

学 椎谷 佳弘

(新潟大)

正 新田 勇

(新潟大)

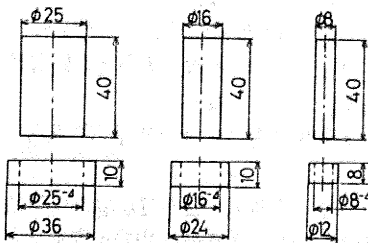
正 下田 茂

(新潟大)

1 緒言

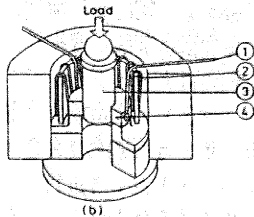
セラミックスは高温耐熱材料として有望視され実用化が始まっている。セラミックスの用途拡大にとって、金属との結合は不可欠であり、しまりばめはそのための簡便かつ有効な手段である。しまりばめ結合強度に及ぼす表面微小突起の影響については、加藤らがすでに調べている。(A.S.M.E投稿中) 本研究では、しまりばめ部の寸法が変化するとき、結合部強度がどのように変化するかを調べることを目的とした。

2 実験方法



試験片形状

Fig 2-1



装置

Fig 2-2

試験片の形状は Fig 2-1 に示した。リングには SUS304 を用い、施盤により内面を加工し Table 1 に示された表面粗さ R_{max} を与えた。シャフトには Si_3N_4 を用いた。それぞれ此の特性値は Table 1 に示した。

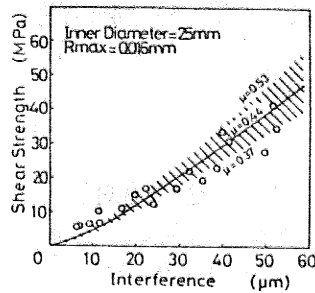
	ヤング率 (MPa)	R_{max} (μm)			ポアソン比
		$\phi 8$	$\phi 16$	$\phi 25$	
Si_3N_4	3.04×10^5	1~2	1~2	2~4	0.27
SUS304	1.94×10^5	13~15	6~10	14~17	0.30

特性表

Table 1

シャフト、リングをアセトンで超音波洗浄を行った後に、リングを受け台の上に置き、ニクロム線を用いたヒーターで加熱してリングを膨張させた。この状態でシャフトを挿入し室温まで冷却した後、万能試験機で軸方向に垂直荷重を加えすべりが生じるまで荷重を徐々に上げていき、最大垂直荷重、すなわち、せん断強度を測定した。

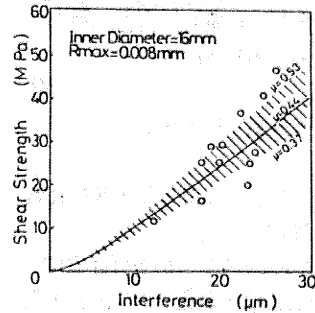
3 実験結果



しめしろ

-せん断強度の関係

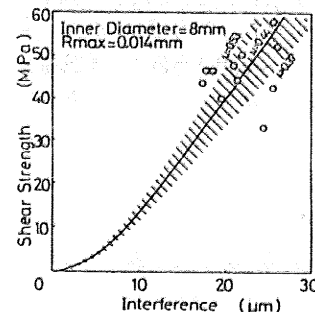
Fig 3-1



しめしろ

-せん断強度の関係

Fig 3-2



しめしろ

-せん断強度の関係

Fig 3-3

しめしろとせん断強度(すべりを生じる最大垂直荷重)との関係の実験値は、リング内径 25mm のものは Fig 3-1、内径 16mm のものは Fig 3-2、内径 8mm のものは Fig 3-3 のようにそれぞれ示した。

4 考察

表面粗さがなく、弾性限度内と仮定すれば、シャフト、リングしまりばめの締め付け圧力は、平面応力問題として、その寸法とポアソン比を用いて次に示す式により近似できる。

$$\delta_e = 2rP \left\{ \frac{1-\nu_1}{E_1} + \frac{1}{E_2} \left(\frac{r_1^2 + r_2^2}{r_1^2 - r_2^2} + \nu_2 \right) \right\} = f_e(P) \quad (1)$$

$$\tau = \mu P \quad (2)$$

ここで
 δ_e : しめしろ P: 締め付け圧力
 r_1 : リング内径 r_2 : リング外径
 ν_1 : シャフトポアソン比 ν_2 : リングポアソン比
 E_1 : シャフトヤング率 E_2 : リングヤング率

しかし、現実には機械加工の際の表面粗さが存在するので、その際の締め付け圧力を正確に予想するには、この表面粗さを考慮しなければならぬ。表面突起の変形は実験によって

$$\delta_i = 2R_{max} \{ (C_1 \cdot P)^{C_2} / \text{EXP}(C_3 - C_4) \} \quad (3)$$

ここで

δ_i : 突起変形量 R_{max} : 最大表面粗さ
 SUS304で

$C_1 = 5.66$ $C_2 = 5.79$ $C_3 = 2.41$ $C_4 = 0.12$
 であることが確かめられている。²⁾

よって表面突起の変形を考慮した場合、締め付け圧力Pを得るためのしめしろ δ は

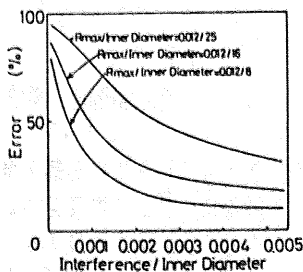
$$\delta = \delta_e + \delta_i \quad (4)$$

δ : 突起の変形を考慮したしめしろ

となる。

シャフトは硬度が高いため、表面突起の変形は微小であり、ここでは無視した。

実験で求めた $\mu = 0.37 \sim 0.53$ と(1),(2),(3),(4)式を用いて、表面突起の変形を考慮した、しめしろとせん断強度の関係を計算した。それらの値は、それぞれの寸法に対してFig 3-1, 2, 3にハッチングにより示した。この予想計算値は、実験値とそれぞれの寸法でよく一致しているものと考えられる。



誤差率-しめしろの関係

Fig 4-1

表面突起の変形を無視して(1),(2)式から予想したせん断強度 τ_e は、実際のせん断強度 τ を高く見積る。次にこの誤差率 $(\tau_e - \tau) / \tau_e$ に及ぼす、内径 r の影響を調べるために、 R_{max} を一定にして内径 r を変化させた場合の誤差率 $(\tau_e - \tau) / \tau_e$ を計算した。(Fig 4-1)

Fig 4-1で横軸のしめしろは、内径 r で正規化した。 R_{max} も、内径 r で正規化した。

この図より、内径 r が小さい方が、誤差率は大きくなること加わめる。

つまり

- ・同一条件の加工(切り込み, 送り, etc.)により、表面粗さが一定なら、リング内径 r の小さい程、表面粗さによるせん断強度が低下する。割合は大きくなる。

また別の見かたとして

- ・しめしろを大きくとれば、表面粗さによるせん断強度の低下する割合は小さくなる。
- ・表面粗さは小さい程、それによるせん断強度の低下する割合は小さくなる。

以上のことを予想することが可能なのである。

5 結言

◎セラミックと金属のしまりばめ結合強度は、種々の内径に対して表面微小突起の変形を考慮することにより予想することができた。

◎最大表面粗さ R_{max} を一定にした場合、内径が小さくなる程、表面微小突起の変形による結合強度の低下する割合は大きくなる。

- ・しめしろを小さくすると、表面微小突起の変形による結合強度の低下する割合は大きくなる。

- ・最大表面粗さ R_{max} を大きくすれば、それによる結合強度の低下する割合は大きくなる。

6 参考文献

1) K. KATO, T. KAYABA, S. SHIMODA
 I. NITTA

A.S.M.E. 投稿中

2) T. KAYABA, K. KATO, I. NITTA

The Technology Report Of The Tohoku Univ.
 vol. 49 (1984) No. 1 JUNE P.P. 1-15