

溶接ビードの有無による溶接継手の延性破壊への影響に関する実験的研究

名城大学大学院 学生会員 ○加藤 友哉
名城大学 ポスドク研究員 賈 良玖
名城大学 フェロー 葛 漢彬

1. 目的

1994 年のノースリッジ地震, 1995 年に発生した兵庫県南部地震において多くの溶接構造物や橋梁にて脆性的な破壊が確認された. 兵庫県南部地震により被害を受けた神戸市港湾幹線の鋼製ラーメン橋脚の隅角部に, 脆性的な破壊と思われるき裂が発生した. 被害原因の調査より, 過大な塑性ひずみが生じたことで延性き裂が発生し, き裂発生箇所を起点として脆性的な破壊が生じていたことが明らかとなった¹⁾. 厚肉断面鋼部材やコンクリート充填鋼製橋脚では, 局部座屈が発生する前に極度の負荷によって溶接部や母材に延性き裂が発生することがある. 延性き裂発生により引き起こされる脆性的な破壊は, 鋼構造の重要な破壊現象の一つであり, 溶接構造物の脆性的な破壊を防止するためには, 延性き裂発生メカニズムの解明は重要である.

本研究では, これまでに取り組んできた切り欠きを有する溶接継手の延性破壊メカニズム²⁾を起点とし, 溶接された鋼構造物の延性破壊挙動を解明するために, 溶接ビードの有無による溶接継手の延性破壊への影響を実験的に検証した.

2. 実験概要

実験に用いる試験片は, 母材 (CB-1, CB-2), 溶接ビードを有しないレ形開先溶接継手 (J-NWB-1~3) および溶接ビードを有するレ形開先溶接継手 (J-WB-1~3) で, 鋼種 SM490YA, 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, 溶接方法は半自動溶接の下向き, 3 層 3 パスである. 溶接条件を表-1, 設計寸法図を図-1, 試験片を図-2 に示す. 実験は, 2000kN の万能試験機を用いての単調引張载荷で行い, 荷重および変位 (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. また, 载荷中は, 試験機の正面, 左右にビデオ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.

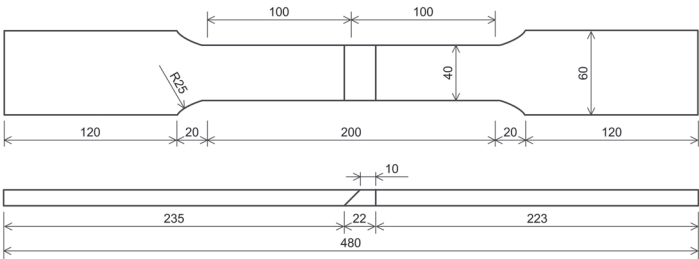
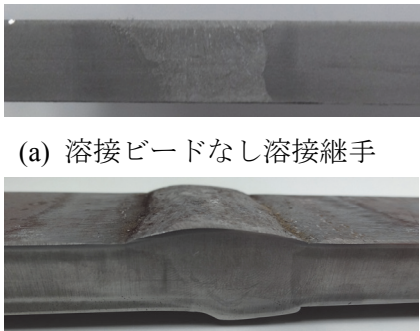


図-1 設計寸法図



(a) 溶接ビードなし溶接継手

(b) 溶接ビードあり溶接継手

図-2 試験片

表-1 溶接条件

電流の種類	電流(A)	電圧(V)	速度(cm/min)	入熱量(kJ/cm)
DCEP	330	38	50	15

表-2 母材の材料特性

母材	E (GPa)	ν	σ_y (MPa)	ϵ_y (%)	E_{st} (GPa)	ϵ_{st} (%)	P_u (kN)	σ_u (MPa)	伸び率(%)
	215	0.31	388	0.18	6.83	1.64	268	556	23.4

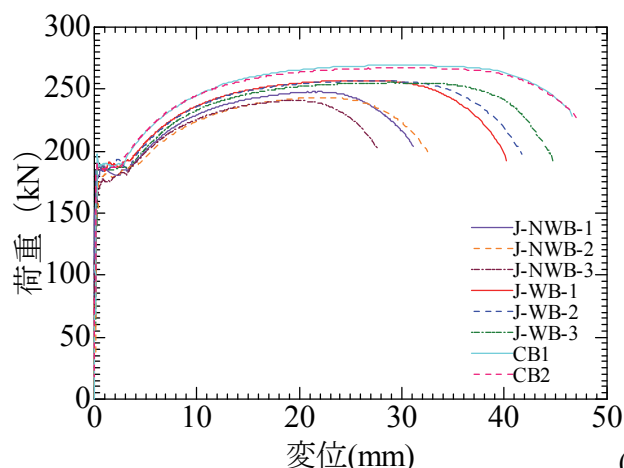
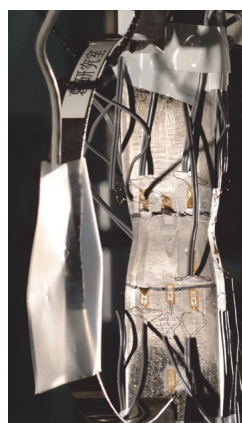
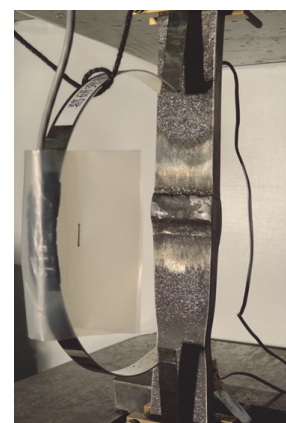


図-3 荷重－変位曲線



(a) 溶接ビードなし溶接継手



(b) 溶接ビードあり溶接継手

図-4 変形モード

表-3 実験結果

試験片	破断変位	破断荷重	最大荷重	最小断面積
	(mm)	(kN)	(kN)	(mm ²)
J-NWB-1	31.1	205.5	248.8	457.5
J-NWB-2	32.5	199.4	243	462.6
J-NWB-3	27.6	203.0	240.2	440.0
J-WB-1	40.2	191.8	257.2	478.0
J-WB-2	41.8	197.1	256.8	478.0
J-WB-3	44.7	191.9	255.3	478.0
CB1	46.6	228.6	269.4	490.7
CB2	47.0	226.8	267.8	474.8

Note: 1) J-WB-1~3 は溶接ビードを有しない溶接継手, J-WB-1~3 は溶接ビードを有する溶接継手, CB1,CB2 は母材

2) 試験片の長さ方向の3か所の位置で幅と板厚を計測し, 最も小さい箇所より最少断面積を算出している.

3. 実験結果

母材2本の引張試験の平均より得られた材料特性を表-2に示す. 図-3に溶接ビードなしとありの溶接継手および母材の荷重－変位曲線を示す. 母材と比較すると, 溶接を行うことで引張荷重(最大荷重)が低下していることと破断の変位が早くなっている傾向が確認できる. 溶接継手の比較については, 溶接ビードを有している溶接継手より溶接継手を有していない溶接継手が, さらに引張荷重の低下と破断変位が早くなることが確認できる. 図-4に示す溶接継手の変形モードを見ると, 溶接ビードを有しない溶接継手(図-4(a))は溶接部でネッキングが発生しているのに対して, 溶接ビードを有する溶接継手(図-4(b))は試験片下部の母材にてネッキングが発生していることが確認できる.

4. あとがき

溶接が行われることで母材は引張荷重の低下や破断変位が早くなり, 延性破壊の発生リスクが高くなると考えられる. 今後, 数値解析により溶接継手内部の延性き裂発生メカニズムを解明していく予定である.

参考文献

- 岡下勝彦, 大南亮一, 道場康二, 山本晃久, 富松実, 丹治康行, 三木千壽: 兵庫県南部地震による神戸港港湾幹線道路 P75 橋脚隅角部におけるき裂損傷の原因調査・検討, 土木学会論文集, No.591/I-43, pp.243-261, 1998年4月.
- 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.