

# 意匠性に優れた小断面極厚肉角形鋼管「JFE カクホット」

## Ultra Heavy Gauged Square Tube “JFE Kakuhot” for Excellent Designing

### 1. はじめに

建築鉄骨で使用される角形断面部材は、厚板を溶接にて組み立てたもの、厚板をプレス機にてコの字型あるいは角形に成型した後に溶接したもの、熱間圧延鋼板を円筒に成型した後に電気抵抗溶接し角形断面に成型したものに大別され、それぞれ溶接四面ボックス、プレスコラム、ロールコラムと呼ばれる。それぞれの一般的な寸法範囲を Fig. 1 に示す。

一方、近年の建築では意匠性を重要視し、壁面のガラス張り面積を増加させる、あるいは柱を薄い壁の中に埋め込むなどの設計が行われている。これら建築物には小断面柱材が要求される。また、梁と柱を接続する仕口などにおいても、厚肉の角形鋼管を用いることにより接続部の補強を省略する設計が行われている。

これらの要求を満たす小断面極厚肉角形鋼管は、上記の溶接四面ボックスを活用する方法が試みられていたが、小断面になると、内面の空隙が小さくなり、手溶接で製作する必要があり、高コストであった。

そこで、JFE スチールでは、継目無鋼管製造工程を用いた小断面極厚肉角形鋼管「JFE カクホット」を開発した。以下にその内容を紹介する。

### 2. JFE カクホットの特性

#### 2.1 製造方法

JFE カクホットは、継目無鋼管製造ラインを活用し、その最終工程である熱間サイジングミル (Fig. 2) において円

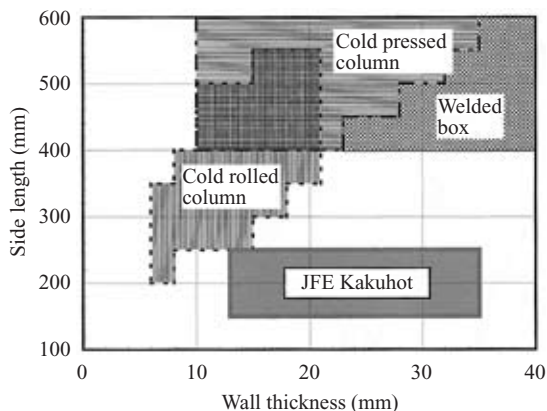


Fig. 1 Size range and kinds of square steel tubes

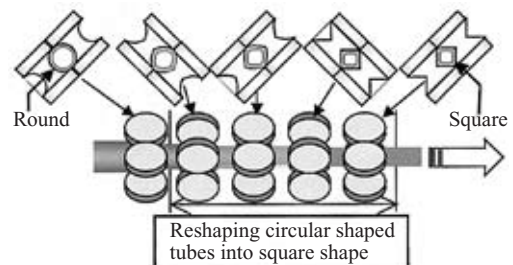


Fig. 2 Schematic drawing of forming JFE Kakuhot using hot sizing mill

形断面の素管を角形に再成形することによって製造される。

熱間サイジングミルは、複数の孔型圧延機を直列に配置し、太径の素管を圧延して径を縮小し、所定の外径に仕上げるものである。本製品は、既存の2ロール式8スタンドサイジングミルを活用し、その後半4スタンドにおいて、円形断面の素管を角形断面に成形することにより製造される。

#### 2.2 寸法特性

本製品の一例として、辺長 250 mm、肉厚 36 mm の断面形状を Fig. 3 に示す。一般に、ロール成形またはプレス成形により角形鋼管を製造する場合、急峻な角部と平坦な辺部の両立は困難とされている。

そこで、継目無鋼管の熱間成形工程を活用し、強度の高



Fig. 3 Cross-sectional shape of JFE Kakuhot (Side length: 250 mm, Wall thickness: 36 mm)

Table 1 Corner radius and side flatness of JFE Kakuhot

	Produced cross section	Request for joint	Cold rolled column (Tolerance)
Corner radius (× Wall thickness)	1.0	≦1.5	≦3.0
Side flatness (%)	0.2	≦0.5	≦0.5

い生産設備を用いた実験<sup>1)</sup>および剛塑性有限要素法<sup>2)</sup>により成形条件の適正化を行うことで、急峻な角部と平坦な辺部の両立を可能とした。この技術を用いて製造される本製品断面の角部Rおよび辺部平坦度をTable 1に示す。梁と柱を接続する仕口の場合、角部Rが(肉厚)×1.5倍以下、辺部平坦度が0.5%以下という厳しい寸法を要求される場合があるが、本製品はこの要求を満足している。さらに、建物の意匠性を演出する小断面柱材としても、本製品の断面形状は十分使用に耐えるとの評価をお客様より頂いている。

### 2.3 材料特性

辺長が250 mm、肉厚が16 mmおよび35 mmである本製品の機械的性質をTable 2に示す。肉厚16 mmの製品では角部のYS(降伏強度)が辺部より若干大きいですが、肉厚35 mmと厚肉の製品では、角部と辺部のYSの差が小さい。

Table 2 Mechanical properties of JFE Kakuhot

Side length (mm)	Wall thickness (mm)	Part	YS (N/mm <sup>2</sup> )	TS (N/mm <sup>2</sup> )	El (%)	YR (%)
250	16	Side	346	518	47	66.8
		Corner 1/2t	385	523	36	73.6
	35	Side	331	502	60	65.9
		Corner 1/2t	341	494	38	68.9

YS: Yield strength, TS: Tensile strength, El: Elongation, YR: Yield ratio

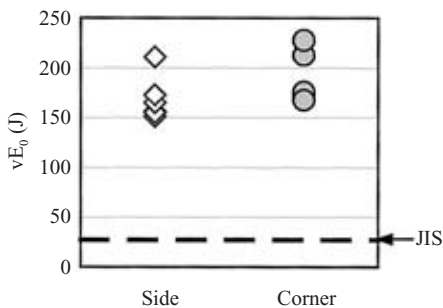


Fig. 4 Absorbed energy at corners and sides of JFE Kakuhot

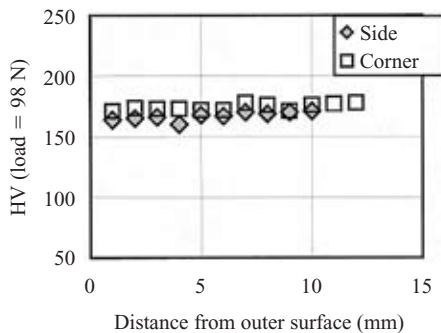


Fig. 5 Distribution of hardness in thickness direction of JFE Kakuhot

本製品の辺部および角部の0°Cにおけるシャルピー吸収エネルギーをFig. 4に示す。辺部の靱性は150ないし220 Jであり、角部では160ないし230 Jである。本製品は溶接を用いず、Ar<sub>3</sub>変態点直上の温度で圧延して一体成形しているため、靱性が良好であり、かつ角部と辺部の靱性差が小さい。

本開発品の辺部と角部における肉厚方向の硬さ分布をFig. 5に示す。辺部、角部ともに硬さはほぼ均一である。本製品は熱間圧延により成形するため、角部成形時の曲げひずみにともなう加工硬化は発生せず、辺部、角部とも均一な硬さを有している。

### 3. おわりに

以上のように、「JFE カクホット」は、継目無鋼管製造工程で円形断面の鋼管を角形に成形して製造されるため、小断面かつ極厚肉でありながら、急峻な角部と平坦な辺部からなる断面形状を有する。このため、柱材としてその占有面積を小さくすることにより、建物の意匠性を演出することが可能となった。また、冷間加工、溶接を施していないため、柱材に求められる良好な靱性をも有しており、硬さも断面内で均一である。

JFE カクホットは高意匠性建築用柱材として種々の建築に適用されている。その例として、本開発の小断面化した柱材をアーケードに適用し、混雑する商店街で買い物客が通りやすく各商店の陳列を見映え良くした例<sup>3)</sup>をPhoto 1に示す。この他にも、JFE カクホットを適用し外壁の総ガラス張り面積を増加させて建物の美観が著しく向上している研究開発施設<sup>4)</sup>の例、内装用壁面に埋め込み、外壁を総



Photo 1 Exterior appearance of an arcade<sup>3)</sup>, as an example where JFE Kakuhots are used as columns (white arrow)

ガラス張りとした著名衣装店<sup>5)</sup>など、本開発品は意匠性を要求される建築柱材に適用され好評を得ている。今後、上記に加えて、百貨店のいわゆるカーテンウォール、集合住宅や運動競技場の柱材、さらにはブレース、トラスなどと呼ばれる構造部材、建機部材など、多岐に渡る用途への適用拡大が期待される。

#### 参考文献

- 1) 長浜拓也, 豊岡高明, 山本健一, 喜多政春, 小野田義富, 長町拓夫. 平成11年度塑性加工春季講演会論文集. 講演番号410, 1999, p.181.
- 2) 小野田義富, 長町拓夫, 豊岡高明, 長浜拓也, 森岡信彦. 平成11年度塑性加工春季講演会論文集. 講演番号104, 1999, p.7.
- 3) 鉄鋼新聞. 鉄鋼新聞社. 2003-10-24, p.4.
- 4) 日経アーキテクチャ. 日経BP社. 2003-12-05, p.10.
- 5) 日経アーキテクチャ. 日経BP社. 2004-02-23, p.10.