

レ型突合溶接鋼部材の材料特性に関する実験研究

名城大学大学院

学生会員

○劉

巖

名城大学

学生会員

厚地

政哉

名城大学

フェロー

葛

漢彬

1. 序論

1995 年の兵庫県南部地震では、多くの鋼構造物にて脆性的な破壊が生じた。鋼構造物の部材接合には、溶接が広く利用されており、溶接部のような低靱性部には過大な引張応力が作用し、溶接欠陥または切り欠き等の初期欠陥からの延性き裂発生により脆性的な破壊が生じると考えられている^{1), 2)}。しかしながら、この損傷メカニズムは完全に解明されてはおらず、効果的かつ統一された評価方法は未だ開発されていない。

本研究では、溶接構造物の破壊評価手法の開発に必要な材料特性を取得するために、レ型開先溶接を有する平板を用いて引張試験を行うことで、母材、溶接部および熱影響部の材料特性を明らかにする。

2. 実験概要

本研究で用いた試験片は、鋼種 SM490YB、板厚 12mm である。試験片は、一般的に多くの鋼構造の部材溶接に用いられている突合せ溶接を用いた鋼板より製作している。溶接材料は軟鋼 YM-55C、溶接方法は CO2 自動溶接の下向き、9 層 22 パスである。溶接施工図を図-1、試験片寸法図を図-2 に示す。試験片は切り欠きを有するもの（NWFB）と切り欠きを有しないもの（UNWFB）計二種類を用いる。ひずみゲージを貼るために、試験片の表面を研磨し、マクロ出しすることで溶接部を確認した。引張試験には、荷重±500kN、変位±75mm 範囲まで制御可能な MTS 試験機を用いて、荷重と変位（標点間距離 200mm の伸びをオーム型変位計により測定）のデータを破断まで取得した。載荷方法は単調載荷にて破断まで載荷する。また、実験中は、試験機の正面にカメラを設置することで、ネッキングから破断までの試験片の様子を撮影した。

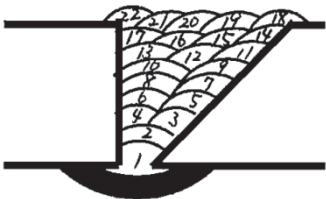
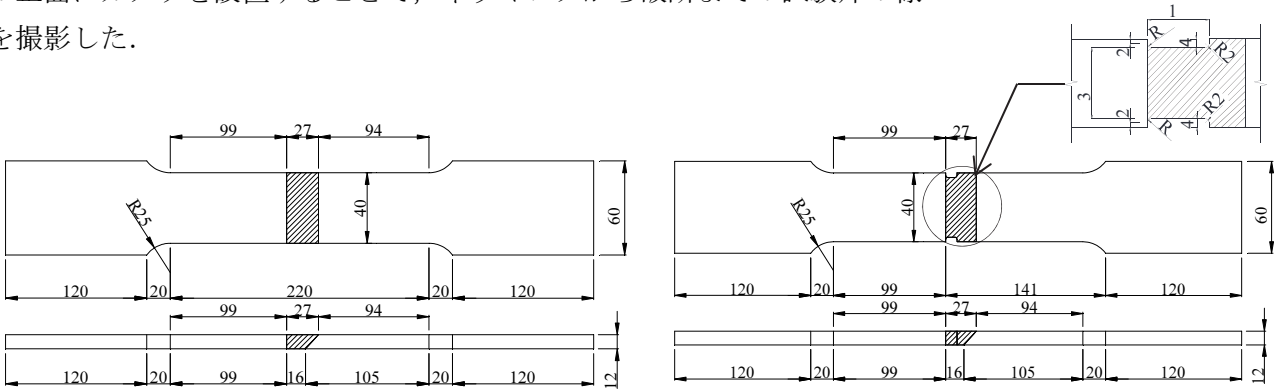


図-1 溶接施工図



(a) 切り欠きを有しない溶接平板 (b) 切り欠きを有する溶接平板

図-2 試験片寸法(単位:mm)

表-1 実験結果

試験片	破断変位 (mm)	破断荷重 (kN)	最大荷重 (kN)	最小断面積 (mm ²)	破断箇所
UNWFB-1	37.0	181.6	242.3	474.2	母材部
UNWFB-2	39.1	177.1	242.8	476.0	母材部
NWFB-1	24.1	177.2	237.5	383.9	熱影響部－母材部
NWFB-2	23.4	141.2	236.3	382.5	熱影響部－母材部

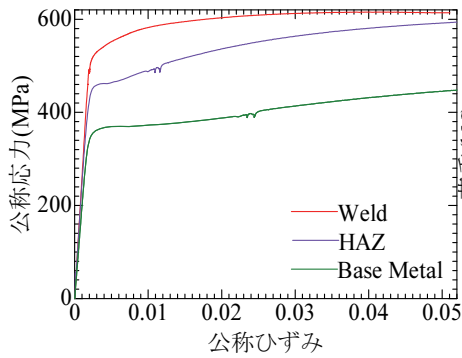
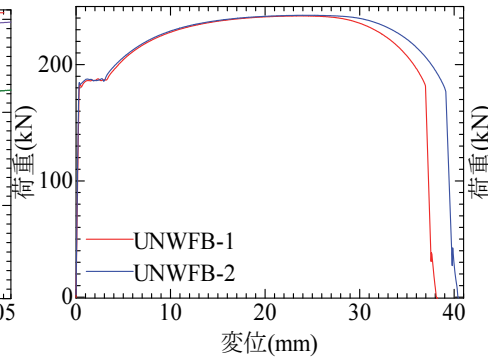
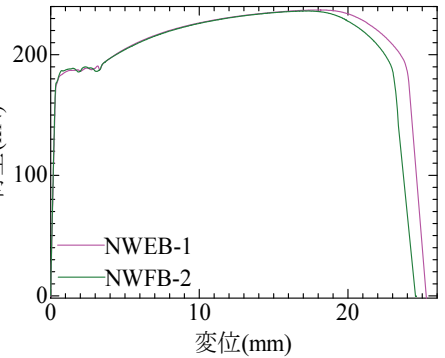


図-3 NWFB-2 の応力-ひずみ曲線

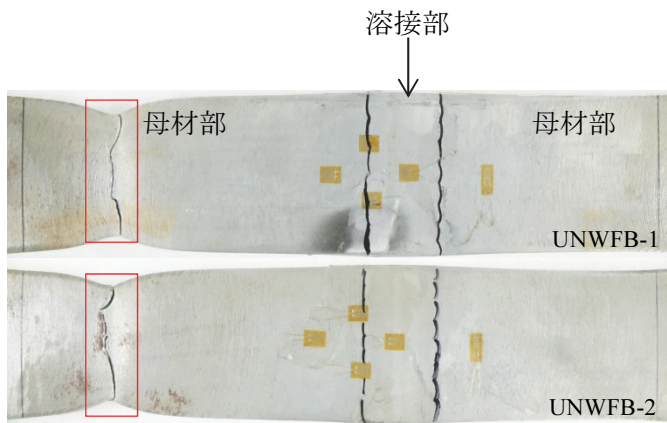


(a) 切り欠きを有しない

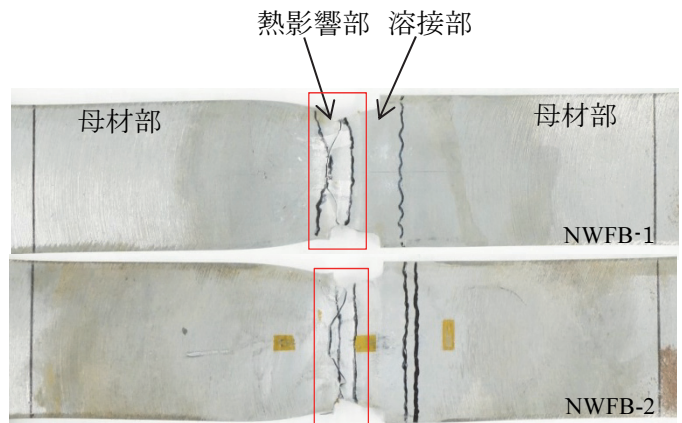


(b) 切り欠きを有する

図-4 荷重-変位曲線



(a) 切り欠きを有しない溶接平板



(b) 切り欠きを有する溶接平板

図-5 破断箇所

3. 実験結果

本実験の実験結果を表-1 に示す. 図-3 に切り欠きを有する溶接平板 NWFB-2 における母材 (Base Metal), 熱影響部 (HAZ), 溶接部 (Weld) の応力-ひずみ曲線を示す. 母材部の降伏ひずみ $\varepsilon_y^{BM}=0.006$, 降伏応力 $\sigma_{st}^{BM}=370\text{MPa}$ のとき, $\varepsilon = \varepsilon_y^{BM}$ に対応する熱影響部と溶接部の応力 $\sigma^{HAZ}=468\text{MPa}$, $\sigma^W=561\text{MPa}$ である. また, ひずみ硬化開始時のひずみ $\varepsilon_{st}^{BM}=0.0244$, 応力 $\sigma_{st}^{BM}=389\text{MPa}$ を基準とし, 溶接部と熱影響部の $\varepsilon_{st}=0.0244$ 時点の応力を確認すると, 溶接部の応力は $\sigma_{st}^W=608\text{MPa}$, 熱影響部の応力 $\sigma_{st}^{HAZ}=550\text{MPa}$ であった. この結果より, 母材の降伏棚を超えれば, 溶接部と熱影響部の強度は母材の 1.41 倍以上の差がある.

図-4 に切り欠きなしとありの溶接平板の荷重-変位曲線を示す. 図-5 に示す溶接平板の破断箇所を見ると, 切り欠きを有しない溶接平板 (図-5(a)) は試験片下部の母材部で破断した. 本研究は溶接部および熱影響部の材料特性を得ることであるため, 溶接部に切り欠きを設けた. 溶接切り欠きを有する溶接平板 (図-5(b)) は熱影響部-母材部で破断したことが確認できる.

4. あとがき

本研究では, レ形開先溶接鋼材の引張試験より, 溶接部と熱影響部の材料特性を明らかにした. 今後, 数値解析により溶接鋼部材の延性き裂発生メカニズムを解明していく予定である. また, 単純引張から繰返しまでの延性破壊モデルを拡張し, 効果的かつ統一された延性破壊評価方法を提案してゆく.

参考文献

- 1) 葛漢彬, 川人麻紀夫, 大橋正稔: 鋼材の延性き裂発生の限界ひずみに関する基礎的研究, 土木学会地震工学論文集, Vol.28, 論文番号No.190, 2005年8月.
- 2) 加藤友哉, 東城達哉, 康瀾, 賈良玖, 葛漢彬: 切り欠きを有するレ型突合溶接鋼部材の力学特性に関する研究, 土木学会中部支部研究発表会講演概要集, I-26, pp.51-52, 2014年3月.