

梁の塑性変形能力に及ぼす溶接欠陥の影響

—その1 開先形状および欠陥位置を因子とした载荷実験—

正会員 ○田中 剛*1

同 上田 遼*2

同 吹田 啓一郎*3

同 津嘉田 敬章*2

同 山根 正寛*4

同 中澤 好道*4

柱梁接合部 溶接欠陥 開先形状
固形エンドタブ 実大载荷実験 塑性変形能力

1. はじめに

固形エンドタブを用いた溶接施工では、溶接初層の始末端位置に溶け込み不良などの欠陥が生じ易い。溶接部初層における欠陥が、工場溶接形式では上下フランジとも外開先となるため、フランジ内面側に入る。一方、現場溶接形式では下フランジの開先形状は内開先となるため、溶接部初層の欠陥はフランジ外面側に入る。内開先の初層欠陥は外開先の場合に比べて、破壊に対して敏感に働くことが指摘されている^{1), 2)}。本報では、この開先形状の違いおよび端部欠陥と中央部欠陥という欠陥位置の相違が梁の塑性変形能力に及ぼす影響を検討するために行った実大载荷実験について報告する。

2. 実験計画

2.1 試験体

試験体形状および寸法を図1に示す。試験体は通しダイアフラム形式の角形鋼管柱にH形断面梁が溶接接合されたT字形試験体である。柱は冷間ロール成形角形鋼管(□-350x350x16 (BCR295))、梁はH形鋼(RH-500x200x10x16 (SN490B))、通しダイアフラムはPL-19 (SN490B)である。本実験では、梁端フランジ溶接部で破壊を生じさせることを目的としているため、梁端部に補剛スチフナを配して、梁フランジおよび梁ウェブの局部座屈を防いでいる。

試験体一覧を表1に示す。実験因子は、開先形状、欠陥長さおよび欠陥位置である。開先形状は図2に示す外開先および内開先であり、図3に示すように溶接初層の端部または中央部にダイアフラムに接して鋼片(5mmx5mm)を設置した上で溶接することにより、人工的な溶け込み不良を設けた。外開先については、無欠陥、端部欠陥(欠陥長さ:15mm)および中央部欠陥(欠陥長さ:30mm)の3体の試験体を製作した。内開先については、無欠陥、端部欠陥(欠陥長さ:5, 10, 15mm)および中央部欠陥(欠陥長さ:30mm)の5体を製作した。開先形状は上下のフランジで同一とし、端部欠陥は各フランジ両端部の計4ヶ所、中央部欠陥は各フランジ中央部の計2ヶ所に挿入した。

梁フランジとダイアフラムの完全溶込み溶接は、半自動CO₂ガスシールドアーク溶接(YGW11, 1.2φ)により行い、溶接始末端部の処理にはL形固形エンドタブを用い、溶接ディテールはノンスカラップ工法とし

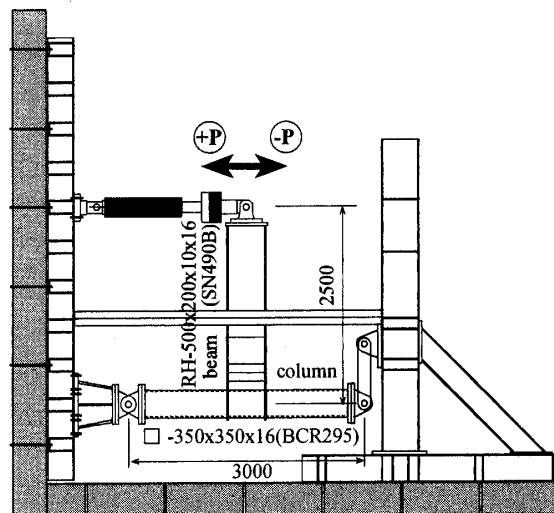


図1 载荷装置

表1 試験体一覧

試験体	開先形状	欠陥高さ	欠陥長さ	欠陥位置
S-N	外開先	無し	無し	無し
S-E-15		5mm	15mm	端部
S-C-30			30mm	中央部
F-N	内開先	無し	無し	無し
F-E-5		5mm	5mm	端部
F-E-10			10mm	
F-E-15			15mm	
F-C-30			30mm	中央部

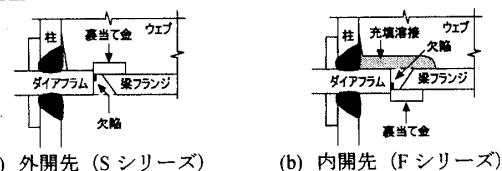


図2 開先形状

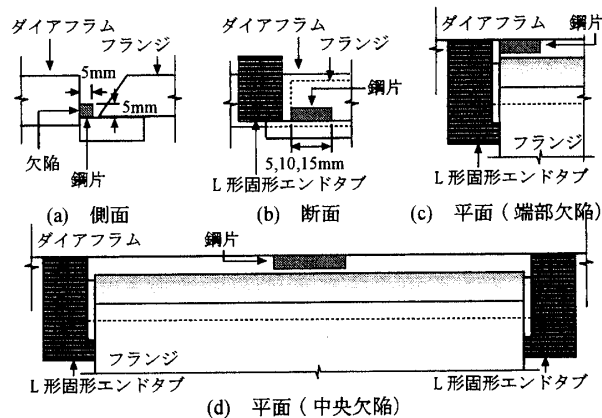


図3 溶接欠陥

Effects of Weld Defect of Beam-to-Column Weld Connections on Plastic Deformation Capacity

Part 1 Tests on Effects of Groove Type and Position of Weld Defect

TANAKA T., UETA R., SUITA K., TSUKADA T., YAMANE M. and NAKAZAWA Y.

た。積層方法は、図4 (a) に示すように4層5パスである。外開先に対しては図4 (b) に示すように最終層の2パスを梁フランジ端部から中央に向けて行い、クレーターが中央部にくるようにした。内開先に対しては、図4 (c) に示すようにいずれのパスでも梁フランジ端部から中央に向けて行い、中央で溶接線を継いでいる。溶接は、電圧を約33V、電流を270A～330Aの条件で行った。入熱量の最大値は、20～26kJ/cmの範囲であった。パス間温度は、溶接金属の強度が母材強度に比べて同程度となることを意図し、450℃で管理した。材料の機械的性質を表2に示す。溶接金属の引張強さとダイアフラムおよび梁フランジの引張強さとの比は、それぞれ1.03および1.04である。

2.2 載荷方法

載荷は、図1に示すように柱の一端をピン治具に、

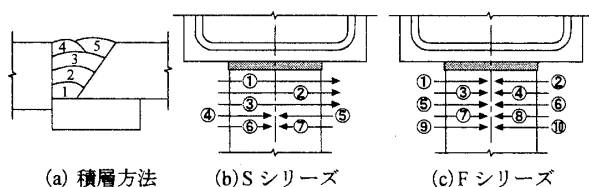


図4 溶接方法

他端をローラ治具に接合し、梁先端に取り付けた油圧ジャッキにより行う。載荷は正負交番漸増繰返し載荷とし、変位振幅は梁の全塑性モーメント M_p に対する弾性相対回転角 θ_p を基準に $\pm 2\theta_p$ および $\pm 4\theta_p$ の変位振幅で各2回ずつ行い、その後、 $\pm 6\theta_p$ の変位振幅で破壊が生じるまで繰返す。

3. 荷重-変形関係

図5に M_p および θ_p で無次元化した梁端モーメント M_m と回転角 θ_m の関係を示す。図中の○は、荷重低下する直前を表している。

4. まとめ

本報(その1)では、実験計画および荷重-変形関係を報告した。なお、参考文献および謝辞は、まとめて(その2)に示す。

表2 機械的性質

試験体	鋼種	σ_y (N/mm ²)	σ_u (N/mm ²)	YR (%)	eu (%)	vE_0 (J)	vTs (℃)
梁フランジ	SN490B	335	525	64	16.2	155	9.3
梁ウェブ	SN490B	375	535	70	16.8	-	-
角形鋼管	BCR295	360	480	75	18.2	-	-
ダイアフラム	SN490B	350	533	66	20.1	129	6.9
溶接金属	YGW11	412	547	75	>18.6	32	19.1

σ_y : 降伏点, σ_u : 引張強さ, YR: 降伏比, eu: 一様伸び
 vE_0 : 0℃でのシャルピー吸収エネルギー, vTs : 破面遷移温度

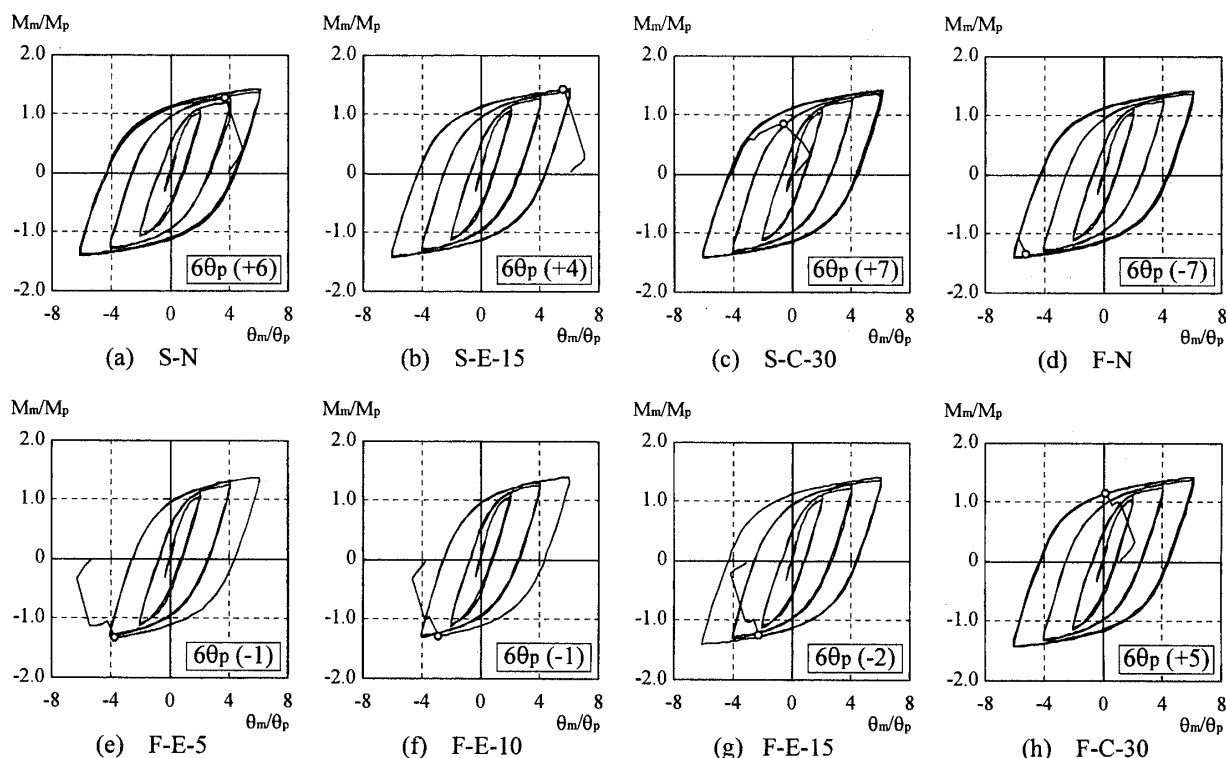


図5 荷重-変形関係

- *1 神戸大学大学院工学研究科建築学専攻・教授・博士(工)
- *2 神戸大学大学院工学研究科建築学専攻・修士課程
- *3 京都大学大学院工学研究科建築学専攻・教授・博士(工)
- *4 ヤマネ鉄工建設(株)

Prof., Dept. of Architecture, Kobe Univ., Dr. Eng
 Graduate Student, Dept. of Architecture, Kobe Univ.
 Prof., Dept. of Architecture and Architectural Eng., Kyoto Univ., Dr. Eng
 Yamane Corporation