

名城大学 学生会員 ○猪飼 豊樹
名城大学大学院 学生会員 加藤 友哉

名城大学 山口 雄涼
名城大学 総合研究所 賈 良玖
名城大学 フェロー 葛 漢彬

1. 序論

1995 年に起きた兵庫県南部地震において溶接構造物や橋梁にて脆性的な破壊が確認された。被害原因の調査により、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⁾。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、溶接鋼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。本研究では既往の研究²⁾を踏まえて、ランダム載荷時のレ型開先 T 型溶接継手の繰り返し曲げ試験を行うことでランダム載荷時のき裂の発生・進展・破断までの現象に及ぼす影響について検討する。

2. 実験概要

試験体は図-1 に示すレ型開先溶接を用いた T 型溶接継手であり、いずれも溶接ビードを有している。T 型試験体は板厚 16mm の鋼板 SM490YA より幅 100mm で切り出して製作した。溶接条件については溶接姿勢下向きの炭酸ガスシールドアーク半自動溶接、溶接ワイヤは銘柄 SM-1S、ワイヤサイズ $\phi 1.2\text{mm}$ 、入熱量 40KJ/cm 、パス間温度は 200°C 以下、3 層 3 パスである。載荷方法については T 型試験片の中央から治具の中心間を片側 270mm の単純支持梁とし、中心に荷重を載荷した場合より算定した降伏変位 5.38mm を δ_y としている。載荷パターンは $\pm 8\delta_y$ 、 $\pm 10\delta_y$ 、 $\pm 12\delta_y$ までの漸増変位振幅繰り返し載荷とランダム載荷である。試験機のスローク限界が $\pm 75\text{mm}$ であるため、上限に達した後は一定振幅載荷と変更している。載荷パターンを図-2 に示す。No.1~No.3 試験体はそれぞれ図-2(a) の $12\delta_y$ 、 $10\delta_y$ および $8\delta_y$ のパターンで、No.4 試験体は図-2(b) に示す載荷パターンである。

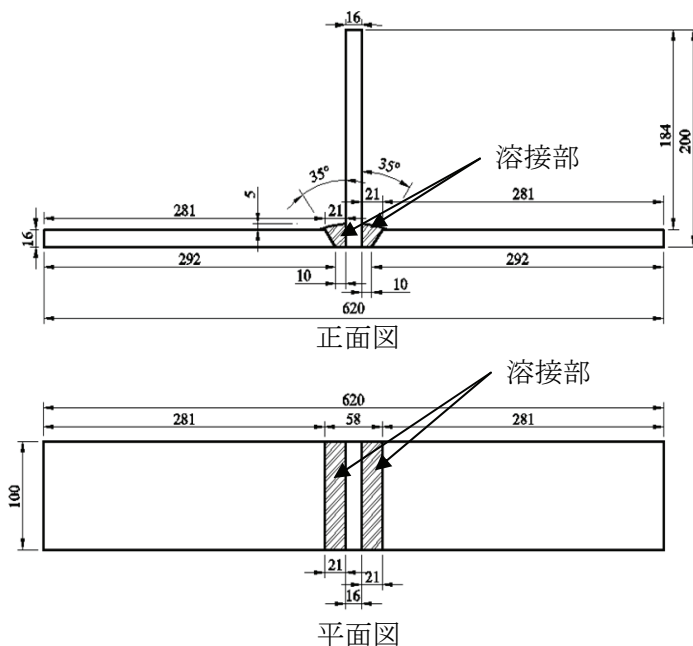
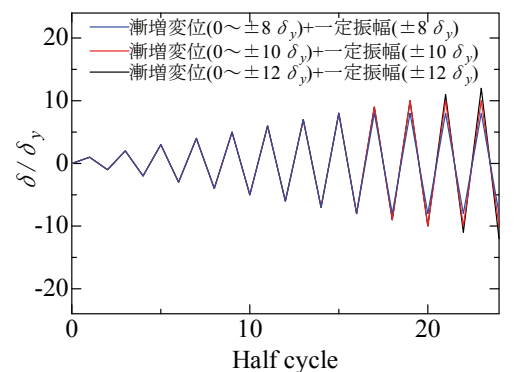
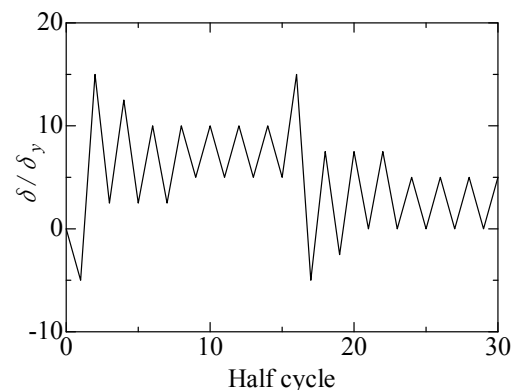


図-1 試験体設計図



(a) 漸増変位振幅繰り返し載荷+一定振幅載荷



(b) ランダム載荷

図-2 載荷パターン

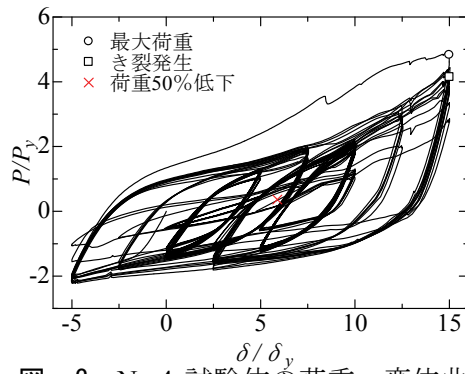
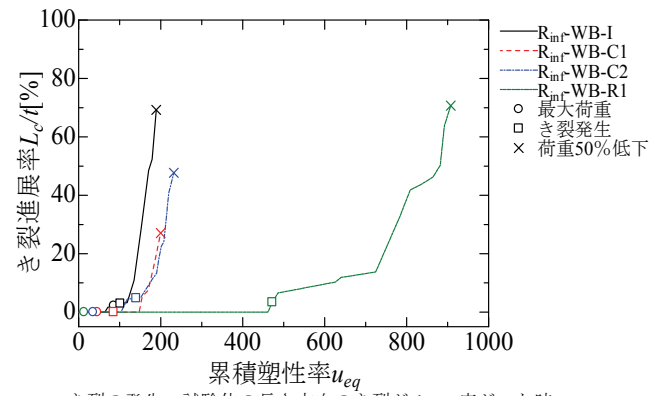
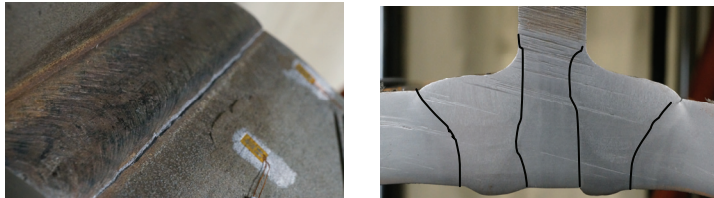


図-3 No.4 試験体の荷重-変位曲線

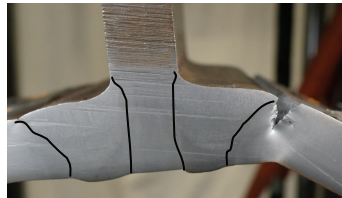


き裂の発生：試験体の長さ方向のき裂が 1mm 広がった時

図-4 各試験体のき裂進展率-累積塑性率関係



(a) き裂発生時 (b) 側面に進展(112Half cycle)



(c) き裂進展(166 Half cycle)

図-5 No.4 の損傷状況

表-1 エネルギー吸収量の比較

No.	試験体名	エネルギー吸収量 (kJ)	
		き裂発生時	荷重 50%低下時
1	R _{inf} -WB-I	31.6	53.7
2	R _{inf} -WB-C1	22.8	57.0
3	R _{inf} -WB-C2	38.7	57.9
4	R _{inf} -WB-R	55.9	94.9

3. 実験結果

本研究では繰り返し載荷時の塑性変形能力の指標として累積塑性率²⁾を用いている。No.4 試験体の荷重-変位曲線を図-3に、各試験体のき裂進展率-累積塑性率関係を図-4に示す。また図-3については縦軸を降伏荷重で、横軸を降伏変位で無次元化している。各試験体のエネルギー吸収量を表-1に、No.4 の損傷状況の写真を図-5に示す。図-4よりNo.1~No.3を比較すると載荷パターンの最大変位が大きいものほど、わずかながらではあるが荷重 50%低下時の累積塑性率が小さい。しかし表-1より荷重 50%低下時のエネルギー吸収量は大差が見られないことからNo.1~No.3の載荷パターンの違いによる影響は見られない。また図-4よりNo.1~No.3試験体はき裂発生してから急激に進展しているのに対し、No.4試験体はき裂発生後のき裂進展率が約 14%までは緩やかに進展し、それ以降はNo.1~No.3ほどではないが大きく進展している。これより載荷履歴はき裂の発生と進展に少なからず影響を及ぼすことが分かる。き裂の進展状況は図-5に示すように上側の溶接ビード止端部からき裂が発生し、1mm 程度境界部に沿って進展した。その後境界部から離れ最小断面方向へ進展した。これは他の載荷パターン²⁾と同じ現象であった。

4. 結論

No.1~No.3 はき裂発生時の累積塑性率は異なっているが、荷重 50%低下時のエネルギー吸収量には違いが見られない。No.1~No.3 のき裂発生が早くその後の進展も急激であるのに対し、ランダム載荷の場合はき裂発生とその後の進展は緩やかである。しかしながらき裂進展率が約 14%を超えると、漸増変位振幅載荷ほどではないが大きく進展する傾向がみられる。

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, 猪飼豊樹, 山口雄涼, 東良樹, 賈良玖, 葛漢彬, 繰り返し荷重を受ける T 型溶接継手の延性き裂の発生・進展・破断現象の解明に関する実験的研究, 第 35 回土木学会地震工学研究発表会講演論文集, 論文番号 A24-742, 2015.10。