

石炭搬送用コンベヤゴムベルトの損傷探知法の開発

画像処理技術の活用

Development of a Damage Detection Method for Rubber Coal Transporting Conveyor Belts Application of Image Processing Technology

(電力技術研究所 エネルギー・環境G 環境・リサイクルT)

碧南火力発電所では、燃料である石炭を搬送するためにコンベヤゴムベルトを使用している。現在、ベルトの点検はコンベヤを停止して目視で行われており、コンベヤ稼働状態で実施可能な精度の高い点検方法が望まれている。

そこで、画像処理技術を用いた損傷探知法の試作・評価を行った。

(Environment and Recycling Team, Energy and Environment Group, Electric Power Research and Development Center)

Rubber conveyor belts are used to transport coal used as fuel in the Hekinan thermal power station. At present, these belts are visually inspected after stopping the conveyors. A high precision method for inspecting the belts without stopping the conveyors is necessary.

Therefore, a damage detection method using image processing technology has been evaluated.

1 背景・目的

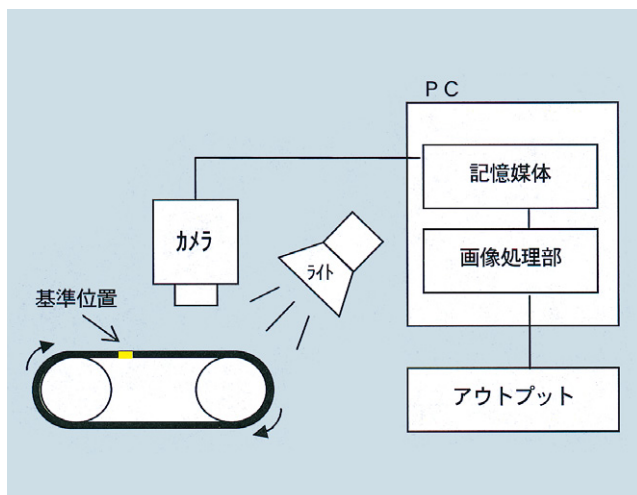
碧南火力発電所で燃料として用いられている石炭は、海外から船舶で貯炭場まで運んだ後、ベルトコンベヤで粉砕機に搬送される。ここで使用される石炭搬送用のベルトは、石炭に混入している金属くずや石等により損傷を受ける場合があるため、定期的な検査、補修を行っている。

現在、ベルトの点検は、コンベヤを停止して目視で点検しているが、停止時間をなるべく短くするため、コンベヤを停止しない点検方法が望まれている。また、損傷を小さいうちに早期発見し、補修することによってベルトの延命化にも繋がる。そこで、画像処理技術を用いた損傷探知法の試作・評価を行った。

2 損傷探知法の概要

(1) 装置構成

本損傷探知法は、第1図に示すとおり、カメラ、照明、パソコンで構成されている。これらはコスト低減のため市販品を利用した。



第1図 装置構成図

(2) 損傷探知フロー

本損傷探知法のフローは、第1表のとおりである。本稿では、③の画像処理について詳細に説明する。

第1表 損傷探知フロー

フロー	手順
① 基準位置決定	ベルト任意箇所にペンキ等でマーキングし、基準位置を設定する
② 映像の撮影	カメラおよび照明をベルト近辺に設置し、撮影する
③ 画像処理	撮影した画像を画像処理する
④ アウトプット	モニタに判定グラフ等を出力する

3 画像処理

(1) 画像処理フロー

本損傷探知法における画像処理フローは、第2表のとおりである。

第2表 画像処理フロー

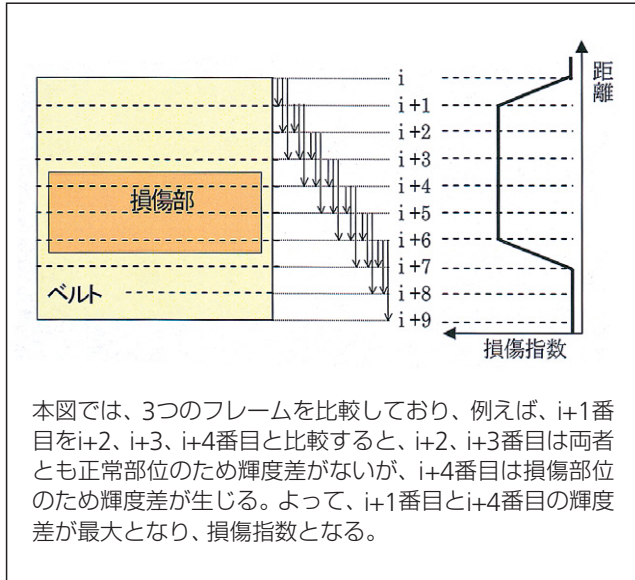
フロー	手順
① 画像切出し	ベルト映像の各フレームから損傷探知に必要な画像を切り出す
② 画像比較	隣接するフレームから切出した画像の輝度を比較し、差を算出する
③ 損傷指数演算	得られたデータを平均化した後、輝度を読み取り、損傷指数を演算する

(2) 画像処理方法の特徴

本損傷探知法では、面積のある損傷の判別や深く狭い損傷と浅く広い損傷の判別を可能とするため、画像比較および損傷指数の演算方法に特徴がある。

ア 面積のある損傷の判別

画像の比較方法は、隣接する複数のフレームと比較し、その差の最大値を損傷指数とする方式としている。本方式の採用により、面積のある損傷の判別が可能となっている。概略図を第2図に示す。



第2図 画像比較方法概略図

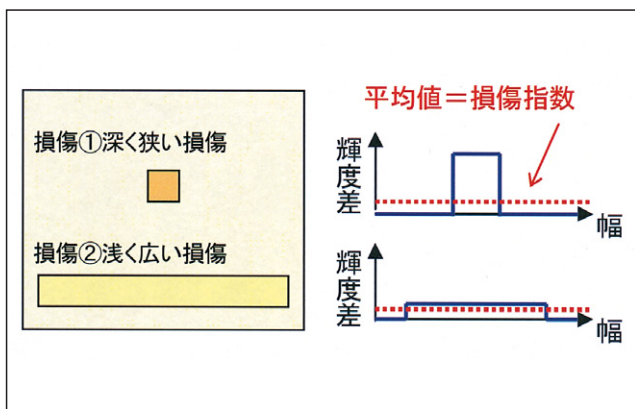
イ 深く狭い損傷と浅く広い損傷の判別

損傷指数の演算を、輝度差(L)と尖度(K)を加味する以下のような評価式としている。

$$\text{損傷指数} = L(1 - \alpha) + K\alpha \quad \dots (1)$$

α : 尖度の損傷指数に対する寄与度。0~1の値をとる。

ここで尖度とは、画像処理の分野で多く利用されている統計学的手法のひとつで、データが標準正規分布と比較してどの程度尖っているかを表す指標である。第3図に示す2つの損傷を比較すると、平均化した輝度差は同じであるが、尖度は深く狭い損傷の方が大きい。よって、(1)式にて損傷指数を演算すると、深く狭い損傷の方が損傷指数が大きくなるため、2つの損傷を判別可能となっている。

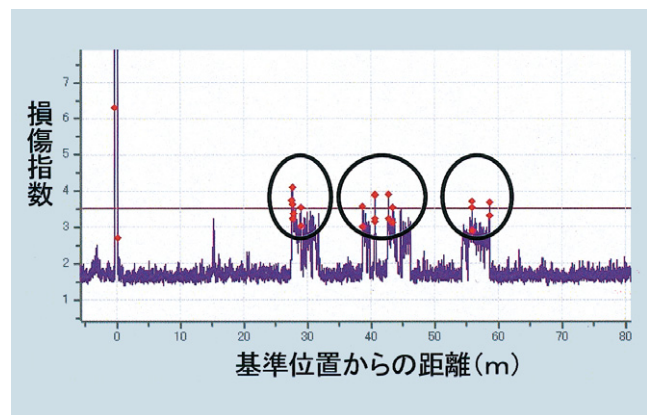


第3図 深く狭い損傷と浅く広い損傷

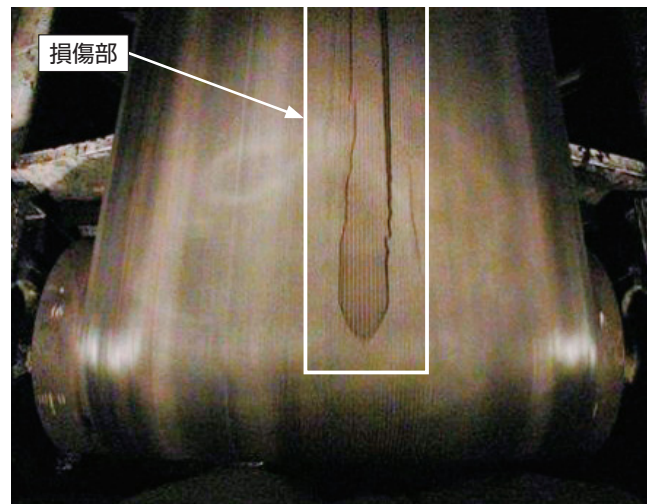
4 実機テスト

作成したソフトウェアを用いて、碧南火力発電所のベルトの映像を解析した。解析結果を第4図、第5図に示す。

第4図は、ベルトの各位置の輝度差を比較した結果を示す損傷判定グラフである。図中の丸で囲んだ部分は損傷指数が3.7~4程度で損傷の可能性があり、実際に画像を確認してみると、第5図のように損傷が発生している。今回は、損傷判定に用いる閾値を3.5としているが、損傷度合に合わせて任意に設定可能である。一方、損傷指数の低い位置では、損傷が発生していないことも確認した。このように、本損傷探知法によって、コンベヤ稼働状態でベルトの損傷の大きさや位置を検出できた。



第4図 損傷判定グラフ



第5図 指定位置におけるベルト画像

5 研究成果および今後の展開

本損傷探知法により、ベルト稼働状態で損傷を探知可能なことを明らかにした。

ベルト稼働状態での点検や重要箇所での常時監視への応用について、試行運用の中で、さらなる改良を行い、現場適用を図っていく。



執筆者 / 長谷川雅一