

梁端部の溶接欠陥が梁の塑性変形能力に及ぼす影響

—その5 実験計画—

正会員 ○ 田淵基嗣*1 正会員 田中 剛*1 正会員 吉村鉄也*2
同 安井一浩*3 同 石原完爾*4 同 横田和伸*5
同 藤田哲也*6 同 三村麻里*7

実大実験 溶接接合部 塑性変形能力
溶接欠陥

1. まえがき

通しダイアフラム補剛形式で角形鋼管柱に溶接接合される H 形梁の塑性変形能力はエンドタブ形状の影響を受ける¹⁾。一般に採用されている L 形固形エンドタブを用いた溶接施工法では、梁フランジ端のダイアフラム側初層に欠陥が生じ易いことが指摘されている²⁾。筆者らは、この固形エンドタブ特有の溶接欠陥が梁の塑性変形能力に与える影響を調べるため、梁フランジ端に人工欠陥を設けた実大接合部の載荷実験を計画した。前報(その1~その4)では、溶接欠陥の大きさ、梁フランジ材と溶接部強度の影響を調べた³⁾⁴⁾⁵⁾⁶⁾。本報では、梁フランジ、溶接部、ダイアフラムの材料強度の組合せを変化させた実験シリーズにおいて端部欠陥長さを変化させた実大接合部の載荷実験を行い、これらの因子が梁の塑性変形能力に与える影響について検討する。

2. 実験計画

試験体の形状および寸法を図1に示し、試験体一覧を表1に示す。試験体は通しダイアフラム補剛形式の角形鋼管柱に H 形鋼梁が溶接接合された T 形部分骨組である。柱は冷間ロール成形角形鋼管(□-350x350x12:BCR295)，梁は H 形鋼(H-500x200x10x16:SN490B, SS400)，ダイアフラムは PL-19x400x400:(SM490A, SS400)である。表2にダイアフラムと梁の化学成分を示す。本研究では最終的に梁端部で破壊

させることを意図しているため、梁端に補剛スチフナーを配置して、梁フランジ、ウェブの局部座屈を防いだ。溶接は炭酸ガスシールド半自動アーク溶接で、梁フランジとダイアフラムの完全溶込み溶接はノンスラップ工法を採用し、L 形固形エンドタブ(異幅3mm)を使用して、図2に示すように、4層5パスの下向き溶接とした。表3に溶接条件を示す。溶接は電圧を36~38V、電流を300~340Aの条件で行った。ダイアフラム、梁フランジおよび溶接金属の各部の強度比に応じて試験体は3つのシリーズに分かれる。**DBT-M/Mシリーズ**:梁はSN490B, ダイアフラムはSM490A, 溶接ワイヤーとして YGW11 (1.2φ) を使い、溶接金属の強度がダイアフラム、梁フランジより低くなることを意図し、図4(a)に示すような折り返しの連続溶接とした。梁フランジ幅中央で開先側から10mmの位置において熱電対による

表1 試験体一覧

試験体名	梁・ダイアフラム	溶接材料	欠陥長さ	w _{σu} /r _{σu}	w _{σu} /d _{σu}
DBT-M/M-0	梁 SN490B ダイアフラム SM490A	YGW-11 (連続)	0	0.98	0.90
DBT-M/M-5			5mm		
DBT-M/M-10			10mm		
DBT-M/M-15			15mm		
DBT-M/M-20			20mm		
DBT-H/M-0	梁 SN490B ダイアフラム SM490A	YGW-18 (パス間 温度 250°C)	0	1.16	1.06
DBT-H/M-5			5mm		
DBT-H/M-10			10mm		
DBT-H/M-15			15mm		
DBT-H/M-20			20mm		
DBT-M/L-0	梁 SS400 ダイアフラム SS400	YGW-11 (連続)	0	1.11	1.19
DBT-M/L-5			5mm		
DBT-M/L-15			15mm		

w_{σu}: 溶接金属の引張強さ d_{σu}: ダイアフラムの引張強さ
r_{σu}: 梁フランジの引張強さ

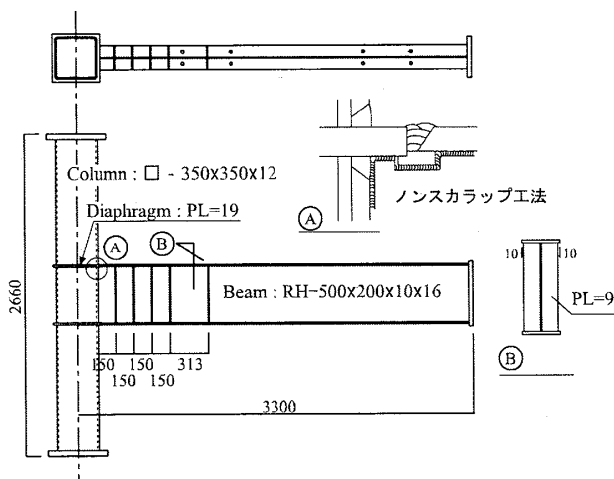


図1 試験体

表2 ダイアフラム、梁の化学成分

		化学成分の含有率 (wt%)						
		C	Si	Mn	P	S	Ceq	Pcm
ダイアフラム	SM490A	0.14	0.21	1.32	0.020	0.006	0.41	0.24
	SS400	0.10	0.22	0.72	0.017	0.009	—	—
梁	SN490B	0.16	0.44	1.36	0.019	0.008	0.41	—
	SS400	—	—	—	0.021	0.017	—	—

り測定した梁フランジ溶接時の温度履歴を図5に示す。連続溶接における最終パスのパス間温度は400~450℃であった。

DBT-H/Mシリーズ: 梁はSN490B, ダイアフラムはSM490A, 溶接ワイヤーとしてYGW18 (1.2φ) を用い, 溶接金属の強度がダイアフラム, 梁フランジより高くなる事を意図し, パス間温度を250℃で管理しながら図4(b)に示すように溶接を行った。

DBT-M/Lシリーズ: ダイアフラムはSS400, 梁はSS400, 溶接ワイヤーとしてYGW11 (1.2φ) を用い, DBT-M/Mシリーズと同様の連続溶接を行い, 溶接金属の強度がダイアフラム, 梁フランジより高くなる事を意図した。

なお, 本試験体では, 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, クレーターは梁フランジ幅中央にできるようにした(図2参照)。これは, 前報⁶⁾において, 梁フランジ端のクレーターが最終的な溶接部の破断に関与していたためである。

各シリーズについて溶接欠陥の大きさを変化させた。溶接欠陥は図6に示すように, 厚さ1mm, 高さ5mmで, 長さ5mm, 10mm, 15mm, 20mmのアルミナ片を, 溶接始末端のダイアフラム側初層にセラミックス接着剤で接着して溶接施工をすることで, 人工的に溶込み不良を再現させた。ここで, 欠陥長さはエンドタブの3mmの余盛部分も含めた長さである。アルミナ片の化学成分を表4に示す。

3. まとめ

本報(その5)では, 実験計画について報告した。

【参考文献】

- 1) 田淵, 田中, 井口: 角形鋼管柱に溶接接合されるH形断面梁の塑性回転能力に与えるエンドタブの影響, 鋼構造論文集第9巻第35号, pp. 1-16, 2002.9
- 2) 石井, 岡本, 石原, 向井, 中込, 森田: 固形エンドタブを用いた溶接部の内部欠陥の特徴, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp. 707-708, 2001
- 3) 吉村, 田淵, 田中: 梁端部の溶接欠陥が梁の塑性変形能力に及ぼす影響—その1 アンダーマッチングの溶接部を対象にした予備実験・実験概要—, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp. 903-904, 2001
- 4) 田中, 田淵, 吉村: 梁端部の溶接欠陥が梁の塑性変形能力に及ぼす影響—その2 アンダーマッチングの溶接部を対象にした予備実験・実験結果—, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp. 905-906, 2001
- 5) 吉村, 田淵, 田中, 安井: 梁端部の溶接欠陥が梁の塑性変形能力に及ぼす影響—その3 欠陥長さによる影響・実験概要—, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp. 673-674, 2002
- 6) 安井, 田淵, 田中, 吉村: 梁端部の溶接欠陥が梁の塑性変形能力に及ぼす影響—その4 欠陥長さによる影響・実験結果—, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp. 675-676, 2002

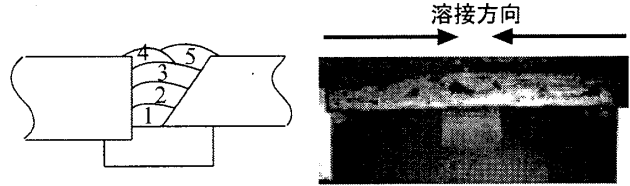


図2 溶接方法

表3 溶接条件

	電流 (A)	電圧 (V)	速度 (cm/min)	入熱量 (kJ/cm)
DBT-M/M シリーズ	300~340	36~37	24~57	11~27
DBT-H/M シリーズ	300~340	36~38	22~45	16~33
DBT-M/L シリーズ	300~325	37~38	24~45	16~28

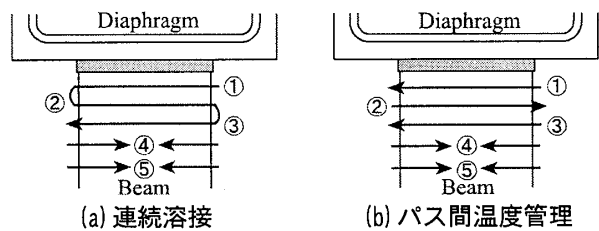


図4 溶接運棒

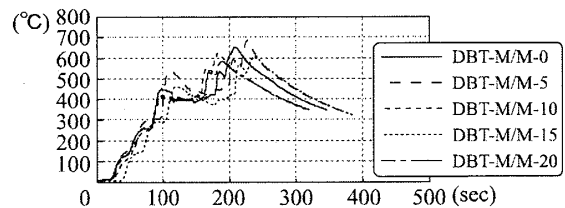


図5 温度履歴

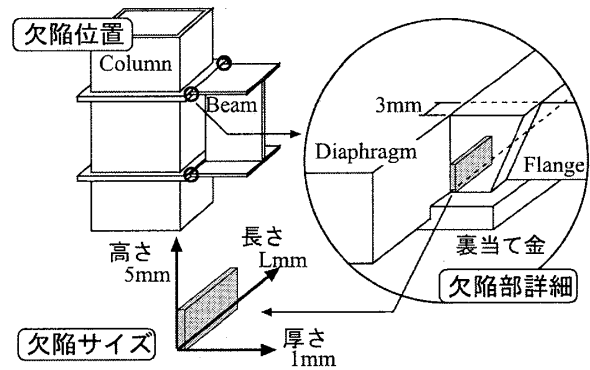


図6 溶接欠陥

表4 アルミナ片の化学成分

	化学成分の含有率 (wt%)							
	Al ₂ O ₃	Na	Ca	K	Si	Fe	Mg	Ti
アルミナ	95.5	0.028	0.029	0.0084	0.023	0.0069	0.13	0.0019

*1 神戸大学
*2 神戸大学大学院(駒井鉄工(株))
*3 神戸大学大学院
*4 NTT都市開発(株)
*5 NTTファシリティーズ(株)

*6 (株)日本設計 工博
*7 (株)竹中工務店

*1 Kobe Univ.
*2 Kobe Univ.(Komai Tekko Inc.)
*3 Kobe Univ.
*4 NTT Urban Development Corp.
*5 NTT Facilities Inc.
*6 Nihonsekkei Inc., Dr.Eng.
*7 Takenaka Corp.