

卒業平成 13 年度研究

砥石寿命の判定法に関する基礎研究

高知工科大学

知能機械システム工学科

1020163

山下 祥司

指導教員 松井 敏 教授

目次

1. 緒言	1
1. 1 研究の背景	1
1. 2 研究の目的	1
2. 実験方法および実験装置	2
2. 1 実験方法	2
2. 2 実験装置	4
3. 実験結果および考察	6
3. 1 ドレッシング切込み量と研削諸現象の関係	6
3. 2 ドレッシング送り速度と研削諸現象の関係	11
3. 3 研削諸現象間関係	16
4. 結言	18
参考文献	18

1. 緒言

1. 1 研究の背景

現在、工作機械の NC 化や自動化は進んでいるが、平面研削盤の自動化は他の工作機械に比べて遅れている。平面研削盤で自動化されているのは NC による研削盤の動きが中心であり、その他は熟練作業者の技能に依存している場合が多い。

その中でも砥石寿命の判断は難しく、熟練作業者は目や耳でドレッシング時期を判断している。一般的な判断として、びびり型と研削焼け型と呼ばれるものがある。びびり型とは、砥石の切れ味が不良となり砥石と工作物との間の摩擦が増大し、びびり振動を発生し研削続行が不可能になる場合である。また、研削焼け型とは、ある時期に研削動力が急増し同時に工作物に研削焼けが発生する場合である。¹⁾

砥石寿命を検出する方法としては、研削抵抗により判断する方法や研削時の振動から判断する方法などがある。研削抵抗に関しては現在にいたるまで多くの研究が行われてきた。最初の頃の研究では研削経過時間に対する影響は考慮されていなかったが、近年砥粒の磨耗平坦面積率がその研削距離に比例して増加し、それに伴って研削抵抗も時間的に変化することが解明されている。²⁾ また、砥石寿命は研削条件やドレッシング条件によっても影響される。研削抵抗は砥石の切れ味に関係しているので砥石寿命の判断には一番分かりやすい。しかし、研削抵抗を測定する装置の大きさによって工作物の大きさも限られるという問題がある。

したがって、研削条件やドレッシング条件の影響、工作物の制約を受けずに砥石寿命を判定できる方法を開発することが、平面研削盤の自動化の一つの課題となっている。

1. 2 研究の目的

そこで、本研究では、工作物の大きさの制約を受けずに砥石寿命を判定する方法を調査することを目的として、研削抵抗による判定方法と各種の判定方法との比較評価を行った。また、同時にドレッシング条件が砥石寿命に及ぼす影響についても調査した。

2. 実験方法および実験装置

2. 1 実験方法

(1) 工作物取り付け

工作物として比較的砥石寿命が短くなる難削材 SKD11 を使用した。表 1 に SKD11 の化学成分を示す。SKD11 は冷間金型用で主にゲージ・ねじ転造ダイス・金属刃物・ホーミングロール・プレス型などに用いられ材料である。図 1 のように工作物を精密バイスに保持し、図 2 のように切削動力計を介して研削盤に取り付けた。この時、工作物が切削動力計の中央になるように配置した。



図 1 精密バイスと工作物

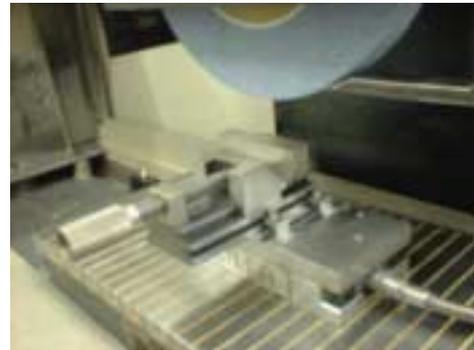


図 2 精密バイスの取り付け状態

表 1 SKD11 の化学成分

C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	W	V
1.40～	0.40	0.60	0.030	0.030	11.00～	0.80～	—	0.20～
1.60	以下	以下	以下	以下	13.00	1.20		0.50

(2) ドレッシング方法

表 2 にドレッシング条件を示す。ドレッシングは図 3 に示す自転形単石ドレッサで行った。

表 2 ドレッシング条件

ドレッシング送り速度	100mm/min、300mm/min、500mm/min
ドレッシング切込み量	10 μm、20 μm、30 μm
ドレッサ	自転形単石ドレッサ



図3 自転形単石ドレッサ

(3) 研削方法

両端切込み方式と片端切込み方式の二種類の方式でプランジ研削を行った。表3に研削条件を示す。

表3 研削条件

NC 平面研削盤	GHL-MB306M (日立精工)
砥石	WA46I6V φ300×32mm
工作物	SKD11 20×100mm
砥石回転数	1800min ⁻¹
テーブル速度	10m/min
切込み量	0.002mm
クーラント液	ユシローケンシンセティック #870 20倍希釈液

(4) 測定方法

研削中の法線抵抗、接線抵抗、モータ電流値、振動加速度、砥石回転数を測定し、砥石寿命を調べた。図4に研削抵抗の波形を示す。研削抵抗は研削中の波形の平均値で読み取った。図5と図6にモータ電流値、振動加速度の波形を示す。これらについても研削抵抗と同様に読み取った。

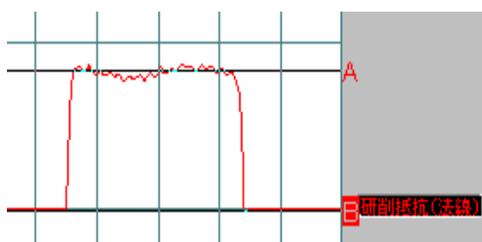


図4 研削抵抗波形

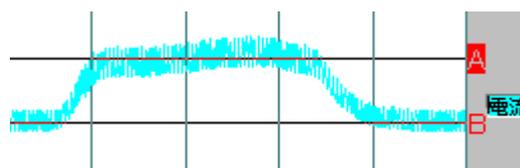


図5 モータ電流値波形

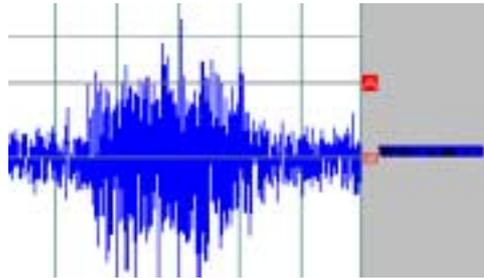


図6 振動加速度波形

2. 2 実験装置

図7に使用した研削盤を示す。表4に使用計測器の形式を、図8～図13に外観写真を示す。モータ電流値を測定する計測器は図14に示す回路図をもとに製作し、NC平面研削盤の制御盤内の配線に取り付けた。



図7 NC平面研削盤

表4 使用計測器

測定対象	名称	メーカー	形式
研削抵抗	薄型切削動力計	KISTLER	9254
	3チャンネルチャージアンプ	KISTLER	5019B130
モータ電流	CTL センサ	U_RD	CTL-6-S-Z
振動加速度	アンプユニット	KEYENCE	GA-245 S0(0358)
	センサヘッド	KEYENCE	GH-313A
砥石回転数	デジタル回転計	小野測器	TM-2130
	光電式検出器	小野測器	LG-916 型
	信号ケーブル	小野測器	MX-700 シリーズ
記録計		KEYENCE	NR-2000



図8 切削動力計

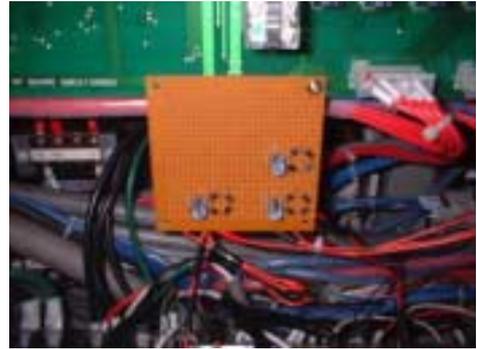


図9 モータ電流測定器

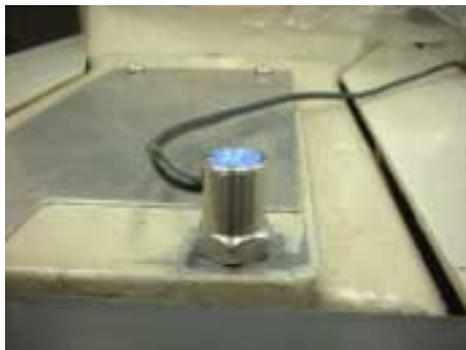


図10 振動加速度センサヘッド



図11 振動加速度アンプユニット

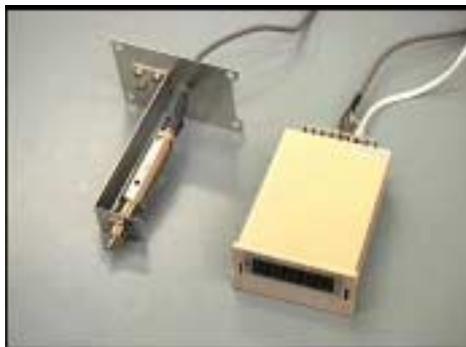


図12 デジタル回転計



図13 記録計

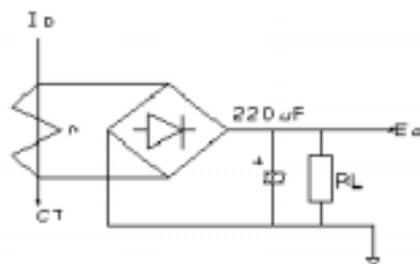


図14 回路図

3. 実験結果および考察

3. 1 ドレッシング切込み量と研削諸現象の関係

図 15～図 18 に、両端切込み方式におけるドレッシング送り速度 100, 300, 500mm/min 場合について、研削量とモータ電流値、振動加速度、接線抵抗、法線抵抗の関係を、ドレッシング切込み量をパラメータとして示す。図中の○、□、△は、それぞれドレッシング切込み量が 10, 20, 30 μm の場合について、聴覚により寿命を判定した砥石寿命点を示す。一部例外はあるが、ドレッシング切込み量の値が大きい方が、モータ電流値、振動加速度、接線抵抗、法線抵抗が小さくなる傾向が見られる。

一方、聴覚により判定した砥石寿命点から、ドレッシング切込み量が大きくなるにつれて砥石寿命が長くなる傾向が見られる。このように、ドレッシング切込み量の値が大きいと研削諸現象の値が小さくなり、砥石寿命が長くなるのは、ドレッシング切込み量が大きいほどドレッシングによる砥粒の破碎が大きくなり、鋭利な切れ刃が多くなるので、砥石の切れ味が向上するためと考えられる。

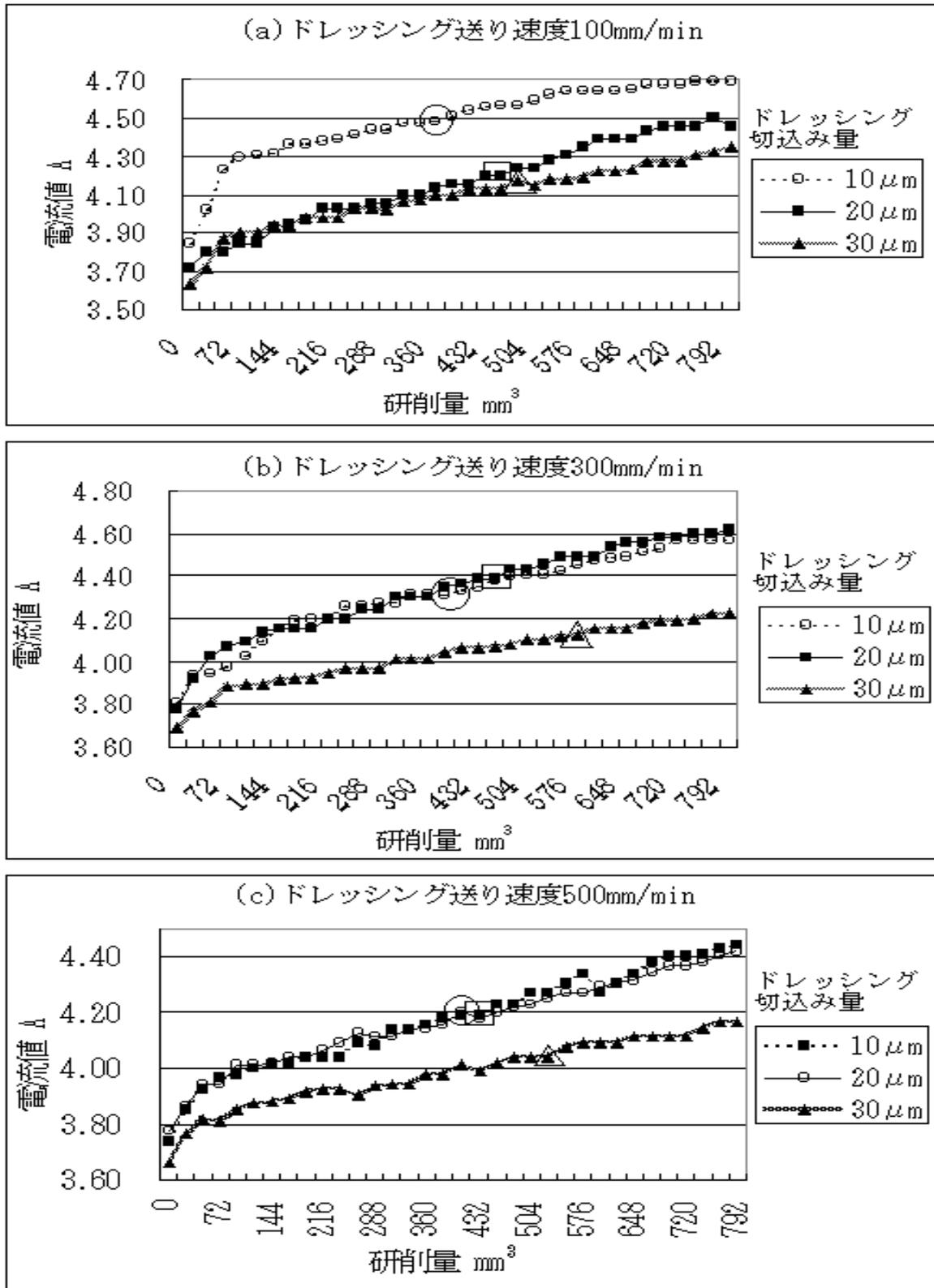


図 15 研削量とモータ電流値の関係

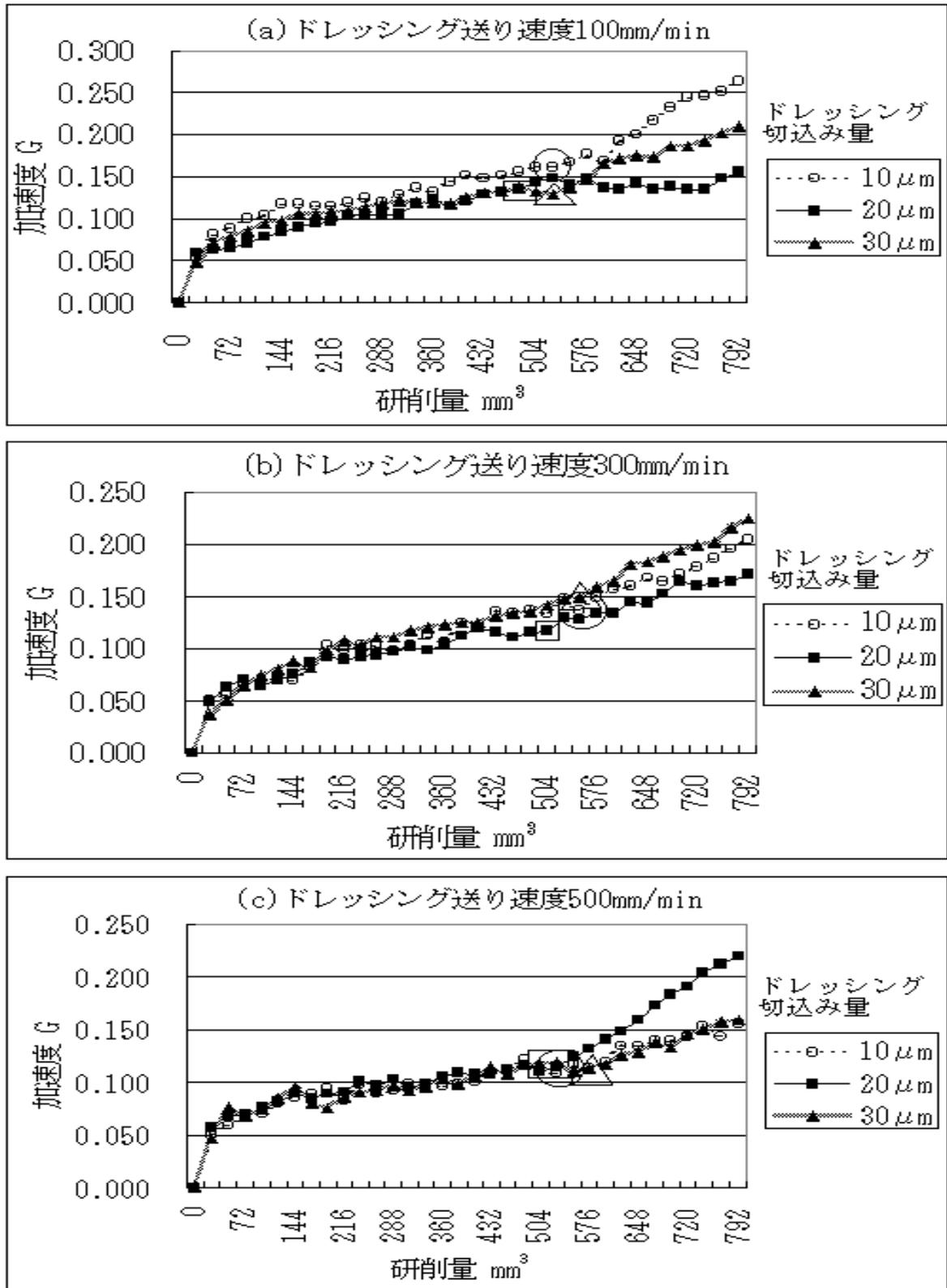


図 16 研削量と振動加速度の関係

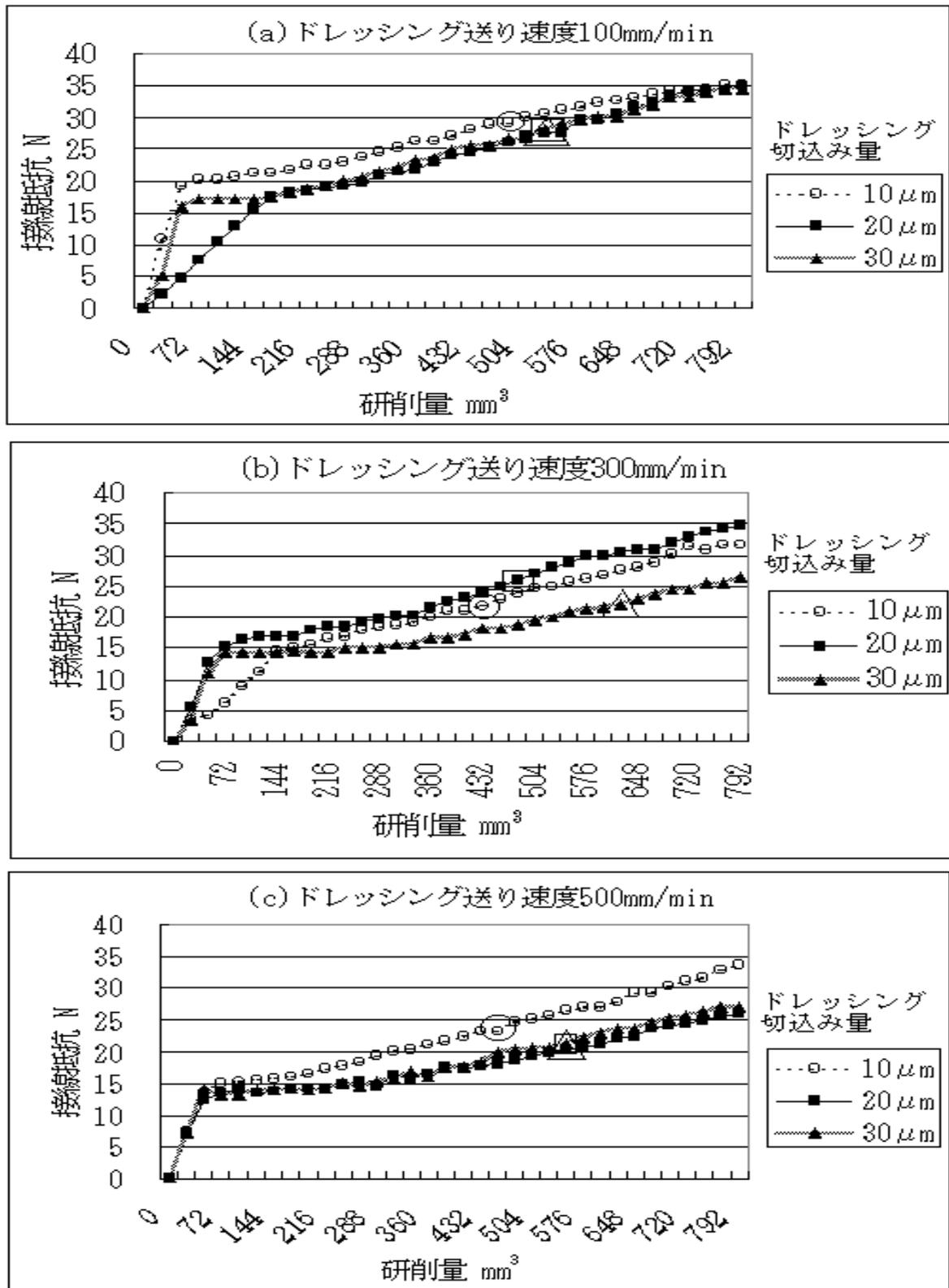


図 17 研削量と接線抵抗の関係

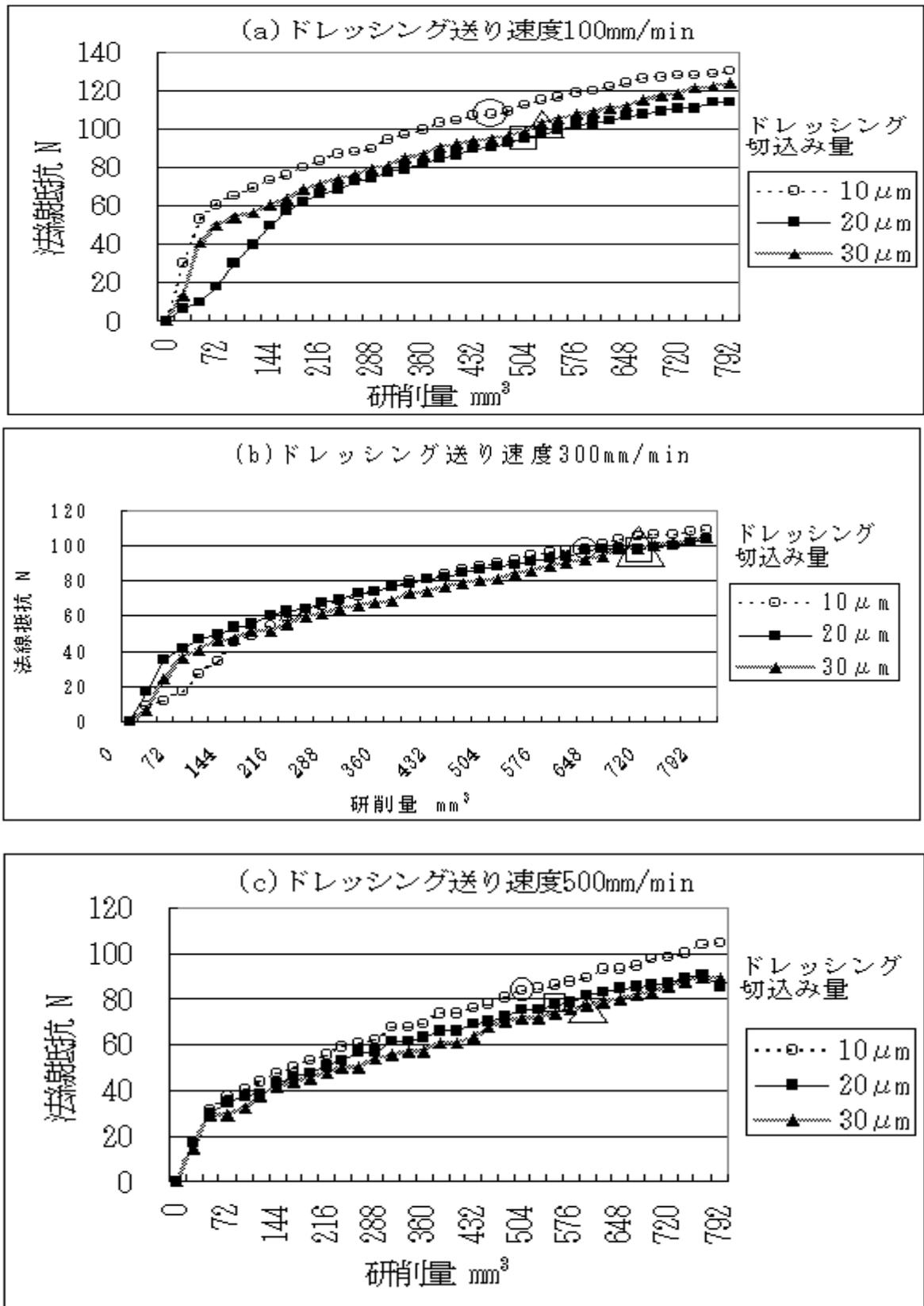


図 18 研削量と法線抵抗の関係

3. 2 ドレッシング送り速度と研削諸現象の関係

図 19～図 22 に、両端切込み方式におけるドレッシング切込み量 10, 20, 30 μm の場合について、研削量とモータ電流値、振動加速度、接線抵抗および法線抵抗の関係を、ドレッシング送り速度をパラメータとして示す。図中の○、□、△は、それぞれドレッシング送り速度が 100, 300, 500mm/min についての聴覚により寿命を判定した砥石寿命点を示す。これから、全般にドレッシング送り速度が大きいほど、モータ電流値、振動加速度、接線抵抗、法線抵抗ともに小さくなる傾向が見られる。

一方、聴覚により判定した砥石寿命点から、ドレッシング送り速度が大きい方が砥石寿命が長くなる傾向が見られる。このように、ドレッシング送り速度の値が大きくなると研削諸現象の値は小さくなり、砥石寿命が長くなる。これはドレッシング送り速度が大きいほど砥粒の破碎が大きくなり、鋭利な切れ刃が多くなり砥石の切れ味が向上するためと考えられる。

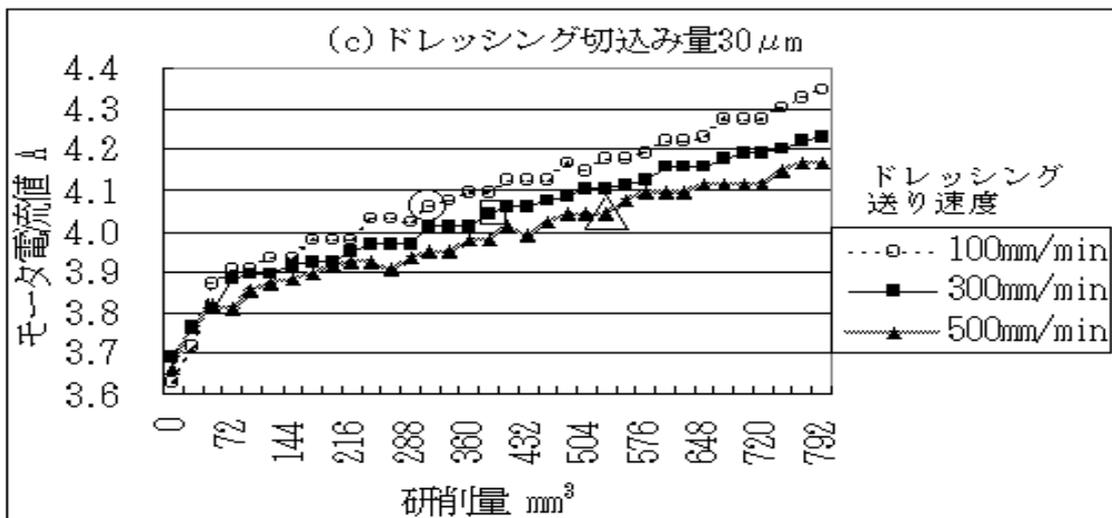
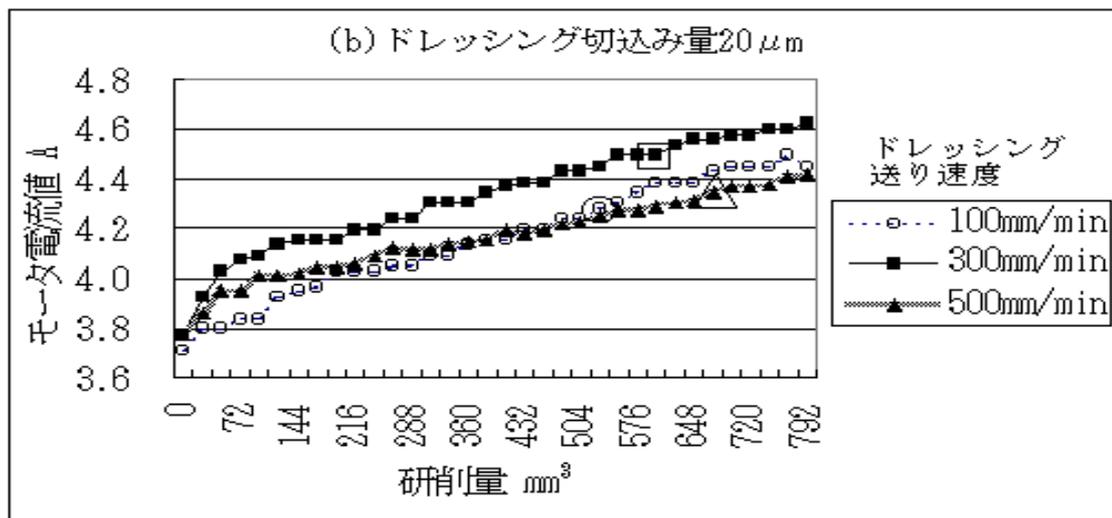
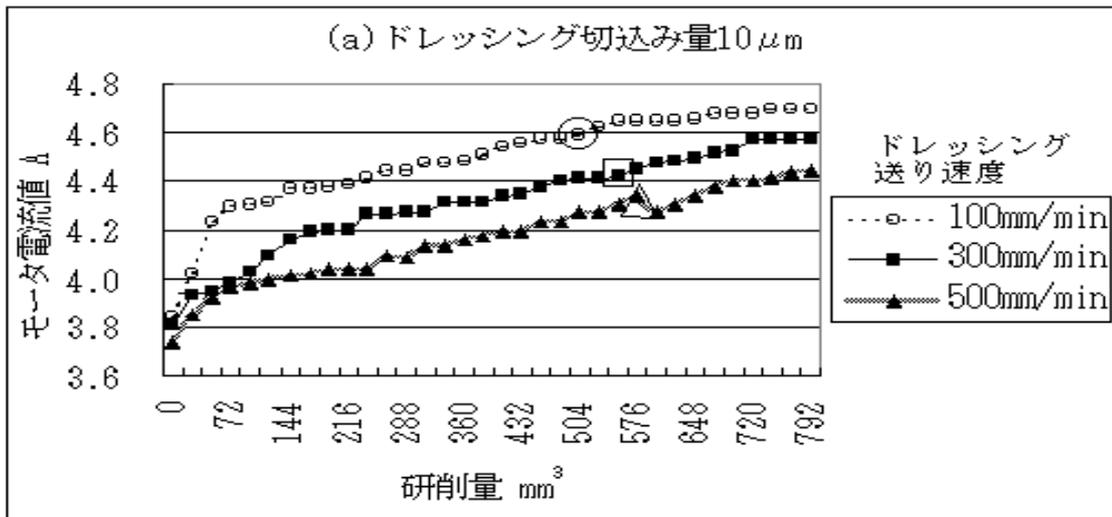


図 19 研削量とモータ電流値の関係

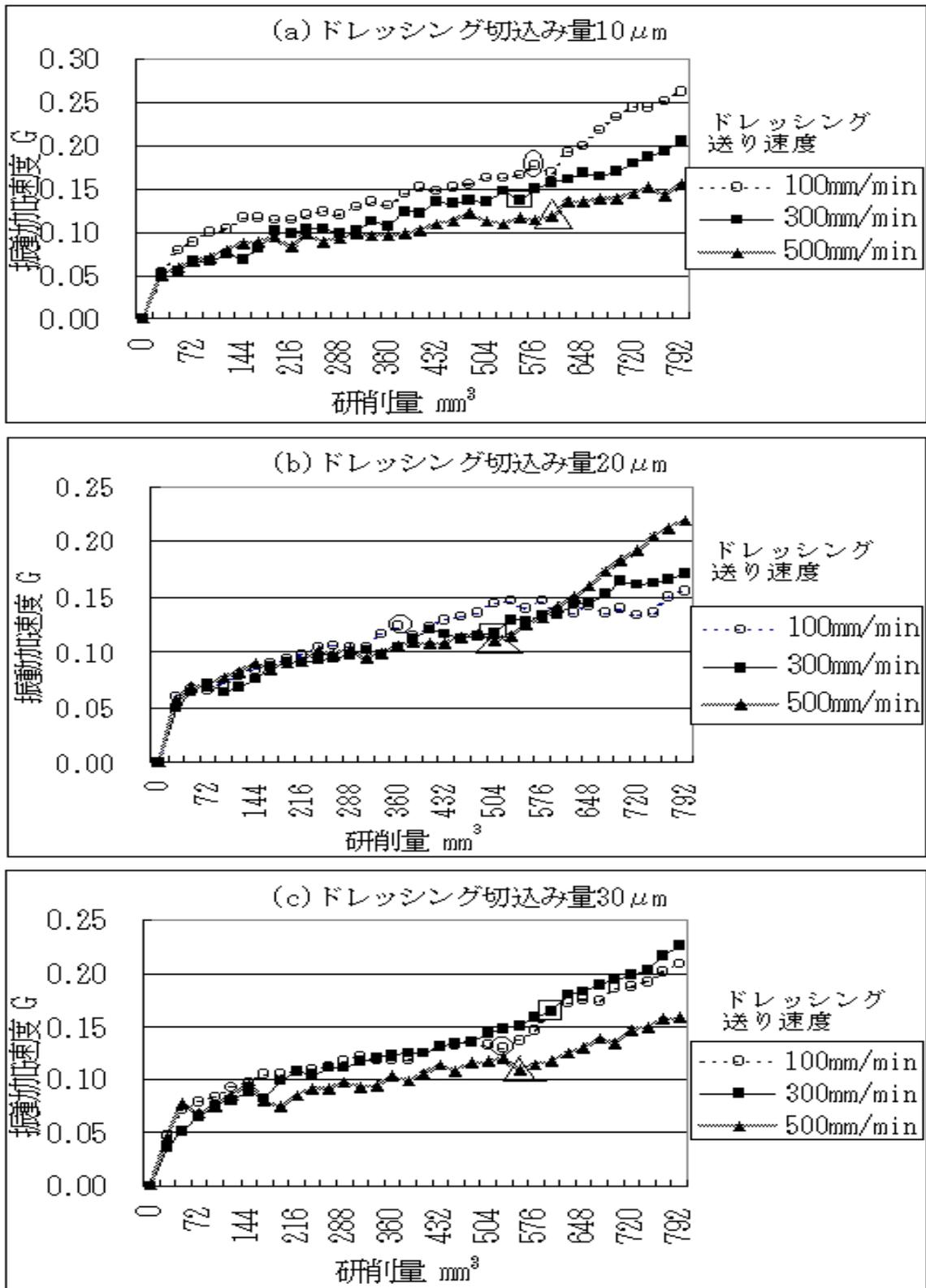


図 20 研削量と振動加速度の関係

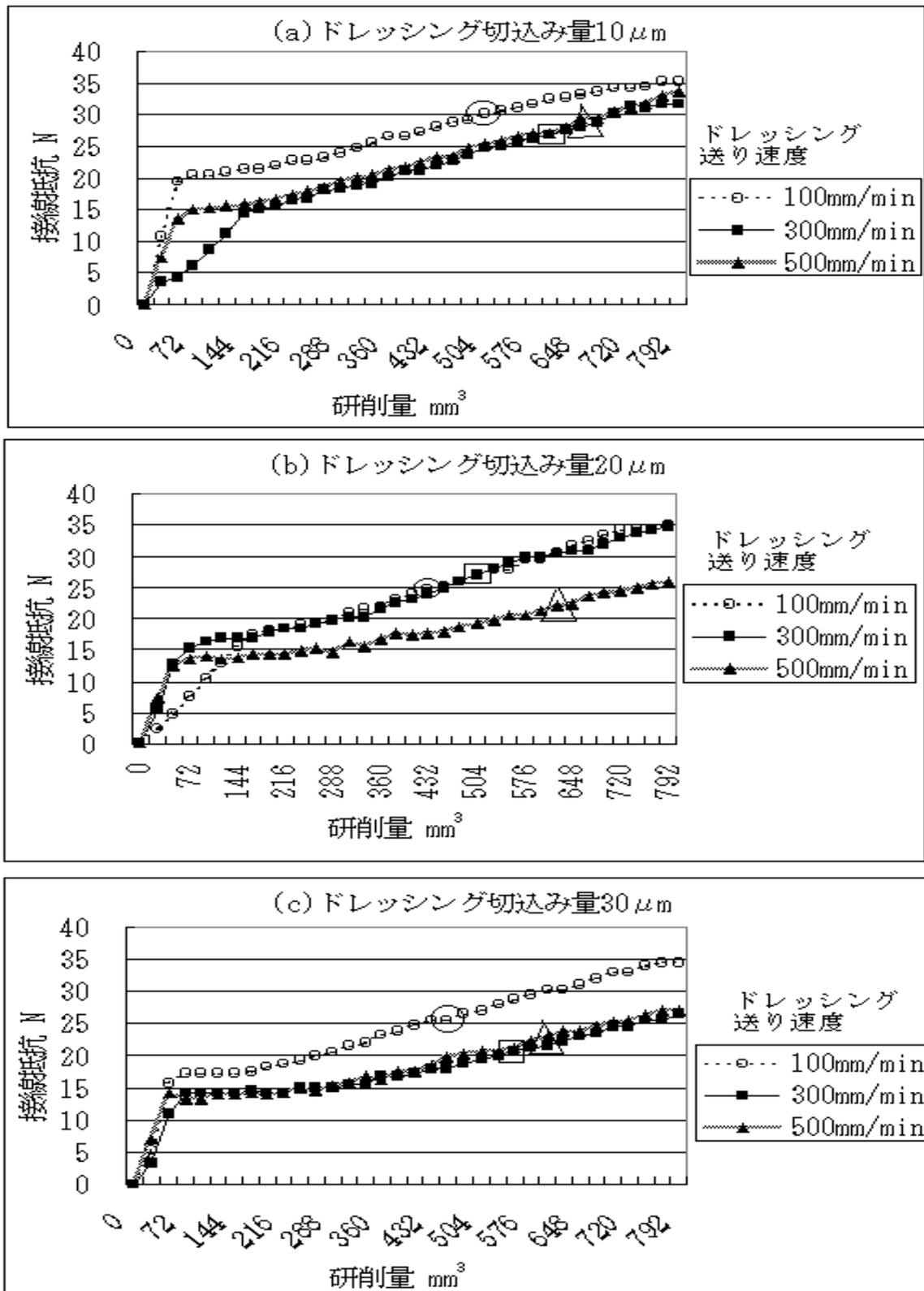


図 21 研削量と接線抵抗の関係

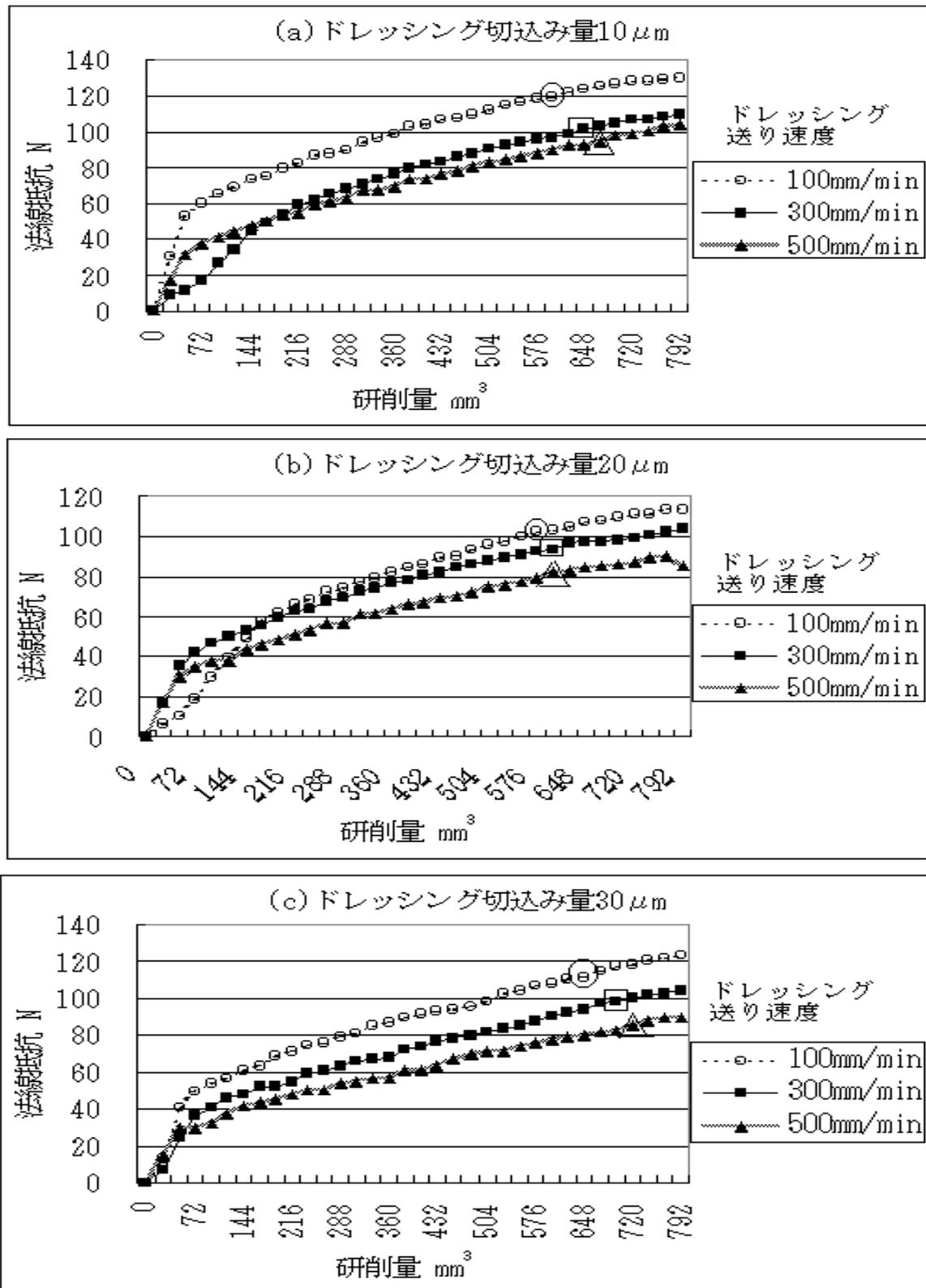


図 22 研削量と法線抵抗の関係

3. 3 研削諸現象間の関係

3.1 節および 3.2 節の結果から、砥石寿命の判定を研削抵抗以外の研削現象を利用して判定できないか検討してみる。図 15～図 22 においては各現象の縦軸のスケールが異なり、このままでは相互の比較がしにくいので、縦軸を正規化し比較しやすくした。それぞれの研削現象について、研削量が 240mm^3 時の値で他の研削量における値を割ることにより正規化した。そして各研削現象の研削量 240mm^3 の時を 1 として表した。図 23 に両端切込み方式でドレッシング送り速度 $500\text{mm}/\text{min}$ 、ドレッシング切込み量 $10, 20, 30\ \mu\text{m}$ の時のモータ電流値、振動加速度、接線抵抗、法線抵抗を正規化し比較した結果を示す。

この結果から、モータ電流値の変化は研削抵抗とほとんど同じ傾向を示すことが分かる。したがって、モータ電流値は研削抵抗の代わりに砥石寿命の判定に利用できる可能性がある。また振動加速度は、途中まで研削抵抗と同じ傾向で変化し、ある時期から急激に増加する場合もみられ、この点は聴覚により判定した砥石寿命点とほぼ一致するので、振動加速度も砥石寿命の判定に利用できる可能性があると考ええる。

よって、研削抵抗のように工作物の大きさの制約を受けずに砥石寿命を判定できる可能性があると考えられるのは、モータ電流値と振動加速度と考える。

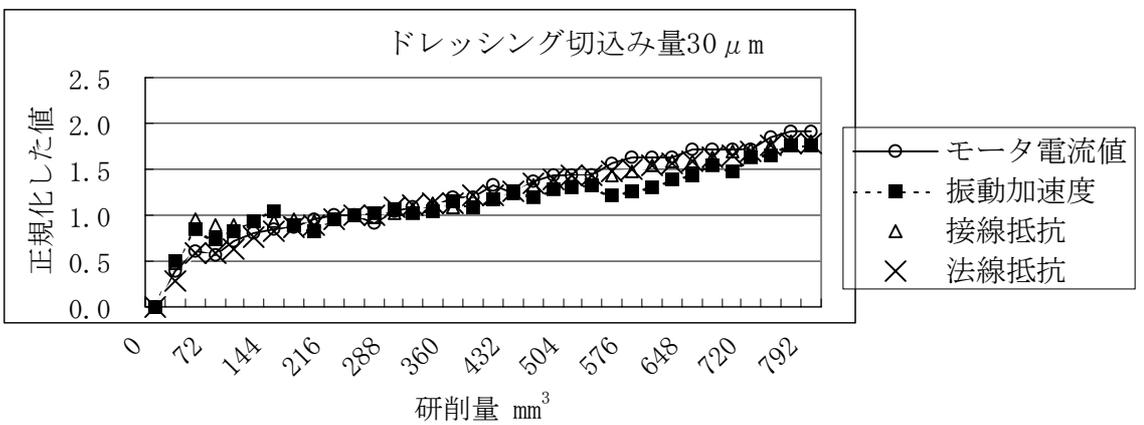
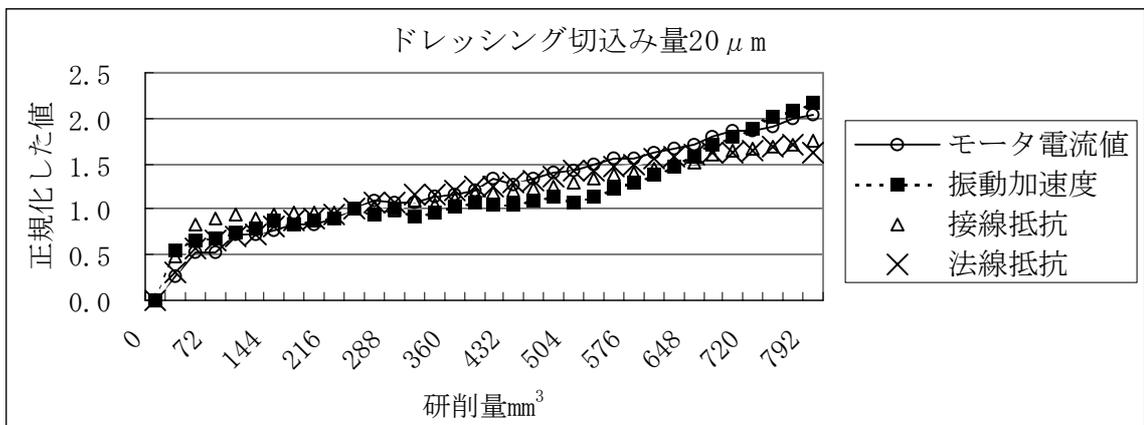
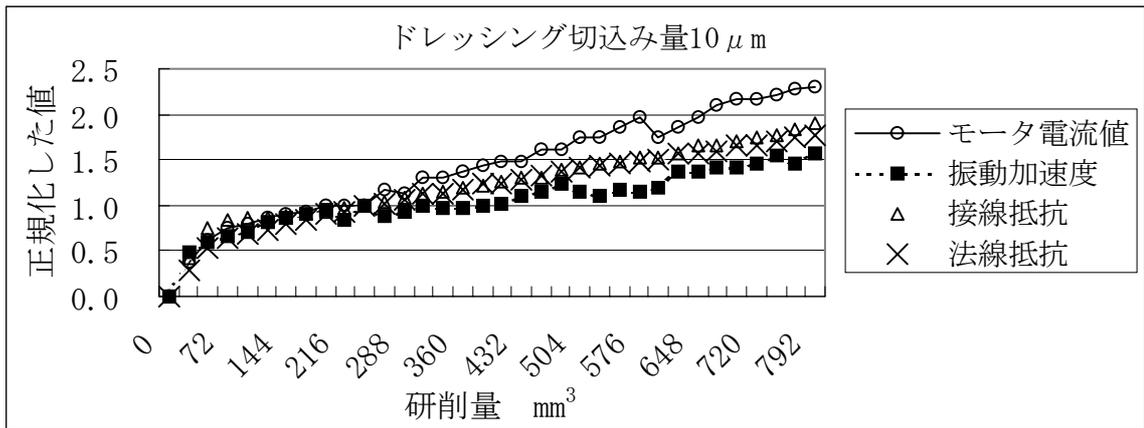


図 23 研削量と研削諸現象の関係 (ドレッシング 500mm/min, 正規化したによる比較)

4. 結言

平面研削盤における砥石寿命の判定法として、研削抵抗の代わりに利用できる可能性がある研削現象を検討した。その結果、次の点が明らかになった。

- 1) モータ電流値は研削抵抗と同じような変化過程を示すので、砥石寿命判定に利用できる可能性がある。
- 2) 振動加速度は途中まで研削抵抗と同じ変化をし、聴覚による砥石寿命点付近で急激に増加するので、砥石寿命判定に利用できる可能性がある。

参考文献

- 1) 松井 正巳：研削砥石の寿命，機械の研究，25，4（1973）521
- 2) 海野 邦昭、篠原 襄：砥石作動面劣化過程の研削抵抗解析による考察—研削砥石の摩擦と寿命に関する研究（第1報）精密機械 42，4（1976）299