Optimum Geometry in Sub-Milli-Size Test Machine

学 ○高嶋 万将 (神戸高専) 小林 正樹 (神戸高専) 正 鈴木 隆起 (神戸高専)
 正 赤対 秀明 (神戸高専) 山田 誠 (神戸工業試験場) 長沢 祐之 (神戸工業試験場)
 Kazumasa Takashima, Kobe city college of technology, 8-3, Gakuen-higashimati, Nishi-ku, Kobe
 Masaki Kobayashi, Kobe city college of technology, Takaaki Suzuki, Kobe city college of technology
 Hideaki Shakutsui, Kobe city college of technology, Makoto Yamada, Kobe Material Testing Laboratory
 Hiroyuki Nagasawa, Kobe Material Testing Laboratory

1 緒言

自動車部品、発電用高温部品等の材料強度試験では、実機プラントや実部品(以下、実機)から切り出した試験片を用いた破壊試験を行う。その中で、実機の継続使用やコスト削減のため、切り出す試験片サイズの小型化が望まれている⁽¹⁾。しかし、現在サブミリサイズオーダー以下の試験片を対象とする試験法は確立されていない。そこで、材料強度試験の中で、直径1 mm程度の試験片を用いたサブミリサイズクリープ試験機の開発が行われている。

一般的なクリープ試験機においては、試験片表面の酸化による応力変化防止のため、試験機内空気は不活性ガスにより置換される。特に、試験片がサブミリサイズオーダーの場合には、酸化膜による試験片への影響が大きいので、開発中の試験機においても、同様の不活性ガスによる酸化対策が行われている。しかし、試験片周辺で酸化膜の形成が確認されており、一般的なクリープ試験機と同様の条件や、置換法を適用することはできない。

そこで本研究では、酸化膜の形成が試験機内部や試験片周辺におけるガスの流動状況に起因すると仮定し、試験片周りの可視化および数値解析によって本試験機内の流動状況を明らかにするとともに、開発中のサブミリサイズクリープ試験機に適する内部形状の検討を行う。

2 実験および解析方法

Fig.1 に実験装置の概略図を示す。試験片は、円筒ケーシング内に、上・下支持部(丸棒)にネジ固定されており、ケーシング下部より不活性ガスを流入させる構造となっている。試験片は直径 $d=1$ mm、長さ $l=16$ mm、円筒ケーシング内径は $D=17.5$ mmである。

Fig.2 に本研究で対象とした3種類の試験片形状を示す。(a)は酸化膜が生成した標準型、(b)は上下支持部にR10の丸みをつけたR型、(c)は下支持部に流路を狭めるキャップを取り付けたキャップ型である。本実験では可視化にレーザーライト

シート法を用い、高速度ビデオカメラ(250fps)で試験片周辺を撮影した。なお、作動流体は空気(煙)であり、レイノルズ数は $1 \leq Re \leq 16$ である。

数値解析にはOpenFOAMを用い、3次元非定常・非圧縮層流解析を行った。

Fig.2 Geometry of test piece

3 実験結果および解析結果

Fig.3にレイノルズ数 $Re=15$ の場合のキャップ型における流れ場を示す。(a)は可視化実験で撮影した画像からPIV処理により得た速度ベクトルを示している。(b)は数値解析により得た流線を示している。解析結果と実験結果は良好に一致した。どちらも試験片周辺で比較的大きな渦が発生しており、これが試験片周辺でのガス置換に寄与していると考えられる。

(a) Velocity vector in experiment (b) Stream line in CFD

Fig.3 Comparison of flow field around test piece

4 結言

- (1) 流入口形状は試験片周辺の流れ場に影響を与えない。
- (2) 標準型およびR型では試験片周辺の角部に起因する速度低下部が酸化膜形成の原因となることが考えられる。
- (3) 速度低下部を減少させるにはキャップ型が有効である。

参考文献

- (1) 野中 勇, “微小サンプルクリープ試験による高温機器寿命の評価”, 溶接学会誌, Vol.75(2006), pp. 478-481.

Fig.1 Visualization system by laser light sheet method