

繰返し塑性ひずみが鋼材の破壊靱性と高サイクル疲労に与える影響

大阪大学大学院 学生員 田原 潤 大阪大学工学部 正 員 大倉一郎
高田機工株式会社 正 員 安田 修 高田機工株式会社 正 員 広野正彦

1. 序論

阪神・淡路大震災は土木鋼構造物に大きな被害をもたらした。被災した橋梁の復旧作業の際、軽微な被害を受けた鋼部材は再利用された。著者らは、塑性ひずみの繰返しに伴って破壊靱性が低下することや、繰返し塑性ひずみを受けた鋼材はひずみ時効によってその破壊靱性がさらに低下することを明らかにした¹⁾。本研究では破壊靱性と塑性ひずみの関係を調べる。被災した鋼管橋脚の破壊靱性をシャルピーの衝撃試験によって調べる。単調载荷による引張の塑性ひずみが鋼材の高サイクル疲労に与える影響を調べる。

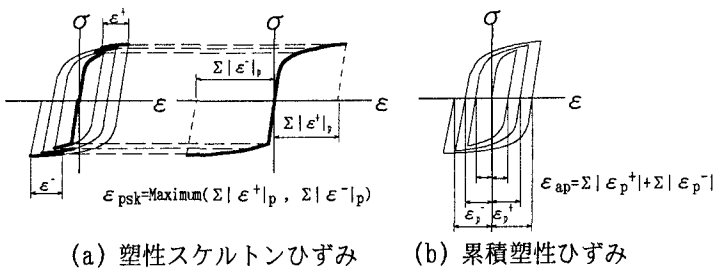
2. 破壊靱性と塑性ひずみの関係

塑性スケルトンひずみとは、図-1(a)に示すように、前サイクルの応力を上回る応力によって生じたひずみを加算したスケルトンカーブを引張側、圧縮側について作成し、スケルトンカーブの残留ひずみの絶対値の引張側と圧縮側のうち大きい方をいう。累積塑性ひずみとは、図-1(b)に示すように各サイクルの残留ひずみの絶対値を加算したものである。

著者らの実験結果¹⁾を塑性スケルトンひずみと累積塑性ひずみで評価した結果を図-2に示す。著者らの結果は累積塑性ひずみと相関が高い。しかし、繰返し塑性ひずみを受けた鋼材の吸収エネルギーは塑性スケルトンひずみと関係を持っているという主張がなされている²⁾。このような相違は、破壊靱性の低下が塑性ひずみの繰返しの軌跡の影響を受けるためであると考えられる。

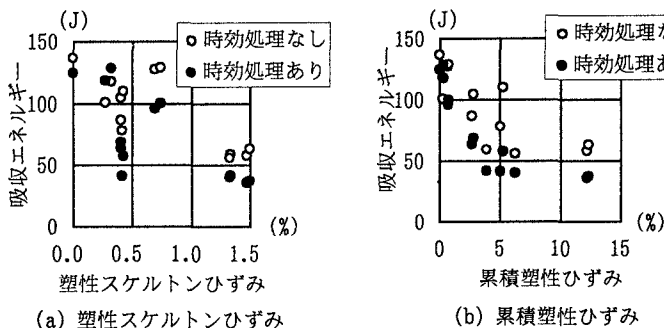
3. 被災橋脚のシャルピー衝撃試験

試験対象橋脚は阪神高速道路神戸線の鋼管橋脚である。突き合わせ溶接部の直上で局部座屈が生じていた。図-3に示すように、局部座屈部を含む橋脚の一部を採取した。使用鋼材は SM490A であった。



(a) 塑性スケルトンひずみ (b) 累積塑性ひずみ

図-1 塑性スケルトンひずみと累積塑性ひずみ



(a) 塑性スケルトンひずみ

(b) 累積塑性ひずみ

図-2 吸収エネルギーと塑性ひずみの関係

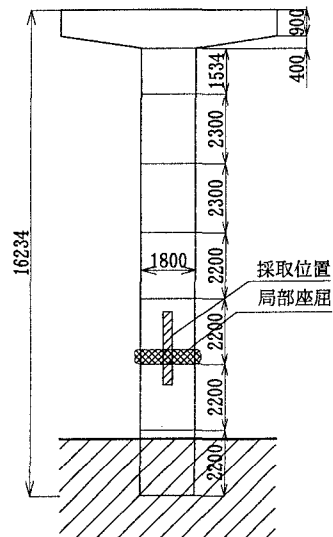


図-3 試験対象橋脚

繰返し塑性ひずみ、破壊靱性、塑性スケルトンひずみ、累積塑性ひずみ、高サイクル疲労強度

〒565 吹田市山田丘 2-1 TEL 06-879-7620 FAX 06-879-7621

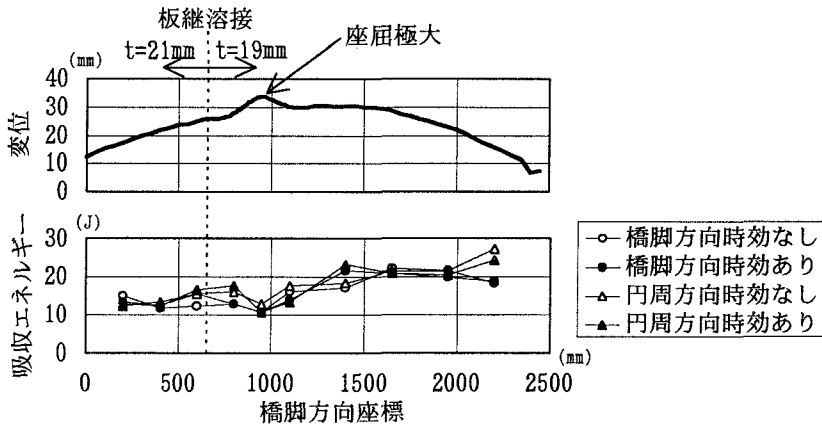


図-4 変位と吸収エネルギーの橋脚方向の変化

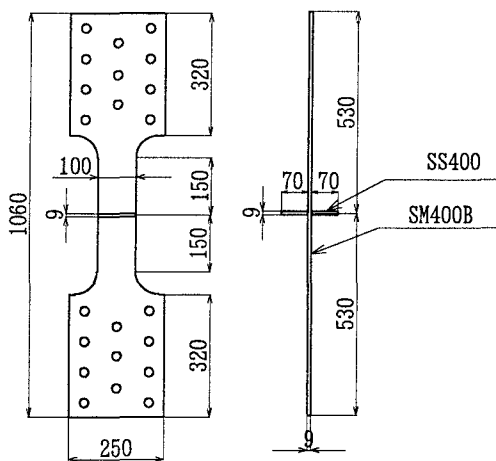


図-5 疲労試験片

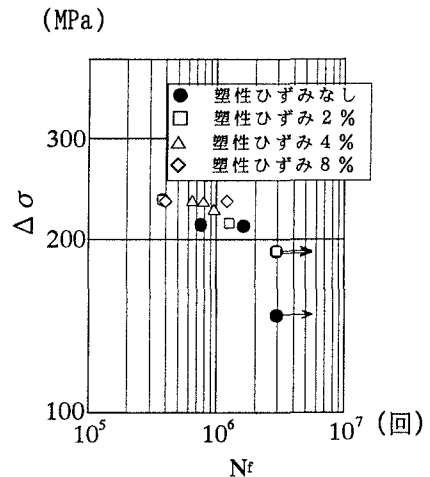


図-6 S-N線図

シャルピー衝撃試験片は、1カ所につき板厚中央から橋脚方向に6本、円周方向に6本製作し、6本のうち3本に時効処理を行った。衝撃試験の試験温度は0℃である。

吸収エネルギーの橋脚方向の変化を図-4に示す。使用鋼材 SM490A は衝撃試験値に関して規格値を持たない。本研究では、SM400B の規格値である 27J を鋼材の脆化の目安値とした。試験結果は 27J をかなり下回っている。この原因として、以下の三つが考えられる。

- ①使用された鋼材の衝撃試験値がもともと低かった。
- ②地震による繰返し塑性ひずみを受けて吸収エネルギーが低下した。
- ③地震から衝撃試験までに約2年が経過していたために、ひずみ時効により吸収エネルギーが低下した。

4. 疲労試験

図-5に示す試験片で単調载荷による引張の塑性ひずみを試験片に与えた後、高サイクル疲労試験を行った。試験片は荷重非伝達型のリブ十字隅肉溶接継手である。試験結果に対するS-N線図を図-6に示す。繰返し数 N_f は破断寿命をとっている。8%までの塑性ひずみが導入された試験片の疲労強度が、塑性ひずみが導入されなかったの試験片の疲労強度を下回らなかった。

参考文献

- 1) 大倉一郎, 田原潤, 西岡敬治, 安田修: 繰返し塑性ひずみが鋼材の破壊靱性に与える影響, 鋼構造論文集第3巻第11号, pp1-11, 1996.9
- 2) 建設省建築研究所, (社)鋼材倶楽部: 破壊性能研究会研究報告書, 1995.10