

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3 実験結果および変形性能評価—

狭開先溶接 冷間成形角形鋼管 ロボット溶接
溶接止端 NBFW法 載荷実験

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

1. 序

本報では実験結果について述べる。

2. 実験結果

その1の表1には主要な実験結果一覧を示しており、図1に荷重変形関係、図2に履歴曲線から抽出した破断もしくは加力終了時を含む加力方向の骨格曲線、写真1に終局状況外観、写真2に破断面を示す。図1の縦軸Pは左右のジャッキ先端に取りつくロードセルから得られる反力の和であり、図中には延性き裂発生確認時を▽、脆性破壊発生時を▼で併記している。図2は全塑性計算値 cP_p および $c\delta_p$ で無次元化している。図1より、全試験体で安定した紡錘形の復元力特性を示していることがわかる。試験体No.1, No.2は、コラム角部外側の溶接止端部近傍で延性き裂が発生し、母材方向に進展した後に脆性破断を生じて終局状態に至っている。試験体No.3は試験体No.1, No.2と同様に止端部近傍で延性き裂が発生したが、母材方向に進展した延性き裂が押切り載荷時においても脆性破壊に転化することなく緩やかな荷重低下が生じた

ため、載荷終了とした。延性き裂の発生は、試験体No.1が $-6c\delta_p$ の1回目、試験体No.2が $+4c\delta_p$ の1回目、試験体No.3が $+4c\delta_p$ の2回目に目視により確認している。脆性破壊は試験体No.1が $-8c\delta_p$ の2回目、試験体No.2が $+8c\delta_p$ の1回目に生じている。

3. 変形性能評価

図3に変形性能の比較を示す。(a)は履歴曲線による累積塑性変形倍率 $e\eta_A$ 、(b)は骨格曲線による塑性変形倍率 $e\eta_S$ である。図中には履歴曲線に対する必要塑性変形倍率 $c\eta_A$ 、骨格曲線に対する必要塑性変形倍率 $c\eta_S$ ⁷⁾、多関節溶接ロボットで狭開先溶接技術を適用した既往の実験結果²⁾を併記しており、鋼種はBCP325、コラムサイズは本実験と同様である。CP-1は溶接まま、CP-2, CP-3はコラム角部内側の溶接初層部に形状欠陥が存在し、CP-2にはグラインダーによる溶接止端部の仕上げ加工を施している試験体であり、いずれの試験体もコラム角部外側の溶接止端部を起点として破壊が生じている。 $e\eta_A$ について、要求性能を十分に満たしている。 $e\eta_S$ について、試験体

▽：延性き裂を目視で確認 ▼：脆性破壊発生

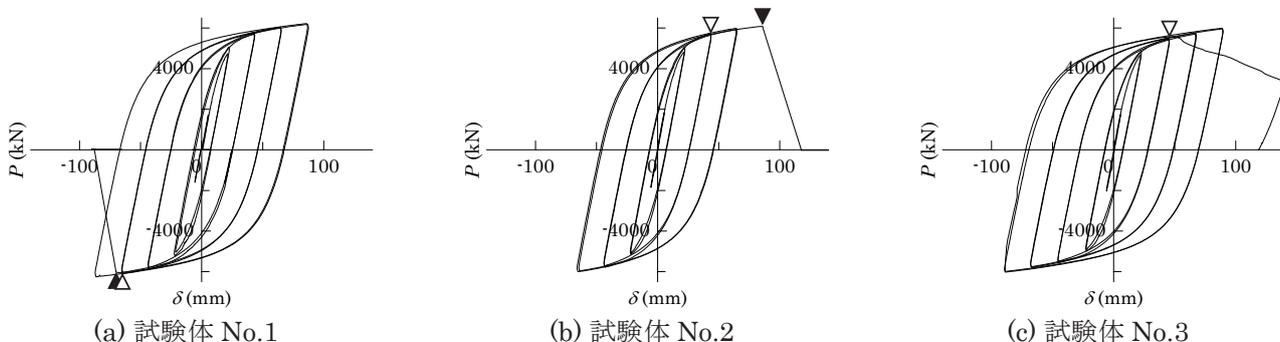


図1 荷重変形関係



(a) 試験体 No.1



(b) 試験体 No.2



(c) 試験体 No.3

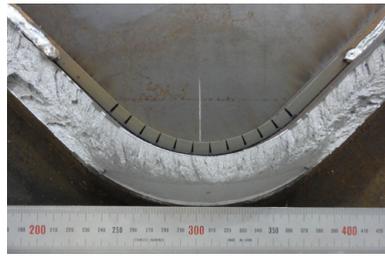
写真1 終局状況外観

Evaluation for structural performance of column-end robotic welded connection using 25 degrees narrow groove
- Part 3 The results of loading test and evaluation for deformation Capacity -

HATTORI Kazunori, MINAMI Susumu, SOKAWA Yosuke, NAKANO Tatsuya



(a) 試験体 No.1



(b) 試験体 No.2
写真 2 破断面



(c) 試験体 No.3

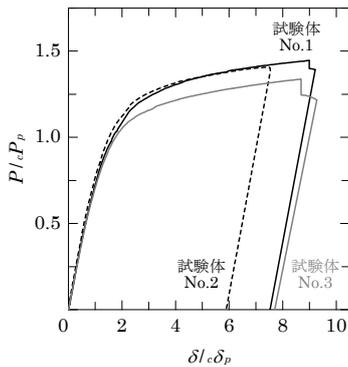
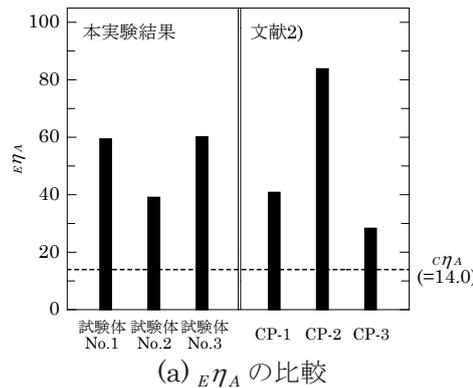
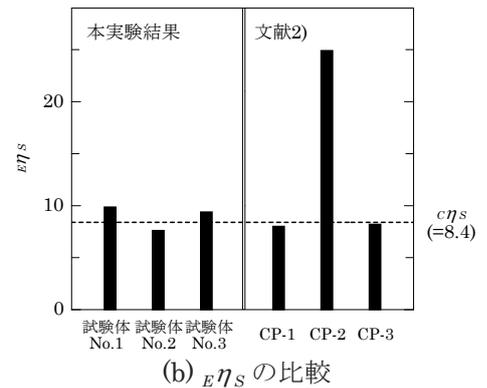


図 2 骨格曲線



(a) $E\eta_A$ の比較



(b) $E\eta_S$ の比較

図 3 変形性能比較

No.2 はわずかに要求性能を下回ってはいるものの、既往の実験と概ね同等の結果となっている。

4. 既往の実験データとの比較

$E\eta_A$ について、図 4 に既往の実験データ^{2), 4)} との比較を示す。横軸は等価幅厚比 α の逆数 (表 1 (その 1) 参照) である。本実験の実験結果は柱部材の要求性能を十分に満たしている。BCP325 について、溶接ままの試験体 No.2 は CP-1, CP-3 と同等の結果となっている。また、止端部にグラインダー仕上げ加工が施されている試験体 No.1 は既往の実験結果 (■プロット)⁴⁾ と同等の結果となっている。BCP325T について、試験体 No.3 は既往の実験結果 (◆プロット)⁴⁾ と同等の結果となっている。以上より、単関節溶接ロボットを使用しても同等の塑性変形性能を保持していることを確認し、NBFW 法を用いた場合でも同等の結果が得られることを確認した。

5. 結

本研究では 25 度狭開先ロボット溶接技術を適用した冷間成形角形鋼管柱と通しダイヤフラム溶接接合部の保有性能を評価するため実大曲げ試験を行った。得られた知見を以下に要約する。

- [1] 25 度狭開先単関節溶接ロボットにより溶接施工された試験体は、25 度狭開先多関節溶接ロボットによる既往の実験結果²⁾ と同等の塑性変形性能を有している。

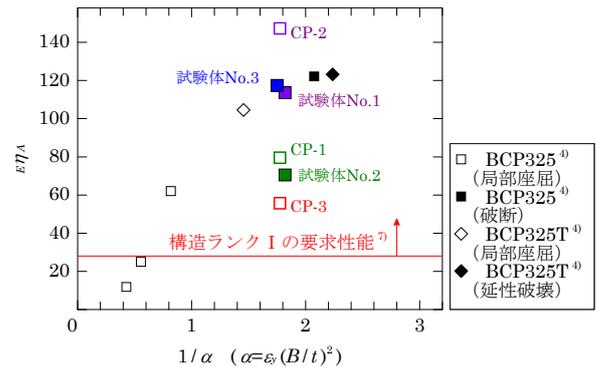


図 4 既往の実験結果との比較

- [2] 角部溶接止端部に仕上げ加工を施した試験体 No.1 について、既往の知見と同様に止端部の応力・ひずみ集中が緩和されたことで、仕上げなしの試験体 No.2 に対して塑性変形性能が向上する結果が得られた。
- [3] 試験体 No.1, No.2 は、延性き裂が母材方向に進展した後、脆性破壊に転化して終局を状況を迎えた。これに対し、NBFW 法を適用した試験体 No.3 は脆性破壊に転化することなく終局状況に至った。このことに起因して、試験体 No.3 は延性き裂の発生時期は溶接ままの試験体 No.2 と大差がなかったが塑性変形性能は止端部仕上げを施した試験体 No.1 と同等となった。

参考文献

その 2 にまとめて示している。

* 1 一般財団法人ベターリビングつくば建築研究センター、* 2 東京電機大学理工学部 教授・博士 (工学)、* 3 宇都宮大学大学院工学研究科 大学院生・修士 (工学)、* 4 宇都宮大学大学院工学研究科 准教授・博士 (工学)

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