

(174) 構造用高張力鋼のクリープ破断特性について

八幡製鉄所 技術研究所 高橋賢司 ○高島弘教
浦島親行

常温で使用されている構造用高張力鋼も、原子力工業、石油その他の化学工業の急速な発達にともない高温圧力容器材としても使用されるようになり、常温の機械的性質以外に高温強度に関する特性が重要視されるようになった。そこで非調質50%高張力鋼、調質60%²、80%²高張力鋼について、高温引張り試験およびクリープ破断試験を450°C～650°Cの温度範囲で実施し、破断試験片の組織観察を行った。

その結果、

1. 高温引張り強さの1/4よりも、100,000 hrクリープ破断強度の80%が小さくなる温度すなわち高温圧力容器設計にあたって高温引張り強さよりもクリープ破断強度が重要となる温度は、50%高張力鋼では400°C以上、60%高張力鋼では375°C以上、80%高張力鋼では500°C以上であることがわかった。鋼種によって多少の差はあるが100°C前後以下の温度では高温引張り強さで設計してよからう。

2. クリープ破断後の組織

2-1. 50%高張力鋼の組織は試験前の状態ではフェライト+パーライト組織であるが試験温度が高くなるほど、また試験時間が長いほどパーライト組織の分解が進行し粒内に炭化物が細かく分布したフェライト組織になる。しかしこのパーライトの分解速度は調質60%鋼よりも遅く、試験温度550°C、4230 hr後でもパーライト組織が残存していた。

2-2. 60%高張力鋼の組織は試験前の状態では50%高張力鋼と同様フェライト+パーライト組織であるが粒度がかなり小さい。60%高張力鋼は焼入れ焼もどしの調質鋼であるため、組織の高温安定性が50%高張力鋼に比し悪く、パーライトの分解速度も速い。したがって550°C、5000 hr以上の高温、長時間ではかえって50%高張力鋼の方がクリープ破断強度が大である。

2-3. 80%高張力鋼の組織は試験前の状態では焼もどしマルテンサイト+ベイナイト組織である。この組織は550°Cまでの高温では比較的安定で、550°C、3469.5 hrでもさほど組織変化はみられないが、それ以上の温度では、フェライト+パーライト組織に変化してゆく傾向が強くなる。

3. 破断靱性

クリープ破断伸びおよび絞りは高温での粒界すべりによって変形し破断にいたる場合と、組織変化にともなう粒内強度低下による粒内変形をおこして破断する場合によりその傾向が異なり、クリープ破断伸び-時間曲線は組織変化とよく対応していることがわかった。

4. 溶接継手のクリープ破断試験は80%高張力鋼について実施した結果、破断はいずれの温度、時間においてもボンド部あるいは熱影響部であった。

なおクリープ破断強度は母材のそれに比し若干低めであった。