

欠陥を有する現場溶接型柱梁溶接接合部の変形能力に関する実験的研究

その1 実験概要

現場溶接型柱梁溶接接合部 工場溶接型柱梁溶接接合部
変形能力 溶接欠陥 孔空きフランジ工法

正会員 高柳 翔太*4 同 中込 忠男*1
同 服部 和徳*3 同 崎野 良比呂*2
同 戸堀 一真*4 同 川端 洋介*4
同 神戸 渡*5

1. はじめに

建築鋼構造分野において柱梁溶接接合部に端部溶接欠陥が発生した場合、脆性破壊の起点となり柱梁接合部の変形能力を大きく低下させる可能性がある。工場溶接型接合と現場溶接型接合では初層部に発生する欠陥の位置が異なることから、溶接欠陥が変形能力に与える影響も異なる。そこで「建築鉄骨梁端溶接部の超音波探傷検査指針」¹⁾において工場溶接型及び現場溶接型上フランジに比べ、現場溶接型下フランジは欠陥長さの境界値が厳しく設定されている。

一方、現場溶接型接合部の変形能力を向上させるための接合部ディテールがいくつか検討されている。その1つとして梁端部の応力をフランジに設けた穿孔に分散させ、梁端部の応力を軽減させることを意図した孔空きフランジ工法が挙げられる²⁾。

本研究では端部溶接欠陥を有する、工場溶接型接合と現場溶接型接合と孔空きフランジ工法における変形能力について見当することを目的としている。本報では試験体概要について報告する。

2. 実験概要・試験体形状・パラメータ

本研究では実大ト型試験体による実験を行なった。図1に試験体形状及び設置状況を示す。試験体パラメータを表1、2、現場溶接型と工場溶接型の接合部の構成を図2、孔空きフランジ工法の構成を図3に示す。

工場溶接型試験体はノンスカラップ工法とし、上下フランジ外開先で梁フランジとダイアフラムは完全溶け込み溶接とした。溶接ワイヤーはYGW11(1.2)を用い、入熱30kJ/cm、パス間温度250で管理した。現場溶接型試験体は、上下フランジ共に内開先とし、工場溶接型試験体と同様に溶接を行った。スカラップ形状は建築工事標準仕様書JASS6鉄骨工事³⁾にて推奨されている複合円型とし、梁ウェブと柱はシャーププレートにより高力ボルト摩擦接合とした。

試験体は工場溶接型と現場溶接型に加え、孔空きフランジ工法を用いた現場溶接型の3種類とし、それぞれ欠陥の有るものと無いものを2体ずつ、計6体とした。既報²⁾から孔空きフランジ工法の変形能力は応力比が関係していることが報告されている。応力比の算出法を式(1)に示す。応力比=1.07以上の場合に十分な変形能力が得られると報告されているため本

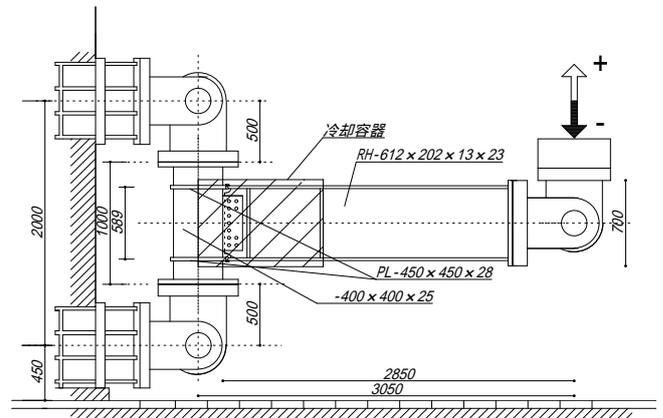


図1 試験体形状及び荷荷状況

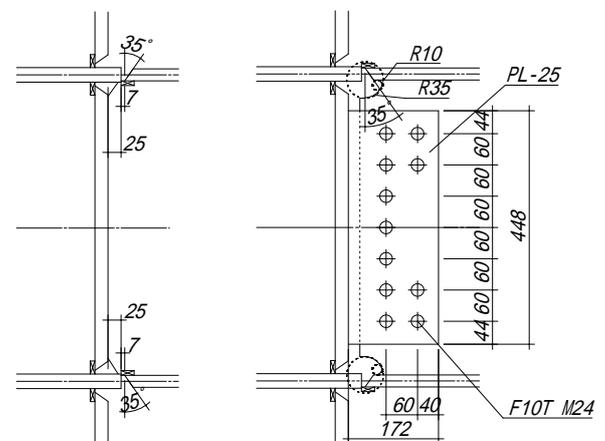
表1 実験パラメータ

試験体名	接合形式	梁端ディテール	欠陥	σ_p	ϵ_p
MK	工場溶接	ノンスカラップ	-	487	18.19
MKD			有		
MG	現場溶接	-	-	456	18.19
MGD			-		
MGA340			-		
MGA340D			孔空きフランジ工法		

σ_p : 全塑性耐力(計算値) ϵ_p : 全塑性耐力時の変形量(計算値)

表2 孔空きフランジ工法のパラメータ

試験体名	応力比 γ	孔径 ϕ (mm)	孔位置a (mm)	孔列
MGA340	1.07	32	340	3
MGA340D				5



工場溶接型 現場溶接型
図2 接合部の構成

Experimental study on deformation capacity of beam-to-column joints with weld defects

Part1 Outline of Experiment

TAKAYANAGI Shota et al.

$$\sigma_h = \frac{M_h}{Z_{ph}} \quad \sigma_f = \frac{M_f}{Z_{pf}}$$

$$M_h = P \times (L - a) \quad M_f = P \times L$$

$$\text{応力比 } \gamma = \frac{\sigma_h}{\sigma_f} = \frac{Z_{pf} \times (L - a)}{Z_{ph} \times L} \quad \dots (1)$$

σ_h : 孔欠損(梁端から最も近い孔)を有する断面の応力

σ_f : スクラップ欠損を考慮した梁端部の応力

Z_{ph} : 孔欠損(梁端から最も近い孔)を有する断面の塑性断面係数

Z_{pf} : スクラップ欠損を考慮した梁端部の塑性断面係数

L : 柱表面から加力点までの距離(=2850mm)

a : 柱表面から孔欠損(梁端から最も近い孔)を有する断面までの距離

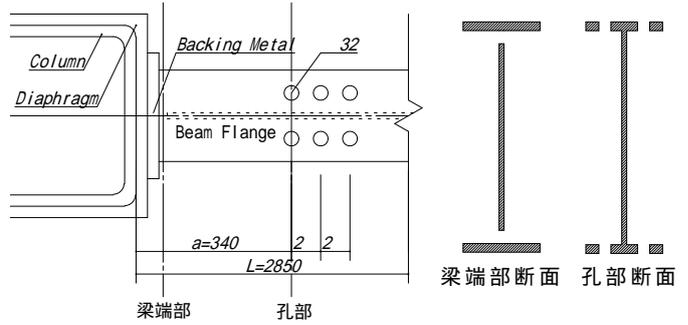


図3 孔空きフランジ工法ディテール

実験では応力比 $\gamma = 1.07$ とした。

図4に溶接欠陥挿入位置を示す。溶接欠陥作成方法は、目標溶接欠陥寸法 10mm × 25mm の鋼板を上下フランジ両端部ダイアフラム側初層部に挿入することで未溶着欠陥とした。なお欠陥の寸法については既報⁴⁾において WES-2805⁵⁾ のき裂特性寸法 \bar{c} が 10mm 以上で溶接欠陥から破断に至り、変形能力が低下すると報告されている。そこで本実験では $\bar{c} = 10\text{mm}$ 以上として変形能力の低下が確認出来る寸法に設定した。欠陥を有する試験体は固形エンドタブ、欠陥の無い試験体はスチールエンドタブを用いて溶接を行った。

部材に関して、梁部材に圧延 H 形鋼 RH-612 × 202 × 13 × 21(SM490A)、柱部材に冷間成形角形鋼管 $\phi 400 \times 400 \times 25$ (BCP325)、ダイアフラムには PL-450 × 450 × 28(SM490A) を用い、通しダイアフラム形式とした。実験に用いた鋼材に関して、0 における引張試験結果及びシャルピー衝撃試験結果を表3、表4に示す。

2.3. 荷重方法

試験体は、図1に示すように柱両端をピン支持とし、梁端にピン支持でアクチュエータに取り付け鉛直荷重を加えた。柱表面から梁材軸方向に 800mm までの部分と柱の 1/2 までの部分(図1中斜線部)を設定温度 0 で 30 分保持した後に荷重し、荷重中も設定温度を保持した。図5に荷重履歴を示す。荷重振幅は、スクラップ欠損を考慮した梁端部の全塑性時における変形量 δ_p を基準に 0.5 倍、1 倍、2 倍・・・と漸増させる正負交番繰返し荷重とした。図6に有効変形量の算出方法を示す。加力点での鉛直変位量 δ_1 から、上下ダイアフラムに設置した変位計から得られる接合部の水平変形量 δ_2 、 δ_3 より算出した接合部の変形量 δ_p を差し引いたものを有効変形量 δ_e とする。

4. まとめ

その1では実験概要について報告した。

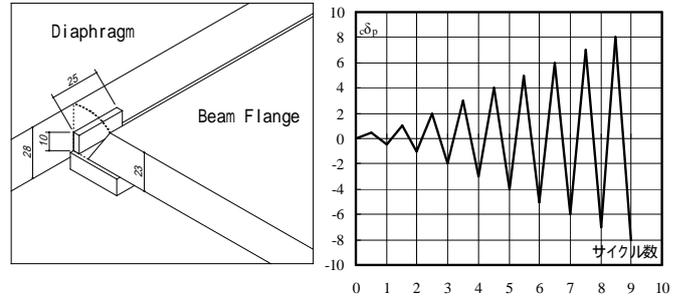


図4 欠陥挿入位置

図5 荷重履歴

表3 0 引張試験結果

試験片採取位置	Y.P.(N/mm ²)	T.S.(N/mm ²)	Y.R.(%)	EL.(%)
SM490A 梁フランジ	350	550	64	31
SM490A ファレット部	344	541	64	30
SM490A ダイアフラム	381	574	66	28
溶接金属	454	569	80	27

Y.P.: 降伏点 T.S.: 引張強さ Y.R.: 降伏比 EL.: 伸び

表4 シャルピー衝撃試験結果

試験片採取位置		$\sqrt{T_E}$ (°C)	$\sqrt{E_0}$ (J)	$\sqrt{E_{shelf}}$ (J)	$\sqrt{T_S}$ (°C)	$\sqrt{B_0}$ (%)
SM490A 梁フランジ	母材	-68	251	279	-66	6
	HAZ	-9	188	337	-10	34
SM490A ダイアフラム	母材	3	106	227	18	82
	HAZ	21	60	173	31	89
溶接金属		-19	124	141	25	69

$\sqrt{T_E}$: エネルギー遷移温度 $\sqrt{E_0}$: 0 吸収エネルギー
 $\sqrt{E_{shelf}}$: 上部棚吸収エネルギー $\sqrt{T_S}$: 破面遷移温度 $\sqrt{B_0}$: 脆性破面率

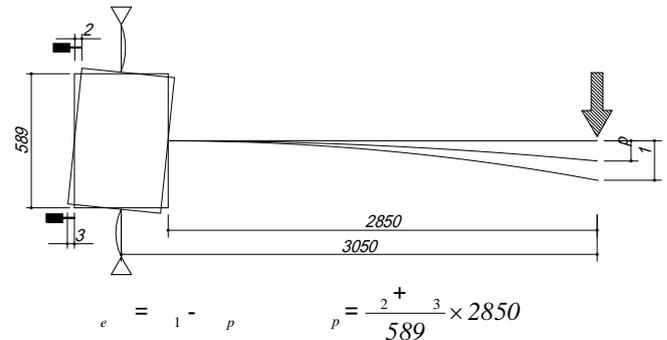


図6 有効変形量算出方法

【参考文献】その2に示す。

*1 信州大学工学部建築学科 教授・工博
 *2 大阪大学接合科学研究所 助教・博士(工学)
 *3 (財)ベターリビング つくば建築試験センター 博士(工学)
 *4 信州大学大学院生
 *5 東京理科大学工学部第一部建築学科 助教・博士(工学)

*1 Prof., Dept. of Architecture, Faculty of Engineering, Shinshu Univ., Dr. Eng.
 *2 Assist. prof., Joining and Welding Research Institute, Osaka Univ., Dr. Eng.
 *3 Tukuba Building Test Laboratory of Center for Better Living., Dr. Eng.
 *4 Graduate student, Faculty of Engineering, Shinshu Univ.
 *5 Assistant Prof., Dept. of Arch., Faculty, of Eng., Tokyo Univ. of Science, Dr. Eng.