

I - A224

予歪みによる鋼材の脆化特性

東京工業大学 フェロー 三木千寿
東京工業大学 正会員 穴見健吾

東京工業大学 休場裕子
近畿大学 正会員 沖中知雄

1, はじめに

先の阪神淡路大震災において、鋼製橋脚に脆性破壊が発生した。これらの脆性破壊は、大きな地震力により、鋼材に大きな塑性歪みが1度もしくは繰り返生じた後に起こったものと考えられるが、これらの塑性歪みが、鋼材の破壊じん性に与える影響は冷間加工に関連した歪み時効の検討を除けばさほど明らかにされていない。そこで、本研究では、機械的に大きな引張、圧縮予歪みを付与した鋼材を用いてシャルピー試験、CTOD試験を行い、塑性歪みの破壊じん性に及ぼす影響を検討した。また同時に、大きな塑性歪みを生じた後の部材の供用性を評価するために、歪み時効の影響も併せて検討した。

2, 試験体

供試材は、SM570Q材である。表-1にその機械的性質を示す。予歪みは、+20%、+10%、0%、-10%、-15%（+:引張予歪み、-:圧縮予歪み）とした。また±10%の予歪みを与えた試験体には歪み時効処理を施して、歪み時効効果を検討した。歪み時効は250度で1時間加熱することによる時効促進処理により再現した。図-1に予歪み導入過程と試験体形状を示す。

図-2には+10%、0%、-10%を与えた試験体の引張試験結果を真応力-真歪みの関係で示す。横軸の歪み値は、引張試験前に付与してある予歪みを考慮して示してある。図中には、降伏点（0.2%耐力）も併せて示す。引張予歪みを付与した場合には歪み硬化の影響により降伏点が増加し、圧縮予歪みを付与した場合には、繰り返し軟化の影響で0.2%耐力が大幅に減じ、また真の破断強度も低下している。

3, シャルピー試験結果

図-3にシャルピー衝撃試験結果を試験温度と吸収エネルギーとの関係で示す。各試験体ともに各試験温度で3体ずつの試験を行ったが、ばらつきが大きいものもあり、ここでは、近接する2つのデータの平均値で示している。予歪みを導入した試験体は全て、予歪みを与えなかった試験体よりも吸収エネルギーが小さく、予歪みにより、鋼材が脆化していることが分かる。特に、-15%の予歪みを与えた試験体の脆化が著しいことが分かる。また、歪み時効の影響をみると、引張予歪みを与えた場合、歪み時効の影響がさほどあらわれないのに対して、圧縮予歪みを与えた場合には、時効効果により鋼材にさらに著しい脆化が生じることが分かる。

表-1 供試材の機械的性質

鋼種	降伏点	引張強度	伸び
SM570Q	519 MPa	634 MPa	29%

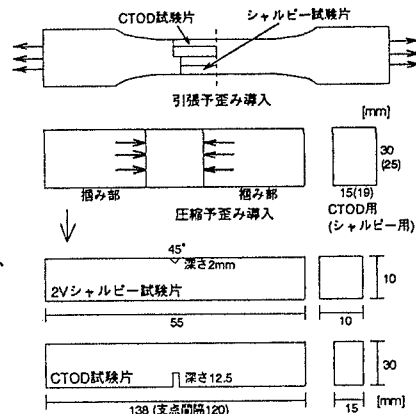


図-1 予歪み導入過程と試験体形状

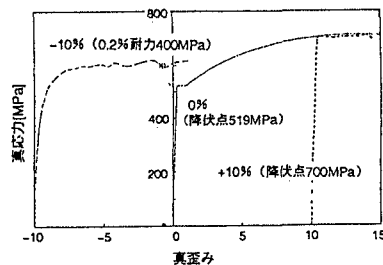


図-2 引張試験結果

キーワード：予歪み、脆化、脆性破壊、歪み時効

〒152 東京都目黒区大岡山2-12-1

4, CTOD 試験結果

表-2 に 0 度及び-40 度で行った CTOD 試験結果を示す。表中の×印は、クリップゲージが振り切れても破断しなかったもので、十分に塑性変形能力を有していると考えられる。CTOD 試験からも、予歪みを付与することにより、鋼材の脆化傾向が見受けられるが、特に圧縮予歪みの影響が大きく現れている。また、歪み時効の影響も圧縮予歪みを付与したものに大きく現れており、時効効果により遷移温度が上昇していることが分かる。

写真-1 には CTOD 試験（試験温度-40 度）における破面状況を示す。-20%の予歪みを与えた試験体、及び-10%の予歪みを与えた後、時効処理を施した試験体破面には殆どシェアリップ（shear-lip）が見られず、鋼材が非常に脆化していることが分かる。一方、引張予歪みを付与した試験体では、shear-lip が観察されており、圧縮予歪みの方が引張予歪みに比して鋼材の脆化に与える影響は大きいものと考えられる。

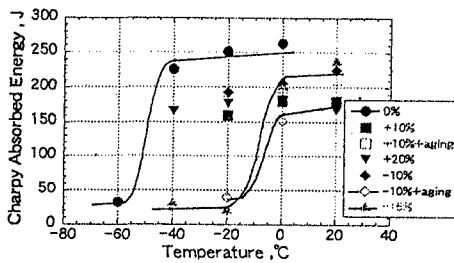


図-3 シャルピー試験結果

表-2 CTOD 試験結果

温度	-15%	-10%*	-10%	0%	+10%	+10%*	+20%
0°C	0.279	0.184	×	×	×	×	×
	×	0.430					
	0.335						
-40°C	0.187	0.251	0.122	×	×	0.366	0.346
	0.154	0.265	0.149		0.191	0.105	×
					×	0.146	0.197

*印は歪み時効処理を施したもの、×印は未破断

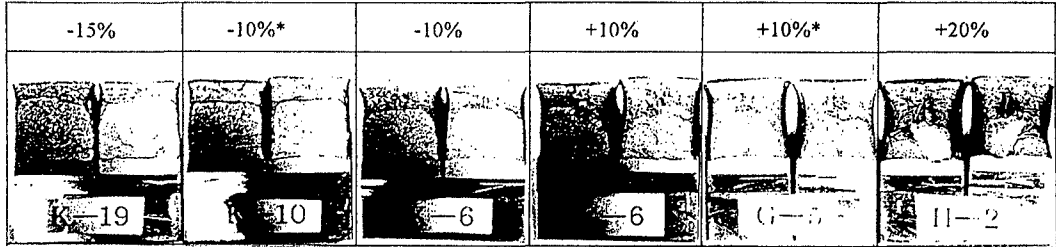


写真-1 CTOD 試験による破断面（試験温度-40°C）

5, 結言

シャルピー衝撃試験、及び CTOD 試験の結果から、塑性歪みを受けることにより鋼材は顕著に脆化することが分かった。特に、圧縮塑性歪みを受けた鋼材の脆化が著しく、また、歪み時効効果も圧縮塑性歪みを受けた鋼材は著しく劣化していた。鋼材のじん性に及ぼす圧縮塑性歪みと引張塑性歪みの影響が異なる原因として、鋼材のマイクロ組織の変化の差異が考えられるが、この点は今後の課題とする。

参考文献

- 1) 森 好生, 塩崎 正孝, 三木 千寿, 栗原 正好: 歪時効による鋼材の靱性変化の評価: 構造工学論文集: 1990.3, Vol.36A PP389-397