大手ゼネコンやファブリーケーターの技術者などをお招きし、技術的講習内容を充実させてきた。

2013年にはこれまでと趣向を変え、第16回「三陸鉄道 復旧・復興の取り組み-鉄道の復活で笑顔をつなぐ-」において、三陸鉄道が東日本大震災から早期全線復旧するまでの取り組み事例とともに、

早期全線復旧への課題設定とその解決方法について紹介した。非常時におけるリーダーのあり方、情報共有の重要性などを学ぶ機会となった。

第24回ではテーマを「溶融亜鉛めっきについて」（2020年）として、姫神塾開催の準備を行っていたものの新型コロナウイルス拡大の状況をふまえ開催中止とした。

第26回「小梁接合ガセットプレートの断続隅肉溶接構法（ハイスキップ構法）」（2021年）では、当社施工物件にて初めて適用予定となるハイスキップ構法をテーマとした。講習内容は本構法の技術評定取得までの経緯、設計施工標準仕様書や溶接要領の解説などであった。その他、ハイスキップ構法の施工実績のある社外受講者から設計や製作時の注意点などについてご意見をいただいた。また、本講習では感染症対策として初めてWEB会議システムを導入し、会場での講習会とWEB配信での併用開催とした（写真1）。WEB会議システムには、Zoom（Zoom コミュニケーションズ社）を使用した。



写真1 WEB会議システムを併用した姫神塾

表1 姫神塾の開催実績

回	実施日	テーマ	内容	受講者数
第1回	2006年 9月2日	建築鉄骨の工場製作及び現場施工の品質管理に関する検査会社としての所感	1) 溶接部検査の重要性 2) 建設省告示第1464号について	96名 (社内64名) (社外32名)
第2回	2006年 11月18日	両立て(理論と実際)できる鉄骨製作実務者(1)	1) 溶接技術と技能	79名 (社内54名) (社外25名)
第3回	2007年 2月17日	電炉鋼材の製造工程と性能について	1) 電炉鋼材の製造工程 2) 品質管理	83名 (社内56名) (社外27名)
第4回	2007年 6月16日	両立て(理論と実際)できる鉄骨製作実務者(2)	1) 原料から製品できるまでの製鉄ラインについて 2) 鋼材メーカーの検査証明書の見方 3) 合金元素のはたらき 4) 溶接方法及び溶接機器 5) 溶接変形と残留応力	65名 (社内45名) (社外20名)
第5回	2007年 9月1日	建築工事標準仕様書 JASS6 鉄骨工事 ((一社)日本建築学会) 2013年版改訂について	1) 建築工事標準仕様書 JASS6 鉄骨工事 ((一社)日本建築学会) 2013年版の改訂概要 2) 鉄骨に関する技術動向 3) 失敗例に学ぶ鉄骨の品質管理	106名 (社内71名) (社外35名)
第6回	2008年 3月1日	実例でわかる工作しやすい鉄骨設計(第3版)((一社)日本鋼構造協会)について	1) 実例でわかる工作しやすい鉄骨設計(第3版)((一社)日本鋼構造協会)の解説 2) 設計者の求める鉄骨設計	115名 (社内68名) (社外47名)
第7回	2008年 8月2日	ものづくりと技術教育	1) 日本と世界の技術教育 2) 日本のものづくりにおける動向	76名 (社内66名) (社外10名)
第8回	2008年 11月22日	現場施工及び試験, 検査	1) 建て方及び現場溶接 2) 確性試験, 継手性能試験, 技量付加試験, 溶接施工法試験	89名 (社内75名) (社外14名)
第9回	2009年 2月28日	溶融亜鉛めっき部材の設計・製作	1) 建築工事標準仕様書 JASS6 鉄骨工事 ((一社)日本建築学会) 12節の解説 2) 溶融亜鉛めっき工程の流れ 3) 設計・製作上の注意点	104名 (社内74名) (社外30名)
第10回	2010年 1月14日	ZRC 及び ZRC 工法について	1) 座学: 物件別施工方法の検討 2) 実習: ウェットゲージによる塗膜厚測定	107名 (社内76名) (社外31名)
第11回	2011年 6月21日	ゼネコンにとって鉄骨製作に求めるもの	1) 巨大地震と無力な技術者(製作工場の実態) 2) 鉄骨工事の品質確保の基本と実際(トラブル事例) 3) 参考文献の紹介	20名 (社内20名) (社外0名)
第12回	2011年 1月29日	実例でわかる工作しやすい鉄骨設計(第3版)((一社)日本鋼構造協会)について 他	1) 実例でわかる工作しやすい鉄骨設計(第3版)((一社)日本鋼構造協会)の解説 2) 構造エンジニアから見たあるべき鉄骨の品質 3) 梁端部フランジの拡幅工法のサイドプレート取付け溶接に関する一考察 4) これからの鉄骨構造の方向	89名 (社内64名) (社外25名)
第13回	2011年 11月5日	アンカーボルトの JIS 規格及びアンカーフレーム	1) アンカーボルト(JIS規格, アンカーボルトの長さ) 2) アンカーフレーム 3) 建設省告示第1456号(定着長さ)	67名 (社内55名) (社外12名)

(続く)

表1 姫神塾の開催実績 (続き)

回	実施日	テーマ	内容	受講者数
第14回	2012年 10月26日	某駅舎保存・復原工事について	—	111名 (社内58名) (社外53名)
第15回	2013年 2月22日	さび止め塗装について	1) 塗料の歴史 2) 塗料の基礎概論 3) 塗料による鉄部の保護 4) 素地調整(下地処理) 5) JISの改訂と公共建築工事標準仕様書(国土交通省)2010年版の改訂について 6) 各種基準塗装系の解説	83名 (社内61名) (社外22名)
第16回	2013年 9月28日	三陸鉄道 復旧・復興の取り組み —鉄道の復活で笑顔をつなぐ—	1) 三陸鉄道概要 2) 震災時の初期対応 3) 部分復旧への動き 4) 全線復旧に向けた計画と取り組み 5) 今後の課題と対応	62名 (社内55名) (社外7名)
第17回	2015年 3月14日	鉄骨造の全般(工場製作)について	1) 鉄骨工事Q&A(工場製作編) (一社)日本建設業連合会の解説	98名 (社内65名) (社外33名)
第18回	2015年 10月9日	建築の設計プロセスにおける検討課題と分析, 判断検証(商業施設編)	1) 当社実績の建物を中心とした設計プロセスごとの検討課題及びその具体的な分析・判断検証	71名 (社内60名) (社外11名)
第19回	2016年 3月12日	鉄骨造の全般(工場現場施工)について	1) 鉄骨工事Q&A(工事現場施工編) (一社)日本建設業連合会の解説	88名 (社内68名) (社外20名)
第20回	2017年 7月7日	岩手県における溶接, 溶射に関する最近の話題	1) 溶接技術の基礎(主な溶接方法とその概要) 2) 溶接技能評価試験の状況について 3) 第57回岩手県溶接技術競技会の結果 4) 溶射技術の基礎と最近の動向	88名 (社内73名) (社外15名)
第21回	2018年 4月27日	鉄骨FABとゼネコンのBIM関連事例と将来展望	1) 建設業界及びゼネコンのBIM動向 2) ファブリケーターとゼネコンのBIM連携事例 3) 鉄骨BIMの将来展望, 期待すること	80名 (社内58名) (社外22名)
第22回	2019年 2月16日	2018年の建築工事標準仕様書JASS6鉄骨工事((一社)日本建築学会)改訂について	1) 建築工事標準仕様書JASS6鉄骨工事((一社)日本建築学会)の2018年改訂箇所について解説	51名 (社内51名) (社外0名)
第23回	2019年 12月20日	ZRCおよびZRC工法について	1) 座学: 物件別施工方法の検討 2) 実習: ウェットゲージによる塗膜厚測定	78名 (社内74名) (社外4名)
第24回	2020年 3月20日	溶融亜鉛めっきについて	新型コロナウイルス拡大につき中止	中止
第25回	2020年 12月26日	1) 発錆鋼材のブラスト処理条件の耐食性への影響 2) 不適合に関する業務規程変更に関して	1) 当社研究開発室の研究報告(カガヤ技報No.1, 2020年掲載内容) 2) 当社業務規程の変更内容について解説	72名 (社内72名) (社外0名)
第26回	2021年 11月12日	小梁接合ガセットプレートの断続隅肉溶接構法(ハイスキップ構法)について	1) ハイスキップ構法の概要 2) 技術評定取得までの経緯 3) 設計施工標準仕様書, 溶接要領の解説	113名 (社内79名) (社外13名) ※社外21名

※はWEB配信による受講者

### 3. 姫神塾の運営

姫神塾は、講師の皆様によるわかりやすい資料及び講習によって成り立っている。運営は当社技術室が主に担当しており、終了後には受講者にアンケートのご協力をいただき改善に努めている。

第26回姫神塾では、会場での講習会とWEB配信の両受講者への配慮が必要であったが、講師との接続テストなどの事前準備を重ね、当日は通信トラブルなどなくスムーズに運営が行えた。また、受講者にアンケート用紙を配布し記載してもらうことが困難であったため、オンライン上のアンケート集計サービスであるGoogle フォーム (Google 社) を利用した。アンケートフォーム内の質問内容や選択肢は自由に設定でき、回答の集計まで可能である。今回は、ハイスリップ構法についての認知度、講習内容の分かりやすさ、WEB会議システム併用の是非などを質問項目とした。図1にWEB会議システムの併用についてのアンケート結果を示す。行ってもよいとの回答が60%、どちらとも言えないが40%であり、行わないほうがよいとの回答が0%であった。この結果から、WEB配信を併用する開催でも問題ないと考えられ、今後の参考としていきたい。

WEB会議システムを併用した講習会について  
回答30件

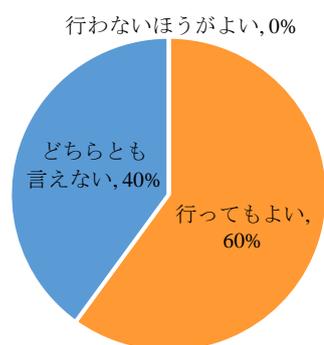


図1 第26回姫神塾アンケート結果

### 4. 今後のテーマ及び内容

開催時期は未定だが、今後のテーマとして「溶接組立H形鋼及び溶接組立箱形断面柱の製作につ

いて」を検討している。当社では2022年に新工場の建設を予定しており、サブマージアーク溶接機及びエレクトロスラグ溶接機などを導入する。そのため社員教育の一環として、溶接組立H形鋼や溶接組立箱形断面柱に関連する溶接方法や製作方法について体系的に学ぶ機会を設けたいと考えている。講師には、ファブリケーターの技術者や当社溶接管理技術者を招き、理論から実践的な内容まで幅広く対応する。ボリュームのある内容であり、複数回にわたる開催を検討している。

また、鉄骨業界の技術情報や動向を注視し、業界ニーズに沿った内容を姫神塾のテーマとして随時盛り込んでいきたい。その他、当社における持続可能な開発目標 (SDGs : Sustainable Development Goals) への取り組みや研究開発室の研究報告を予定している。

### 4. まとめ

これまで開催してきた姫神塾について簡単に紹介した。

- 1) 主に鉄骨の専門知識向上を目的とした講習会であり、社内外から参加可能である。
- 2) 2006年のスタートから15年が経過し計25回の開催となった。
- 3) 受講者のアンケートをもとに講習内容、開催方法共に改善してきた。
- 4) 今後のテーマとして、溶接組立H形鋼及び溶接組立箱形断面柱に関連する講習を検討している。

これからも姫神塾を継続し、地域や業界の技術向上に貢献していきたい。

### 謝辞

2006年より今日に至るまで姫神塾を開催できたのは、講師、受講者及び関係者各位のご協力の賜物であると考えております。この場を借りて深く感謝申し上げます。

## 対外発表

- 1) 工藤 哲也, 久保 真弓 : 550N 級角形鋼管溶接部の溶接継手性能評価, 溶接学会東北支部第 33 回溶接・接合研究会, 2021 年 7 月 16 日
- 2) 工藤 哲也, 久保 真弓, 横山 幸夫\* : 550N/mm<sup>2</sup> 級冷間成形角形鋼管-通しダイアフラム 30 度開先溶接継手性能に関する研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集 (東海), pp.549~550, 2021 年 9 月  
\*付 : 株式会社トラストエンジ

## 主な工事实績 (2021年4月期)

	工 事 名	設 計 事 務 所	施 工 会 社	当 社 製 作 重 量 (t)	建 物 規 模
官	中野東中学校等複合施設 新築工事	(株)安井建築設計 事務所	(株)ナカノフドー建設	3,230	10 階 17,720 m <sup>2</sup>
民	千葉大学(亥鼻)医学系 総合研究棟整備等事業	山下設計・清水建設 共同企業体	清水建設(株)	3,812	11 階 73,365 m <sup>2</sup>
民	(仮称)イオンモール川口 新築工事	(株)安藤・間	(株)安藤・間	5,033	6 階 126,112 m <sup>2</sup>
民	(仮称)DPL三郷II 新築工事	戸田建設(株)	戸田建設(株)	9,518	5 階 66,288 m <sup>2</sup>
民	(仮称)グッドマンビジネス パークステージ4(H区画) 新築工事(ランプ棟)	(株)山下設計	(株)銭高組	1,801	4 階 135,127 m <sup>2</sup>
民	(仮称)グッドマンビジネス パークステージ5新築工事	浅井謙建築研究所(株)	戸田建設(株)	4,676	5 階 154,653 m <sup>2</sup>
民	(仮称)株式会社インダ 東京支社建替え計画	(株)日建設計	前田建設工業(株)	1,915	6 階 7,107 m <sup>2</sup>
民	(仮称)トーハン本社ビル 新築計画	鹿島建設(株)	鹿島建設(株)	1,679	6 階 11,306 m <sup>2</sup>
民	ザ・竹芝再開発	鹿島建設(株)	鹿島建設(株)	1,762	7 階 9,893 m <sup>2</sup>
民	(仮称)Dプロジェクト平塚A 新築工事	大和ハウス工業(株)	(株)熊谷組	2,223	5 階 64,485 m <sup>2</sup>
民	(仮称)ESR川崎夜光DC 新築工事	(株)熊谷組	(株)熊谷組	3,872	4 階 76,965 m <sup>2</sup>
民	フレックス(株)第2工場 新築工事	JUN建築設計(株)	(株)大本組	2,917	2 階 25,062 m <sup>2</sup>
民	(仮称)イオンモール能代SC 新築工事	(株)福田組	(株)福田組	2,132	1 階 30,680 m <sup>2</sup>
民	(仮称)TTS東北事業所6号棟 新築工事(2期工事)	大成建設(株)	大成建設(株)	1,323	5 階 31,960 m <sup>2</sup>

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      久保 真弓

---

**カガヤ技報 Vol.2 2021**

発行：2022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.

---



