

連続ベルトコンベヤのベルト損傷検出装置の開発実験報告

清水建設(株) 土木技術本部 正会員 ○増田 湖一
 清水建設(株) 外環大泉シールド (作) 正会員 前田 俊宏
 (株)竹中土木 外環大泉シールド (作) 正会員 岩戸 敦彦
 東日本高速道路(株) 関東支社 東京外環工事事務所 佐々木 博昭、滝沢 諒
 タグチ工業(株) 田口 三法

1. はじめに

現在の建設工事で使用している連続ベルトコンベヤのモニタリングシステムは、電流値、ベルト速度、ベルト蛇行量、ベルト張力、土砂詰まり及びベルト損傷等について行っており、ベルト損傷検出以外は、自動計測によりリアルタイムに監視して異常を検出することが可能である。しかし、ベルト損傷については、定期点検時(1回/月程度)にベルトを低速で稼働させて目視によって損傷の有無の確認を行っているのが現状であり、損傷発見に時間を要する、損傷の発見が遅れる等の課題があった。

本稿では、ベルトの損傷を早期に発見し傷の成長によるベルト破断等のトラブルを未然に防ぐことを目的として、通常速度で稼働しているベルトをカメラで撮影し、画像処理技術を用いてベルト損傷の大きさ(縦・横・深さ)と損傷位置を検出できる「ベルト損傷検知システム」を開発し実証実験を行ったので報告する。

2. ベルト損傷検出装置の概要

(1) システム構成

ベルトの損傷検出装置は、ラインスキャンカメラで稼働中のコンベヤベルトを連続撮影し、専用コントローラーにて画像処理を行い、損傷の抽出分析と損傷レベルの判定を実施する(図-1)。

また、ベルトに発磁体を組み込み磁気検出器とロータリーエンコーダーにより損傷位置を特定することを可能とした。

(2) ラインスキャンカメラ

本システムではベルト損傷監視にラインスキャンカメラを採用した(図-2)。

一般に画像解析で多く利用されてきたエリアスキャンカメラは対象物を面として撮影を行うため、コンベヤベルトのように長いシート状のワークを全周連続解析する場合には複数枚の画像を重ね合わせながら画像処理する。このため、処理する画像に照明むらが存在し、高い精度での解析は望めなかった。

ラインスキャンカメラはベルトの一部分を線として撮影し、全周分を一つの画像として展開し処理を行う。均一な照明条件下

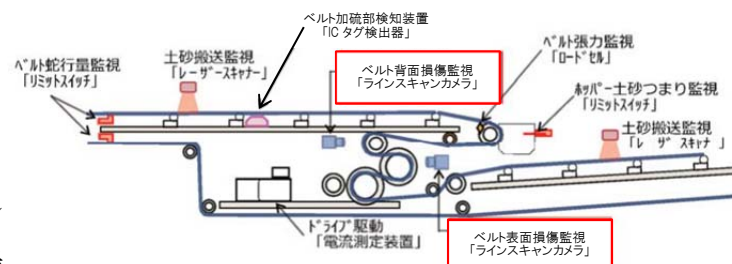


図-1 システム概要図



図-2 カメラ取付状態

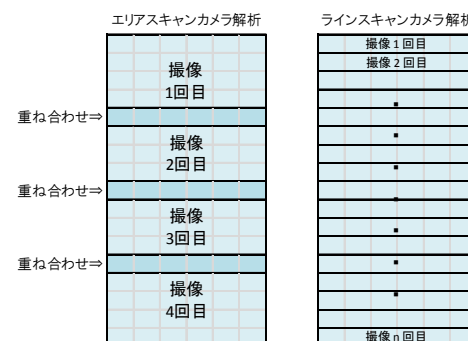


図-3 スキャン状態イメージ

で撮像された画像は照明むらが無く、1回の処理でベルト全周の検査が完了するため処理時間が短く、高い検査精度が期待できる。

(3) システムの機能

本システムではベルト速度 180m/min で稼働中の連続ベルトコンベヤにおいて下記のベルト損傷検知機能を有するものとした。

- ① ベルト損傷の有無・形状（長さ、幅、深さ）の検出と表示
- ② 検出した損傷部位の位置（原点からの距離）の検出と表示
- ③ 検出した損傷のレベルの判定と警報表示
- ④ 損傷データの保存・閲覧

3. 実証実験

(1) 実験の方法

発磁体を埋め込んだベルト（幅 1050mm）やモーターを装備した実験機を製作し、原点検出装置（磁気センサ）と損傷を検知するためのラインスキャンカメラシステムを装備し、実際の工事での運用速度であるベルト速度 180m/min で稼働させて損傷検出実験を行った（図-3）。

損傷検出実験では、実験機のベルトに予めダミーカットを数パターン与えてシステムによる検知及び判定を行わせ、その判定内容より本システムの建設工事への適用性を確認した。



図-3 実験機全景

(2) 実験パターン

建設工事では、稼働中のコンベアベルトに泥や水滴の付着等があり、これらはベルト損傷を検知する上で支障となることが想定される。そこで、①きれいな状態、②泥で数箇所汚した状態、③水滴をつけた状態④、泥と水滴をつけた状態で実験を行い損傷検出精度の確認を行うとともに、損傷検出の課題の抽出と改善策を検討することとした。

4. 実験結果

前述の実験パターンに従い損傷検知実証実験を実施した結果、①と③において損傷検出および判定が問題なく行われることが確認できた。しかしながらダミーカットに泥を付着させた状態ではシステムが損傷を認識できなかった。この事象はダミーカットが泥で埋まりベルト表面の凹凸が無くなったためであり、これはラインスキャンカメラ特有の事象ではなく、他の画像解析カメラでも同様の結果となることが予想される。

この問題はベルト洗浄装置と損傷検知システムを組み合わせで解消可能と考えられ、工事施工時ににおいて改善効果を検証する予定である。また、今後工事での運用の中で損傷状態判定結果の利用方法を含めたシステム全体の運用方法を多角的に検証し、システムの適用性の向上を図る予定である。