

非対称な溶接未溶着部が鋼製橋脚の延性き裂発生に与える影響の再検討

名城大学大学院 学生会員 ○羽田 新輝 学生会員 森 翔吾
 名城大学 加藤 弘務
 名城大学 正会員 葛 漢彬

1. 序論

近年、溶接構造物の施工時における溶接欠陥（未溶着）の内在が問題視されてきており、種々の実験的および解析的研究により、溶接部に内在する溶接未溶着の高さが地震時における延性き裂発生・進展に与える影響が明らかにされつつある。本研究ではこれまでに、実験的研究¹⁾において確認された溶接未溶着部を成形する際の偏りが延性き裂発生に与える影響について、解析的検討²⁾を行ってきた。

本研究では更に詳細な未溶着部の偏りによる影響を検証するために、文献2)に引き続き、鋼橋橋脚の隅角部を模擬した実験供試体を *solid* 要素で新たに4体(表-1)モデル化して解析を行った。そして、解析より出力されたひずみの値から損傷度評価式による延性き裂発生予測を行うことで未溶着の偏りが延性き裂発生に与える影響について解析的に検討した。

2. 解析モデル

解析モデルの概要を図-1に示す。メッシュの分割は隅角部のメッシュサイズが $2\text{mm} \times 2\text{mm} \times 2\text{mm}$ となるように分割し、未溶着部周りのメッシュサイズは $0.5\text{mm} \times 0.5\text{mm} \times 0.5\text{mm}$ とした。境界条件については梁部下端を完全固定とし、柱中心の断面が X 軸対称となるように設定した。材料構成則はバイリニア型移動硬化則を用いた。この解析モデルの頂部に強制変位 δ を与えることで解析を行った。

本研究では、文献2)と同様に、未溶着部が図-2に示すような、供試体内側方向に未溶着部が偏ったモデル(図-2(a))および外側方向に偏ったモデル(図-2(b))を作成した。なお、今回は紙面の都合上、未溶着が板厚の中心にあるケースと外側方向に偏ったケースの結果と考察を示す。

本研究での解析モデルの主要なパラメータは、板厚 $t=12\text{mm}$ 、溶接未溶着高さ $a=5\text{mm}$ 、フィレット半径 $R=15\text{mm}$ 、溶接脚長 $s=5\text{mm}$ となっている。

キーワード：鋼製橋脚、溶接未溶着部、*solid* 解析、損傷度評価式

連絡先：〒468-8502 名古屋市天白区塩釜口 1-501 名城大学理工学部社会基盤デザイン工学科 TEL 052-838-2342

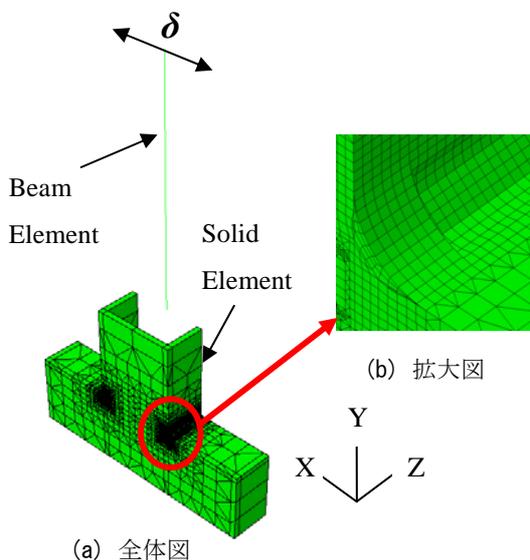


図-1 解析モデル概要図

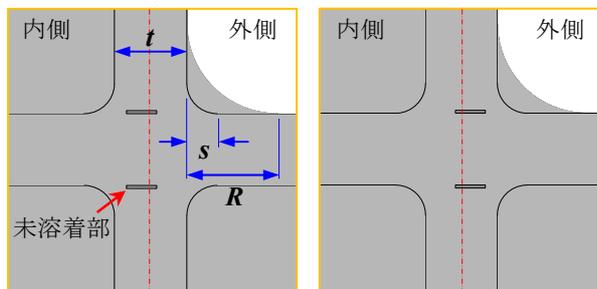


図-2 十字継手部における非対称な溶接未溶着

表-1 解析モデル寸法 (mm)

モデル No.	a	s	t	R	偏り
1	5	5	12	15	内側 : 0.5
2					内側 : 1.0
3					外側 : 0.5
4					外側 : 1.0

Note: a =未溶着高さ, s =溶接脚長, t =板厚, R =フィレット半径

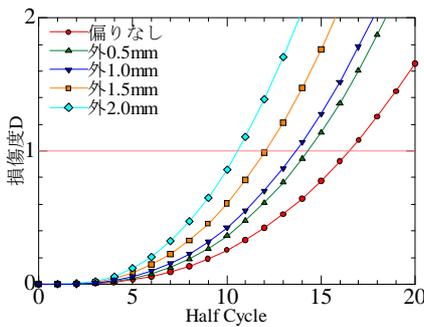


図-3 損傷履歴(溶接ビード表面)

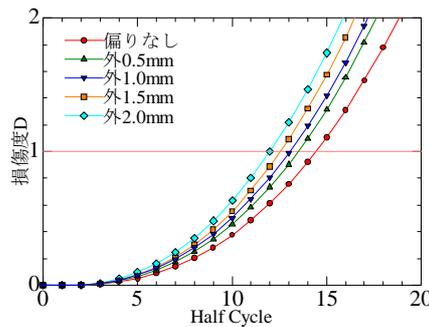


図-4 損傷履歴(未溶着端部)

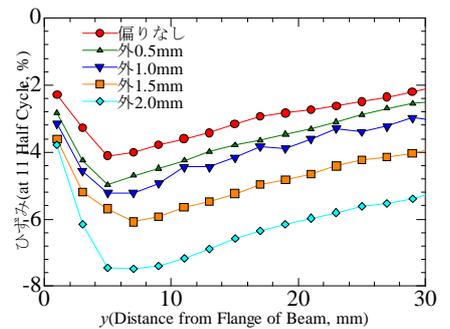


図-5 溶接上端部におけるひずみ分布

3. 損傷度評価式

本研究では、Miner 則および Manson-Coffin 則に基づく損傷度評価式 D を用いて延性き裂発生を解析的に評価する。

$$D = C \sum (\varepsilon_{pr})^m \quad (1)$$

ここで、 C 、 m は単柱式鋼製橋脚の実験結果をもとに得られたもので、SM490YA 鋼材で製作された供試体の場合 $C=9.69$ 、 $m=1.862$ となっている。 ε_{pr} は塑性ひずみ範囲である。なお、塑性ひずみの抽出法にはレンジ法を用いた。 $D=1$ となった時点での Half Cycle を解析による予測延性き裂発生点とする。なお、損傷度による延性き裂発生評価はひずみの集中が予想される溶接ビード表面と未溶着端部より行った。

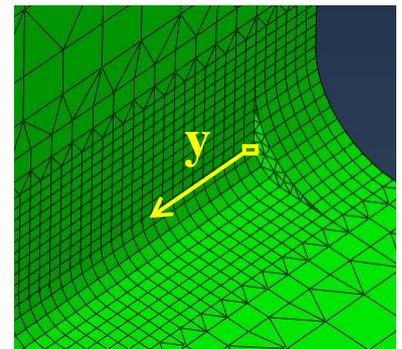


図-6 溶接ビード部拡大図

4. 解析結果

図-3 に各モデルの溶接ビード表面において、ひずみが最も卓越した要素より算出した損傷度の履歴を示す。同図をみると、溶接未溶着部が外側に 0.5mm 偏るだけで、2Half Cycle 程度予測延性き裂の発生が早くなっていることがわかる。次に図-4 に未溶着端部の要素から算出した損傷履歴曲線を示す。未溶着端部での予測延性き裂の発生も溶接ビード表面と同様に、未溶着が外側に偏ることでき裂の発生が遅れる傾向がみられるが、溶接ビード表面に比べて未溶着の偏りによる延性き裂の発生にそれほど差は生じていないことが確認できる。

図-5 に溶接上端部におけるひずみの分布図を示す。なお、ひずみの出力は図-6 のようにウェブ板とフランジ板の境界から溶接部の上端を沿うようにして出力した。図-5 をみると、未溶着の偏りの有無に関わらずひずみはウェブ板から 5mm 程度離れた位置で集中し、それ以降、フランジ中央に向かうに連れて、軸ひずみが小さくなる傾向がみられる。

5. 結論

本研究では、前報²⁾の補足として未溶着の偏りを変えて数値計算を行い、解析の結果を示した。その結果、溶接未溶着部が外側へ若干でも偏った場合、溶接ビード表面における予測延性き裂の発生が早まることを確認した。

参考文献

- 1) 羽田新輝, 葛漢彬, 速水景, 鈴木俊光: 溶接脚長および溶け込み深さが鋼製橋脚隅角部の延性き裂発生・進展に及ぼす影響, 第 32 回土木学会地震工学研究発表会講演論文集, 論文番号 3-276, 2012.10.
- 2) 羽田新輝, 山本和輝, 森翔吾, 葛漢彬: 非対称な溶接未溶着を有する鋼はり一柱接合部の耐震解析, 平成 24 年度土木学会中部支部研究発表会, I-23, 2013.3