

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

大阪大学大学院 学生員 田原 潤
高田機工株式会社 正員 広野正彦

1 序論

阪神・淡路大地震によって、高架橋の鋼製円柱橋脚の柱高さの中間点付近に局部座屈とそれに伴う亀裂が観察された。この様な亀裂の発生はこれまでに例がなく、この亀裂発生原因の究明は鋼製橋脚の耐震設計法を確立する上で重要であると考えられる。本研究では、阪神・淡路大地震で実際に被災した鋼製円柱橋脚の破壊靱性を調べ、その亀裂の発生原因を推定した。

2 鋼製橋脚

シャルピーの衝撃試験で破壊靱性を調べた鋼製橋脚は阪神高速道路神戸線上りのP-585橋脚である。橋脚の全体図を図1に示す。橋脚の北側の、地上から2.5mの位置の現場溶接継手の上側に局部座屈変形と塗膜の剥離が観察された。本研究では座屈部を含む円柱方向2460mm、円周方向300mmの矩形板の提供を受けた。図1に示すように円柱方向にx軸をとった。

3 残留板曲げひずみ

矩形板の面外変形を測定し、その面外変形から残留板曲げひずみを計算した。残留板曲げひずみの円柱方向の分布を図2に示す。xが700mmから1150mmの領域で、局部座屈変形により最大2%の引張または圧縮の残留板曲げひずみが生じている。xが0mmから700mmおよび1150mmから2450mmの領域では最大で0.39%の残留板曲げひずみが残されている。しかし、この値は面外変形の測定誤差に起因する可能性もある。今後、地震により残留板曲げひずみが生じたxが700mmから1150mmの領域を座屈部、それ以外の領域を非座屈部と呼ぶ。

4 シャルピーの衝撃試験

鋼部材が塑性ひずみの繰返しを受けると破壊靱性が低下し、ひずみ時効によりさらに破壊靱性が低下することが明らかにされている¹⁾。座屈部の破壊靱性の低下の程度を知るために、矩形板の全領域に対してシャルピーの衝撃試験を行った。試験片は円柱方向と円周方向に採取した。試験条件として、250℃、1時間の時効処理の有無を考慮した。試験温度は0℃とした。

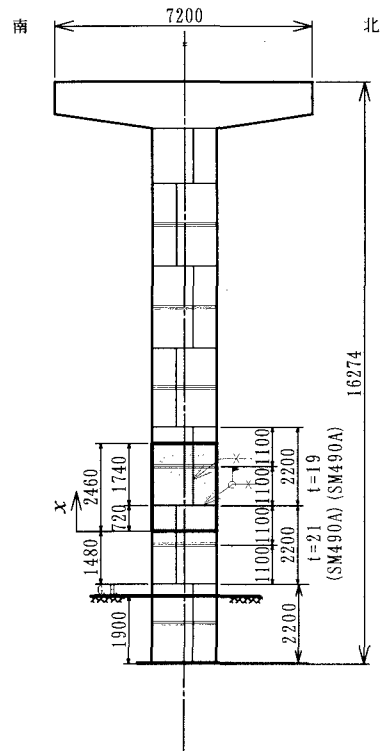


図1 鋼製円柱橋脚

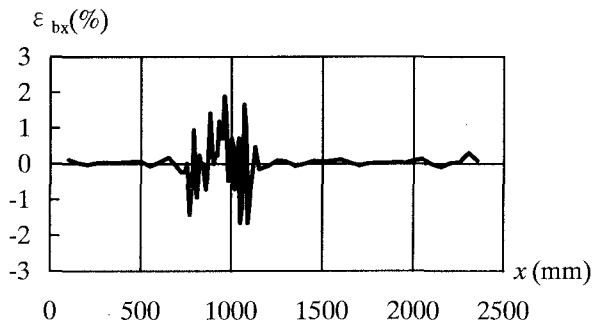


図2 残留板曲げひずみ分布

円柱方向の吸収エネルギーの変化を図3に示す。板厚19mmの鋼板で座屈部の吸収エネルギーは非座屈部の吸収エネルギーより低い。これは、局部座屈変形によって塑性ひずみが導入されたからである。

時効処理の有無による吸収エネルギーの違いを図4に示す。

図4(a)では試験結果が傾き45°

の直線付近に分布しており、時

効処理の有無による破壊靱性の低下が起こっていない。これは、地震時に非座屈部は塑性ひずみを受けなかったか、少なくとも破壊靱性を低下させるほどの塑性ひずみを受けていなかったことを表している。図4(b)では円周方向の試験結果が傾き45°の直線よりも下に位置している。これは、座屈部には円周方向にも塑性ひずみが起こされたことを表している。

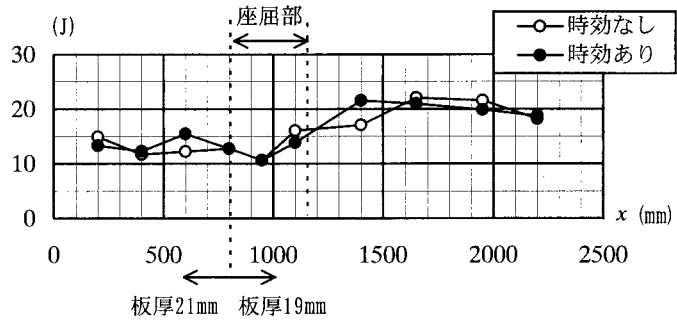


図3 円柱方向の吸収エネルギーの変化

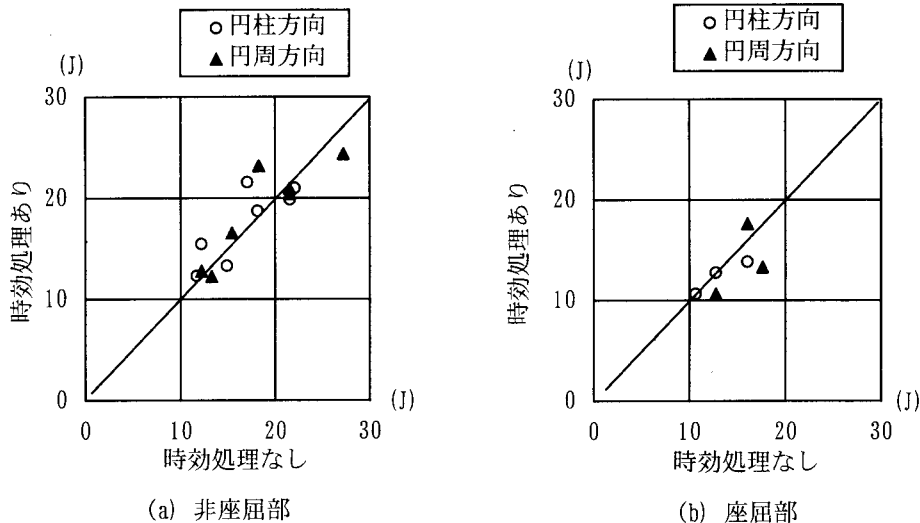


図4 時効処理の有無による吸収エネルギーの違い

5 亀裂の発生原因の推定

橋脚の鋼種は SM490A で、破壊靱性に関する規格値を持たない。そこで SM490B の規格値である 27J (0°C) を脆化の目安と考える。橋脚の非座屈部においては円柱方向の吸収エネルギーが 27J を下回っている。前述したように、非座屈部では地震時に破壊靱性の低下が起こっていない。したがって地震が起こる以前から鋼材の破壊靱性が低かったと考える。元々円柱方向に低い破壊靱性を持っていた橋脚は、地震による塑性ひずみによりさらに破壊靱性が低下させられ、脆性破壊が起こる可能性が高くなったと推定する。

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, pp.1-11, 1996.