

にパルス幅を変化させたときの硬さを図4に示す。ピーク電流の場合同様にパルス幅が大きくなるに従って白錆層・熱影響層共に厚くなる。しかしピーク電流の場合とは異なりパルス幅が大きくなるにつれて熱影響層の厚さは飽和する傾向が見られる。

図5はピーク電流・パルス幅による白錆層の厚さを示す。白錆層は加工条件によっても大きく左右するが一般には断面に対して均一な分布を示さない。そのための例では平均厚さを示す。電極に銅を用いた時、ピーク電流・パルス幅が大きくなるにつれて白錆層は厚くなるが、しかしある一定値を越えると大きな変化は見られず、組織から母材に均一な白錆層が形成する条件としてピーク電流10~30A・パルス幅200 μ s位である。最大で約60 μ mの白錆層が加工表面に形成される。次に電極材料に銅と炭素を使用した場合の比較もパルス幅200 μ sで行い同様に示した。その結果、炭素電極の方がより厚い白錆層を生じ I_p 26.4Aでは約40%厚くなっている。これは電極材料からの浸炭傾向が影響を及ぼすものと考えられる。ところでこの白錆層はその硬さが800以上あることより多少、浸炭や酸化のような表面硬化処理の役割として機械的性質の向上に役立つものと考えられる。他方表面あらりの酸化やクラックの発生などは機械的性質に悪影響を与えるものと考えられる。そこで次に表面状態や熱影響層が引張強さ・伸び・絞り等々どのような影響を与えるか調べたい。

図6はピーク電流・パルス幅による引張強さと降伏点の変化を示す。以下の引張強さは旋削試験片の試験結果を示している。引張強さは旋削試験片よりも若干大きくなるがピーク電流・パルス幅による変化はなごう。このことは浸炭や酸化などの表面硬化法と比較して硬化層が薄くした硬化層の断面分布が一様でない、従って放電加工による生じた硬化層は引張強さに影響を及ぼさないことが分かる。加工面あらさる最大で50 μ mmaxとなるが引張強さに変化はなくクラックもある条件では認められず影響はなごう。降伏点は旋削・放電加工試験片共に全く同じで40kg/mm²である。ピーク電流・パルス幅による違いは引張強さの場合と同様に認められる。また放電加工試験片すべし見られる現象ではないが降伏点の差がほとんどなごう。このことは放電加工表面のせい化により表面はせい性材料・内部は延性材料のよう挙動を示すよう変化したものと考えられる。

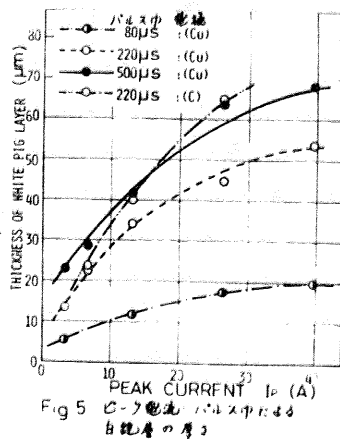


Fig 5 ピーク電流・パルス幅による白錆層の厚さ

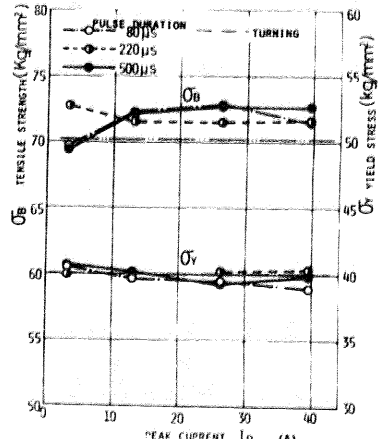


Fig 6 ピーク電流・パルス幅による引張強さ・降伏点の変化

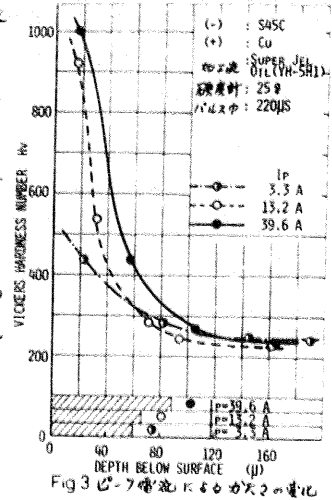


Fig 3 ピーク電流による硬度の変化

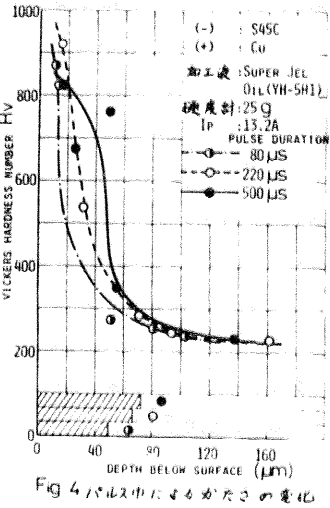


Fig 4 パルス幅による硬度の変化

次に伸びと絞りの変化を図7に示す。伸びに換して旋削の場合50%であるのに対して放電加工を施した試験片は21~27%と小さくなる。さらにはピーク電流・パルス幅が大きくなるにつれて伸びが減少していく。絞りに

測して同様の傾向が見られ旋削試験片より10~20%低下した。このように伸び・絞り結果から分かるように放電加工による生じた表面硬化層が材料をせいに化させる。そのゆえ放電エネルギーが大きくなると有効層が深く、せいの領域が大きくなり伸び・絞りが低下すると考えられる。

図8の引張試験における破断面を示す。ピーパル流はA・パルス幅80 μ sの低エネルギー範囲ではCup and Coneの型の形状が見られる。しかし放電エネルギーが増加すると表面部が鋸歯状のせいの破断面を示す一方内部は逆性破断面を示している。このような破断面は白鉄層のある試験片すべてに見られ引張破断において放電加工を行なった機械部材も特徴づける破面であると考えられる。

引張試験の際、荷重-伸び線図から定まる面積はその材料が破断まで受けた仕事量である。これは材料の靱性を示すパラメータと考えられる。そこでその仕事量を試験片の最小断面積で除した値も破断仕事量と定義しその結果を図9に示す。図より旋削試験片の破断仕事量が65kg \cdot m \cdot であるのに対して放電加工試験片は8~25%低く、靱性の低下が分かる。しかし前述のように引張強さの変化しないことより放電加工試験片は靱性がかなり悪くなる。このことはシャルピー試験による衝撃値の減少からも確かめることができた。旋削試験片の衝撃値が1.7kg \cdot m \cdot であるのに対して放電加工試験片は0.5~0.8kg \cdot m \cdot と靱性差の差化を示す。

4. 結論

- 放電加工による形成される硬化層が部材の機械的性質にどのような影響を与えるか朝べ次のような結果を得た。
- (1) 放電加工による生じた硬化層は約80~100 μ mと硬化や酸化による硬さと変わらないがその有効深さは浅く最大で0.1mmである。
 - (2) 引張強さ・降伏点共にピーパル流・パルス幅による変化はほとんどなく、降伏点が明確に表われない。
 - (3) 伸び・絞りに対し放電加工によるその値は低下し、さらにピーパル流・パルス幅の増大によりさらに低下し、せいの傾向が見られる。
 - (4) 旋削試験片と比較して放電加工試験片の靱性の低下が破断仕事量・衝撃値から認められる。

最後に本研究に協力した当科学生西屋功・星野幹夫・本間俊一郎氏に深く感謝します。

参考文献

- (1) Lloyd, H.K and Warren, R.H; Journal of the Iron and Steel Institute, (1965), 238-247.
- (2) König, W. and Wertheim, R; Giesserei, 63 (1976) Nr. 3, 49-55.
- (3) Stein, H.V; Industrie-Anzeiger, 99. Jg. Nr. 41. V. 20. 5 (1977), 737-742.
- (4) 大崎製鉄所; 金属学会誌, 27巻 (1963) 第6号, 285-288.

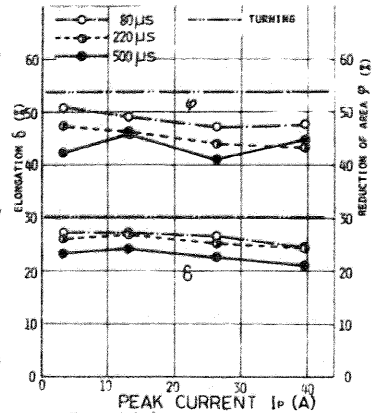
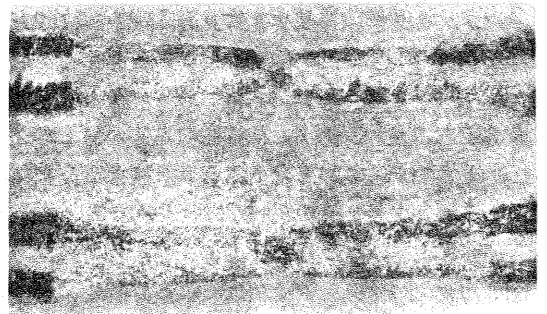


Fig.7 ピーパル流・パルス幅による伸び・絞りの変化



(上) ピーパル流 3.3A, パルス幅 80 μ s
(下) ピーパル流 26.4A, パルス幅 220 μ s

Fig.8 引張試験における破断面

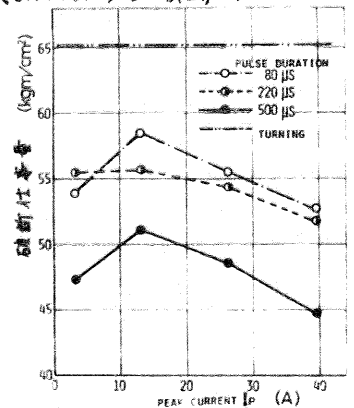


Fig.9 ピーパル流による破断仕事量