

ベルコンスキャナ®実証実験 —光切断法による連続ベルコン傷検知および土量計測システム—

大成建設株式会社 ○正会員 片山 三郎, 正会員 石井 稔之
株式会社演算工房 白坂 紀彦
タグチ工業株式会社 田口 三法

1. はじめに

近年、施工技術の進展に伴ってシールド・トンネル工事は、長距離施工の案件が増加傾向にあり、この長距離施工を支えている技術の一つに掘削土搬送設備『連続ベルコン』が挙げられる。連続ベルコンは 2000 年頃から NATM 工法を中心に採用されはじめ、2010 年頃から徐々にシールド工法にも適用されるようになってきた技術である。しかしながら連続ベルコンは掘削土搬送の要となるため長距離・長時間稼動を強いられコンベアゴムは劣化・損傷する。これらは定期的に点検し適正な時期に補修を施さなければ、搬送中にコンベアゴムが破断し施工中断を招く。そのため傷を早期発見することを求める声が多いのが現状である。また、シールド工法特有の課題としてチャンバー内の圧力バランスを保つことで地表面へ影響を与えないように施工管理する。ベルコン搬送では泥土圧式工法が適用されこの時の掘削土の取り込み量を正しく把握するため、高精度に排土量を計測する技術が求められていた。



写真-1 コンベアゴム損傷

そこで筆者らは近年の ICT 技術、画像処理技術の発展により、確立してきた光切断法¹⁾を活用してベルコンの傷と搬送土量を計測する連続ベルコン計測システム²⁾『ベルコンスキャナ®』を開発した。本論は開発したベルコンスキャナを実大連続ベルコンで実証した内容に関するものである。技術の詳細については参考文献参照。

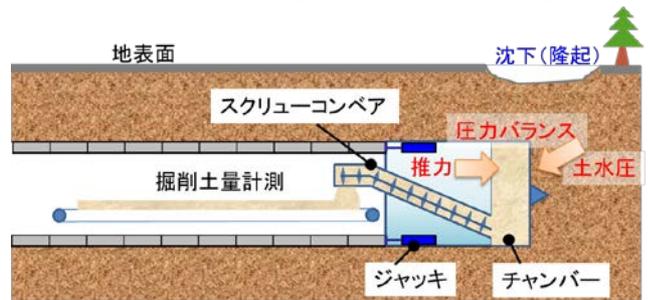


図-1 シールド工法ベルコン監視イメージ

2. 実証実験用連続ベルコン設備概要

実大の連続ベルコンを使ってベルコンスキャナの実証実験をおこなった。連続ベルコンを図-2(写真-2)のように3本組み、土砂が循環する構造にし、これにより連続ベルコン上に土を一定量載せて循環させることで連続した計測ができるようにした。連続ベルコンの仕様は土量計測用はL=36m, W=1200mmで、傷検知システム用はL=19.5m, W=1050mmとし、ベルト速度はそれぞれ 200m/分とした。また、監視したデータを確認するための計測監視室を近傍に配置しリアルタイムなデータ監視を確認した。



写真-2 実験用連続ベルコン

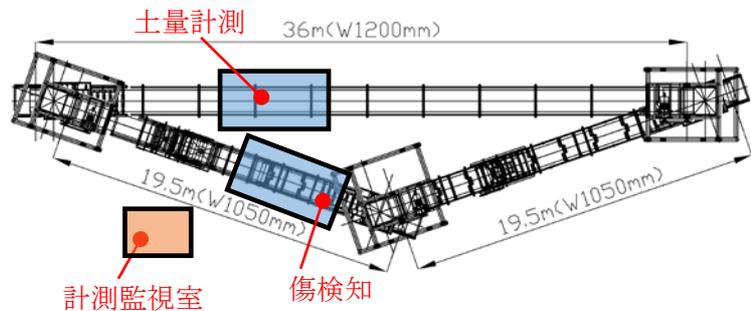


図-2 実験用連続ベルコン設備概要

キーワード 光切断法, 連続ベルコン, 搬送土量計測, ベルト損傷監視

連絡先 〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設(株) 技術センター土木技術開発部 TEL045-814-7229

3. 傷検知システム実験

幅 1050mm のコンベアゴムに大きさ 10mm ～ 100mm, 深さ 2mm ～ 貫通, の合計 10 個の傷を付けた. これらの傷が検知できるか検証した. 写真-3 に傷検知状況, 図-3 にベルト傷の一例, 図-4 に検知した傷 (解析データ) を示す. 実験はベルトコンを 10 周させ 10 個の傷が検知できるかの確認をおこなった. その結果, ベルト蛇行に伴う端部に作った 10mm の微小傷の一つに時折, 見逃しがあったがその他は全数検知することができた. また, 監視は写真-4 に示すモニタに検知した傷の大きさ, 深さ, 位置を表示しておこなう.



写真-3 傷検知状況

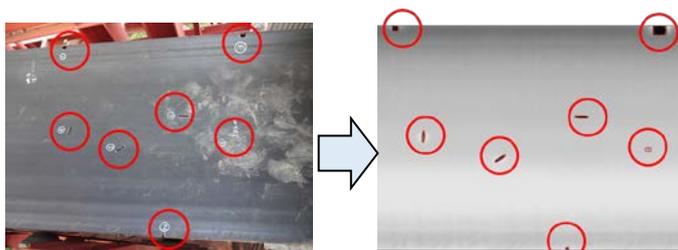


図-3 ベルトに付けた傷

図-4 検知した傷



写真-4 傷検知モニタ

4. 土量計測システム実験

幅 1200mm のベルトコン上に体積 1.247m³ の砕石を載せ計測値と実体積を比較した. 計測は 6 周, 計 6 回実施した. 写真-5 に計測状況を示す. また, 2D スキャナを使った従来法と精度比較するため同時に 2 方法で計測した. 図-5 に比較結果を示す. 誤差平均値はベルトコンスキャナ 1.5%, 従来法 18.7% であり, 精度が大きく向上したことがわかる. また, 監視については図-6 に示すモニタによっておこなう. モニタにはシールド掘進長に応じた排土量のトレンドをグラフ化し計画土量に対しての過不足を判断できるようにしており, このグラフを見てシールド掘進制御に反映していく.

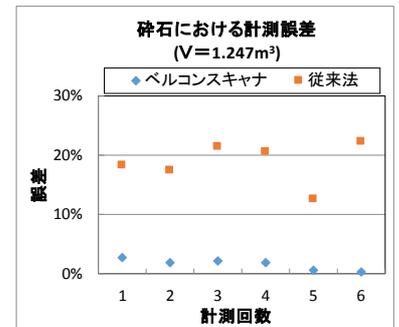


図-5 精度検証結果

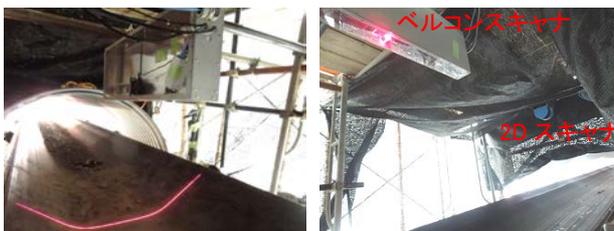


写真-5 計測状況

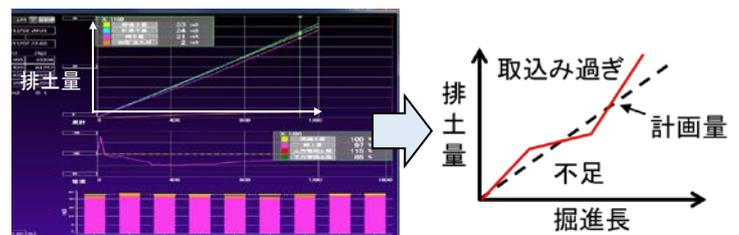


図-6 土量計測モニタ

5. まとめ

傷検知システムにより連続ベルトコンのトラブルで最も多い傷を早期発見できるようになり破断による工事中断を無くすることができるようになった. また, 土量計測システムでは排土量の正確な把握が可能となったことでシールド工事による地表面への影響を及ぼさないように正確な掘進管理が可能になった. 現在 (2017/03), ベルトコンスキャナは 2 現場にて運用中であり, 施工管理の効率化が図れている. 今後も連続ベルトコン導入現場にベルトコンスキャナを展開し, 広く土木工事の効率化に寄与してゆく所存である.

参考文献

- 1) 高橋要, 青木浩章, 片山三郎, 坪井勇政, 塚原正裕: 連続ベルトコンベア監視における光切断法の適用性における研究, 土木学会第 70 回年次学術講演会, VI-003, pp5-6, 2015
- 2) 石井稔之, 片山三郎, 白坂紀彦: 光切断法を用いた連続ベルトコン計測システムの開発, 土木学会第 71 回年次学術講演会, VI-921, pp1841-1842, 2016