

K6-25

AE センサによる砥石表面形状測定方法の提案

Proposal of measuring method of grinding wheel surface by means of AE sensors

○三竹涼¹, 李和樹², 山田高三², 三浦浩一²Ryo Mitake¹, Hwo-Soo Lee², Takazo Yamada², Koichi Miura²

Abstract: In a grinding process, the surface of grinding wheel is transcribed to a finished surface. According to the demand of fine finishing, it is important to grasp the surface profile of grinding wheel. Measuring method of the surface profile of grinding wheel using thin wire has been presented. However this method takes much labor. In this study, position measurement of the projecting abrasive grains on the wheel surface by the AE sensor is investigated.

1. 緒言

研削加工において、工作物の表面には砥石の表面形状が転写する。そのため、工作物表面の仕上げ面粗さは砥石の表面形状と密接な関係にある。そこで、砥石の表面形状を把握することができれば工作物の仕上げ面を予測することができる。

従来、砥石表面形状の測定には極細ワイヤを測定端子とした接触式の測定方法がある^[1]。この方法では、砥石表面形状を高精度に測定することが可能である。しかし、砥石表面に沿ってワイヤを操作して表面の測定を行うため、砥石全体の測定には多くの時間がかかる。

本研究では、短時間に砥石表面形状を測定する方法として工作物自体を測定端子とた。砥石と工作物が接触した際に発生する AE(Acoustic Emission)波と呼ばれる信号を観測することで、砥石表面形状の測定を行う方法を提案した。

2. AE 法について

材料が変形・破壊した際に内部に蓄えられた弾性エネルギーが波動として放出される現象を AE と呼ぶ。AE は材料の破壊が始まる前の微小な変形から発生するため非破壊検査が可能である。

AE を用いた測定法を総じて AE 法と呼ぶ。AE 法の優れた特徴として、図 1 に示すようにセンサを複数取り付けることによって AE 波の発生位置の標定(Linear Location)をすることができる点である^[2]。

センサ 1 が AE を検出した時間を t_1 、センサ 2 が AE を検出した時間を t_2 とすると AE 検出時間差 Δt は式(1)より求められる。

また、式(1)で求めた Δt と AE 波の伝播速度 c を用いて、速度と時間の関係から式(2)より、センサ間中心からの AE 発生位置 ΔL が求められる。

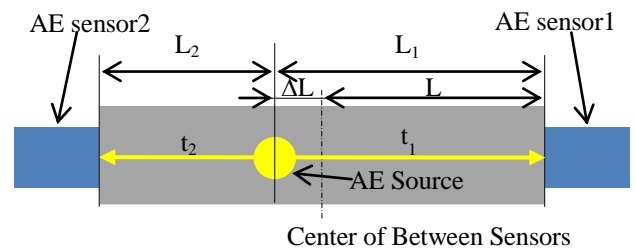


Figure 1. Summary of Linear Location

$$\Delta t = t_1 - t_2 \quad (1)$$

$$\Delta L = \frac{\Delta t}{2} C \quad (2)$$

AE 波は、材料によって伝播速度が異なる^[3]。また、AE の伝播速度は材料の寸法によっても変化するため伝播速度 c は実測値を使用する。

3. AE 法による砥石表面形状測定方法の原理

AE による位置標定の原理を応用し、砥石表面の突出砥粒が工作物と接触した際の AE 発生点の標定を行う。また、砥石が回転することにより砥石表面全体の突出部が工作物と接触するので、砥石全体の突出砥粒の位置を二次元的に求めることができる。

4. 実験方法

突出砥粒のモデルとして、ダイヤモンドドレッサを用いた。図 2 に示すように円盤にダイヤモンドドレッサを固定し、円盤を回転させることで研削時の突出砥粒と工作物の接触を再現した。AE の検出には株式会社 NF 回路設計ブロック製の AE-904S を使用した。検出した AE の整波に株式会社 NF 回路設計ブロック製のディスクリミネータ AE9922 を使用した。検出した AE はインターフェース社製 A/D 変換ボード PCI-3525 を介して PC へ出力した。

1 : 日大理工・院 (前)・機械, 2 : 日大理工・教員・機械

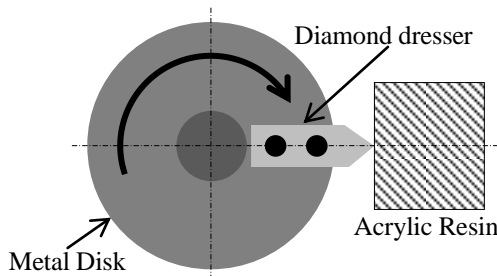


Figure 2. Experimental Method

実験では工作物としてアクリル樹脂を用いた。主な理由として、AE 波の持続時間が短く、AE が連続で発生しても判断が容易で、伝播速度も遅く時間差の測定が容易に行えるなどが挙げられる。

本実験は AE 波の変化の観察を行うために、検出された AE 波はフィルタ処理を行わず出力した。また、センサ位置をアクリル樹脂の表面、背面、側面のそれぞれに取り付け実験を行った。実験条件を表 1 に示す。

Table 1. Experimental Condition

Sampling clock	250000 Pt/sec
Sampling point	300000pt
Gain	40dB
Threshold	$\pm 0.01V$
Between Sensors	120mm

5. 実験結果

本実験では AE 波形の観察を行うために、検出した AE 波をアンプで増幅した信号のみで結果をまとめた。

検出された AE 波は時間の経過とともに変化していくため、正確な時間差の測定を行うには AE 発生直後の波形を用いる必要がある。

式(2)の時間差の式より、センサ間中心を測定基準として、第四象限を工作物の右方向、第二象限を左方向とした実験結果を図 3 に示す。

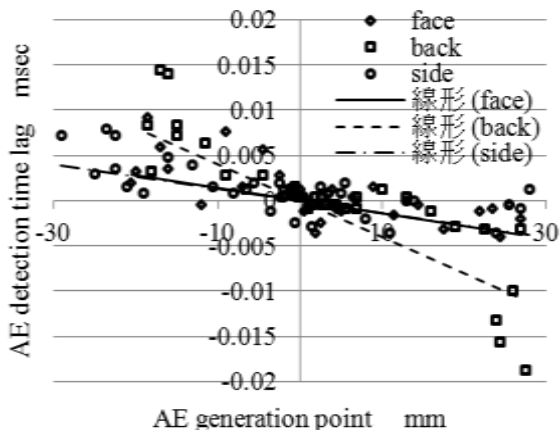


Figure 3. Experimental Result

図 3 より、AE 発生位置と検出時間差には線形の関係にあることがわかる。近似線だけで考えるならば、傾きの大きい背面に取り付けた場合が高い精度で測定が可能であるといえる。しかし、全体的に数値のバラつきが大きいため、このままでは高い精度での測定は難しいと考えられる。

数値のバラつきは、AE 波に含まれる雑音が原因と考えられる。雑音の影響を考慮して各実験の AE 波形を観察した。

表面にセンサを取り付けた場合では、AE 波は徐々に反応が大きくなって閾値を超えるため、AE が発生してから反応が大きくなるにしたがって高周波の雑音によって精度に大きな影響があると考えられる。

背面にセンサを取り付けた場合も同じことが言えるが、表面の場合と比べ、高周波の影響は少ない。

側面に取り付けた場合では、表面・背面と比較すると AE 波の立ち上がりが鋭く、閾値による判別が容易である。また、AE 波の持続時間も短く、AE が連続で発生した場合に有利であると考えられる。しかし、センサを側面に取り付けた場合では雑音と考えられる低周波の影響で、AE が発生した時点で閾値を超えている場合が多く、今回のような結果になってしまった。また側面の場合、AE 波の立ち上がりが鋭いため、位置標定を行う際の時間差が短く、測定に影響を及ぼす可能性が考えられる。

6. 結 言

- AE による位置標定法を利用して、砥粒と工作物の接触点の位置標定の実験的評価を行った。
- センサの取り付け位置によって AE 波の波形が変化することが分かった。また、取り付け位置によって影響される雑音に差があることが分かった。
- AE 波と雑音の判別や連続して AE が発生した場合を想定すると側面での測定が良いと考えられる。

7. 参考文献

[1] 若林忠, 李和樹, 和泉真澄:「ワイヤを利用した石作業表面測定装置の開発」, 日本大学工学部第 43 学術研究報告会 講演要旨 12(2000)51.

[2] 株式会社エヌエフ回路設計ブロック:「技術資料 AE の基礎と測定方法」, 株式会社エヌエフ回路設計ブロック, p8, 2002

[3] 丹羽義次, 大津政康:「アコースティック・エミッションの特性と理論 -構造物の稼働時の非破壊検査法-」, 森北出版, p74, 1988