

2. 熱処理に関する試験研究（第12報）金型材の放電加工変質層について

1. はじめに

放電加工は、液中における短時間過渡アーク放電による高温度高圧力によって形成される放電痕の累積によるものであるから、加工表面からある僅少の深さまでの被加工材は、急熱、急冷の熱変化と、高温高圧下における物理化学的作用の両方の影響を受け、母材とは異なった変質層を形成することが知られている。一般的には一度熔融し再凝固した層の存在により、表面部に約70～80 Kg/cm^2 程度の引張応力が存在している。このような加工変質層はヘアクラックを除けば金型として使用される場合に圧縮応力が加わるような使用状況下では、悪影響は少なく、かえって金型や圧延ローラーの寿命を延ばしていると認められるものも多い。

またプラスチックモールド金型のように表面をラッピングする必要のある場合には、変質層は磨き難さを増すことになるかとされている。

本報は、SKH9製冷間鍛造用パンチの放電加工表面層に欠けが発生し、寿命バラツキが大きく、かつ寿命が短いと原因調査を実施した結果である。

2. 供試パンチ材の概要

供試パンチ材質 SKH9

予熱条件 850℃ 3分

本熱条件 1,240℃ 1分

冷却条件 オーステンパー 560℃

5分後空冷

焼モドシ 540℃ 60分空冷×2回

寿命状況 200～4,000ヶで欠け発生
バラツキが大きい

3. 供試パンチの外観および欠け状況

Photo 1, Photo 2 に外観および型彫部拡大写真を示す。Photo 2 の矢印部は欠け部分を示し、

清藤 純一，浜石 和人

型彫部表面は放電加工肌であり粗い肌をしているのが分る。

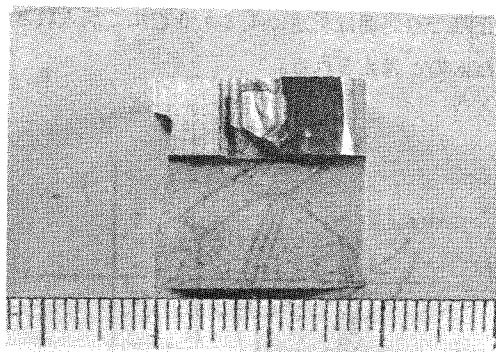


Photo 1 外観

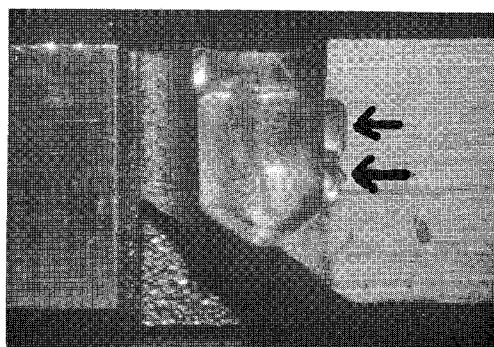


Photo 2 型彫部拡大(×6.3)

4. 供試パンチの内部硬さ

H_{RC} 65.9

SKH-9パンチ材としては硬さが高くなっている。

5. 供試パンチのミクロ組織

図1, 図2に供試パンチの型彫部およびその断面を示す。図2に示す各位置のミクロ組織をPhoto 3～Photo 7に示す。

Photo 3～Photo 6の放電加工層には、熔融再凝固層が認められる。Photo 3は欠けの起点であ

り、欠け部の表面溶融層は薄くなっており使用中に剥離したものと推定される。

Photo 4～Photo 6の放電加工による溶融層からはマイクロクラックの発生が観察され、Photo 4のクラックは、内部に進行している。

Photo 6の内部組織よりオーステナイト粒度は正常で熱処理は所定の $1,240^{\circ}\text{C}$ にて焼入れされたものと考えられる。

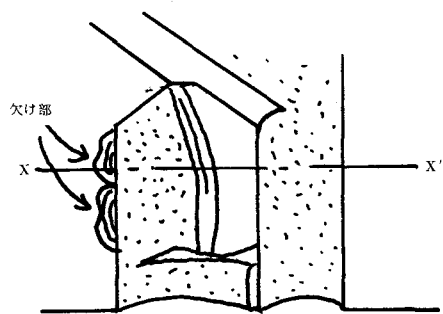


図1. パンチ略図

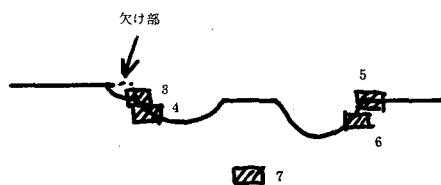
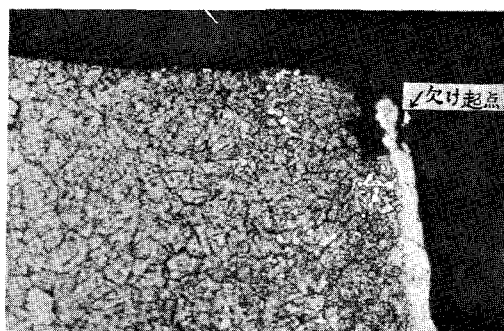


図2. 型彫部断面(X-X')



($\times 400$)

Photo 3 欠けの起点

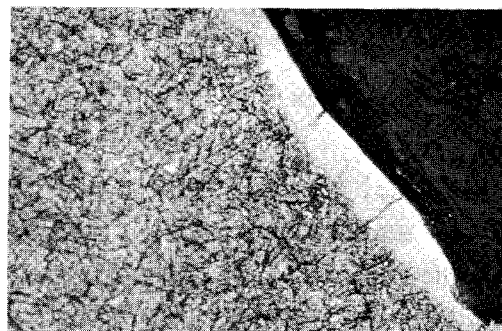


Photo 4 ($\times 400$)

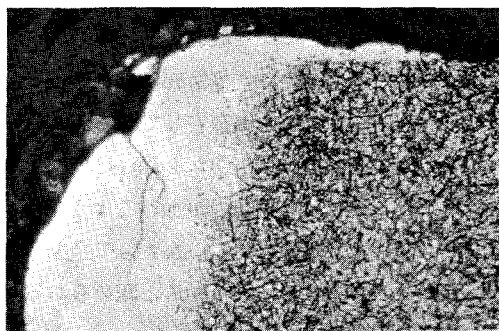


Photo 5 ($\times 400$)

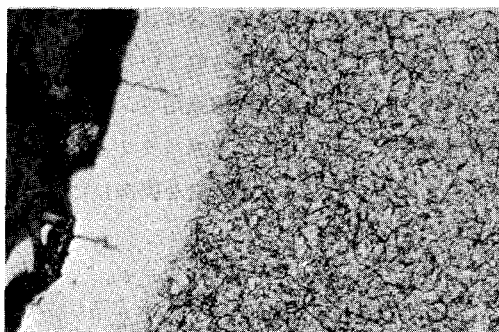


Photo 6 ($\times 400$)

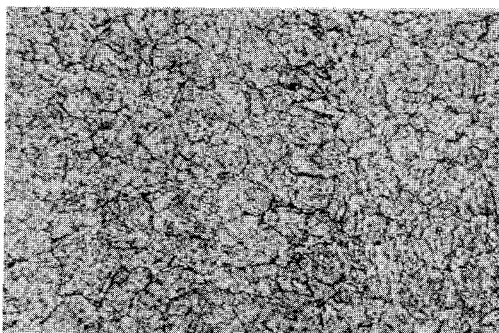
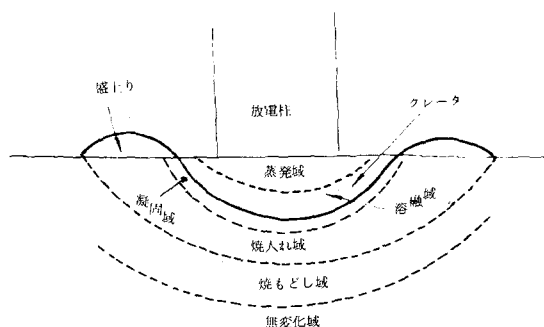


Photo 7 内部組織($\times 400$)

6. 考 察

以上の調査結果より、放電加工部のマイクロ組織には、溶融再凝固層が観察されるが、この凝固層は第3図に示すように放電加工時、加工液またはグラファイト電極から発生したCが、被加工材表面の溶融層に浸炭し、この溶融層が、急冷されて極めて微細なマルテンサイトに変態したもので、厚さは加工条件により異なるが、本供試パンチでは約60 μ である。

また溶融再凝固層には、先端の鋭い微細な割れが多数発生しているが、これは溶融層が冷却される途中、収縮する際に生ずる引張の熱応力により発生する。



この微細割れは金型として使用する場合、圧縮応力が加わるような使用状況下では、悪影響は少ないと思われるが、本件のように引張応力の加わる条件下では金型の寿命を著しく小さくすると思われる。硬さ測定結果より、内部硬さが $H_{RC} 65.9$ で非常に硬いので内部組織は靱性不足で、容易にクラックが進行して欠けが発生するものと思われる。

また再焼入層もPhoto 5, 6にわずかながら認められる。再焼入層は、焼入鋼を放電加工する時発生する変質層であり、さらに内部側の焼もどし層は、放電加工によりその鋼の焼もどし温度以上に加熱され、軟化した域である。焼なまし、焼ならし材には、この現象はみられない。

これらの加工変質層を少なくするには、

- (1) 放電加工速度を遅くすることによりアーク

のエネルギーを小さくして入熱を抑え、これらの層を薄くする。したがって粗放電加工、仕上放電加工のあと、その機械でもっとも微弱な加工条件で、上仕上加工でも言うべき放電加工を行なうのが効果的といえる。

- (2) マイクロクラックの発生を防止するためには放電加工以外の要因として、

- ① 高温での強度、伸び、絞りなどが大きいこと。

- ② 熱膨張率が小さいこと。

などが考えられる。

7. ま と め

以上のとおりSKH9製冷間鍛造用パンチの早期欠損の原因を調査したが、その結果は以下のようである。

- (1) 型影部は放電加工のまゝの肌であり、断面マイクロ組織より、放電加工による溶融層が非常に大きく、溶融層にはクラックの発生が認められ、一部は内部の無変化域まで達している。
- (2) ミクロ組織より所定の熱処理(1240 $^{\circ}$ C焼入れ、540 $^{\circ}$ C焼もどし)が行なわれたものと考えられるが、この熱処理条件では硬さも $H_{RC} 65.9$ と高く、靱性不足により表面クラックが進行して欠けに至ったものと推定される。
- (3) この対策としては仕上工程で放電加工速度を遅くする方法と合せて、じん性を増す熱処理方法、じん性にすぐれる金型材の選択が考えられる。

8. あと が き

本調査結果にもとづき、放電加工による表面変質層やクラックのみられない鍛造用パンチの寿命試験を実施した結果、約4万～6万の寿命向上を示した。引き続きSKH9よりもじん性の大きい鋼種についての実験も進めている。

参考文献

1. 斉藤 金属 vol150 no2 p13 1980-2