

補助事業番号 2023M-304
補助事業名 2023年度ドクターブレードによるインキ掻き落とし状態のIn-situ計測技術
補助事業者名 呉工業高等専門学校 機械工学分野 國安美子

1 研究の概要

AE法を用いて印刷中のドクターブレードの摩耗損傷状態を計測し、それと印刷後のポリプロピレンフィルム (PPフィルム) に付着するインキの様相との関連を調べることで、間接的にインキの掻き落とし状態の異常診断が可能か試みた。その結果、AEパラメータとドクターブレードの表面様相は関連性があり、特に周波数分布より、初期摩耗と定常摩耗の生成、さらに凝着摩耗とき裂 (損傷) の発生を捉えることができた。また、ドクターブレードが摩耗損傷すると、インキの掻き落とし状態は変化し、インキの付着量は印刷開始時に比べて増加し、はみ出すことが確認できた。従って、AE法でドクターブレードの摩耗損傷状態をIn-situ計測することにより、インキの掻き落とし状態を間接的に監視することが可能となることを示した。

2 研究の目的と背景

近年、印刷製造現場において製品の品質検査のために画像検査装置を用いて、良品と検査対象物の画像を比較し、両者の差異を欠陥として検出する、いわゆる検品機を搭載した印刷機が開発されるなど、印刷の品質管理に対する対策が行われている。しかし、現在の印刷機では不良品の発生を検出するのみで、異常診断を機能として取り入れ、印刷不良そのものの発生を予防する印刷機はほとんど見られない。

グラビア印刷などの大量ロット製品の製造に利用される凹版印刷の不良は、凹版とドクターブレードに起因すると考えられている。ドクターブレードとは、各種ロール表面の付着汚れや異物を取り除くためのスクレーパーのことであり、凹版印刷においては、版に付着した余分なインキを掻き落とすために利用される、印刷品質に直結する重要な部品である。しかし、インキを介する100%すべり摩擦下で版と接触するため、連続印刷に伴い摩耗し、時間経過に伴いインキの掻き落とし状態が変化することが問題となっている。

そこで本研究では、ドクターブレードの摩耗損傷状態を計測し、間接的にインキの掻き落とし具合を監視することで、印刷不良の発生を予防するシステムを提案することを目的とする。

3 研究内容

アコースティックエミッション (AE) は材料が塑性変形や破壊する際に蓄えられたエネルギーが解放されることによって発生する弾性波であり、材料の変形や破壊のマイクロ過程の検出に有効である。そこで本研究では、実際の印刷中にAE法でドクターブレードの摩耗損傷

状態を計測し、それと印刷後のポリプロピレンフィルム（PPフィルム）に付着するインキの様相との関連を調べることで、間接的にインキの掻き落とし状態の異常診断を試みる。

（１）PPフィルムへのインキの付着状態とドクターブレードの摩耗損傷状態の関係

図1に印刷後のPPフィルムを観察した結果を示す。これより、2000mではインキは円形状に付着しているが、24000mでは、面積が増加（付着したインキ量の増加）しはみ出している様相が確認できる。

図2に上記の結果と同一印刷距離におけるドクターブレードの先端近傍の写真を示す。24000mの様相はその他の印刷距離における様相と異なり、先端から約20 μ m欠けて損失していることが確認できる。この結果と上記図1の結果を比較すると、ドクターブレードの先端が破損する程度の摩耗が生じると、インキを十分掻き落とせず、PPフィルムへ付着するインキの大きさが増加し印刷部外へはみ出して付着することがわかる。従って、ドクターブレードの摩耗損傷状態と印刷フィルムへのインキの転移との間には相関性があると言える。

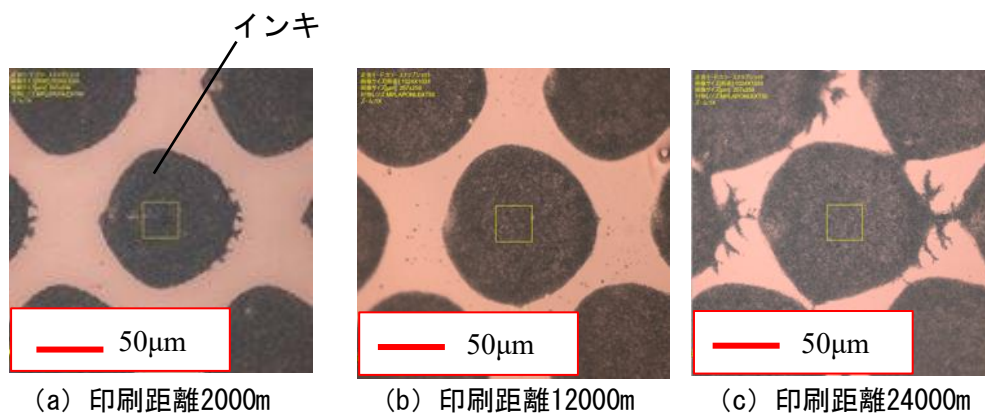


図1 印刷PPフィルムに付着したインキの様相

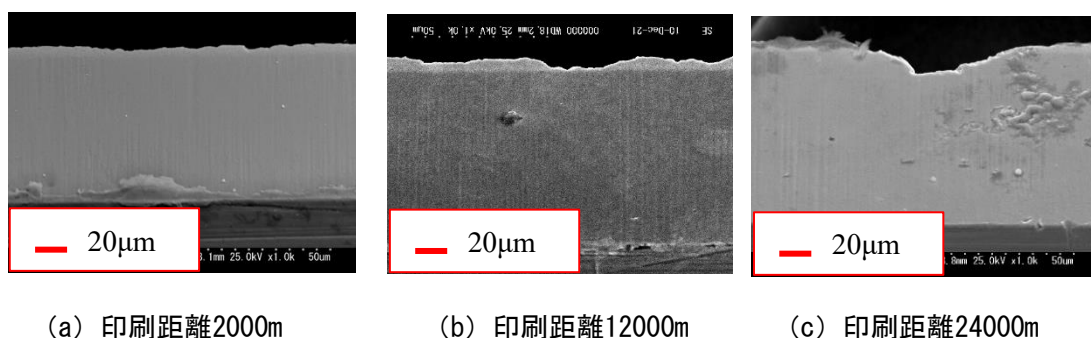


図2 印刷に使用したドクターブレードの表面写真

（２）印刷中のAE計測とそのパラメータ

各印刷距離におけるAE振幅波形を調べた結果、印刷距離の増加に伴い振幅が大きくなっており、24000mでは、不規則に振幅が変動し、他の印刷距離における振幅波形と顕著な違い

が見られた。

振幅が変化する要因を調べるため、音の周波数（種類）を調べた結果を図3に示す。図は周波数と音圧の関係を示している。音圧とは音の密度の高さと定義され、音圧が高い領域は音が集中して発生していることを示す。これより、0mは、50kHzと75kHzの2つの周波数が発生しているが、それ以降、周波数はいずれも50kHz辺りで発生している。しかし、高音圧域の持続時間は印刷時間の増加に伴い短くなっていくことがわかる。また24000m付近で図4の丸印部に示す、明らかに吐出した周波数の発生が確認できる。

(3) AEパラメータとドクターブレードの摩耗損傷状態の相関

(2)のAEパラメータとドクターブレードの表面写真を比較してみると、印刷距離2000mで周波数帯域は一定となり、ドクターブレードには摩耗の様相が確認されるが、24000mでは高音圧域の持続時間が短くなっていくことから、ドクターブレードと版が接触しては離れる状態が変化していることが考えられ、凝着摩耗が発生していると示唆される。また、24000mでは刃先先端に損傷の発生も確認されていることから、図4に示した丸印部は損傷の発生を示唆している。

従って、AEパラメータとドクターブレードの表面様相は相関性があり、特に周波数分布より、摩耗の生成、さらに損傷の発生を捉えることができた。従って、印刷下におけるドクターブレードの摩耗損傷状態の監視にAE法を適用可能であると言える。

また、(1)の結果より、ドクターブレードが摩耗損傷すると、インキの掻き落とし状態は変化し、初期のインキの付着量に対して増加し、はみ出すことが確認できた。従って、AE法でドクターブレードの摩耗損傷状態を計測することにより、インキの掻き落とし状態を間接的に監視することが可能であることを明らかにした。

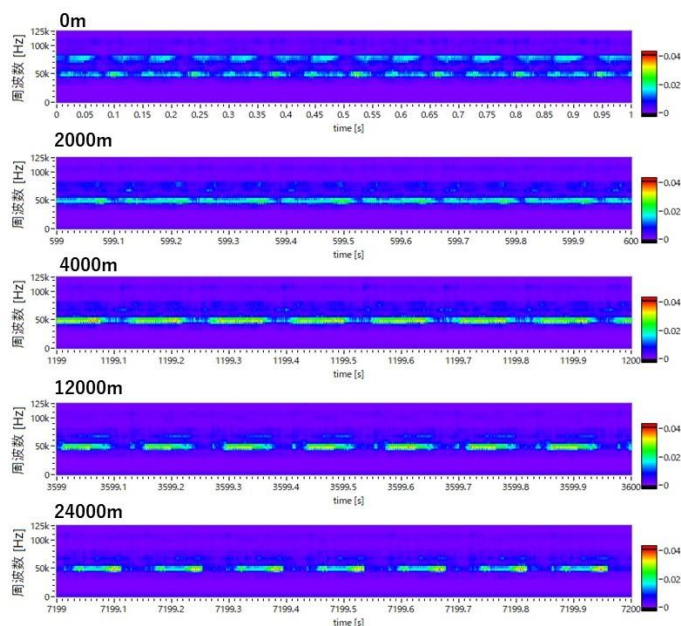


図3 各印刷距離における周波数-音圧分布

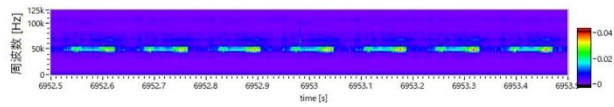


図4 特定の信号を示す周波数－音圧分布（23176m）

4 本研究が実社会にどう活かされるか—展望

図5に本研究で提案するシステムの模式図を示す。印刷不良を発生する直前まで摩耗損傷した状態のドクターブレードの閾値（AEパラメータ）を設定し、印刷中はドクターブレードのAEを常時計測する。閾値を超えると、ドクターブレードを交換するため、印刷機の制御盤へ情報を伝え、印刷を停止する。AEセンサからの情報を印刷機制御盤まで伝達する、『印刷不良予防システム』を構築し、印刷機のスマートファクトリ（考える工場）の実現を目指す。

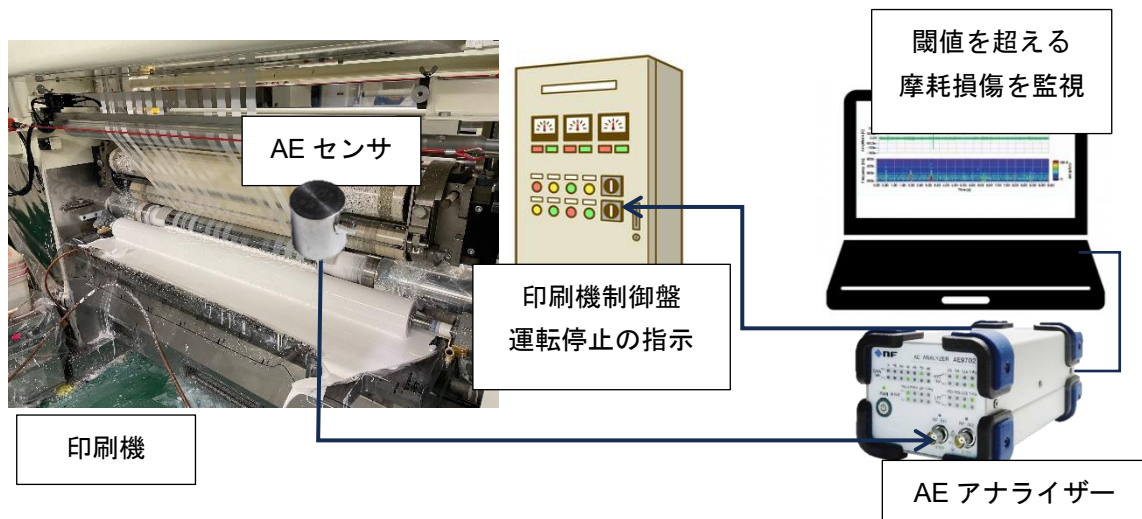


図5 ドクターブレードの異常診断により印刷不良を予防するシステム(案)

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

研究代表者は金属材料の疲労や摩擦摩耗に関する研究を専門としており、疲労破損過程の計測に電子スペックルパターン干渉法（ESP I法）やAE法を適用した非破壊検査の調査・検討してきた。また、6年前より薄板金属のすべり摩擦下における摩耗損傷過程の調査とその発生メカニズムに関する研究を行ってきており、これら一連の研究から、摩耗損傷過程の計測にAE法を適用する発想に至った。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

- ・ 日本材料学会疲労部門委員会第1回表面改質学生シンポジウム
- ・ 現在投稿論文を執筆中

7 補助事業に係る成果物

(1) 補助事業により作成したもの

ドクターブレードの摩耗損傷状態を監視するAE計測システム

(2) (1) 以外で当事業において作成したもの

該当なし

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名： 呉工業高等専門学校（クレコウギョウコウトウセンモンガッコウ）

住 所： 〒737-8506

広島県呉市阿賀南2-2-11

担 当 者： 准教授 國安美子（クニヤスヨシコ）

担 当 部 署： 機械工学分野（キカイコウガクブンヤ）

E - m a i l： kuniyasu@kure-nct.ac.jp

U R L： <https://www.kure-nct.ac.jp/>（呉工業高等専門学校TOPページ）

<https://www.kure-nct.ac.jp/department/m/GakkaHP/>（研究室）

<https://www.kure-nct.ac.jp/department/m/GakkaHP/staff.html>

（研究室教員ページ）