

現場溶接型柱梁溶接接合の変形能力に関する実験的研究

その1 孔空きフランジ工法における孔位置の影響

現場溶接型柱梁溶接接合部 変形能力
孔空きフランジ工法 孔位置 水平ハンチ工法

正会員 川端 洋介*4 同 中込 忠男*1
同 服部 和徳*3 同 戸堀 一真*4
同 崎野 良比呂*2 同 神戸 渡*5
同 村山 敬司*6

1. はじめに

現場溶接接合形式は工場溶接接合形式に比べ変形能力が乏しい事が指摘されている。筆者らは、孔空きフランジ工法を用いることで現場溶接接合形式の変形能力は向上し、その性能は梁端部の応力 σ_f と孔部の応力 σ_h の比で表される応力比 γ が関係しており、応力比 γ の増加に伴い変形能力が高くなることを報告している¹⁾。しかし、同一応力比 γ であっても孔位置と孔径の様々な組み合わせが生じる。既往の研究²⁾の有限要素法解析において孔位置が柱に近すぎる場合、梁端部のひずみの減少が小さい為孔空きフランジ工法を用いても変形能力の向上が期待できないという知見を得た。そこで本報では同一応力比 γ において、孔位置を柱に近づけた場合に変形能力に及ぼす影響を実大破壊試験をおこない検討する。

2. 実験概要

2.1. 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った。表1に実験パラメータを示す。図1に試験体形状及び設置状況を示す。試験体は孔空きフランジ工法を用いた現場型柱梁溶接試験体を2体(MGA100、MGA170)、比較試験体として孔空きフランジ工法を用いていない現場型柱梁溶接試験体を1体(MG)作成した。MGA170、MGA100試験体の構成部材は梁部材に組立H形鋼BH-600×300×16×25(SM490A)、柱部材に冷間成形角形鋼管 -400×400×25(BCP325)、通しダイアフラムにはPL-450×450×32(SM490A)である。MG試験体の使用部材は、梁部材にBH-600×200×16×25(SM490A)を使用し、柱部材及び通しダイアフラム部材はMGA100試験体、MGA170試験体と共通である。

現場溶接型は上下フランジ共に内開先とし、梁フランジとダイアフラムは芯合わせで完全溶け込み溶接とした。溶接ワイヤはYGW18(1.4)を用い、入熱40kJ/cm、パス間温度350で管理した。スカラップ形状は複合円型とし、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。表2に供試材の機械的性質を示す。図2に孔空きフランジ工法ディテールを示す。MGA100は孔径28であり、第一孔から柱までの距離(以下、距離aと称す。)が100mmである。MGA170は孔径32、距離aが170mmである。比較の為、参考データ³⁾を表1に併せて示す。参考データ(試験体名

表1 実験パラメータ

試験体名	ディテール	フランジ幅B (mm)	応力比 γ	孔位置a (mm)	孔径 Φ (mm)	孔数	eP_p (kN)	$e\delta_p$ (mm)
MG	-	200	-	-	-	-	513	19.73
MGA100	孔空きフランジ	300	1.07	100	28	3	708	19.10
MGA170	孔空きフランジ			170	32	3	708	19.10
MGA340	孔空きフランジ	202	1.07	340	32	3	456	18.19

: 参考データ cPp: 全塑性耐力(計算値)、c: 全塑性耐力時の変形量(計算値)

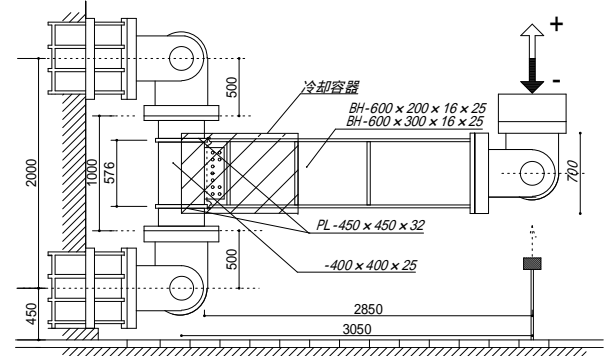


図1 試験体形状及び設置状況

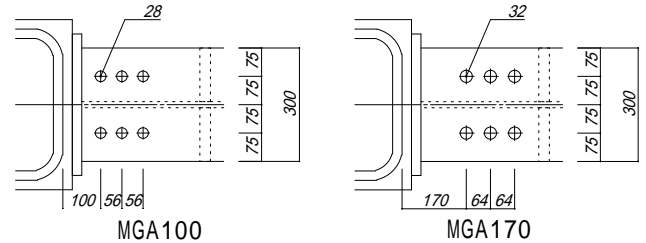


図2 孔空きフランジ工法ディテール

表2 共試材の機械的性質

試験体	Y.P.(N/mm ²)	T.S.(N/mm ²)	Y.R.(%)	EL.(%)	
SM490A	梁フランジ	353	552	64	28
	ダイアフラム	346	540	64	29
	溶接金属	451	591	76	24

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

表2 実験結果一覧

試験体名	終局時期	eP_p (kN)	$e\delta_p$ (mm)	eP_{max} (kN)	$e\delta_{max}$ (mm)	α	η_s	
MG	+4	+	548	28.44	681	88.66	1.33	4.4
		-	-532	-27.15	-657	-69.01	1.28	3.4
MGA100	-5	+	602	24.17	854	96.04	1.21	5.1
		-	-619	-26.31	-834	-73.35	1.18	4.4
MGA170	-6	+	640	25.49	903	75.12	1.28	7.2
		-	-613	-25.83	-862	-120.80	1.22	5.8
MGA340	-7	+	426	26.61	603	145.63	1.32	10.6
		-	-407	-26.05	-605	-136.76	1.33	10.7

eP_p : 梁の全塑性耐力(General Yield法による) $e\delta_p$: 全塑性耐力時の梁の変形量
 eP_{max} : 最大荷重 $e\delta_{max}$: 最大変位 α : 耐力上昇率($=eP_{max}/eP_p$)
 η_s : 累積塑性変形倍率($=W_s/(eP_p \times c_p)$) W_s : スケルトン吸収エネルギー
□: 破断側

Experimental study on deformation capacity of site welding beam-to-column joints

Part1 Influence on deformation capacity with different-drilled-positions of drilled flange joints

KAWABATA Yosuke et al

MGA340 と称す。)は孔径32mm、距離 a を 340mm にした試験体であり、応力比 は1.07 で共通である。但し、機械的性質が若干異なる為参考データとする。既往の研究¹⁾から応力比 =1.07 の場合に十分な変形能力を得られると報告されている為、本研究でも応力比 =1.07 と統一した。

2.2. 加力方法

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分保持した後に載荷し、載荷中も設定温度を保持した。載荷振幅は、スカ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 c_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載荷とした。

3. 実験結果

図3に荷重-変位関係およびスケルトン曲線を示す。MG試験体及びMGA340試験体の荷重-変位関係はその2に示す。表3に実験結果を示す。距離 a が小さいMGA100試験体は比較試験体に比べ変形能力は大きく向上しなかった。MGA170試験体は若干の変形能力の向上が見られた。破壊性状はMGA340試験体を除きスカラップ底を起点に脆性破断を呈した。MGA340試験体は、スチールタブと梁フランジのスリット部から脆性破断を呈した。

4. 考察

図4(a)~(c)に各試験体の梁の材軸方向のひずみ分布を示す。図5に $3c_p$ 時のひずみ分布の比較を示す。比較試験体MG及びMGA170試験体は、梁端部(柱フェイスから200mm近傍)に大きなひずみが集中している。一方、MGA170試験体はひずみの分布が他の試験体と異なっている。とりわけ梁端部から離れた箇所も積極的に変形し、加えて図5より梁端部のひずみが小さくなっている事が見て取れる。また、MGA340試験体は柱フェイスからの400mmから600mmの領域においても変形ひずみが生じており孔部でエネルギー吸収がされていると考えられる。この結果は既往の文献²⁾の有限要素法解析の結果と良い対応を示している。図6に累積塑性変形倍率 s - 応力比 関係を既往のデータ¹⁾と併せて示す。図6中の既往の研究データは白抜きで示す。既往のデータより応力比が大きくなるにつれて累積塑性倍率 s は向上する傾向にあり、正の相関がみられる。距離 a が大きいMGA340試験体は近似直線と良い対応を示している。しかし、距離 a が小さいMGA100試験体及びMGA170試験体は低い変形能力を示した。

5. まとめ

同一応力比 を用いた孔空きフランジ工法においても、孔位置 a の値が小さい場合は変形能力の向上が小さくなる傾向が見られた。

【参考文献】

- 1) 服部和徳, 中込忠男, 市川祐一: 孔空きフランジ方式を用いた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, 日本建築学会構造系論文集 585号, pp.155-161, 2004.11
- 2) 宮脇正尚, 中込忠男, 崎野良比呂, 服部和徳, 戸堀一真: 孔空きフランジ工法を用いた現場型柱梁溶接接合部の変形能力に関する研究 その2 部材断面の違いが変形能力に与える影響, 日本建築学会構造系論文集 640号, 2009.6 掲載予定
- 3) 高柳翔太, 中込忠男, 服部和徳, 崎野良比呂, 戸堀一真, 川端洋介, 神戸渡: 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1,2 日本建築学会大会学術講演梗概集 2009. 8

- *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 つくば建築試験研究センター 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)
- *6 中部鋼板(株) 博士(工学)

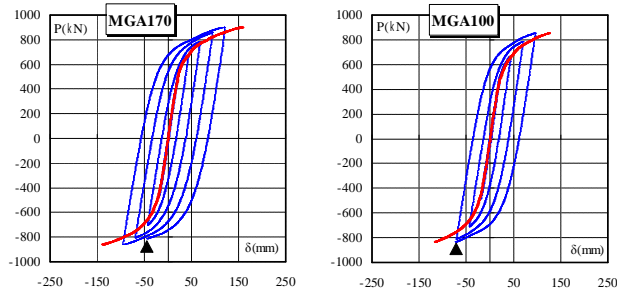


図3 荷重 変位関係及びスケルトン曲線

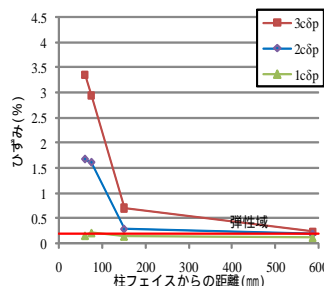


図4(a)材軸方向の歪分布(MG)

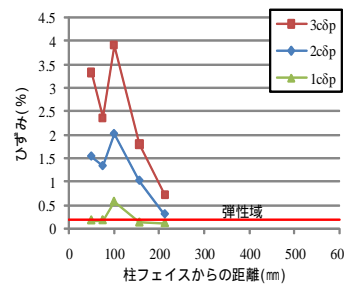


図4(b)材軸方向の歪分布(MGA100)

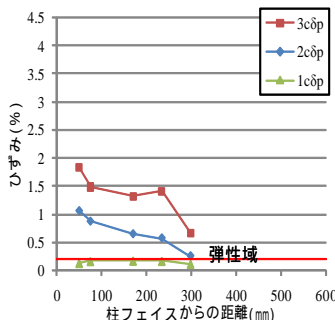


図4(c)材軸方向の歪分布(MGA170)

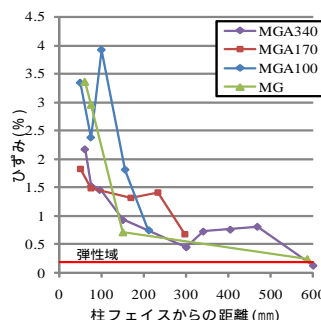


図5 材軸方向の歪分布比較(3c_p)

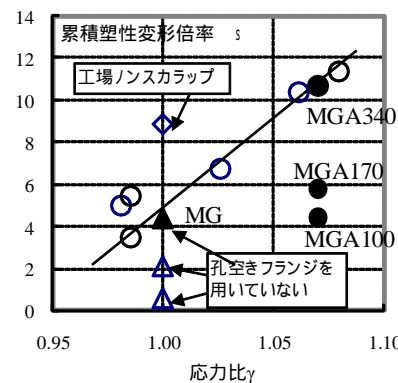


図6 累積塑性変形倍率 s - 応力比 関係

図6 累積塑性変形倍率 s - 応力比 関係