

大阪大学工学部	正会員	大倉 一郎
大阪大学工学部	学生員	○三木 浩
大阪大学工学部	学生員	田原 潤
高田機工株式会社	正会員	安田 修
高田機工株式会社	正会員	坂本一弘

1. まえがき

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。これらの被害のうち、鋼製箱断面橋脚の角溶接部の亀裂、鋼製橋脚の柱梁隅角部の亀裂、鋼製円柱橋脚の中間部の亀裂は、従来の学問の類推からは説明のできない破壊現象を示している。

現在被災した橋梁の復旧作業が行われているが、軽微な被害を受けた鋼部材は再利用される。先の地震では大きな荷重の繰返しが約10回あったといわれている。鋼部材が繰返し荷重を受けたとき、塑性ひずみの繰返しが脆性破壊、すなわち破壊靱性に与える影響は明らかにされていない。

本研究は繰返し塑性ひずみが鋼材の靱性に与える影響をシャルピーの衝撃試験によって調べた。

2. 塑性ひずみの繰返し回数の定義

塑性ひずみの繰返し回数の定義を図-1に示す。図-1(a), (b)は単調荷重に対する塑性ひずみの繰返し回数の定義である。これを0.5サイクルと呼ぶ。図-1(a)では引張り塑性ひずみが導入され、図-1(b)では圧縮塑性ひずみが導入される。図-1(c)~(f)は繰返し荷重に対する塑性ひずみの繰返し回数の定義である。2サイクル以上の繰返し荷重に対する塑性ひずみの繰返し回数の定義もこれに準じる。図-1(c), (d)では、最初の荷重によって導入される塑性ひずみの符号と最後の荷重によって導入される塑性ひずみの符号が異なる。図-1(e), (f)では、最初の荷重によって導入される塑性ひずみの符号と最後の荷重によって導入される塑性ひずみの符号が同じである。

3. 塑性ひずみの導入

図-2に示すように、2点荷重2点支持により、I形断面の桁の上下フランジに塑性ひずみを導入した。荷重点の間に等曲げモーメントが生じる。この荷重点の間に4等分する位置の上下フランジにひずみゲージを3枚ずつ貼付した。荷重を除荷した後、桁の上下を反対に置いて荷重することにより繰返し荷重を与えた。

考慮した全ひずみの大きさは0.5%と1.0%であり、考慮した繰返し回数は0.5サイクル、3サイクル、5.5サイクル、10.5サイクルである。荷重-ひずみ履歴の一例を図-3に示す。これは全ひずみの大きさが0.5%で繰返し回数が10.5サイクルに対するものである。着目するフランジが下側にあるとき荷重の符号を正で表し、着目するフランジが上側にあるとき荷重の符号を負で表している。ひずみゲージが示す値にばらつきが生じたので、下側のフランジの3つのひずみゲージのうち1つが0.5%に達したら除荷を行った。したがって図-3において、圧縮ひずみの領域で荷重-ひずみ履歴曲線が一つに重なっていない。

4. シャルピーの衝撃試験

荷重点の間の上下フランジからVノッチシャルピーの衝撃試験片（4号試験片）を採取した。フランジの長手方向に試験片をとり、Vノッチを板厚方向に入れた。衝撃試験では、時効処理の有無と試験温度0℃と
Ichiro OKURA, Hiroshi MIKI, Jun TAHARA, Osamu YASUDA, Kazuhiro SAKAMOTO

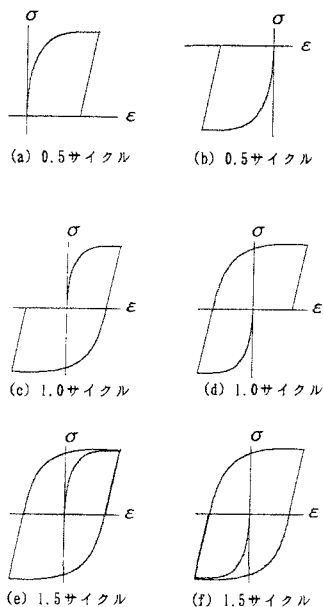
−30℃の4通りの組合わせを考慮した。時効処理は250℃、1時間で、Vノッチを入れる前に行った。各組合せに対して6本の試験片を用意した。

ひずみの符号の影響を図−4に示す。最後の载荷で導入されたひずみの符号について圧縮ひずみと引張りひずみの区別を行っている。0サイクルの吸収エネルギーの値は無载荷の試験体に対するものである。吸収エネルギーの値は6本の試験片の平均値である。吸収エネルギーに対して、ひずみの符号の影響はほとんどない。0サイクルと0.5サイクルの吸収エネルギーはほぼ等しい。すなわち、単調载荷による塑性ひずみは鋼材の靱性を低下させない。0.5サイクルと3サイクルとの間で吸収エネルギーが急激に低下することが予想される。

塑性ひずみの大きさの影響を図−5に示す。単調载荷（0.5サイクル）の場合、塑性ひずみの大きさの影響はほとんどない。しかし繰返し载荷の場合、塑性ひずみが大きくなると吸収エネルギーは低下する。

時効処理の影響を図−6に示す。単調载荷（0.5サイクル）の場合、時効処理の影響はほとんどない。しかし繰返し载荷の場合、時効処理された試験片の吸収エネルギーは未処理の試験片のそれより低い。

塑性ひずみと時効処理の影響を図−7に示す。図−5と図−7の比較から分かるように、繰返し载荷において、時効処理が施されると、塑性ひずみの大きさの影響は小さくなり、吸収エネルギー全体的が低下する。



図−1 塑性ひずみの繰返し回数の定義

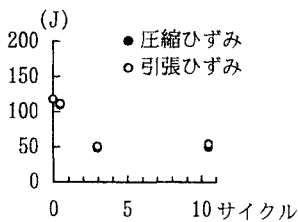


図-4 塑性ひずみの符号の影響
[全ひずみ1%]

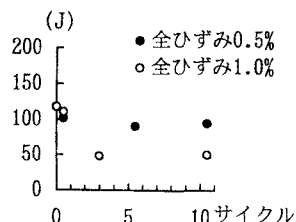


図-5 塑性ひずみの大きさの影響
[圧縮ひずみ]

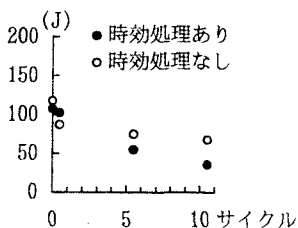


図-6 時効処理の影響
[全ひずみ0.5%, 引張りひずみ]

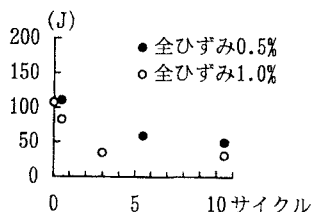
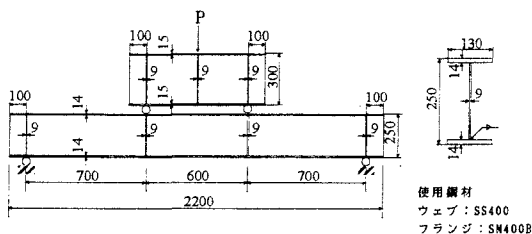


図-7 塑性ひずみと時効処理の影響
[圧縮ひずみ]



図−2 塑性ひずみの導入

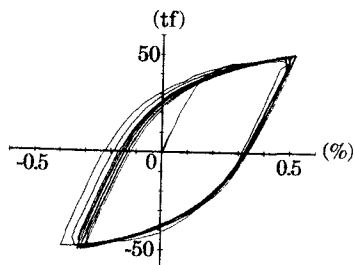


図-3 荷重-ひずみ履歴[10.5サイクル]