707 研削中に生じる焼入鋼仕上げ面の硬さ低下を抑制する 1 方法

A Method for Control of Fall in Hardness during Steel Grinding

正 山田 弘文 (金沢高専)

正 岡田 昭次郎 (日本グレーン研究所)

○非 太田 一 (金沢高専)

Hirofumi YAMADA, Kanazawa Technical College, Hisayasu 2-270, Kanazawa, Ishikawa

Shojiro OKADA, Japan Grain Laboratory, Nii 2504, Kokubunji, Kagawa

Hajime OTA, Kanazawa Technical College, Hisayasu 2-270, Kanazawa, Ishikawa

Key Words: Hardness, Interface reaction, Grinding in N₂

1. はじめに

機械部品は加工することで希望の寸法や精度ができ、熱処理や電気処理を加えることで信頼性と耐久性を得ることができる。

熱処理の一種である焼き入れは、鉄鋼材を機械部品に加工する際に行われる。この場合、寸法精度の関係から焼き入れ加工した後、良好な精度と仕上げ面を得るため研削加工が行われる事が多い。だが、この方法では部品の仕上げ面は研削で発生する加工熱によって焼き鈍ましを受け、当初の表面硬さを失うという欠点がある。

筆者らは、これまでの研究から研削中に砥石と加工物の接触界面で両者の界面反応(固相反応)が発生する事を確認した⁽¹⁾。また、これを抑制する方法⁽²⁾、微少切り込み研削への応用法⁽³⁾を実現し、界面反応を積極的に活用する事で仕上げ面の状態を制御できる可能性が出てきた。

本研究は上記の結果を踏まえ、研削界面反応を積極的に活用する方法に関するもので、その本質が拡散反応である事に着目し、主要因となる研削熱と雰囲気を加工作品に応じて活用し、界面反応を人為的に行ない研削による鉄鋼材の仕上げ面硬さの低下を抑制する方法(窒化)を実験的に検討した。

2. 研削界面における固相反応と仕上げ面硬さ改善

研削時の砥石と加工物の研削界面は高温(金属の融点程度)高压(100Mpa 以上)状態となり⁽¹⁾、乾式および湿式研削法の影響をほぼ受けない。その結果、研削界面では固相反応により加工物表面層は熱的影響を受け、仕上げ面硬さ変化⁽⁴⁾や仕上げ面の変質が発生する。鉄鋼材料を研削する際に雰囲気加 N₂ 雰囲気とすれば、研削中に加工物表面で窒化反応が生起し、研削された表面の硬さを改善することができると考えられる。

3. 研削実験

(1) 実験装置

雰囲気調整して加工する研削実験には、既開発の通気研削装置⁽²⁾を平面研削盤に装着して使用した。図 1 は研削試験装置の概観を示す。窒素ガスは外部に設置されたポンプから通気研削装置へ送られ、研削装置へ入ったガスは【回転継ぎ手】→【砥石フランジ内の通気孔】→【砥石内周面噴出孔】→【砥石気孔】→【砥石外周作業面】を経て、加工面へ供給される。供給されるガスにより加工面周辺の大気をほぼ完全に排除することが判っている⁽²⁾。

(2) 研削試験条件

研削試験では硬さ既知の加工物を研削動力計付きバイスに固定し、大気中あるいは窒素ガス中で所定の砥石で切り込みを与え、1パスで研削する。表 1 は研削試験条件を示している。主として、乾式研削を採用したのは、研削現象を顕著に把握できること、SCM および SK-3 を研削試料と

したのは、窒素による表面効果を予測したためである。

(3) 硬さ試験及び粗さ試験による評価

研削結果を評価するため、ビッカース硬度計で硬さ、触針式粗さ計で表面粗さを計測する。

4. 実験結果及び検討

(1) 窒素ガス通気研削における研削条件と研削抵抗の変化

研削抵抗は、研削状態を表す現象の 1 つであり、砥粒切れ刃の磨耗や目立て条件が同じであれば、研削抵抗の大小は

Fig.1 Grinding machine

Table1 Grinding conditions

Item	Condition
Wheel	WA46K5V
Wheel speed	1780(m/min)
Table speed	6(m/min)
Down feed	2~10(μm)
Cut	Plunge cut
Work piece	SCM(HV=675),(HV=490) SK3(HV=713),(HV=590) 5t×40×30
Atmosphere	Dry, N ₂

Fig.2 Relationship between Grinding and down feed

砥粒切れ刃の加工物除去状態と加工物との摩擦状態(研削熱や温度)と密接な関係があり、研削試験ではしばしば計測される。

界面反応は研削抵抗(研削温度)の大きさに依存する⁽⁶⁾ことが判っている。

図2はSCMを窒素ガス通気研削した時の、研削抵抗と切り込みの関係を示している。アルミナ系砥石で鉄鋼材を研削する場合、無酸素状態では砥粒切れ刃の磨耗を抑制でき⁽³⁾、窒素ガスを通気する事で切れ味が良好な研削ができる。砥石切り込みが大きくなると研削抵抗が増大する。

図2から窒素ガス通気研削にも一般的な研削条件と研削抵抗の変化の関係があることが判る。

(2) 研削による仕上げ面硬さの変化

研削による硬さ変化は研削加工面の数百 μm から1mm程度といわれている⁽⁴⁾。通常研削では焼き入れされた加工物の表面では硬さが減少し、焼き鈍された加工物の表面の硬さは上昇するといわれている。

図3はSCMを窒素ガス通気研削法によって研削した仕上げ面の硬さの状態を表し、図4、図5は測定結果を示している。研削前の硬さを1とした相対比で表されている。

図4では、試料の熱処理に係わらず研削後は硬さが増大する。その効果は焼き鈍まし材試料の方が大きい。また大気中と窒素ガス中では硬さ変化に差が出ており、窒素ガスが硬さ低下を抑制している事を表している。

図5では、SK-3が窒素ガス中で焼き鈍まし材の硬さが増大しており、SK-3でも界面反応を活用できることが判る。

Fig.3 Vickers hardness test

Fig.4 Effect of N₂ on Surface hardness of SCM

(3) 窒素ガス通気研削した仕上げ面粗さ

図6は、窒素ガス通気研削で得られた加工物仕上げ面の粗さ例を示し、砥石切り込みが大きく異なっても、粗さの変動幅は大気中の乾式研削の場合よりも小さい事が判る。これは、切れ刃の磨耗が抑制されているためである。

Fig.5 Effect of N₂ on Surface hardness of SK-3

Fig.6 Relationship between surface roughness and down feed

5. 結び

本実験で得られた結果は次のようになる。

- 1) SCMを窒素通気研削加工すると、熱処理の有無に係わらず仕上げ面硬さ低下が抑制される。これは界面反応活用の窒化促進による硬さ低下抑制効果によるものと考えられる。
- 2) 硬さ低下抑制効果は、研削条件に大きく影響されず、影響深さは浅い。
- 3) 窒素ガス通気研削では、砥石の設定切り込みが5倍程度になっても、仕上げ面粗さは大きく変化しない。
- 4) SK-3についても、窒素ガス中の研削で硬さ低下が抑制される場合も認められた。
- 5) 研削界面反応を活用するためには、材料と雰囲気を選ぶ必要がある。

6. 参考文献

- (1) 山田：界面反応研削に関する研究，先端加工，vol. 17, No. 1 (1998) P. 47
- (2) 山田・他2名：ガス通気研削法の開発，精密工学会誌，vol. 67, No. 10 (2001) P. 1675
- (3) 山田・他2名：ガス通気研削加工法による微小切り込み研削，精密工学会誌，vol. 67, No. 10 (2001) P. 1675
- (4) 小野：研削加工，槇書店(1962) P. 136
- (5) 久保井・他1名：材料学，コロナ社(2001) P. 116
- (6) 河村・他4名：研削加工と砥粒加工，共立出版 P. 53