

## 技術紹介

## 建築構造用超高強度鋼材の溶接性

～建築構造用 780N/mm<sup>2</sup> 鋼材を用いた BOX 柱の冬期溶接性の確認～Weldability of 780N/mm<sup>2</sup> Class High Strength Steel for Building Structure村井 好範 \*1  
Yoshinori MURAI山崎 鉄朗 \*2  
Tetsuro YAMAZAKI

## はじめに

2010年初冬より、建築構造用高性能 780N/mm<sup>2</sup> 鋼材を用いた溶接組立箱形断面柱 (BOX-1500×1500×50×50) の製作が当社栃木工場で始まります。

この超高強度 BOX 柱は、大成建設(株)設計施工の都内某工事向け「Fc150 の超高強度コンクリートと組み合わせる国内最高強度の CFT (Concrete Filled Steel Tube) 柱」の材料です。この超高強度 CFT 柱は、超高層建物の低層階においてスリムで大スパン化、大空間化を実現できる魅力的な柱部材として設計要求されたもので、工場および現場施工側への利点は、従来材に比べて柱断面の縮小、鋼材厚の薄肉化等を図られるため、施工性を向上できるとされています。

ただし、一般的にこの超高強度鋼材を用いた溶接施工は、溶接低温割れ防止や溶接継手の再熱部性能を確保するため、予熱や溶接入熱およびパス間温度をより厳しく管理しなければいけません。しかし、当工場において初めて扱う鋼材であり、管理基準作成データ収集と製作工程への影響について確認が必要になりました。

本稿は該当工事の溶接施工試験および製作に先立ち、この鋼材の溶接施工性を確認したので紹介します。

## 1. 鋼材の特性

建築構造用高性能 780N/mm<sup>2</sup> 鋼材は新日本製鐵(株)の Cu 析出型の BT-HT630C を選定しました。表 1 に JIS 規格品の SBHS700 および SN490C との特性比較を示します。

BT-HT630C は YR 規定有り、P<sub>cm</sub> 値がやや高めです。

表 2 はこの鋼材の溶接施工指針抜粋です。推奨予熱温度は低温割れ防止に留意した 100℃以上、パス間温度は再熱部の軟化や低靱性化に留意した 150℃以下のため、指針に従うのみの製作は多大な温度管理時間を要します。

## 2. 溶接材料の特性

溶接方法は予熱温度低減と設備の理由から CO<sub>2</sub> 溶接のみとし、溶接材料は CO<sub>2</sub> 多層溶接継手性能の良好な日鐵住金溶接工業(株)の YM-80C を選定しました。機械的性能および溶着金属の P<sub>cm</sub>、C<sub>eq</sub> の一例を表 3 に示します。

YS、TS 値は母材規格値と比較して十分余裕があり、低

溶接入熱側①の P<sub>cm</sub> は 0.28% でした。

表 1 BT-HT630C の特性比較 (※板厚 50mm)

項目	BT-HT630C	SBHS700	SN490C
YP (N/mm <sup>2</sup> )	630～750	≥700	295～415
TS (N/mm <sup>2</sup> )	780～930	780～930	490～610
YR (%)	≤85	—	≤80
P <sub>cm</sub> (%)	≤0.35	≤0.30	≤0.29
C <sub>eq</sub> (%)	≤0.60	—	≤0.46
$vE_0$ または $vE_{-40}$ (J)	≥47 (0℃) [L 方向]	≥100 (-40℃) [C 方向]	≥27 (0℃) [L 方向]

(注) YP: 降伏点又は 0.2% 耐力, TS: 引張強さ,

YR: 降伏比, P<sub>cm</sub>: 溶接割れ感受性組成,

C<sub>eq</sub>: 炭素当量,  $vE_{温度}$ : シャルピー吸収エネルギー。

表 2 BT-HT630C の溶接施工管理値

項目	指針値	栃木工場目標値
CO <sub>2</sub> 予熱温度 (℃)	≥100	≥5 (原則予熱無)
CO <sub>2</sub> 入熱量 (KJ/cm)	≤30	≤35 (5up)
CO <sub>2</sub> パス間温度 (℃)	≤150	≤200 (50up)

(注) 指針の予熱温度は「予熱温度の確認試験を行った場合はこの限りでない。」の注記有り。

表 3 YM-80C の機械的性能等の一例 (試験体板厚 25mm)

項目	入熱量 (※パス間温度 ≤150℃)	
	① 20.2KJ/cm	② 29.4KJ/cm
YS (N/mm <sup>2</sup> )	790	753
TS (N/mm <sup>2</sup> )	897	870
P <sub>cm</sub> (%)	0.28	0.27
C <sub>eq</sub> (%)	0.57	0.56
$vE_0$ (J)	90	81

(注) YS: 0.2% 耐力。

## 3. 予熱温度の確認試験

予熱作業負荷の軽減を目的に、y 形溶接割れ試験で必

\*1 川田工業(株) 生産本部栃木工場工務課 係長

\*2 川田工業(株) 生産本部栃木工場工場長

要予熱温度の確認を行いました。表 4 は試験温度 0℃, 25℃の結果であり, 全て割れ無しでした。

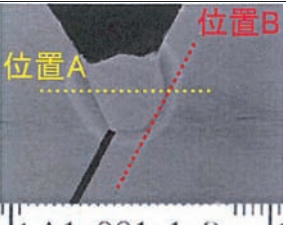
また, 表 5 は, この試験で得られた断面マクロ試験片を対象に最高硬さを確認した結果です。鋼材 Pcm(0.29%), 最高硬さは Hv(98)=401[HAZ 部]でした。

表 4 BT-HT630(板厚 50mm)の y 形溶接割れ試験結果抜粋

溶接条件	予熱温度 (°C)	表面割れ率 (%)	ルート割れ率 (%)	断面割れ率 (%)
溶接方法: CO <sub>2</sub> 溶接 溶接材料: YM-80C 溶接入熱量: 1.7KJ/cm 外気温と湿度: 0°C, 60%	0	0	0	0
	25	0	0	0

(注) 鋼材 Pcm=0.29%, Ceq=0.57%。

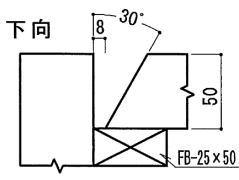
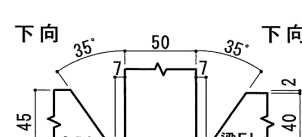
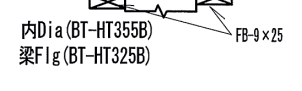
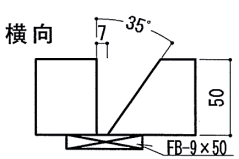
表 5 y 形溶接割れ試験片の最高硬さ (Hv(98))

硬さ測定位置	最高硬さ	備考
	位置 A 394[HAZ]	鋼材 Pcm=0.29% Ceq=0.57% 予熱温度 0°C
	位置 B 401[HAZ]	

#### 4. 実大 BOX 溶接施工試験

冬期の予熱無し, 表 6 に示した溶接条件管理値で, 実大 BOX 試験体を用いた溶接継手性能を確認しました。

表 6 BT-HT630C(板厚 50mm) BOX 柱試験体の製作溶接条件と溶接継手性能(抜粋) [\*印は母材ミルシート値]

部位	開先形状、溶接姿勢	溶接条件 ※1				硬さ試験 (Hv(98))	引張試験 TS(N/mm <sup>2</sup> )	衝撃試験 [*188]	
		Tp	E	Ti	溶接材料			位置	vE <sub>0</sub> (J)
BOX 角部		無し	≤ 35	≤ 200	YM-80C (径 1.2)	上側:347 中央:320 下側:312	初層 DEPO 896~901 表層 DEPO 844~858	DEPO BOND HAZ	71~79 91~137 146~195
柱-内パイラム		無し ※2	≤ 40	≤ 250	YM-55C (径 1.4)	上側:312 中央:305	—	DEPO BOND HAZ	>70 88~109 192~219
柱-梁フランジ		無し	≤ 40	≤ 350	YM-55C (径 1.4)	下側:336	—	DEPO BOND HAZ	>70 62~107 162~180
現場 柱継部		無し	≤ 35	≤ 200	YM-80C (径 1.2)	上側:359 中央:311 下側:315	継手 880~885 BOND 破断 [*897]	DEPO BOND HAZ	98~109 87~195 172~205

(注) ※1 印欄の記号説明, Tp: 予熱温度(°C)、E: 溶接入熱量(KJ/cm)、Ti: パス間温度(°C)。※2 印は外気温 5°C 未満(実測 1°C)のため, 電熱ヒーターを用い+25°C程度の予熱を実施した。製作期間は平成 22 年 1 月 13~21 日。

組立溶接材料は YGW11 規格品を選択し, 表 6 の溶接条件管理値は指針値より高めに設定(表 2 参照)しました。

表 6 の角, 柱-梁仕口部の試験結果は, 硬さ, 溶着金属引張試験および溶接部の衝撃試験の全てにおいて母材規格値を満足し, また, UT 検査およびマクロ試験結果も良好でした。



写真 1 直交型自動 CO<sub>2</sub> 溶接機を用いた角溶接の様子

#### おわりに

超高強度鋼材について, 低温時の溶接施工性と溶接継手性能を確認しました。これを元に受験した該当工事の管理仕様に準じた溶接施工承認試験は良好な結果でした。

実製作は超高強度鋼材を扱う意識を忘れずに, 低温溶接割れ防止を最重点とした品質管理に留意して進めていきます。