

(510) 密度測定法によるクリープ損傷量の評価

金属材料技術研究所 ○貝瀬正次 江頭 満 岸本 哲
新谷紀雄 田中秀雄

1 緒言 現在までに数種の耐熱鋼について、クリープ破断材のクリープ損傷の顕微鏡観察等により破壊機構領域図を作成し、長時間側のクリープ破壊の主な原因は粒界のキャビティ生成及びこれによるクラックの成長であることを報告した¹⁾。また、クリープキャビティ及びクラックを定量的に求める方法として、密度測定が適していることを示した²⁾。しかし、クリープキャビティ等のクリープ損傷量を正確に測定するためには、より高い精度の密度測定装置及び測定方法の開発と組織変化等の因子による密度変化への影響の把握が必要である。そこで本研究では、まず、密度測定精度を可能なかぎり向上させた高精度密度測定装置を試作し、この装置を用いて密度に及ぼす金属学的諸因子の影響を調べ、クリープ損傷の正確な定量的評価に関する検討を行った。

2 実験方法 試作した高精度密度測定装置の概略をFig. 1に示す。装置は電子天びん、フタル酸エチル液槽、液温制御装置、試料負荷装置等からなり、測定精度向上のためのそれぞれの機構の改良と測定手法の確立化のための検討を行った。次に、代表的な耐熱鋼としてCr-Mo-V鋼及び304ステンレス鋼を主対象としてクリープ試験及び等温加熱前後の密度変化を測定し、また、走査電顕等による直接観察により、クリープに伴う組織変化、クリープキャビティ等のクリープ損傷を調べ、密度変化との比較検討を行った。

3 結果 1)密度測定の主要な誤差要因として、i)天びんの誤差、ii)液温変動に伴う液密度の変動、iii)表面張力に起因する吊り線にかかる力の変動等がある。そこで、天びんとして読み取り限度0.01mgの電磁力平衡式天びんの採用、液温制御装置及び試料負荷装置による液温変動0.02℃以内の制御、吊り線として径50μmのタンガステン細線の採用等により、10⁻⁵オーダーの精度の密度変化測定が可能となった。なお、残留磁気を帯びている試料は前処理として十分に消磁する必要がある。

2)等温加熱に伴い、Cr-Mo-V鋼は炭化物の凝集粗大化及び転位密度の減少が生じるが、密度への影響は小さい。それに対し、304ステンレス鋼ではM₂₃C₆の析出に対応して密度が上昇するが、M₂₃C₆の析出終了後はほぼ一定の密度(密度変化、9×10⁻⁴)となる。

3)クリープキャビティ及びクラックのSEM観察結果と密度測定結果とはよく対応していた(Fig. 2)。

4)高い測定精度、再現性、簡便性から、クリープキャビティ等の損傷の定量測定法として、本測定装置は優れている。

1)新谷ほか, 鉄と鋼, 69(1983), P.1668
参考文献 2)田中ほか, 鉄と鋼, 70(1984), S.1419

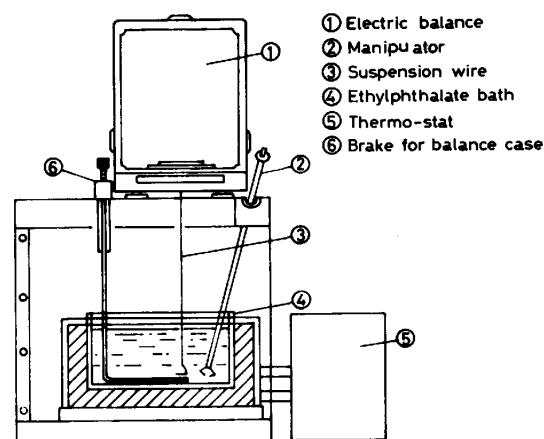


Fig.1 Improved apparatus for density change measurement.

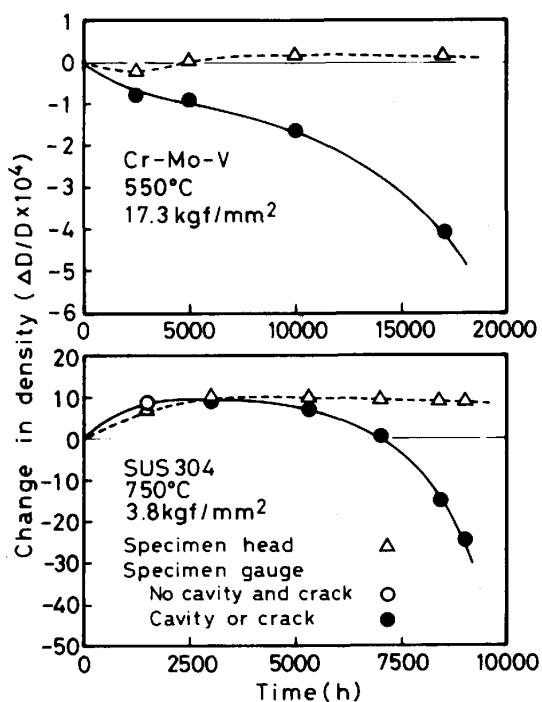


Fig.2 Change in density of interrupted creep specimens (gauge and head).