

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5 実験結果との対応および考察-

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 有限要素解析

正会員 ○ 本宮 弘大 *¹ 同 宗川 陽祐 *²
同 中野 達也 *³ 同 見波 進 *⁴
同 服部 和徳 *⁵ 同 増田 浩志 *⁶

1. 序

本報では前報に引き続き解析結果を述べる。

2. 延性き裂の発生条件

コラム角部外側の溶接止端部近傍における応力・ひずみ状態から延性き裂の発生条件を検討する。図1に延性き裂駆動力 D と R の関係を示す。 D は文献4) の延性き裂発生条件式より次式で与えられる。

$$D = \frac{\epsilon_{eq} \tau^2}{\epsilon_u} \quad (2)$$

データの抽出は節点 P1, P2 に隣接する要素から行っている。 R_{dc} はいずれかの要素の D が 1 となる時の R である。図1より, A-1 では止端部近傍の形状不連続が小さいことで DEPO-HAZ 境界の節点 P1 付近の延性き裂に対する感度が抑制され, HAZ-BM 境界の要素 P2B が先行して R_{dc} に達する結果となっている。A-2 および A-3 では要素 P1D が先行して R_{dc} に達する結果となっており, R_{dc} は A-3 の方が A-2 より若干大きい。写真1に本研究の実大曲げ実験で終局状況を迎えた試験体の角部断面マクロを示す。実験においても延性き裂の発生位置は, 試験体 No.1 が HAZ-BM 境界, 試験体 No.2, 3 は DEPO-HAZ 境界であり, 試験体 No.2, 3, 1 の順に確認されている。このことから, 延性き裂の発生条件に関しては解析で実験の傾向を捉えることができている。

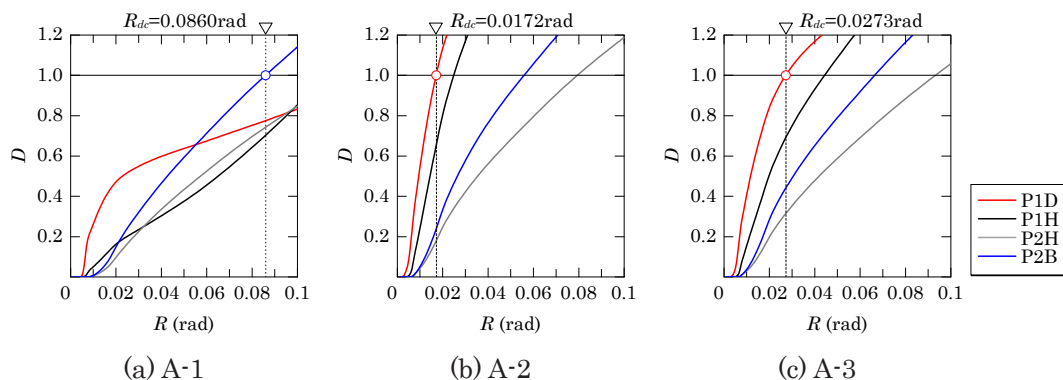
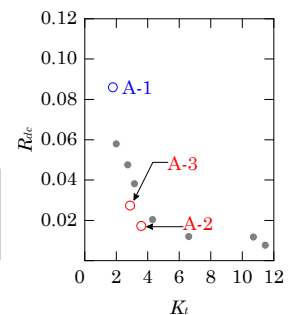
図2に R_{dc} と K_t の関係を示す。図中には本解析とコラム形状および材料特性が同条件であり, 止端部形状をパラ

メーターとした既往の解析結果³⁾を●プロットで併記している。本解析結果から, K_t が小さいほど R_{dc} は大きく, 既往の解析結果と同様の傾向となっていることがわかる。また, 文献2) の結果の範囲を大きく逸脱する結果となつてはならず, 延性き裂の発生条件に関しては K_t により概ね評価が可能であると考えられる。

3. 延性き裂発生駆動力の分布とき裂進展方向の対応

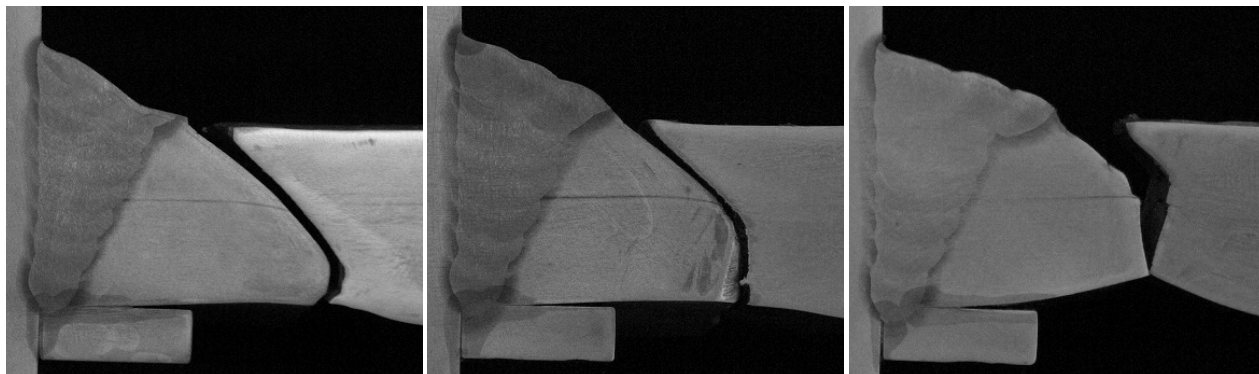
図3にコラム角部断面の溶接部近傍における D の分布を示す。 D を抽出する際にはコラム角部断面の各材料特性の ϵ_u をエリア毎に設定しており, 図中には写真1で示した角部断面マクロをトレースしたき裂の進展経路を併せて示している。結果の抽出は R_{dc} 時に行っている。全体的な挙動として, 溶接止端部近傍で D は 1 に達し, 外側止端部から内側母材方向にかけて減少するように分布している。今後, 試験体の材料特性分布を反映するモデルで再検討する必要はあるものの, D の分布は実験で確認されたき裂の進展位置との対応が良く, 延性き裂の進展方向は D の分布により概ね再現可能であると考えられる。

D の詳細な分布状況について, A-2 および A-3 は DEPO-HAZ 境界において D が局所的に 1 に近い値を示すことで R_{dc} に達している。これに対し, A-1 は DEPO, HAZ, BM の広い範囲において D が 1 に近い値を示している。これは A-1 の止端部における形状不連続が小さく, 応力・ひずみ集中が緩和されていることに加え, 応力再配分が生じていることに起因して, 止端部近傍で比

図1 $D - R$ 関係図2 $R_{dc} - K_t$ 関係

Evaluation for structural performance of column-end robotic welded connection using 25 degrees narrow groove
- Part 5 Correspondence with test results and consideration of analytical results -

HONMIYA Kodai, SOKAWA Yosuke, NAKANO Tatsuya, MINAMI Susumu, HATTORI Kazunori, MASUDA Hiroshi

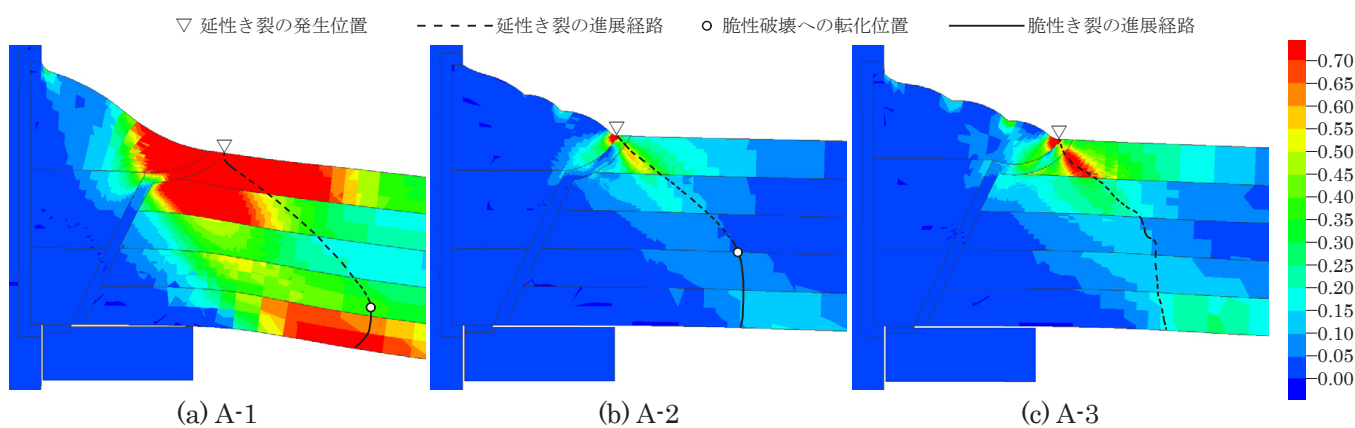


(a) 試験体 No.1

(b) 試験体 No.2

(c) 試験体 No.3

写真1 角部断面マクロ



(a) A-1

(b) A-2

(c) A-3

図3 R_{dc} 時の D 分布

較的均等に応力・ひずみが増大するためである。このため、前報にも示した通り、試験体 No.1 で延性き裂の発生箇所が複数存在している状況については、本解析結果により説明できる。

4. 結

本報ではその 1~3 の実験結果に対して、有限要素解析により破壊起点近傍の応力・ひずみ状態の比較を行った。以下に得られた知見を要約する。

- [1] 止端部形状より算定される応力集中係数が小さいほどコラム溶接止端部における延性き裂発生条件時のコラム部材角が大きくなる既往の知見²⁾と一致する傾向となった。
- [2] 延性き裂の発生時期に関して、本研究の実験と一致する傾向となった。また、発生位置に関して、実験と同位置で延性き裂発生条件に達する結果となった。
- [3] 延性き裂発生駆動力分布は実験で確認された延性き裂

進展方向と良い対応を示した。

参考文献

- 1) 辻勇：非荷重伝達型すみ肉溶接継手の止端部の応力集中係数の推定式，西武造船学会会報，第 80 巻，pp.241-251，1990.8
- 2) 宗川陽祐，中野達也：25 度狭開先溶接部におけるコラム角部溶接止端部の応力・ひずみ状態とコラムの変形性能—鉄骨造建築物の安全性向上に資する新自動溶接技術の開発（その 22）—，日本建築学会大会学術講演会梗概集，材料施工，pp.1023-1024，2014.9
- 3) 高木峻一，中野達也，岡本晴仁：25 度狭開先ロボット溶接部の応力・ひずみ状態とクリティカルポイント（その 1）—鉄骨造建築物の安全性向上に資する新自動溶接技術の開発（その 6）—，日本建築学会大会学術講演会梗概集，材料施工，pp.1065-1066，2011.9
- 4) 桑村仁，山本恵市：三軸応力状態における構造用鋼材の延性き裂発生条件，日本建築学会構造系論文集，第 477 号，pp.129-135，1995.11

* 1 東京電機大学大学院 大学院生，* 2 宇都宮大学大学院工学研究科 大学院生・修士（工学），* 3 宇都宮大学大学院工学研究科 准教授・博士（工学），* 4 東京電機大学理工学部 教授・博士（工学），* 5 一般財団法人ベターリビングつくば建築研究センター，* 6 宇都宮大学大学院工学研究科 教授・博士（工学）

* 1 Graduate student, Graduate school of Science and Eng., Tokyo Denki Univ., * 2 Graduate student, Graduate school of Eng., Utsunomiya Univ., M. Eng. * 3 Assoc. Prof., Graduate School of Eng., Utsunomiya Univ., Dr. Eng., * 4 Prof., School of Science and Eng., Tokyo Denki Univ., Dr. Eng., * 5 Tsukuba Building Test Laboratory of Center for Better Living, Dr. Eng., * 6 Prof., Graduate School of Eng., Utsunomiya Univ., Dr. Eng.