

連続ベルトコンベア監視における光切断法の適応性における研究

大成建設(株) 技術センター 土木技術開発部 正会員 ○高橋 要
 大成建設(株) 技術センター 土木技術開発部 正会員 青木 浩章
 大成建設(株) 技術センター 土木技術開発部 正会員 片山 三郎
 ジック株式会社 技術サービス部 坪井 勇政
 ジック株式会社 技術サービス部 塚原 正裕

1. 目的

土木工事の施工管理において物を計測するという技術は必須であり、どの現場においても必ず実施している。その手法は多岐に渡っておりコンベックスや巻尺を使った古典的な方法からトータルステーションや3Dスキャナの様な光学技術を駆使した方法まで様々である。これらの方法は測定対象や用途において使い分けている。一方で製造業においては光切断法による計測技術が着目され、これを活用した製品の計測や検査技術が多く開発されてきている。しかし、土木工事においては光切断法の取り扱いの性質上、適用事例はまだほとんど無いのが現状である。そこで本研究では、光切断法の土木工事における適用性を評価するため、対象をシールド工事などの土砂搬送に使用される連続ベルトコンベアに関する計測とし、基礎検証を実施した。

2. 光切断法とは

光切断法とはラインレーザーとデジタルカメラを使った断面形状測定技術である。ラインレーザーは、レンズによって直線状のレーザー光を扇形に広げて照射することができるもので、このラインレーザーを対象物に照射すると、物体の形状に沿った輪郭線が作られる。この輪郭線をデジタルカメラで斜め方向から撮影して画像解析すると、輪郭線のみを座標データとして抽出することができる。

■光切断法の潜在能力

- ・高精度
- ・高速スキャン
- ・非接触計測

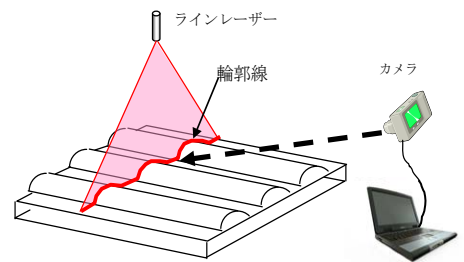


図-1 光切断法イメージ図

3. 連続ベルトコンベアの計測項目

連続ベルトコンベアは土砂搬送効率が高く近年採用する現場が増えている土砂搬送設備である。この連続ベルトコンベアに関する計測の内①ベルト面の損傷寸法計測、②搬送土砂体積の計測を対象とした。また目標仕様として、①は最小検出傷の大きさ 13mm 以下^{注1}、②2D スキャナを使用した従来技術と比較して精度向上^{注2}、を目指した。

①ベルト面の損傷寸法計測

連続ベルトコンベアのトラブルのうち、圧倒的に多い要因はベルト面の損傷による破断トラブル（図-2）である。これは一度発生すると土砂搬送不能となり掘削作業を中断するしかなく復旧までには多大な時間が係る。図-2 に連続ベルトコンベアの主なトラブル要因、写真-1 にベルト面の損傷例を示す。

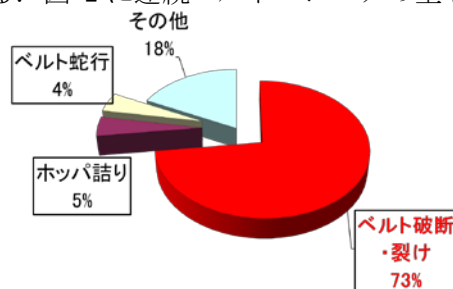


図-2 連続ベルトコンベアトラブル要因



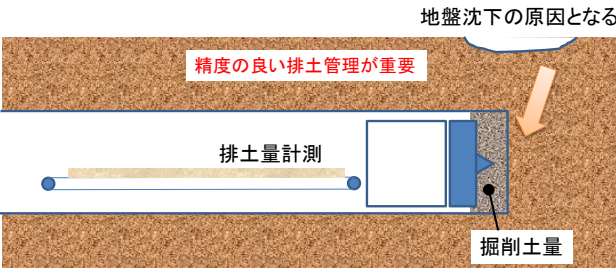
写真-1 連続ベルトコンベア損傷例

キーワード 光切断法, 連続ベルトコンベア, 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 大成建設株式会社 技術センター土木技術開発部 TEL045-814-7219

②搬送土砂体積の計測

シールド工事では掘削した排土量と掘削土量に大きな差があると土砂の取り込み過ぎとなり、地表面沈下の原因となる。特に都市部において、地表面には構造物などが密集しているため地表面沈下が与える人的安全および社会的損失は大きい。そのため精度良く排土量を管理する方法が求められている。



掘削土量<排土量:土の取り込み過ぎで地盤沈下の原因となる
図-3 シールド掘削時における土量バランス

4. 連続ベルトコンベアの適応評価

光切断法の精度の基となる要素は分解能である。レーザーの当たる断面方向 (X, Z 軸) の分解能はカメラの画素数に依存し、奥行方向 (Y 軸) はカメラのスキャン速度とベルト移動速度から決まり、スキャン速度はカメラ受光量と計測範囲に影響する。そのため光切断法では各軸分解能を決定する主要要素として画素数、画角、露光時間、ベルト速度や被測定物の大きさが挙げられる。これらの要素条件の下、連続ベルトコンベア計測への適応性を検証した。諸条件は以下の通りで、図-4 に各座標軸の設定、写真-2 に実験状況、写真-3, 4 に被測定物の一部を示す。

■諸条件

- 1) 画素数：1536×512 (CMOS サイズ 14.9×4.9mm)
- 2) 画角：62° ×22° (焦点距離 12.5mm)
- 3) ベルト搬送速度：150m/min
- 4) ベルト幅：1200mm 幅対応
- 5) レーザークラス：660nm Class3R
- 6) 被測定物

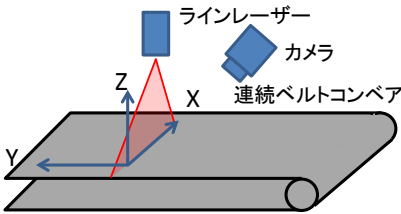


図-4 各座標軸設定図

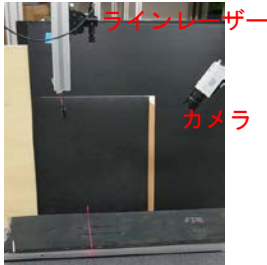


写真-2 実験状況

- ①ベルト面の損傷寸法計測
 - ・φ1mm～10mm までの大きさの傷の検出
- ②搬送土砂体積
 - ・黒土，ベントナイト，左記の混合土



写真-3 定量傷ベルト

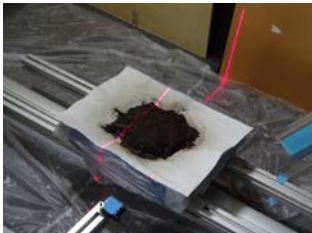


写真-4 黒土

5. 評価結果

前述の測定物を光切断法で解析した結果の 3D 解析データを図-5 に、評価試験結果を表-1 に示す。損傷について、定量傷では最小検出径φ9mm の傷まで検出できた。また、土砂体積についても最も条件の悪い黒土においてスキャン速度 833profile/sec (Y 軸分解の換算で 3.0mm) を得られた。評価試験の結果、損傷と土砂体積の計測において良好な結果を得られた。

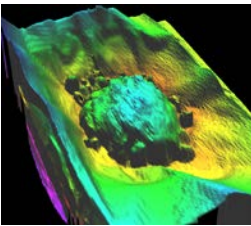
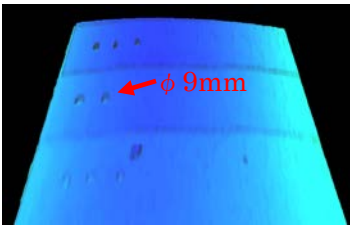


図-5 3D 解析データ (左：定量傷, 右：黒土)

表-1 評価試験結果

	分解能 (mm)			視野 (mm)		スキャン速度 (profile/sec)	最小検出傷径 (mm)	適用評価
	X	Y	Z	X	Z			
損傷計測	0.91	4.75	0.11	1,400	72.5	526	9	良
土砂体積	0.65	3.00	0.07	1,000	308.6	833(最小)	—	良

6. まとめ

本研究により光切断法の土木工事での適応について一定の知見が得られた。今後は本研究で得られた知見を活かし、連続ベルトコンベアに関する計測だけでなく様々な土木計測技術に展開していく予定である。

注 1: 小規模連続ベルトコンベア 650mm 幅におけるベルトメンテナンス基準サイズ:13mm 以上
注 2: 従来技術の能力は断面精度 10mm, スキャン速度 50profile/sec