研削加工における歪低減に関する研究*

長友　良行*1

Study on the Control Technology of Grinding Strain

Yoshiyuki NAGATOMO

県内の加工現場では、金属材料を研削加工した後に発生する加工歪（曲がり、反り等）が加工精度を低下させるため、問題となっている。研削加工後に発生する歪は、研削時に発生する残留応力の影響が大きく、また、残留応力は、研削加工条件の一つである砥石の切れ味に大きく依存していると考えられる。そこで、本研究では、加工中も砥石の切れ味を持続できるとされるELID（電解インプロセスドレッシング）研削[1)]を行い、砥石の切れ味の影響を小さくし、砥石粒度を変化させた場合に加工面に発生する残留応力をX線応力測定装置で測定した。その結果、砥石粒度が細かいほど加工面に発生する残留応力が小さくなることが分かり、この傾向が一般的な焼結砥石による研削加工においても確認できた。

キーワード：研削加工、歪、残留応力、ELID研削

1　はじめに

研削加工後に発生する歪は、研削時に発生する残留応力の影響が大きく、また、残留応力は、研削加工条件の一つである砥石の切れ味に大きく依存していると考えられる。そこで、本研究では、加工中も砥石の切れ味を持続できるとされるELID研削を行い、砥石の切れ味の影響を小さくし、砥石粒度を変化させた場合に加工面に発生する残留応力を、X線応力測定装置で測定した。

その結果について報告する。

2　実験方法

2－1　使用工作機機械

CNC平面研削盤（㈱岡本工作機械製作所製PSG-500DXNCS）によりCNC運転で加工を行った。この研削盤はELID研削が使用できる仕様となっている。

2－2　被削材

50mm×50mm×30mmの機械構造用炭素鋼S50Cを残留応力除去熱処理することで前加工により発生した応力を除去し、これを被削材とした。

表１　下地面研削条件

研削速度(m/min)	1580
テーブル左右移動速度(m/min)	36
テーブル前後移動速度(m/min)	1.2
１パス毎の切込量(μm)	1.0
研削方法	トラバース研削
研削液の有無	有

表２　使用した砥石

形　状	１号平形
寸　法(mm)	200×10×31.75
砥　粒	SD
粒　度	140、200、400
結合度	N
集中度	75
結合剤	M

実験で研削する前の下地面は、精密平面研削盤（㈱岡本工作機械製作所製PSG-84DX）により表１の研削条件で研削した。

2－3　使用砥石

砥石は、表２に示す鋳鉄ボンドダイヤモンド砥石を使用した。

＊　研削加工における歪低減に関する研究（第２報）
＊１　機械電子・デザイン部

２－４　研削条件

研削条件を表３に示す。この条件で研削加工を行いながら、砥石の方は、表４に示すELID条件（電気的条件）でELIDを行った。

表３　研削条件

研削速度(m/min)	750
テーブル左右速度(m/min)	10
テーブル前後速度(m/min)	100
１パス毎の切込量(μm)	1.0
総切込量(μm)	30.0
研削方法	トラバース研削
零研削回数	0
研削雰囲気	湿式

表４　ELID条件

出力電圧(V)	90
ピーク電圧(A)	20
デューティ比(%)	50

２－５　測定した残留応力

研削加工面に発生する残留応力は、加工面を電解研磨で薄く除去する毎に、「送り方向」と「直交方向」とに分けて測定し、深さ方向の分布を調べた。

２－６　残留応力測定方法

X線応力測定装置MSF-2M（リガク㈱製）を用いて、並傾（Ψ一定）法で、揺動幅を±３°として、研削加工面の送り方向と直交方向の残留応力を、測定した。

３　結果及び考察

３－１　残留応力の状態

砥石粒度別の残留応力の変化を図１、２に示す。図１は「送り方向」の残留応力を加工表面から深さ方向に測定したもので、図２は「直交方向」の残留応力を加工表面から深さ方向に測定したものである。図から、どの粒度の砥石でも加工表面から20μm程度で母材の残留応力に戻っていることがわかる。過去の研究[2)]で粒度60や120の一般砥石（WA砥粒の砥石）で加工した場合、加工表面から30μm程度で母材の残留応力に戻っていることと比較すると、残留応力の発生している部分が表面から浅い位置であることが分かる。また、送り方向と直角方向の加工表面に発生している残留応力を比較すると、送り方向の残留応力の方が小さくなっている。これは、送り方向は砥石が回転している方向であるため、切れ味が良いのに対して、直角方向は被削材を砥粒が押し広げるような加工となり、切れ味が悪いためと考えられる。

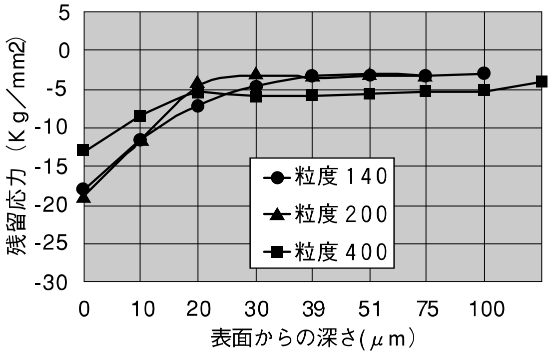

図１　砥石粒度変化させた場合の残留応力分布（送り方向）

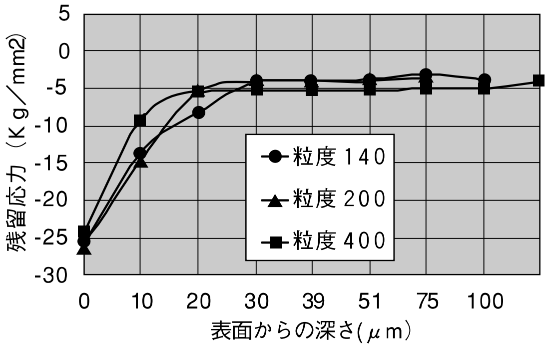

図２　砥石粒度変化させた場合の残留応力分布（直交方向）

３－２　砥石粒度の影響

図１、２から、粒度が140と200の砥石による加工面に比較して粒度が400の砥石による加工面は、加工表面からより浅い位置で母材の残留応力に近づいている。粒度が大きいということは砥石粒径が小さいということであり、切れ味の良い細かな粒径の砥粒の方が大きな粒径の砥粒に比較して研削時の抵抗も少なく加工できるためと考えられる。このように粒度が大きくなるにつれて残留応力が加工面から浅い位置で母材の残留応力に戻る傾向が一般砥石でも同様に発生すると考えられる。そ

こで、市販されている一般砥石の中で切れ味があるとされているSG砥粒砥石（以下「SG砥石」）の中で、粒度の最も大きい粒度220の砥石で研削加工を行い、加工面に発生した残留応力を測定した。使用した砥石と研削条件を表５と６に示す。

表５　確認実験で使用した砥石

形　状	１号平形
寸　法(mm)	180×６×31.75
砥　粒	SG
粒　度	220
結合度	J
結合剤	ビトリファイド

表６　研削条件

研削速度(m/min)	1500
テーブル左右速度(m/min)	10
テーブル前後速度(m/min)	100
１パス毎の切込量(μm)	1.0
総切込量(μm)	30.0
研削方法	トラバース研削
零研削回数	0
研削雰囲気	湿式

３－３　SG砥石による加工面の残留応力

SG砥石による加工面の残留応力を加工表面から深さ方向に測定した結果を図３に示す。

図３を図１、２と比較すると、研削速度の違いはあるが、加工表面から５μm程度で母材の残留応力に戻っている。これは粒度60や120のWA砥粒の砥石で加工した場合には得られなかった結果であり、砥粒粒度の大きさが影響していると考えられる。

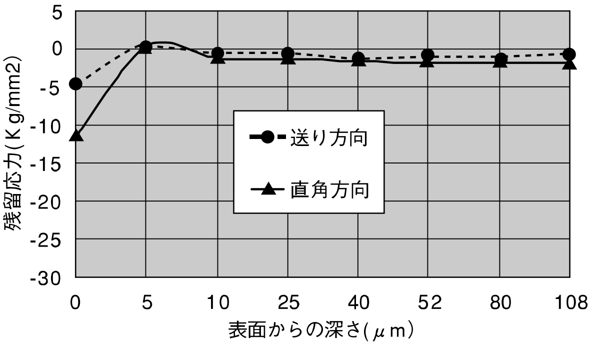

図３　粒度220のSG砥石による研削加工面の残留応力分布

４　まとめ

加工中も砥石の切れ味を持続できるとされるELID研削を行い、砥石の切れ味の影響を小さくし、砥石粒度を変化させた場合に加工面に発生する残留応力を、X線応力測定装置で測定した。

その結果、つぎのことがわかった。

①　砥粒140、200、400のどの砥石においても加工面表面から20μm程度で母材の残留応力に戻る。

②　送り方向の残留応力が直角方向の残留応力よりも小さい。

③　砥粒粒度が大きいほど加工面から浅い位置で母材の残留応力に戻る傾向にある。

上記の③について、一般砥石で調べたところ、同様な傾向が得られることが分かった。

５　参考文献

１）大森　整. ELID研削加工技術. 工業調査会. 2000

２）長友.“研削加工時に発生する歪の低減に関する研究". 宮崎県工業技術センター研究報告. 45, 2000, 69-72.