

25度狭開先ロボット溶接を適用した柱端接合部の性能評価
—その6 研究概要および材料試験計画—

狭開先溶接 冷間成形角形鋼管 ロボット溶接
NBFW法

正会員 ○ 見波 進 *¹ 正会員 宗川 陽祐 *²
同 服部 和徳 *³ 同 中野 達也 *⁴

1. 序

鋼構造ラーメン骨組の柱材として汎用される冷間成形角形鋼管(以下,コラム)と通しダイアフラム溶接接合部に適用する25度狭開先ロボット溶接技術の研究開発が行われ,この研究成果に基づき25度狭開先ロボット溶接マニュアル(以下,狭開先マニュアル)¹⁾が刊行された。

前年度は狭開先マニュアル¹⁾で適用範囲に位置付けられていない単関節溶接ロボット, NBFW法の適用効果を把握することを目的として実大3点曲げ実験により,耐力および変形性能の評価から適用効果の検証を行った²⁾。本年度は実大実験における供試材の詳細な材料特性を把

握することを目的として,種々の材料試験を実施する。さらに,材料試験より得られる材料特性を考慮したうえで,破壊性状を検討することを目的として破壊力学手法を導入した有限要素解析を実施する。

2. 実大実験結果²⁾の概要と本研究の位置づけ

表1に主要な実験結果一覧,表2に機械的性質および化学成分(ミルシート値),図1に破面スケッチおよびき裂進展状況を示す。得られた結果はこれらに示したとおりである²⁾。特に,試験体No.2, No.3ともに止端部形状の不連続性は同程度だったことに起因して延性き裂の発生位置および時期は同程度だったが³⁾,その後の破壊性状が

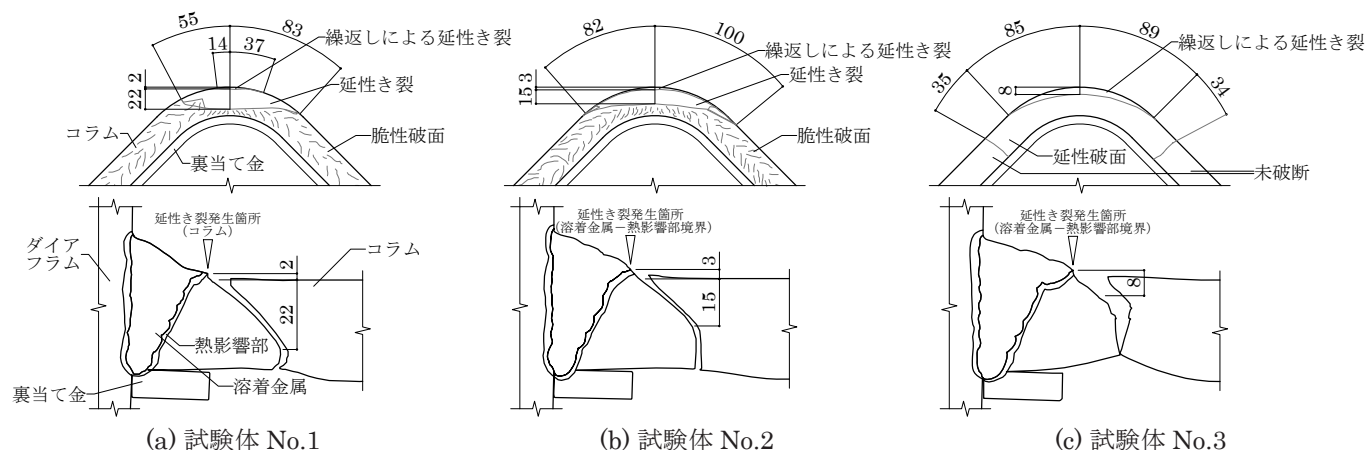


図1 破面スケッチおよびき裂進展状況

表1 主要な実験結果一覧(計算値は素材試験結果に基づき再算出したもの)

No.	鋼種	タイプ	計算値一覧			実験結果一覧													破壊性状	
			ϵP_y (kN)	ϵP_p (kN)	$1/\alpha$	ϵP_y (kN)		ϵP_p (kN)		ϵP_{max} (kN)		α		$\epsilon \eta_A$			$\epsilon \eta_S$			
						+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	Total	+	-		Total
1	BCP325	止端部仕上げ	2602	3909	2.01	4558	4375	5216	5016	6223	6249	1.44	1.45	54.2	59.4	113.6	8.7	9.9	18.5	止端部の延性き裂を起点とする脆性破壊
2		溶接まま				4552	4457	5176	5021	6081	5999	1.41	1.39	39.1	31.4	70.5	7.6	6.7	14.3	
3	BCP325T	NBFW	2697	4052	1.94	4428	4487	4926	4928	5991	6023	1.34	1.34	60.1	57.2	117.4	9.4	9.5	18.9	延性破壊

$\epsilon P_y, \epsilon P_p$: 降伏, 全塑性曲げ耐力計算値, $\epsilon \delta_y, \epsilon \delta_p$: $\epsilon P_y, \epsilon P_p$ に対応する載荷点の弾性変形計算値, α : 等価幅厚比の逆数, $\epsilon P_y, \epsilon P_p$: 降伏, 全塑性曲げ耐力実験値 (Slope factor法により, 接線剛性が初期剛性の1/3, 1/6の際の荷重を定義), ϵP_{max} : 最大荷重実験値, α : 耐力上昇率 ($=\epsilon P_{max}/\epsilon P_p$), $\epsilon \eta_A$: 履歴曲線による累積塑性変形倍率, $\epsilon \eta_S$: 骨格曲線による塑性変形倍率

表2 機械的性質および化学成分(ミルシート値)

供試材	機械的性質				化学成分(%)											
	σ_y (N/mm ²)	σ_u (N/mm ²)	Y.R. (%)	ϵE_0 (J)	C	Si	Mn	P	S	Ni	Mo	V	Cr	N	Ceq	
					$\times 10^2$				$\times 10^3$		$\times 10^2$			$\times 10^4$		$\times 10^2$
BCP325	382	539	70.8	264	15	28	140	10	3	11	1	0	3	31	40	
BCP325T	396	530	74.7	306	16	26	151	7	2	11	0	1	2	32	42	

σ_y : 降伏点, σ_u : 引張強さ, Y.R.: 降伏比, ϵE_0 : 0度シャルピー吸収エネルギー, $Ceq=C+Mn/6+Si/24+Ni/40+Cr/5+Mo/4+V/14$

Evaluation for structural performance of column-end robotic welded connection using 25 degrees narrow groove
- Part 6 Research outline and planning of material test -

MINAMI Susumu, SOKAWA Yosuke, HATTORI Kazunori, NAKANO Tatsuya

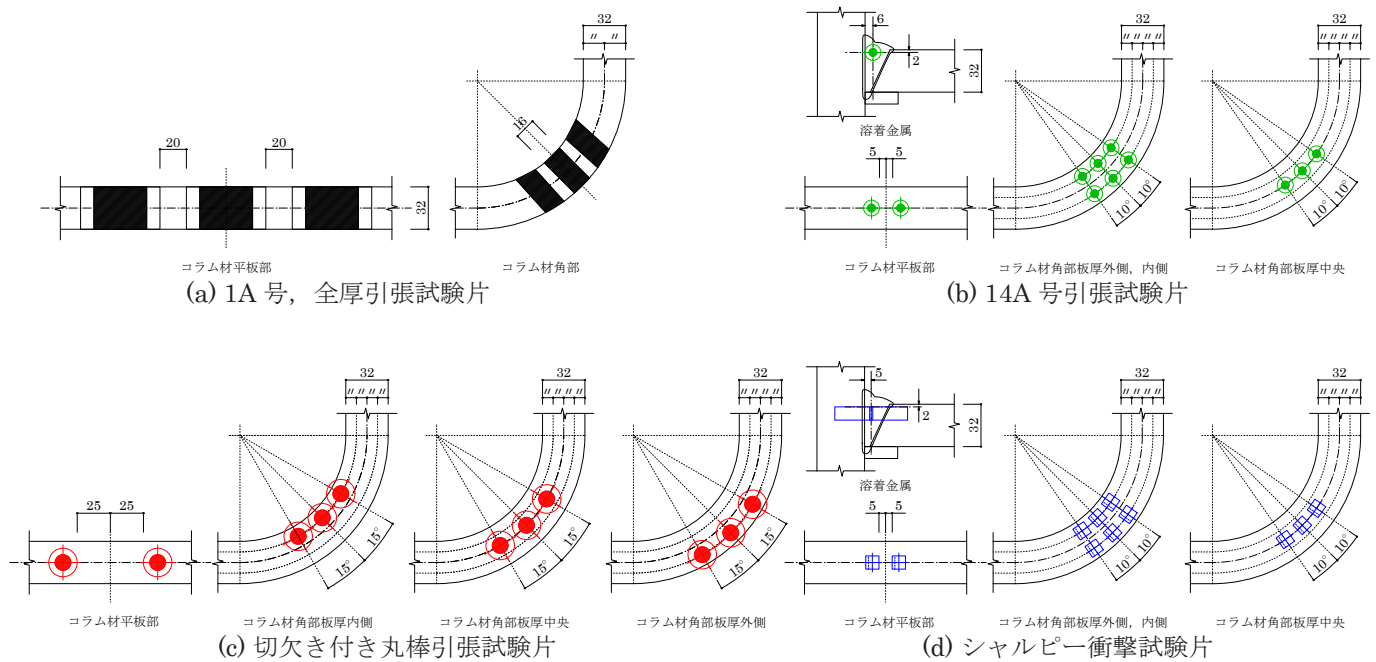


図2 試験片採取位置

大きく異なる結果となった要因は供試材の材料特性にあるものと考えられる。したがって、材料特性および応力・ひずみ状態とき裂先端の破壊条件の関係を解析的に検討することが本研究の重要課題である。

3. 材料試験概要

引張試験、シャルピー衝撃試験、切欠き付き丸棒引張試験、硬さ試験により材料特性の把握を行う。引張試験は引張特性の把握および解析モデルへの反映、シャルピー衝撃試験は材料靱性の把握および切欠き付き丸棒引張試験との対応の確認、切欠き付き丸棒引張試験はその8で詳述する破壊限界応力^{例えは4)}の算出、硬さ試験は局部的な強度の確認と熱影響部の引張特性の推定を目的として実施する。

コラム材の材料試験片は実大試験体²⁾と同一ロット材から採取する。溶接部の材料試験片は、先述した同一ロット材のBCP325を用いて実大試験体と等しい溶接条件で製作した施工実験の試験体から採取する。

図2に引張試験、シャルピー衝撃試験、切欠き付き丸棒引張試験の試験片採取位置を示す。引張試験片は平板部1A号(JIS Z 2241)、角部全厚試験片の他、14A号試験片(JIS Z 2241 φ6mm)を平板部では板厚中央、角部では板厚外側、中央、内側の3箇所から3本ずつ採取し、コラム内の採取位置の違いを確認する。シャルピー試験片(JIS Z 2242 Vノッチ)は-80、-40、0、40、80℃の5温度で各温度に対して2~3本ずつ、切欠き付き丸棒引

張試験片は8本ずつを14A号試験片と同様に各箇所から採取する。

4. 結

本報では本研究の概要および材料試験計画を示した。

謝辞

本研究は、日本鉄鋼連盟ボックスコラム委員会に設置された「25度狭開先ロボット溶接フォローアップWG(主査:中野達也 宇都宮大学・准教授)」における活動の一環として実施したものである。また、日本鉄鋼連盟から鋼構造研究・教育助成事業のご支援を受けた。

実験の実施では、飯田和貴君(元東京電機大学・学部生)、久保達朗君(元東京電機大学・学部生)、矢吹駿平君(元東京電機大学・学部生)、実験および解析の実施では小林宏輝君(宇都宮大学・大学院生)から協力を得た。

ここに記して深甚なる感謝の意を示す。

参考文献

- 1) 日本鋼構造協会: 25度狭開先ロボット溶接マニュアル-冷間成形形鋼管と通しダイヤフラム接合部への適用-, 2013.10
- 2) 見波進, 服部和徳, 宗川陽祐, 中野達也, 早坂和美, 増田浩志, 本宮弘大: 25度狭開先ロボット溶接を適用した柱端接合部の性能評価-その1-5, 日本建築学会大会学術講演会梗概集, 材料施工, pp.1155-1164, 2016.9
- 3) 宗川陽祐, 中野達也, 見波進, 服部和徳, 増田浩志: 25度狭開先によるコラムの破壊性状に着目した有限要素解析, 日本鋼構造協会年次論文報告集, 第24巻, pp.169-175, 2016.11
- 4) BEREMIN, F.M.: A Local Criterion for Cleavage Fracture of a Nuclear Pressure Vessel Steel, Metallurgical Transactions, Volume 14A, pp.2277-2287, 1983.11

* 1 東京電機大学理工学部 教授・博士(工学), * 2 宇都宮大学大学院工学研究科 大学院生・修士(工学), * 3 一般財団法人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 宇都宮大学地域デザイン科学部 准教授・博士(工学)

* 1 Prof., School of Science and Eng., Tokyo Denki Univ., Dr. Eng., * 2 Graduate student, Graduate school of Eng., Utsunomiya Univ., M. Eng., * 3 Tsukuba Building Test Laboratory of Center for Better Living, Dr. Eng., * 4 Assoc. Prof., Faculty of regional design, Utsunomiya Univ., Dr. Eng.