

摺動コンタクト表面の連続損傷解析への投影画像処理法(SIPT) の応用に関する基礎的実験

Basic Study on the Application of Shadow Image Processing Technique (SIPT) to Damage Analysis of Electrical Sliding Contact Surface

金沢宮孝* 伊與田正徳* 谷口正成* 赤崎 勇* 高木 相**
Miyataka KANAZAWA*, Masanori IYODA*, Masanari TANIGUCHI*,
Isamu AKASAKI*, Tasuku TAKAGI**

*名城大学, **日本大学
*Meijo University, **Nihon University

キーワード: 摺動コンタクト(electrical sliding contact), 接触抵抗(contact resistance),
投影画像処理法(shadow image processing technique), 損傷解析(damage analysis)

連絡先: 〒468 愛知県名古屋市天白区塩釜一丁目 501 番地 名城大学大学院 理工学研究科 金沢宮孝,
Tel : (052) 832-1151 内線(5088) Fax : (052) 832-1244 E-mail c3962002@meijo-u.ac.jp

1. はじめに

周知のごとく、電気接点(コンタクト)はみかけの形状の単純さに比べて、その接触機能は大変重要で複雑である。その上、機構デバイスに代表されるコンタクトは、全ての電気・電子機器に用いられており、今後も不可欠なデバイスと言っても過言ではない。^[1]一方、摺動コンタクトは機械的な接触機構に伴って電氣的接続機能を要求されるため、様々な解決すべき問題を有している。^[2]とくに、摺動コンタクトは連続動作に伴って電氣的、物理的、ならびに、化学的な影響を受けてコンタクト表面を損傷し、その損傷は摺動コンタクトの接触信頼性と密接な関係があるといわれている。^[3]したがって、摺動

コンタクトの接触信頼性を向上を検討するにはコンタクト表面の損傷を連続的に解析するための計測システムの開発は重要な課題の一つとなっている。

本研究では、コンタクト表面の損傷を連続的、かつ、定量的に解析するため新たにデジタル画像計測システムとそのソフトウェアを独自に開発した。また、摺動コンタクトを連続動作した場合のコンタクト表面を連続計測し、コンタクト表面を投影画像処理法(Shadow Image Processing Technique: SIPT)による3-D図形表示を試みた。

今般、諸学兄のご意見を賜りたくデジタル画像計測システムの概要とSIPTをコンタクト表面の損傷解析に応用した結果の一部を報告する。

2. デジタル画像計測システム

2.1 構成

被測定摺動コンタクト表面を連続的に計測するため、新たにデジタル画像計測システムとそのソフトウェアを独自に開発した。その本計測システムの構成を図1に示す。

本計測システムでは、画像を入力するための光学系とデジタル画像処理回路(DISP)、パーソナルコンピュータなどで構成されている。これにより、CCDカメラから入力された画像情報の鮮明化、ノイズ除去、コントラスト強調、エッジ検出、2値化、細線化などのデジタル処理を直接DISPでデジタル演算を行うことが可能である。また、デジタル演算された処理結果をフロッピーディスク、ハードディスク、イメージプリンタに記録、または、出力する。とくに、本計測システムでは、摺動コンタクト表面の同じ場所を入力するため、カウンタに周期して同期信号を発生し、これに応じてコンタクト表面の画像を自動的に取り込むことが可能である。

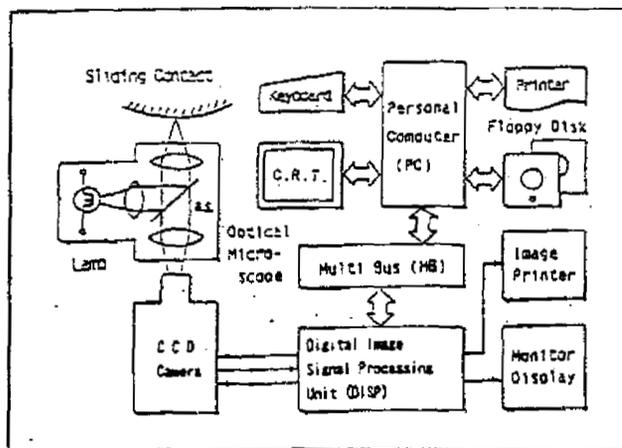
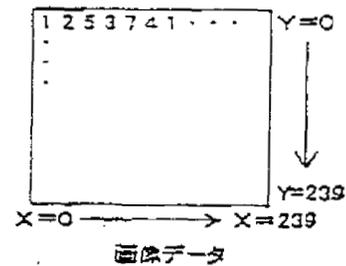


図1 デジタル画像計測システム

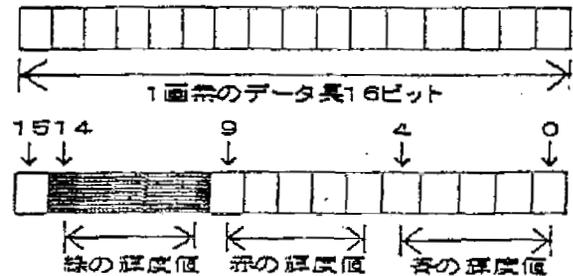
2.2 投影画像処理法(SIPT)

本計測システムで用いた投影処理法(SIPT)、ならびに、3-D図形表示の手法の概要を以下に示す。

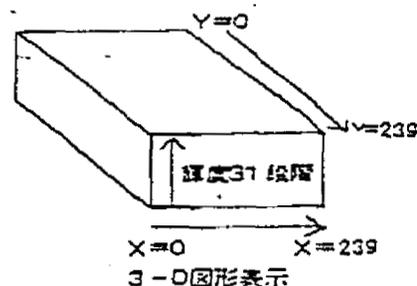
- (1) 1フレーム分の画像入力(240*240ピクセル 32768色、16ビット/ピクセル)を入力。



- (2) 入力画素の各データの14ビット目から10ビット目のデータ5ビット分を抽出(グリーンの輝度値の抽出)。



- (3) 1フレーム分の輝度のヒストグラムと任意のY軸の線走査を表示。
- (4) 32段階の輝度値による2次元図形をモノクロ32段階の明るさで表示。
- (5) 32段階の輝度値による3次元図形表示(明るさを高さにして表示)。



この手法を用いて、パーソナルコンピュータでデジタル変換された入力画像の中央の位置の輝度分布と画像全

体のヒストグラムを算出する。

さらに、入力画像を投影処理後、それを3-D図形表示し、その結果をCRTディスプレイで確認後、プリンターに印刷出力する。

本手法の有効性を確認するため人手の画像を被測定物体として実験を行いその結果の一例を図2に示す。図2の左上に蛍光灯の明かりの下で人の右手の握り拳の画像を示す。また、それを投影画像処理後、3-D図形表示したものを右上に示した。さらに、被測定画像の1ラインの部分の輝度分布と画像全体の輝度のヒストグラムを下に示す。図2に示すように、輝度分布より明るい部分を高く、暗い部分を低く表示することによって被測定物体表面の凹凸の様子を観測することができた。

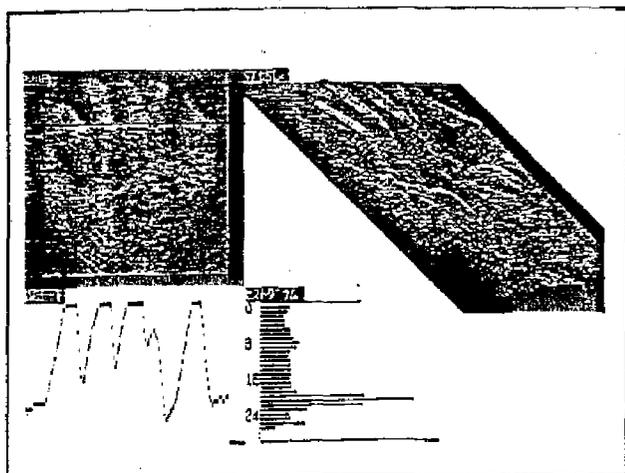


図2 SIPTによる処理結果の一例

3. 被測定摺動コンタクトと実験装置

今回の実験で使用した実験装置の構成を図3に示す。今回の実験では、被測定摺動コンタクトとして、直径50mm、厚さ10mm、材質が軟銅である金属円板を使用し、静止コンタクトには先端

の径が0.5mmのU字型のニッケル線を使用した。

図3に示すように、被測定摺動コンタクトの表面に静止コンタクトを接触させ、摺動コンタクトをシンクロナスマータの回転軸よりベルトで回転駆動させる構造とした。シンクロナスマータへの駆動は正弦波発振器の信号を駆動回路で電力増幅し、これをモータのコイルに印加している。これによって、発振器の周波数を制御しシンクロナスマータの回転速度を変化させることで、摺動速度を任意に設定できる。

なお、シンクロナスマータの回転速度はトリッピングなどの影響を受けないように低速回転とした。また、コンタクトへの接触荷重は低荷重とした。一方、実験を始めるに際して、摺動コンタクトの表面を1500番のエメリー紙で研磨後、コンパウンドで十分研磨し、さらにその表面をアルコール洗浄して実験を行った。また、本装置では、被測定コンタクト以外の電気回路内の接触抵抗の変化の影響を受けないように水銀層を通して閉回路を構成した。

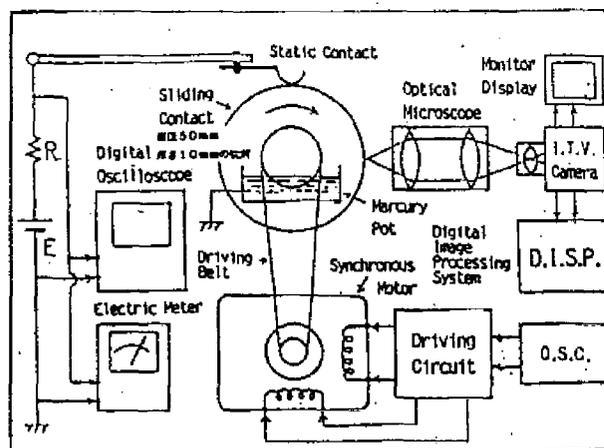


図3 摺動コンタクトの実験装置

3. 被測定摺動コンタクトの基本的実験

本実験を始めるに際して、被測定摺動コンタクトの電気的基本特性として接触抵抗と接触荷重、ならびに、摺動速度との関係について調査した。

摺動コンタクトを静止して、静止コンタクトへの接触荷重を変化した場合の接触抵抗の測定結果の一例を図4に示す。

図4に示すように、コンタクトへの接触荷重を大きくするほど、接触抵抗は減少していく傾向が観測される。とくに、およそ0.1N以上の荷重を与えるとほぼ一定の値を示した。

また、摺動コンタクトの摺動速度を変化させた場合のコンタクト間の接触抵抗変動分、すなわち、ノイズ電圧を測定した結果の一例を図5に示す。

図5はコンタクトへの接触荷重を0.049N、あるいは、0.098Nとし、摺動速度を0.5mm/sから2.5mm/sまで変化させた場合を示している。なお、コンタクトへの通電電流はおよそDC 100mAとした。

図5に示すように、摺動速度の増加に伴ってノイズ電圧の増加する傾向が観測された。なお、接触荷重を増加させることによりノイズ電圧が減少していく傾向を示し、とくに、接触荷重をおよそ0.1N以上とするとノイズの発生は少なくなる傾向が観測された。

以上の測定結果から本実験では接触荷重を0.98N、摺動速度を2mm/sとした。

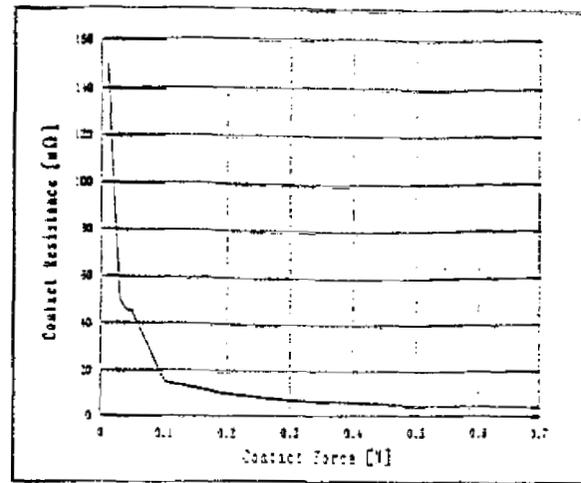


図4 接触荷重と接触抵抗

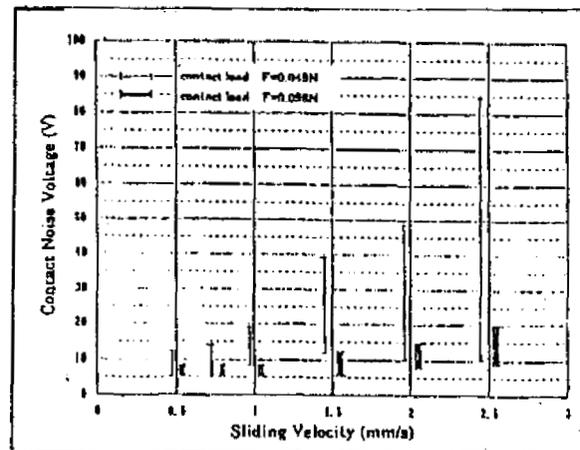


図5 摺動速度とノイズ電圧

4. 接触抵抗の経時変化

静止コンタクトに0.98Nの荷重を与えて被測定摺動コンタクト表面に接触させ、摺動コンタクトをおよそ2mm/sで連続回転動作した場合の接触抵抗の経時変化を測定した結果の一例を図6に示す。なお、接触抵抗の測定には、ミリオームハイテスタを使用し、摺動コンタクト表面6カ所を測定し、その結果を算術平均した。

図6に示すように、被測定コンタクトの接触抵抗は摺動回転数800回転あたりまでは多少の変化はあるが、比較的安定した値を示した。そして、その後、増大する傾向を示した。

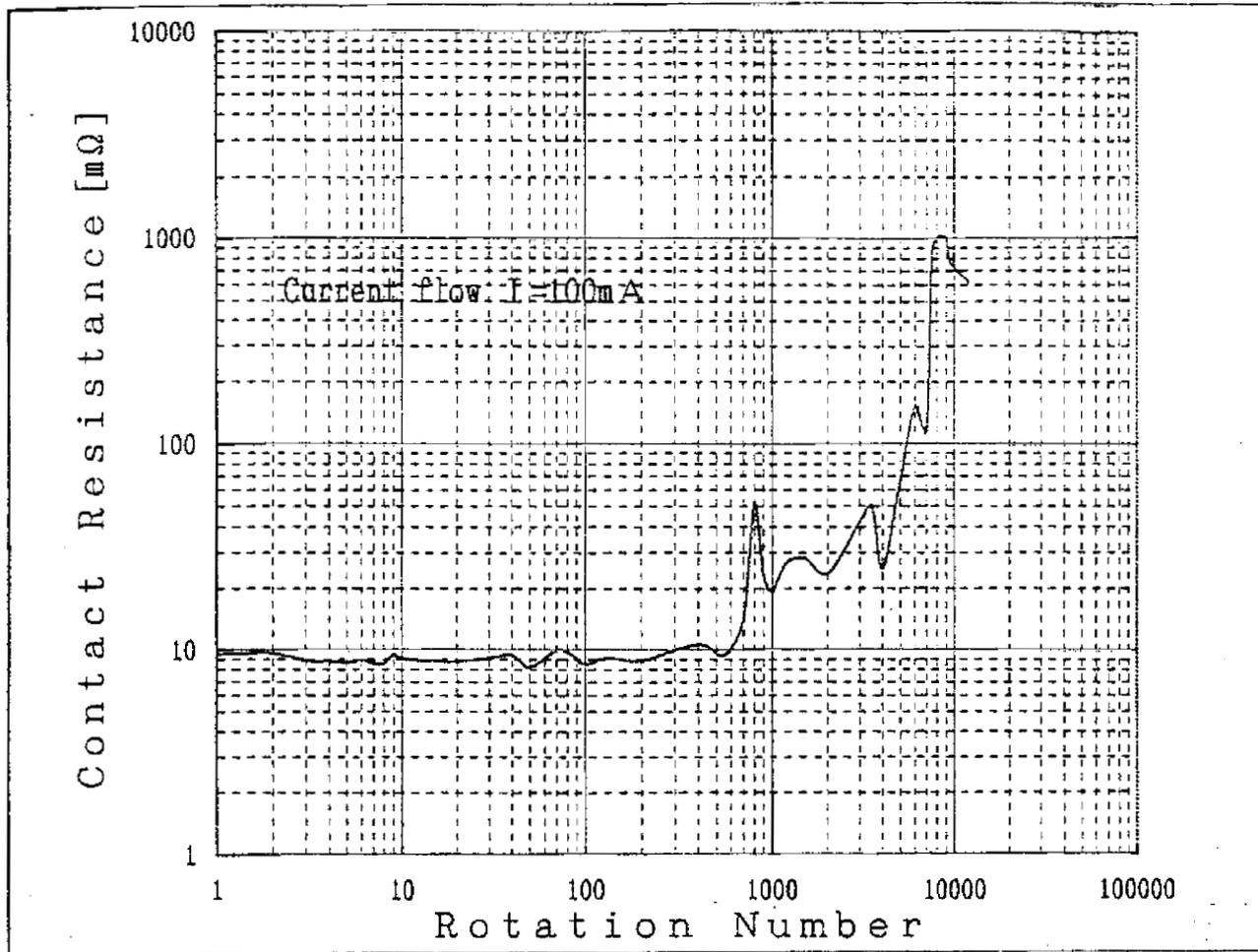


図6 接触抵抗経時変化

7. 摺動コンタクト表面の連続画像計測

被測定コンタクトの接触抵抗の測定と同時に摺動コンタクト表面を連続的にデジタル画像計測システムで観察、記録した。とくに、摺動コンタクト表面の損傷解析へのS IPTの応用を試みた。

摺動コンタクトを 10 回転、100 回転、800 回転、2000 回転、5000 回転、8000 回転後の摺動コンタクト表面の画像処理結果の一例を図7から図12に示す。

図7に示すように、初期の頃では摺動痕跡を明確に観測されない。また、輝度分布とヒストグラムからも明るい部分に集中した。

100 回転摺動後では、図8に示すように、細い摺動痕跡と思われる痕跡が現れた。しかし、輝度分布からコンタクト表面の損傷はそれほど進行している様子は観測されなかった。

また、800 回転摺動後では、図9に示すように、多少摺動痕跡の幅が広がっているがその損傷大きな変化は現れなかった。

一方、2000 回転摺動後では、図10に示すように、摺動痕跡の幅が広くなると同時に損傷が大きくなる様子が観測された。この面積の増加が図6で示した接触抵抗の経時変化の測定結果で 1000 回転から 3000 回転摺動中の接触抵抗を若干増大

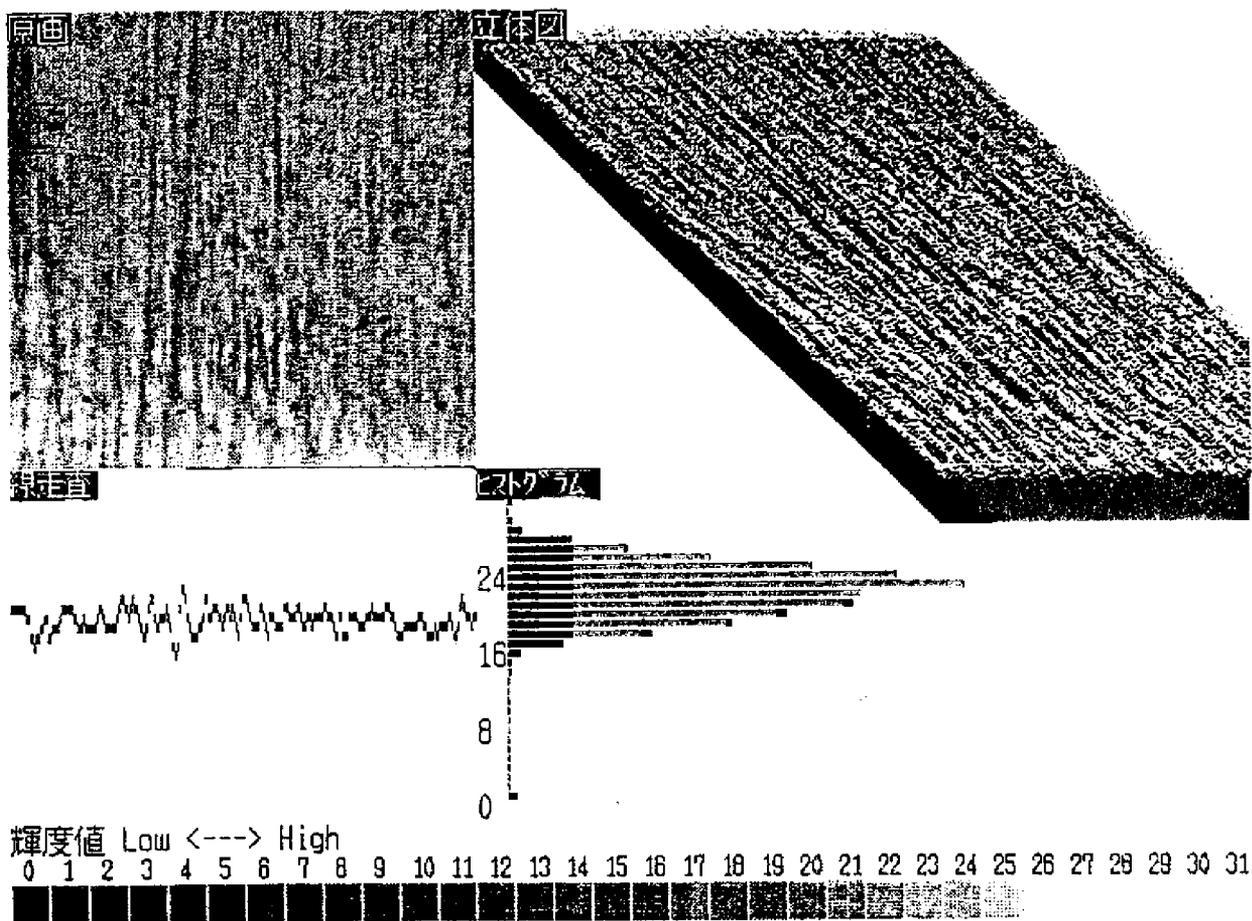


図7 10回転後のコンタクト表面の画像処理結果

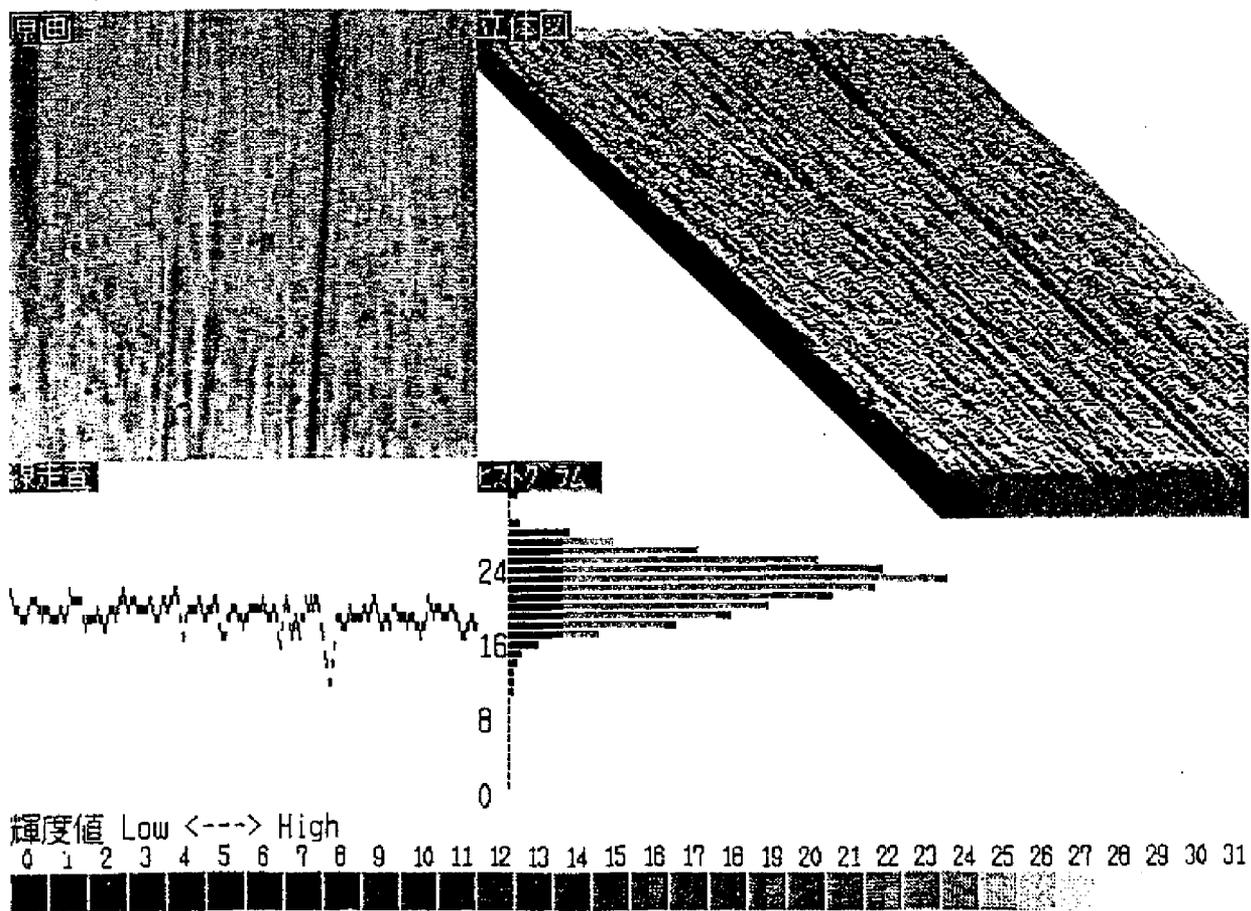


図8 100回転後のコンタクト表面の画像処理結果

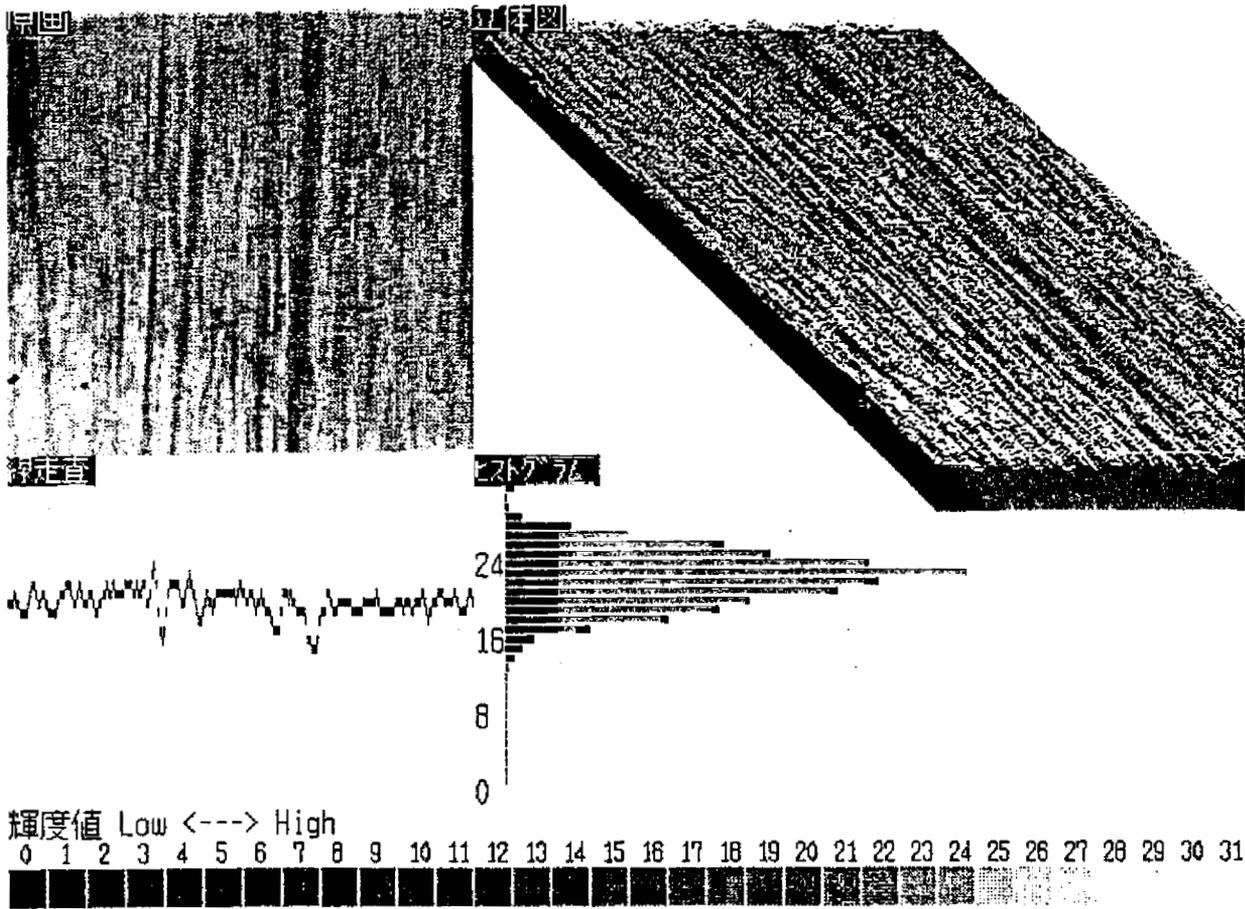


図9 800回転後のコンタクト表面の画像処理結果

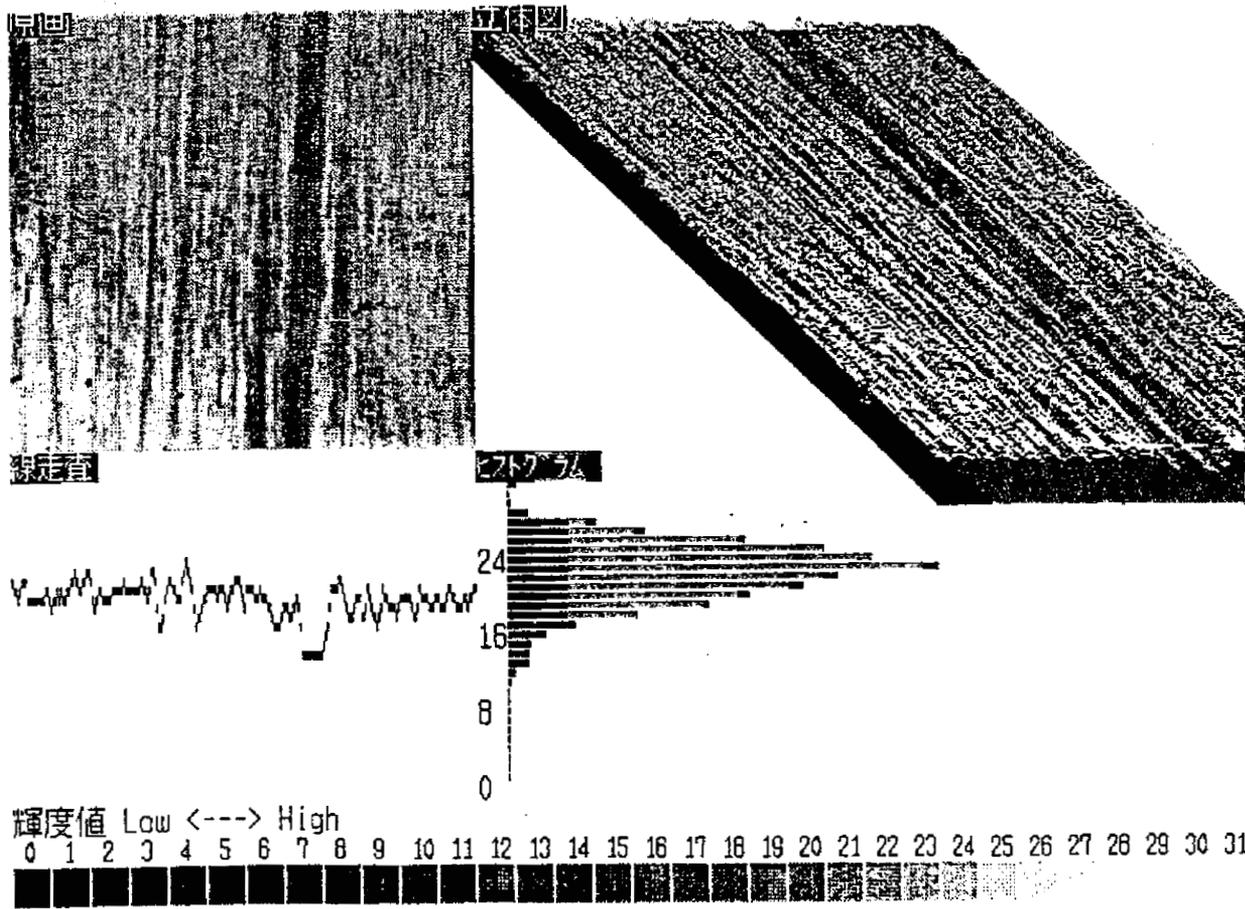


図10 2000回転後のコンタクト表面の画像処理結果

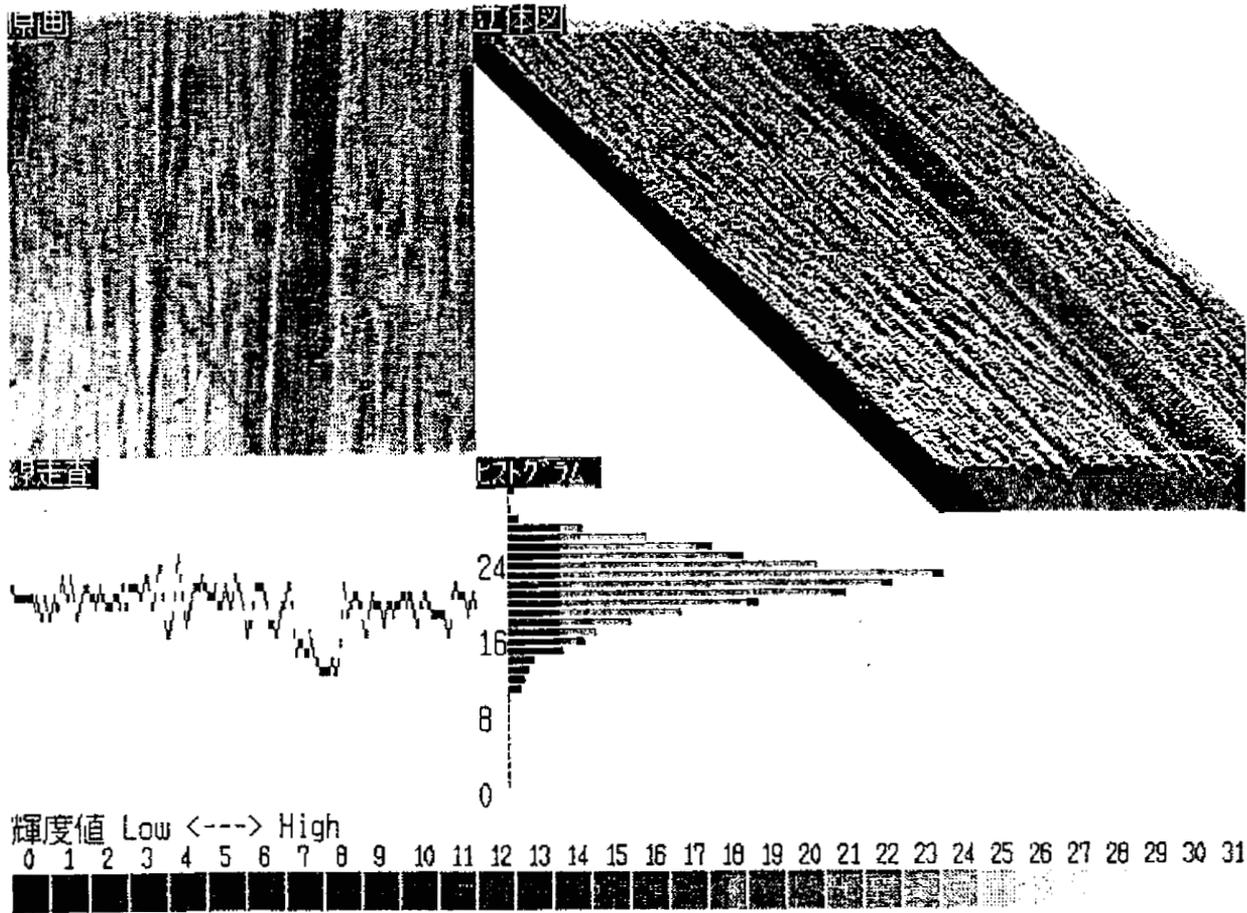


図 11 5000 回転後のコンタクト表面の画像処理結果

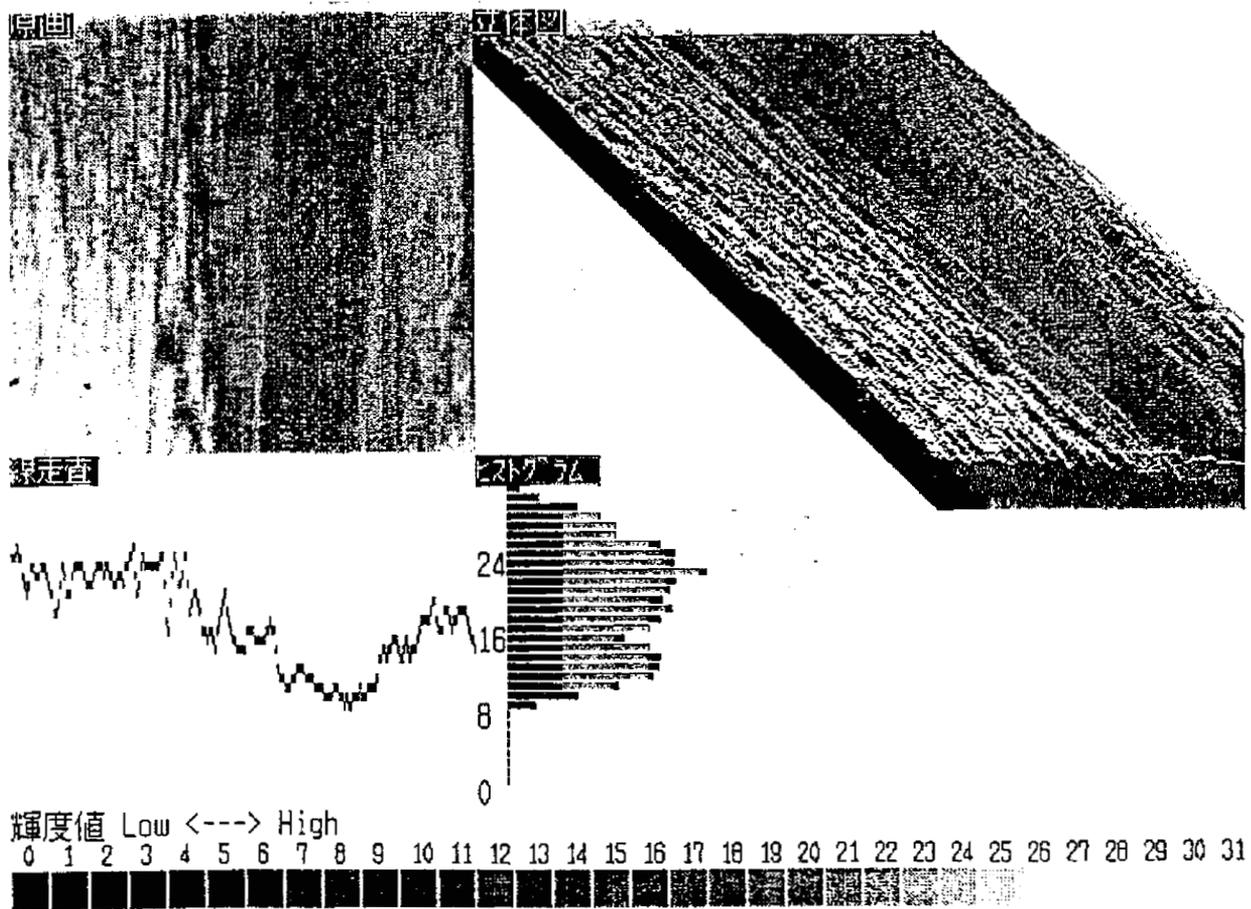


図 12 8000 回転後のコンタクト表面の画像処理結果

させる要因となったと思われる。

さらに、5000回転摺動後では、図11に示すように、摺動痕跡の幅が広くなるのと同時に損傷も進行している。その結果、図6における5000回転付近の接触抵抗の増加の要因となったと考えられる。

図12に示すように、最後に、8000回転摺動後では摺動痕跡の幅が急激に拡大し、1ライン分の輝度分布のスペクトルでは低いレベルの増加が観測された。また、1フレーム分の輝度分布も全体的に低いレベルに広がる傾向を示した。これに伴って、図6で示したように8000回転付近において接触抵抗の値がいったん急激に減少している。この接触抵抗の急激な増大は、摺動痕跡の幅の増加によるものと考えられる。

8. おわりに

以上、今回、被測定摺動コンタクトを連続的に回転摺動させたときの接触抵抗の経時変化を測定した。また、摺動コンタクト表面のデジタル画像計測とS IPTにより3-D図形表示を行いコンタクト表面の損傷解析への応用を試みた。その結果、投影画像処理法(S IPT)のコンタクト表面損傷解析への応用の有効性を得た。

今後、さらに、デジタル画像計測システムの全自動化、ならびに、その損傷部分の特徴抽出に有効なアルゴリズムとその計測手法について調査、研究を進める計画である。

文献

- (1)谷口正成、高木相：“摺動接点のノイズとトライボロジー”，トライボロジスト、34(10),pp.719-724(1989-10)
- (2)高木相：“マイクロエレクトロニクス時代と接触部品とその課題”電子情報通信学会、69(7),pp.709-711,(1986-7)
- (3)M.Taniguti,T.Inoue and K.Mano：“The Frequency Spectrum of Electrical Sliding Contact Noise and Its Waveform Model”,ON CHMT, 8(3),pp.366-371,(Sep.1985)