

セラミックスと金属の締め ばめ部応力分布に及ぼす表面 あらさの影響

学 松井 和文 (新潟大)
正 新田 勇 (新潟大)
正 下田 茂 (新潟大)

学 椎谷 佳弘 (新潟大)
正 石橋 達弥 (新潟大)

1. 緒言

締めばめは簡便であるが、締めばめ部の応力集中が脆性材料であるセラミックスの破壊を引き起こすおそれがあり、その信頼性を低下させる。また、高い寸法精度や、表面仕上げが良好でなければならぬ等の加工上の難点がある。表面あらさの変形を考慮することによりあらい面でも正確な強度や応力分布を予測できれば加工条件は緩和され生産工程の簡略化やセラミックスの割れ防止が計られると考えられる。テーパが存在する場合の締めばめ部の応力分布はすでに求められている¹⁾。それにより、テーパによる応力集中は表面あらさが存在することにより緩和されることが示されている。

そこで、本論文ではこの様なことを実験で検証することを目的に数種類の表面あらさ及びテーパを持つ試験片を用いて締めばめを行い、締め付け圧力分布を求めた。さらに、種々のテーパに適用できるように理論式を修正し計算を行い実験結果と比較検討を行った。

2. 計算式

すでに表面あらさを考慮した圧力分布の計算は行われているが計算に用いたテーパのモデルは実験しやすい

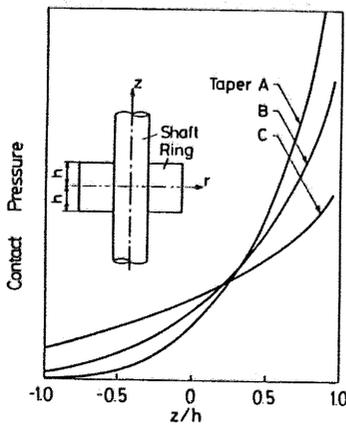


図1 種々のテーパに対する締め付け圧力の計算値

いモデルではなかった²⁾。そこで実験しやすいモデルである、締めしろが軸方向に対して単調増加する場合についてポイントマッチング法により締め付け圧力分布を求めた。種々のテーパに対して求めた計算結果の概略を図1に示す。

3. 校正実験

本研究では、真実接触面積から接触圧力を求める方法を用いた。そのために、以下のような校正実験を行い、接触面積—接触圧力曲線を求めた。実験に使用した圧子と試験片の寸法と形状を図2に示す。また、圧子と試験片の表面あらさの一例を図3に示す。試験片の表面あらさは旋削によりつけられた。この図より圧子の表面あらさは1 μ m以下と試験片の表面あらさに比べて小さく理想平面と見なせる。圧子と試験片の硬さHvはそれぞれ870と197であった。圧子と試験片を重ね合わせて試験片全体に荷重が均一に加わるように荷重を与えた。その後試験片の上部より光学顕微鏡により写真を撮りこの荷重により潰れた部分の面積をウラニメータで測定した。測定は接触面上の中心(すなわちリンク中心)から半径方向に、突起の峰1本1本について行っ

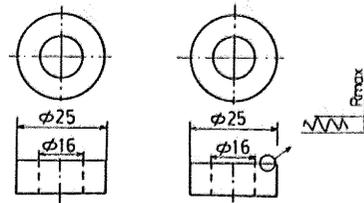


図2 校正実験用圧子と試験片の寸法と形状

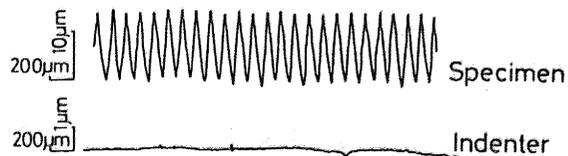


図3 校正実験用圧子と試験片の断面曲線

た。一回の面積の測定は円周方向に沿って約0.34mmの長さについて行った。一つの半径方向についての測定が終了したら、更に90°、180°、270°の半径方向についても同様に測定を行った。これらの測定結果より図4に示すような接触面積-接触圧力のグラフを作成した。これらの実験を表1に示した3種類の表面あらしについて行った。

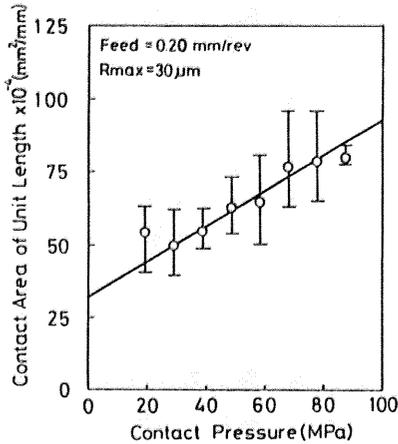


図4 接触圧力-接触面積の校正曲線

表1 旋削の送りと表面あらしRmaxの関係

Feed(mm/rev)	Rmax(μm)
0.11	15
0.20	30
0.28	45

4. 実験

実験に使用したシャフト、リンクの寸法と形状の一例を図5に示す。リンク内面には表1に示す表面あらしをつけた。またSi₃N₄セラミックスシャフトとSUS304リンクの材料特性値を表2に示す。シャフトとリンクの締めはめを行う際、リンクの位置を変化させることにより締めしろを変化させた。締めはめを行った後、リン

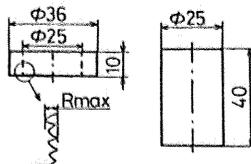


図5 締めはめ用試験片の寸法と形状

表2 シャフトとリンクの材料特性値

	Young's Modulus(MPa)	Poisson's Ratio
Si ₃ N ₄	3.04×10 ⁵	0.27
SUS304	1.94×10 ⁵	0.30

クを4分割にし締めしろの大きい上端部より接触面積を測定した。測定方法は校正実験と同様にした。4分割した各々のリンク試験片の面積の測定値より平均値を求め、これをその軸方向の位置の面積測定結果として用いた。この測定結果と校正実験より求めた実験式より締めはめ部の応力分布を求めた。図6に実験結果と計算値を示す。計算値は実線で実験値は丸印で示す。軸方向の位置z/hが正の部分においては実験値と計算値の一致がみられる。z/hが負の部分では実験結果が計算値より約40MPa程大きい。これは真円度の影響や面積測定時の測定誤差、あるいは試験片寸法の測定誤差等が考えられる。これらを改善すれば実験値と計算値はより近付くと思われる。更に、締めはめ部の応力分布に影響を与える因子であるRmax、締めしろ、テーパ等を変化させた場合の実験を数種試みた。

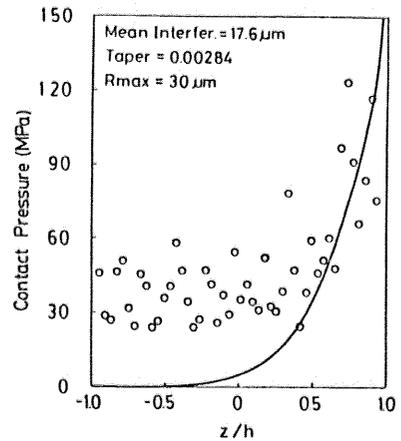


図6 締め付け圧力の実験値と計算値

文献

- (1)新田ほか3名,機論,53-487,(昭62)掲載予定
(論文No.86-0256A)