

氏名	MOHAMMAD ASHRAFUL KARIM CHOWDHURY
授与学位	博士(工学)
学位記番号	博甲第134号
学位授与年月日	平成26年3月20日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項
学位論文題目	Analysis and Computer-Aided Simulation of Dressing of Grinding Wheel by Rotary Diamond Dresser (ロータリダイヤモンドを用いたドレッシングの計算機シミュレーションと性能の解析)
論文審査委員	主査 教授 田 牧 純 一 准教授 ウ ラ シャリフ 教授 三 波 篤 郎 教授 柴 野 純 一 教授 鈴 木 聡一郎

学位論文内容の要旨

Grinding is often followed by dressing and vice versa. The objective of dressing is to sharpen the abrasive grains embedded on the working surface of a grinding wheel so that the wheel can keep its material removal efficiency. To achieve the objective, a dresser is needed and the dresser should operate in such a way so that it covers the whole working surface of the grinding wheel without covering the same area twice. Therefore, it is important to know the conditions that ensure this operating principle. This thesis deals with this issue in details. In particular, both analytical model of dressing and computer-aided simulation system are developed for determining the dressing performances for various conditions. The model is valid for a specific type of dresser called rotary diamond dresser. The thesis is structured, as follows:

Chapter 1 provides general overview of dressing and rotary diamond dresser. It also recalls the works related to development and simulation of different dressing method. Furthermore, performance of dressing is defined. Finally, the thesis organization is discussed in this chapter.

Chapter 2 deals with an analytical model of rotary diamond dresser while dressing a grinding wheel. The model establishes the relationships among the parameters that influence the surface topography of a grinding wheel, as well as the dressing performance. First, the geometric and kinematic parameters based on a model of the interaction between the grinding wheel and rotary diamond dresser is described. Based on this model, the length and sectional profile of dressing trajectory is defined. The general properties of the dressing trajectory (length and sectional profile) are also described for a range of dressing conditions.

From the general observations, it is found that the length of dressing trajectory is larger in case of up-cut dressing than that of down-cut dressing.

Chapter 3 describes a computer-aided simulation system to visualize the surface topography and the dressing performance of a grinding wheel after single/multiple passes. First, the requirements of the system are identified and described. The requirements are: setting the surfaces for simulation and calculation, determining the geometry of dressing trajectory, determining the offset, determining the coordinates of

the starting point of a pass, digitizing the effect of each dressing trajectory, determining the dressing ratio, and displaying the necessary inputs and outputs by both textual and graphical means. A system layout is also described to materialize the system. Afterward, the system developed is described showing the user-interface and system outputs (trajectory and dressing performance) for two different sets of dressing conditions.

Chapter 4 describes some useful results of dressing performance that has been found by using the system described in Chapter 3 for the case of 2D (i.e., considering the effect of dressing trajectory length, only). First, the dressing patterns are described for various conditions. This is followed by the study of determining the effect of the feed rate in single-pass dressing on the dressing performance. It is observed that complete dressing is almost impossible to achieve by tuning the feed rate of dresser in down-cut dressing. In addition, the effect of number of passes in dressing is also described. It is found that lesser number of passes is required to realize complete dressing in up-cut compared to down-cut in multiple pass dressing. Finally, the relationship between the number of passes and depth of cut for achieving the condition called complete dressing is also established.

Chapter 5 describes some results of 3D dressing performance (i.e., dressing performance based on the sectional profile of dressing trajectory). First, a model is introduced to represent the (real) surface profile of a grinding wheel. A model of simulating the resultant sectional profile (sectional profile of dressing trajectory for multiple passes of the dresser with the incremental depth of cut) is also described. Afterward, the interaction between the resultant sectional profile and real surface profile of grinding wheel is described. Finally, the 3D dressing performance is determined by computing the interaction between the resultant sectional profile and real surface profile of grinding wheel. It is evident after comparison that the value of dressing ratio is smaller for 3D performance analysis than that of 2D.

Chapter 6 provides the discussion and concluding remarks of the research study.

論文審査結果の要旨

ドレッシングは研削性能を決定する要因の一つであり、研削砥石に応じて多種多様なドレッサが使用されている。そのなかで、ロータリダイヤモンドドレッサは、汎用性が高く耐摩耗性に優れたドレッサとしてビトリファイドcBNホイールに多用されている。一方、ロータリダイヤモンドドレッサは多刃回転工具であり、その円周上に規則的あるいは不規則に配置されたダイヤモンド粒が砥石表面を切削することによって砥石作業面が創成される。したがって、ドレッシングによって創成される砥石作業面のトポグラフィは、ロータリドレッサに配置されたダイヤモンド粒の個数と大きさおよび配置位置、ドレッサ切込み量、ドレッサ送り速度、砥石とドレッサの周速度比などの影響を受け、その創成プロセスが複雑であるため、ドレッシング条件の最適化は専ら経験に頼っているのが現状である。

本研究では、ドレッシング条件の最適化を機構学的観点から検討することを目的として、ドレッシングを「回転工具による円筒外周面の切削加工」としてモデル化し「切れ刃の運動軌跡が円筒外周面に転写される」という仮定のもとに砥石作業面の創成プロセスを2次元的に可視化するシミュレーション技法を開発し、その適用例として、角柱ダイヤモンドロータリドレッサの場合について、砥石作業面の全領域がドレッシングされるための条件を検討し

ている。研究成果を以下に示す。

1) ドレッシングの進行にともなうロータリドレッサと砥石作業面の接触状態の変化を追跡することにより、砥石作業面の全領域がドレッシングされるための条件、すなわち、片側1回ドレッシングにおけるドレッサ送り速度および両側切込み往復ドレッシングにおけるドレッシング回数を把握することができる。

2) ドレッシング条件によってはドレッシング軌跡のパターンに周期性が発生し、場合によっては、ドレッシングされない部分が砥石幅方向に平行な一定幅として発生することがある。

3) 両側切込み往復ドレッシングを行う際、アップカットの場合にはロータリドレッサと砥石の接触開始点の影響がほとんどなく、一定の砥石作業面が得られる。一方、ダウンカットの場合にはロータリドレッサと砥石の接触開始点の違いが砥石作業面に大きく影響するため、不安定なドレッシング性能を示す。

実際のドレッシングにおいては砥粒の破碎や脱落を伴うため、幾何学的に得られるドレッサの軌跡が砥石作業面上にそのまま転写されることはあり得ないが、本研究成果の工学的寄与は、本研究で開発したシミュレーション技法を用いることによって、砥石作業面に及ぼすドレッシング条件やドレッサ仕様の幾何学的影響を解明できるという点にある。また、その工学的寄与は、本研究で開発したシミュレーション技法を用いることによって、砥石作業面の全領域がドレッシングされるための条件を把握することができ、結果として非生産時間であるドレッシング時間を短縮することができる、という点にある。したがって、申請者が提出した学位論文の内容は、生産加工分野において新規性を有しているとともに、その成果には工学的・工学的寄与が認められると判断する。