

山岳トンネル用連続ベルトコン監視システムの開発

大成建設株式会社 正会員 ○松本三千緒
大成建設株式会社 正会員 片山 三郎

1. はじめに

山岳トンネルにおいて、連続ベルトコンベアは長距離のズリ搬送を安全に効率的に行う有効な手段であるが、様々な要因からベルト損傷や破断、脱索等が引き起こされる。現場では目視点検等の人的なチェックで対応しているが、長距離に渡って監視するのは容易ではなく、設置状況によって目視では十分に確認できない場合もあり、コスト・労力の点で解決すべき課題とされている。そこで、このような山岳トンネルでの連続ベルトコンのトラブルを未然に防止するための監視システムを開発した。

2. システム概要

過去の事例を検討した結果、トラブルの要因または兆候としてベルトの蛇行、ホッパー詰まり、大塊によるベルト損傷、金属物（主に鉄筋、管など）によるベルト縦切れなどがあげられた。特に、山岳トンネルでは大塊によるベルトの貫通孔や横切れ、注入管やロックボルト、ノミの破片などがズリに混ざってベルトの縦切れを引き起こす例が見られた。通常、山岳トンネルでは掘削後のズリをクラッシャーに投入し、破碎後に連続ベルトコンで搬出する方法をとっている。今回開発したシステムはこの点に着目し、破碎後のズリが連続ベルトコンに移送される前に発見し、停止させる事とした。クラッシャー後部の引出ベルトコン上で金属と大塊ズリを検出するために、図-1 のような装置を設置して自動監視を行なうものである。

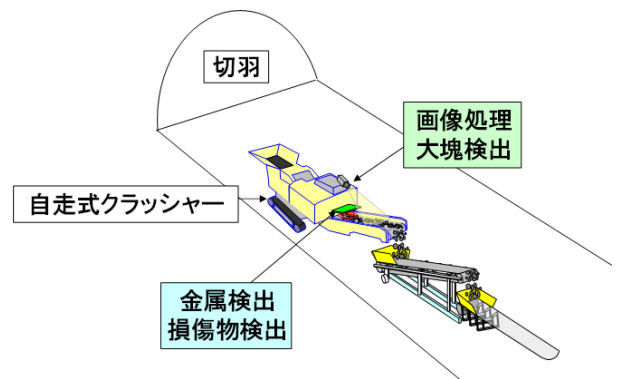


図-1 山岳トンネル用監視システム

3. 検出原理

このシステムは磁場の変動を利用して金属を検出する装置と画像解析（1/10 秒以下）を使用して大塊ズリを検出する装置からなる。

クラッシャー後部のベルトコン機材はそのほとんどが鉄であるため、これらの鉄材を含めて磁場のループを形成し、この中を別の鉄材が通過した時の磁場の乱れを検出する（図-2）。また、ズリに大塊が混入した場合、ベルト上を照射した光により大塊の周囲に影が生じる。この影を利用して画像処理を行ない大塊か否かを判定する装置を試作した。主な画像処理

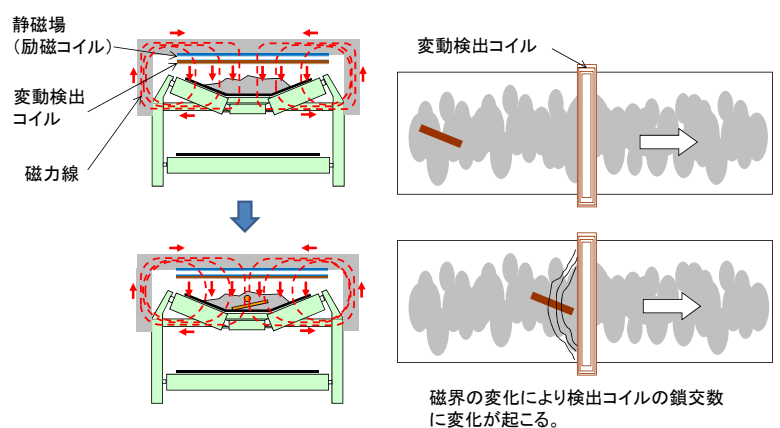


図-2 金属検出原理

関数としては、輪郭線抽出（画像を微分し、変化点を探す）、二値化（画像を白黒に変える）、ドット膨張（個々のズリ画像の重なり部分の縁を切る）、領域塗り潰し（領域内の点を消す）、領域面積判定（設定値以上の面積を検出）などであり、専用の画像処理カメラを使用すれば 1/10 秒～1/100 秒の時間で処理が可能である。

キーワード 金属検出、金属探知、大塊ズリ検出、画像解析、画像処理、監視システム

連絡先 〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設株式会社 技術センター土木技術開発部 TEL045-814-7219

4. 工場試験

開発した装置の性能試験を行なった。図-3 に大塊ずり検出時の画像処理結果を、図-4 に金属検出試験結果を示す。振動・ノイズなど現場環境での影響を除けば、検出仕様を満足する結果が確認された。

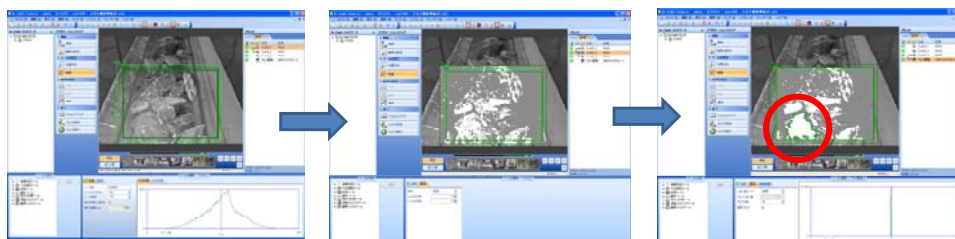
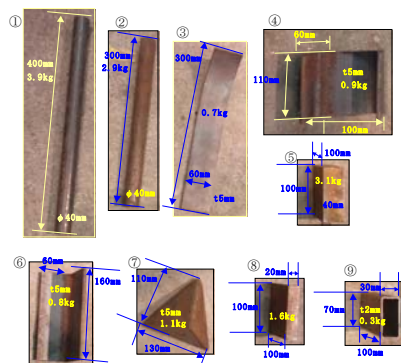


図-3 画像処理試験



ベルトとの距離 材料No.	100mm	200mm	300mm	400mm	500mm	600mm
①	○	○	○	○	○	×
②	○	○	○	○	○	×
③	○	○	○	○	×	×
④	○	○	○	×	×	×
⑤	○	○	×	×	×	×
⑥	○	○	○	×	×	×
⑦	○	×	×	×	×	×
⑧	○	×	×	×	×	×
⑨	○	×	×	×	×	×

図-4 金属検出試験

5. 現場での性能検証

山岳トンネルにて性能検証を行なった(図-5)。切羽の自走式クラッシャー後部に本システムを設置し、耐環境性能を検証した。予想したようにクラッシャー稼働時の振動やノイズが確認されたが、電氣的ノイズ・磁場的ノイズは金属検出装置の感度に影響するレベル以下であり、また振動や粉じん等の画像検出に与える影響もほとんどなく、現場の環境下でも十分に使用できる事が検証された。



図-5 現場での性能検証

6. まとめ

本システムにより、山岳トンネルのずり出しで懸念される金属や大塊ずりの混入監視が可能な事が示された。今後はこの技術を応用・発展させ、NATM・TBMなど連続ベルコンを使用するトンネルでのトラブル未然防止、掘削効率向上に役立てていく予定である。

参考文献

- ・片山 三郎 「連続ベルコン稼働状況監視システムの開発」 土木学会 第66回年次学術講演集 VI-022 2011.09