

# ゴム磁石を用いた磁気援用 ラッピングに関する基礎的研究 (続報)

田中秀穂・友野春久  
(受理 平成 5 年 5 月 31 日)

## Fundamental Study on Magnetic Field Assisted Lapping with Rubber Magnet (Continuous Report)

Hideho TANAKA and Haruhisa TOMONO

It was mentioned in a previous report that lapping is also possible in the new type lapping method using a permanent rubber magnet proposed in the report as well as in conventional lapping.

In this paper, various contrivance were made on the surface of the rubber magnet to be lap face. Furthermore, increasing experimental parameters by varying the lapping speed, the sorts and mixture ratio of lapping fluid, fundamental experimental data were obtained similiary as in the previous report.

### 1. はじめに

成形加工品の品質を直接左右する金型は、従来、大量生産を行う工具として用いられ、近年では、工業製品の多様化、高品質化の要求から、金型自体の精度向上は重要な課題となっている。またこのような金型を短納期、低価格で製作することも必要である。しかしながら、一般に金型の磨き工程は、多種多様な金型の形状や精度の要求から、未だに熟練研磨技術者の経験に基づいた視覚、触覚に依存する度合いが大きいのが現状である。これらのことから、金型の磨き工程の省力化、自動化が急がれており、この手法として近年、磁気を援用した様々な方法が提案されてきている<sup>1), 2), 3)</sup>。

筆者のうち一人は、磁気を援用した新しい方法として、ゴム磁石を利用して研磨圧力を得、磁性材料である金型の研磨を行う手法を提案した。この方法では一定の面圧がたやすく得られ、ゴム磁石の持つ柔軟性から、比較的緩やかな凹凸のある局面にも対応できるものと考えられる。そこで、この考えに対する裏付けを得るために、筆者らはゴム磁石を用いて研磨を行う実験装置を試作し、湿式の平面ラッピングを試み、この

手法によっても通常のラッピング作業と同様、研磨作用があり表面あらさが向上する結果を得た<sup>4)</sup>。

そこで、本研究では実験パラメータを増やし、前回同様ゴム磁石を用いた磁気援用によるラッピングを基礎的な観点から評価、検討を行った。

### 2. 実験装置および方法

図1に、本研究を行うために試作した実験装置を示す。動力源であるモーター①から無段変速機②を介し③のクランク機構にて回転運動を直線運動に変え、試料⑦をゴム磁石⑥を往復運動させることによって研磨実験を行った。なお本研究ではゴム磁石の試料への吸

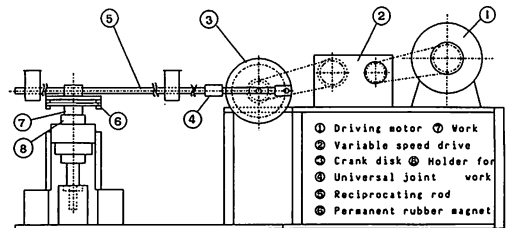


Fig. 1 Schematic view of experimental equipment

着力とゴム磁石の自重を加えて研磨圧力とした。

実験条件を表1に示す。試料は金型材として使用頻度の高いS55Cを熱処理したものをを用いた。試料表面を予め平面研削し、十点平均表面あらさRzではば1.15 $\mu$ mに前加工し、これを初期表面あらさとした。研磨剤としては表1に示す様にWA砥粒と水道水の混合液をラップ剤として用い、試料面の状態に応じて順次、#800、#1500、#2000と加工段階を重ね、2分間隔で0.75gづつ混合液をラップ面に投与した。ゴム磁石はAnisotropic typeを用い研磨剤の保持力による研磨能力の違いをみるためにゴム磁石の表面仕様を変え、またラップ速度も3段階に変化させて研磨時間の経過に伴う表面あらさの改善効果を比較した。

### 3. 実験結果ならびに考察

#### 3.1 ゴム磁石表面仕様による比較

①ゴム磁石素面でラッピングを行なった場合と研磨剤の保持を良くするために前報<sup>4)</sup>で用いた②ラップ面に格子状の溝を設けたゴム磁石、さらに③市販のOHP用PPCフィルムをラップ面に貼り付けたゴム磁石の3種類について表面仕様の違いによる表面あらさの改善効果を調べた。図2に表面仕様を変えたゴム磁石を示す。初期面あらさ(Rzo)からラッピングを20分間行った後の面あらさ(Rz)の値を引いて初期面あらさ(Rzo)で除した値を表面あらさ向上率とし、この結果を図3に示す。ゴム磁石素面で行なったものが面あらさ向上率が最もよく、溝付き仕様、PPC仕様の順

であった。ただしゴム磁石素面仕様は砥粒がラップ面に埋め込まれやすく、試料面に局部的に大きい引っかきキズができることもある。研磨剤の保持を良くし研磨能力を上げる目的で用いた溝付き仕様、PPC仕様の両者は素面仕様ほど面あらさの向上効果は認められなかった。これはPPC仕様の試料への吸着力はゴム磁石素面のそれが $9.4 \times 10^3$  Paであるのに対し $6.3 \times 10^3$  Paと小さく、この吸着力の小ささが影響しているものと思われる。

#### 3.2 ラッピング速度による比較

ゴム磁石の表面に前項で用いたPPC仕様と、さらに薄手のガーゼを貼り付けたものを追加して用いた(図4)。ラッピング速度を3段階に変化させ、時間の経過に伴う表面あらさの変化を比較した。実験順序を表2に示す。試料の表面あらさの程度により砥粒粒

Table 1 Test condition

Work piece	Machine structural carbon steel S55C Hv=275~280 Heat treatment condition: Tempered at 660 °C after 820 °C water quenched
Abrasives	WA#800, WA#1500, WA#2000
Lapping fluid	A mixture of 40wt% of WA and city water
Surface of rubber magnet (Anisotropic type)	No.1: magnet alone No.2: Lattice grooves No.3: P.P.C. film for OHP No.4: Gauze
Injection volume	0.75g/2min
Lapping speed (in average)	(A): 11m/min (B): 16m/min (C): 21m/min
Original surface Roughness of work	1.15 $\mu$ mRz

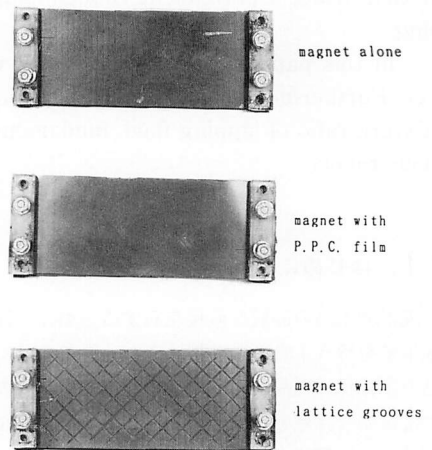


Fig. 2 Surface of rubber magnet

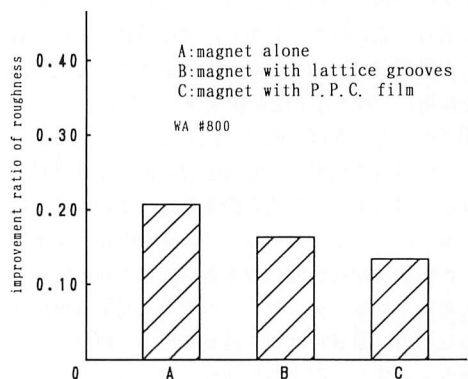


Fig. 3 Comparison of improvement ratio of roughness



Fig. 4 Surface of rubber magnet with gauze

Table 2 Step of tests

Step	Surface of magnet	Grain size
I	P.P.C.film	#800
II	"	#1500
III	"	#2000
IV	Gauze	#2000

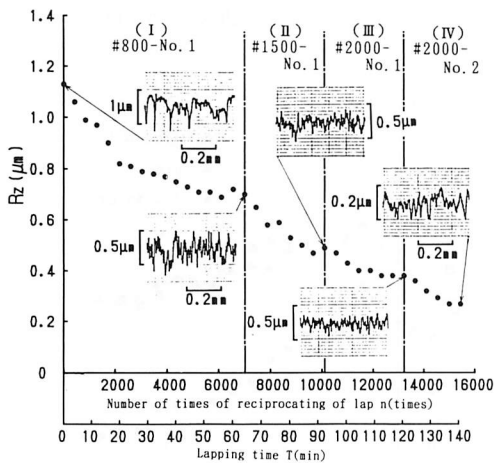


Fig. 5 Variation of roughness of surface lapped (lapping speed 11m/min in average)

度をⅠ、Ⅱ、Ⅲの段階順に小さくしⅣ段階ではガーゼ仕様を用いた。図5から図7にラッピング時間と表面あらさの関係を示す。いずれの場合でもラッピング開始後20分の間に面あさは急速に向上し時間の経過に伴ない、各粒度による臨界面あさが現れてくるものの面あさは向上していくのがわかる。一般的にはラッピング速度が速くなれば能率が上がり、面あさも良くなるが、本実験条件下ではそのような傾向はみられなかった。これは、研磨剤の投与間隔、投与量を各速度とも同一条件にしたことによるものと考えられる。Ⅳ段階のガーゼ仕様においては、Ⅲ段階までにおける梨地の試料面から一転して光沢のある仕上げ面にな

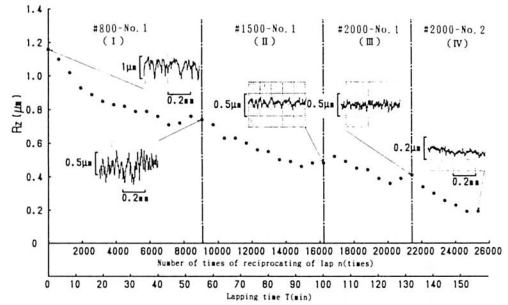


Fig. 6 Variation of roughness of surface lapped (lapping speed 16m/min in average)

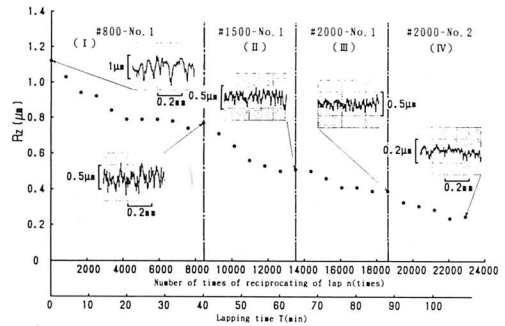


Fig. 7 Variation of roughness of surface lapped (lapping speed 21m/min in average)

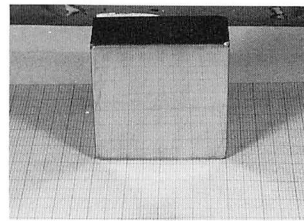


Fig. 8 Photograph of lapped surface (lapping speed 21m/min in average)

り、 $Rz0.2\mu m$ 程度の面あさが得られた。また、試料端面にだれが生じることもなかった（図8）。

### 3. 3 ラップ液による比較

前項で用いたガーゼ仕様で、ラップ液の水道水のほかにオリーブ油とラードを用いて、ラップ液の粘度の違いによる表面あさの変化を比較した。実験条件を表3に示す。図9から図11にラップ液と面あさの関係を示す。水道水を用いた場合、急速に面あさが向上するのに対し、オリーブ油、ラードの場合は向上の程度が遅いことがわかる。通常の湿式ラッピングでは

Table 3 Test condition

Lapping fluid	(1) A mixture of 40wt% of WA and city water (2) A mixture of 40wt% of WA and olive oil (3) A mixture of 40wt% of WA and lard
---------------	--

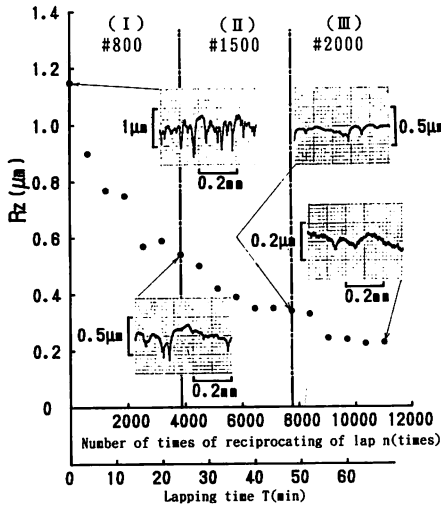


Fig. 9 Variation of roughness of surface lapped (city water)

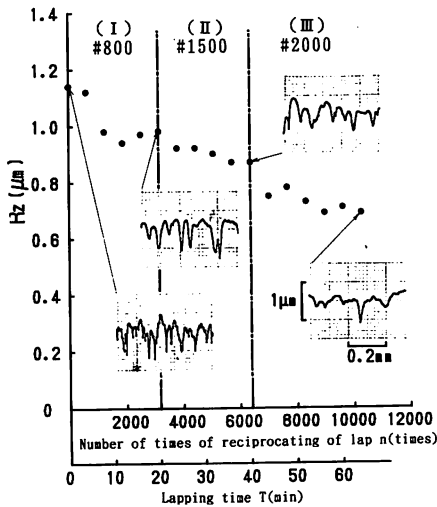


Fig. 10 Variation of roughness of surface lapped (olive oil)

ラップ圧が $5.0 \times 10^3$  Pa 程度<sup>5)</sup> といわれているのに対し、本実験で用いたガーゼ仕様ゴム磁石の試料への吸着力は $2.7 \times 10^3$  Pa と小さく、この小さいラップ圧

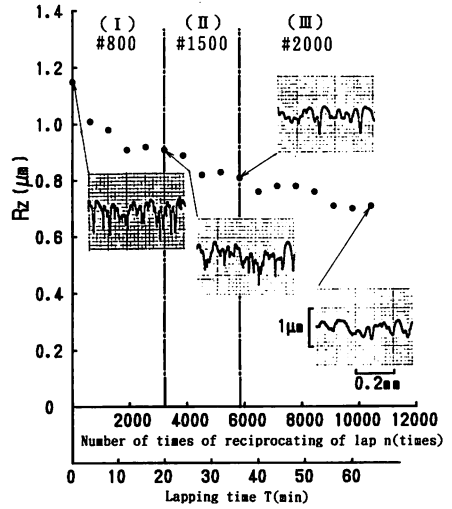


Fig. 11 Variation of roughness of surface lapped (lard)

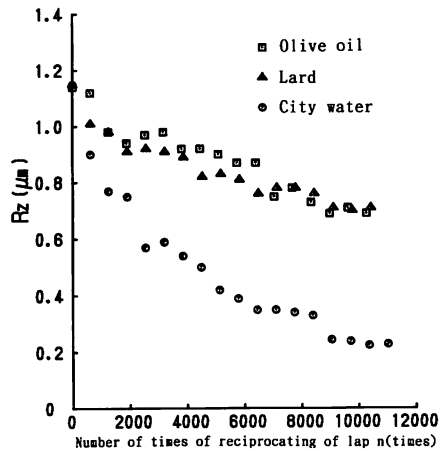


Fig. 12 Comparison of variation of surface roughness

のために粘度の大きいオリーブ油、ラードの油膜の上にゴム磁石が乗る形になり、研磨に関与する砥粒が少なくなり、面あらさの向上が水道水に比べ遅いものと思われる。

### 3. 4 研磨剤混合比による比較

本項では、ラップ液に水道水を用い WA 砥粒との混合比を重量比で 20 Wt % , 40 Wt % , 60 Wt % と変化させ研磨剤混合比の違いによる表面あらさの改善効果を比較した。ゴム磁石はガーゼ仕様を用い、面あらさの程度により粒度を小さくしていったのは前項まで

の実験と同じである。ラッピング回数と面あらしの関係を図12に示す。図からわかるように20 Wt %, 40 Wt %の両者はラッピング回数の増加と共に、面あらしの向上が早い。60 Wt %の場合は前者ほど早くはない。研磨剤の濃度はむやみに大きくすることはよくなく、重量比で30 Wt %程度とするのがよいとする佐藤氏<sup>6)</sup>の結果とも一致する。

#### 4. おわりに

ゴム磁石を用いた磁気援用ラッピングにおいて条件を種々設定して実験を行い検討した結果、以下のことがわかった。

- (1) ゴム磁石表面仕様による表面あらしの向上率はゴム磁石素面で行なった場合が最もよく、溝付き仕様、PPC仕様の順であり試料への吸着力の大きさの順であった。ただし素面仕様は試料面に局部的に大きい引っかきキズができることもあるので注意を要する。
- (2) ラッピング速度を3段階に変え、表面あらしの変化を比較したが、本実験条件下ではその向上過程に大きな差はみられなかった。
- (3) ラップ液の粘度の違いによる表面あらしの変化を比較した結果、水道水を用いた場合が向上の程度がもっとも早かった。

- (4) 水道水とWA砥粒とのラップ液の混合比の違いによる表面あらしの向上過程を比較した結果、20 Wt %, 40 Wt %の場合が表面あらしの向上が早かった。

#### あとがき

本実験に協力された、清水克則、増田敬の両君に対し深い謝意を表する次第である。

#### 参考文献

- 1) 進村, 高沢, 波田野: 精密工学会誌, (1986-9).
- 2) 河田, 谷: 精密工学会誌, (1987-6).
- 3) 鈴木, 小寺, 原, 松永, 黒部: 精密工学会誌, (1989-6).
- 4) Hidenō TANAKA and Katsunori SHIMIZU: Fundamental Study on Magnetic Field Assisted Lapping with Rubber Magnet. THE RESEARCH REPORTS OF THE FACULTY OF ENGINEERING, KAGOSHIMA UNIVERSITY, No. 32, September, (1990), 63.
- 5) たとえば, 竹中: 改訂機械製法(2), コロナ社(1967), 173.
- 6) 佐藤健児: 精密機械, 14巻, 9号(昭23), 139.